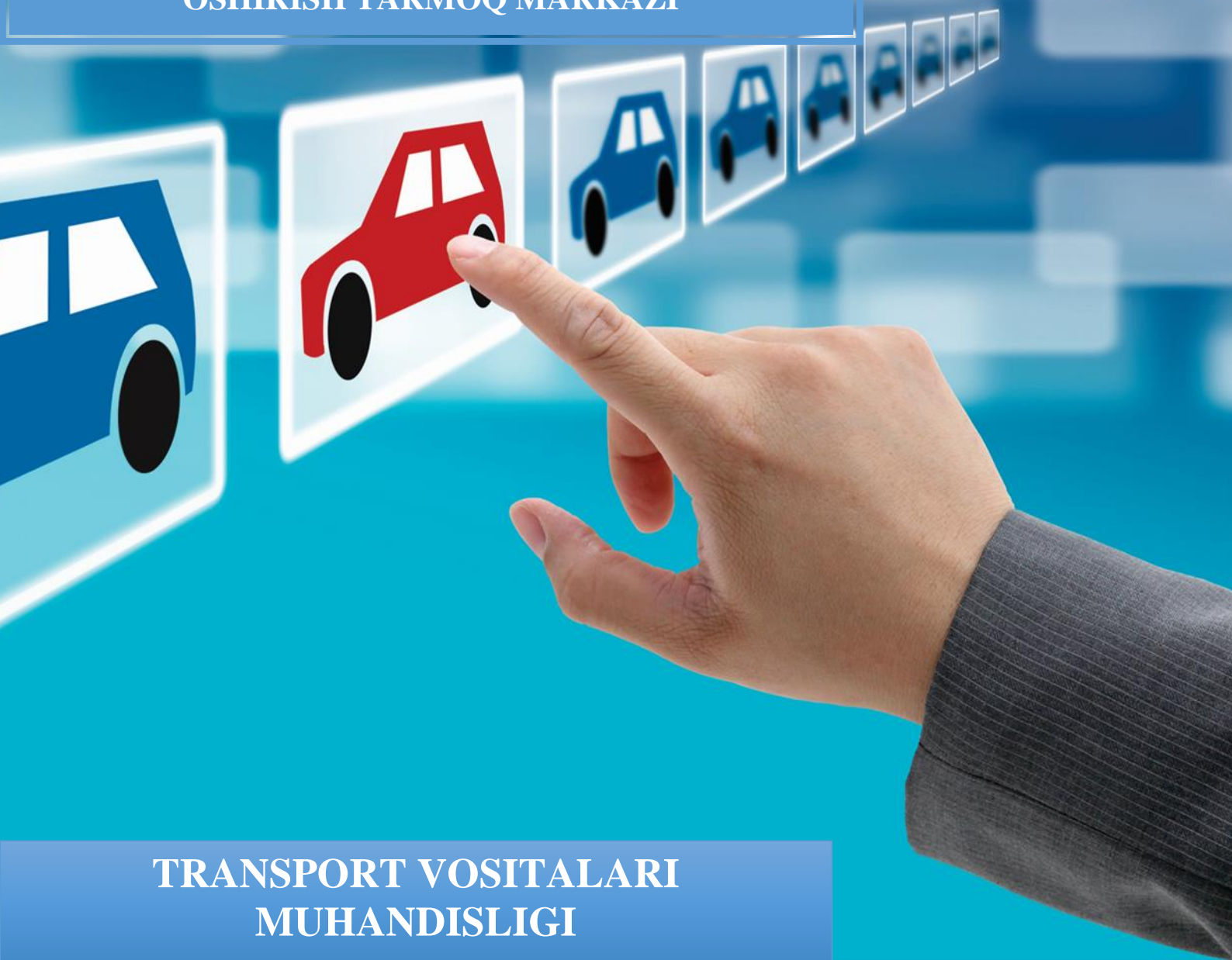


**TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI
HUZURIDAGI PEDAGOK KADRLARNI QAYTA
TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI
OSHIRISH TARMOQ MARKAZI**



**TRANSPORT VOSITALARI
MUHANDISLIGI**

**ICHKI YONUV DVIGATELLARNING
ENERGIYA SAMARADORLIGI VA
EKOLOGIKLIGI**

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

**OLIIY TA‘LIM TIZIMI PEDAGOG VA RAHBAR KADRLARINI QAYTA
TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI OSHIRISHNI TASHKIL
ETISH BOSH ILMIIY-METODIK MARKAZI**

**TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI HUZURIDAGI
PEDAGOG KADRLARNI QAYTA TAYYORLASH VA ULARNING
MALAKASINI OSHIRISH TARMOQ MARKAZI**

**“TRANSPORT VOSITALARI MUHANDISLIGI”
(turlari bo‘yicha) yo‘nalishi**

**“ICHKI YONUV DVIGATELLARINING ENERGIYA SAMARADORLIGI
VA EKOLOGIKLIGI”**

moduli bo‘yicha

O‘QUV-USLUBIIY MAJMUA

Mazkur o‘quv-uslubiy majmua Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligining 2021 yil 25 dekabrda 538- sonli buyrug‘i bilan tasdiqlangan o‘quv dastur asosida tayyorlandi.

Tuzuvchilar: TDTU, “Energiya mashinasozligi va kasb ta’limi”
kafedrasida professori, t.f.n., B.R To‘laev,
TDTU, “Energiya mashinasozligi va kasb ta’limi”
kafedrasida dotsenti O.O.Daminov

Taqrizchi: TAYLQEI, t.f.d., professor B.I.Bazarov

O‘quv-uslubiy majmua Toshkent davlat texnika universiteti Kengashining 2021 yil 29 dekabrda 4 sonli yig‘ilishida ko‘rib chiqilib, foydalanishga tavsiya etildi.

MUNDARIJA

I. ISHCHI DASTUR	5
II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA‘LIM METODLARI.....	13
III. NAZARIY MATERIALLAR	17
IV. AMALIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI.....	93
V. KEYSLAR BANKI	120
VI. GLOSSARIY	125
VII. FOYDALANGAN ADABIYOTLAR.....	139

I. ISHCHI DASTUR

Kirish

Dastur O‘zbekiston Respublikasining 2020 yil 23 sentyabrda tasdiqlangan “TA’LIM to‘g‘risida”gi Qonuni, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevralda “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-4947-son, 2019 yil 27 avgust “Oliy TA’LIM muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining uzluksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to‘g‘risida”gi PF-5789-son, 2019 yil 8 oktyabrda “O‘zbekiston Respublikasi oliy TA’LIM tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish kontseptsiyasini tasdiqlash to‘g‘risidagi PF-5847-sonli Farmonlari hamda O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2019 yil 23 sentyabrg’ “Oliy TA’LIM muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risidagi 797-sonli Qarorida belgilangan ustuvor vazifalar mazmunidan kelib chiqqan holda tuzilgan bo‘lib, u oliy TA’LIM muassasalari pedagog kadrlarining kasb mahorati hamda innovatsion kompetentligini rivojlantirish hamda oliy TA’LIM muassasalari pedagog kadrlarining kasbiy kompetentligini muntazam oshirib borishni maqsad qiladi.

Ishchi o‘quv dasturi yonilg‘i-energetik resurslar va ulardan foydalanishning barqaror rivojlanishi; energosamaradorlik va energotejamkorlik; istiqbolli muqobil motor yonilg‘ilari; ichki yonilg‘i dvigatelining energosamaradorligi va energotejamkorligi; ichki yonilg‘i dvigatellarining foydali ish koeffitsentini oshirish yo‘llari; ichki yonuv dvigatellari va avtotransport vositalarining ekologik tozaligi masalalarining nazariy va amaliy asoslarini o‘rganishni o‘zida qamrab olgan.

Modulning maqsadi va vazifalari

“Ichki yonuv dvigatellarining energiya samaradorligi va ekologikligi” modulining maqsadi va vazifasi – tinglovchilarni yer usti transport tizimlari sohasidagi global muammo transport tizimlari energiya samaradorligi va ekologikligining zamonaviy muammolari bilan tanishtirish hamda bu muammolarni

yechish bo'yicha dunyodagi eng zamonaviy texnologiyalar bo'yicha ularda bilim, ko'nikma va amaliy malakalarni shakllantirish, ya'ni ularning bu sohadagi kompetentligini shakllantirishdan iboratdir.

Modul bo'yicha tinglovchilarning bilimi, ko'nikmasi, malakasi va kompetentsiyalariga qo'yiladigan talablar

“Ichki yonuv dvigatellarining energiya samaradorligi va ekologikligi” modulini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida:

Tinglovchi:

- ichki yonuv dvigatellarining ekologik ko'rsatkichlari va ularning tahlilini;
- ichki yonuv dvigatellarida ishlatilgan gazlar tarkibidagi zaharli moddalarning hosil bo'lish sabablarini va ularni kamaytirish tadbirlarining ilmiy asoslarini;
- ichki yonuv dvigatellarining atrof-muhitga salbiy ta'sir qiluvchi omillarini kamaytirish va yo'qotish usullarining tahlilini;
- ichki yonuv dvigatellari energotejamkorligini tahminlash yo'llarining tahlilini;
- ichki yonuv dvigatellari va avtotransport vositalarining ekologik tozaligi masalalarini;
- individual uglevodorodlarning zaxarliligini;
- tabiiy va neft gazidan olinadigan yonilg'ilar zaxarliligini;
- yonilg'iga qo'shiladigan qo'shimchalar zaxarliligini;
- yonish mahsulotlari komponentlarining zaxarliligini moslashtirish bo'yicha

bilimlarga ega bo'lishi lozim.

Tinglovchi:

- transportdan foydalanish samaradorligiga ta'sir etuvchi omillarni taxlil qilish;
- zararli moddalar chiqishini normalash;
- individual himoya vositalaridan foydalanish;
- ichki yonilg'i dvigatellarining foydali ish koeffitsientini oshirish;
- gazsimon yonilg'ilarning benzin va dizel yonilg'isida ishlaydigan dvigatellarda foydalanishni baholash **ko'nikmalariga** ega bo'lishi lozim.

Tinglovchi:

- ichki yonuv dvigatellarining atrof-muhitga salbiy ta'sir qiluvchi omillarini

kamaytirish tadbirlarini tanlash;

- ichki yonuv dvigatellari ekologik xavfsizligini tahlil va tadqiq qilish;

- muqobil motor yonilg'ilarida ishlaydigan ichki yonuv dvigatellarga diagnostik va texnik xizmat ko'rsatishni tashkil etish;

- atrof-muhit holatini nazorat qilish;

- zaxarlanishda birinchi yordam tadbirlari ko'rsatishni tashkil etish **malakalarini egallashi zarur.**

Tinglovchi:

- ichki yonuv dvigateli ko'rsatkichlarini, jumladan energiya tejamkorligi va ekologik ko'rsatkichlarni yaxshilash;

- ichki yonilg'i dvigatellarining foydali ish koeffitsientini oshirish;

- gazzimon yonilg'ilarning benzin va dizel yonilg'isida ishlaydigan dvigatellarda foydalanish;

- transport ekologiyasining muammolarini yechish ko'rsatkichlarini yaxshilashga oid **kompetentsiyalariga ega bo'lishi zarur.**

Modulni tashkil etish va o'tkazish bo'yicha tavsiyalar

“Ichki yonuv dvigatellarining energiya samaradorligi va ekologikligi” moduli mahruza va amaliy mashg'ulotlar shaklida olib boriladi.

Kursni o'qitish jarayonida TA'LIMning zamonaviy metodlari, pedagogik texnologiyalar va axborot-kommunikatsiya texnologiyalari qo'llanilishi nazarda tutilgan:

- ma'ruza darslarida zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida prezentatsion va elektron-didaktik texnologiyalardan;

- o'tkaziladigan amaliy mashg'ulotlarda texnik vositalardan, ekspress-so'rovlar, test so'rovlari, “Blits o'yini”, “Venn diagrammasi”, “Aqliy hujum”, “Keys-stadi” va boshqa interaktiv TA'LIM usullarini qo'llash nazarda tutiladi.

Modulning o'quv rejadagi boshqa fanlar bilan bog'liqligi va uzviyligi

“Ichki yonuv dvigatellarining energiya samaradorligi va ekologikligi” moduli o'quv rejadagi quyidagi fanlar bilan bog'liq: “Transport vositalarini

avtomatlashtirish”, “Transport vositalarida qo‘llaniladigan alg‘ternativ yonilg‘ilar” va “Mashinalar diagnostikasi va texnik xizmat ko‘rsatish”.

Modulning oliy ta‘limdagi o‘rni

Bugungi kunda dunyoda sanoat keskin rivojlanganligi, ayniqsa transport tizimlaridan keng foydalanish bir qancha ekologik va ijtimoiy-iqtisodiy muammolarni keltirib chiqarmoqda. Avtotransport tizimida bugungi kunda asosiy yonilg‘i sifatida ishlatiladigan benzin, dizel yonilg‘isi va gazsimon yonilg‘ilar tabiiy gaz va neftardan olinadi. Ularning tabiiy zahirasi kamayib bormoqda. Ikkinchidan, uzoq yillar davomida transport vositalaridan keng foydalanish dunyo miqyosidagi bir qancha muammolarni vujudga keltirmoqda: atmosferada SO₂ ko‘payib ketganligi tufayli yillik o‘rtacha havo harorati oxirgi 30 yil ichida 2° ga ko‘tarildi; havo tarkibida zararli moddalar ortib ekologiyaga va odamlarga sezilarli zararlar yetkazmoqda. Ekologik toza yonilg‘ilardan foydalanish, atmosferaga zararli chiqindilar chiqishini kamaytirish, dvigatellarning yonilg‘i tejamkorligi va samaradorligi ko‘rsatkichlarini yaxshilash dunyo mutaxassislari, jumladan O‘zbekiston mutaxassislari oldida turgan eng dolzarb muammolardan biridir.

“Ichki yonuv dvigatellarining energiya samaradorligi va ekologikligi”

moduli bo‘yicha soatlar taqsimoti

<i>Nö</i>	Modul mavzulari	Tinglovchining o‘quv yuklamasi, soat			
		Jami	Nazariy	Amaliy mashg‘ulot	Ko‘chma mashg‘ulot
1.	Gazsimon yonilg‘ilarning benzin va dizel yonilg‘isida ishlaydigan dvigatellarda foydalanish	6	2	4	
2.	IYODlar yonilg‘i tejamkorligini yaxshilash va ishlangan gazlar tarkibida zaharli komponentlarni kamaytirish.	4	2	2	

3.	Ichki yonuv dvigatellari va avtotransport vositalarining ekologik tozaligi masalalari va ularni yechish yo'llari	8	2	2	4
	Jami:	18	6	8	4

NAZARIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

1-mavzu: Gzsimon yonilg'ilarning benzin va dizel yonilg'isida ishlaydigan dvigatellarda foydalanish.

Yonilg'i-energetik resurslar. Yonilg'ilarga qo'yiladigan asosiy talablar. Yonilg'i-energetik resurslarni tejash. Suyuqlashtirilgan propan-butanli (neftli) gaz (SNG). Siqilgan tabiiy gaz. Suyuqlashtirilgan tabiiy gaz. Gzsimon yonilg'ilarning benzin va dizel yonilg'isida ishlaydigan dvigatellarda foydalanish: gzsimon yonilg'ilarning yonish jarayoni; ularning yonish reaksiyalari va ular yonganda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori. Tabiiy gazni yoqish uchun zarur bo'lgan havo miqdori.

2-mavzu: IYoDlar yonilg'i tejamkorligini yaxshilash va ishlangan gazlar tarkibida zaharli komponentlarni kamaytirish.

Uchqun bilan o't oldiriladigan dvigatellarida aralashma hosil bo'lishi haqida umumiy ma'lumotlar. Benzinni purkash tizimlari. Yonilg'ini purkovchi M'Itizimining ishlashi. Yonilg'i uzatish tizimi. Elektron boshqarish tizimi. Yonilg'ini bir vaqtda uzatish usuli. Purkalayotgan yonilg'i miqdorini boshqarish. Ishlangan gazlar tarkibida zaharli komponentlarni kamaytirish. Zaxarli moddalarning chiqarib tashlanishi. IYoDlar chiqarib tashlaydigan asosiy zaxarli moddalar.

3-mavzu: Ichki yonuv dvigatellari va avtotransport vositalarining ekologik tozaligi masalalari va ularni yechish yo'llari

Ichki yonuv dvigatellari va avtotransport vositalarining ekologik tozaligi masalalari va ularni yechish yo'llari. Atrof muhitga vodorodning tahsiri. Asosiy zaxarli moddalarning hosil bo'lishi. Qurum va qattiq zarrachalar. Yonilg'i uzatish va o't oldirish tizimlarini takomillashtirish. Uchqun bilan o't oldiriladigan dvigatellarda

ishlangan gazlardagi zararli moddalar miqdorini pasaytirish. Dvigatelni ishga tushirishda va uni qizdirishda SN chiqishini kamaytirish. Dizellarda ishlangan gazlardagi zararli moddalar miqdorini pasaytirish.

AMALIY MASHG‘ULOT MAZMUNI

1-amaliy mashg‘ulot: Dvigatelning issiqlik hisoblash

Boshlang‘ich ma'lumotlar, yonilg‘i, ishchi jism parametrlari, atrof muhit parametrlari va qoldiq gazlarni hisoblash.

2-amaliy mashg‘ulot: Haqiqiy sikl hisoblash

Kiritish jarayoni, siqish jarayoni, yonish jarayoni, kengayish jarayoni, chiqarish jarayoni.

3-amaliy mashg‘ulot: Dvigatelning indikator ko‘rsatkichlari

Ishchi siklning indikator parametrlari, indikator f.i.k. va yonilg‘ining solishtirma indikator sarfi, dvigatel ishchi siklining indikator parametrlari.

4-amaliy mashg‘ulot: Dvigatelning effektiv ko‘rsatkichlari

Ishchi siklning effektiv parametrlari, mexanik yo‘qotishlar, o‘rtacha effektiv bosim, mexanik f.i.k, effektiv quvvat, effektiv f.i.k. va yonilg‘ining effektiv solishtirma sarfi, dvigatelning effektiv ko‘rsatkichlari.

KO‘CHMA MASHG‘ULOT MAZMUNI

Mavzu: Ichki yonuv dvigatellari va avtotransport vositalarining ekologik tozaligi masalalari va ularni yechish yo‘llari

Modulning ko‘chma mashg‘ulotini «UzAuto Motors owertrain – Uzbekistan» qo‘shma korxonasida o‘tkazilishi ko‘zda tutilgan. Karxonadagi texnika va texnologiyalar bilan tanishish ko‘zda tutilgan.

TA’LIMNI TASHKIL ETISH SHAKLLARI

TA’LIMni tashkil etish shakllari aniq o‘quv materiali mazmuni ustida ishlayotganda o‘qituvchini tinglovchilar bilan o‘zaro harakatini tartiblashtirishni, yo‘lga qo‘yishni, tizimga keltirishni nazarda tutadi.

Modulni o‘qitish jarayonida TA’LIMning quyidagi shakllaridan foydalaniladi:

- ma’ruza;

- amaliy mashg'ulot.

O'quv ishini tashkil etish usuliga ko'ra:

- jamoaviy;

- guruhli (kichik guruhlarda, juftlikda);

- yakka tartibda.

Jamoaviy ishlash – Bunda o'qituvchi guruhlarning bilish faoliyatiga rahbarlik qilib, o'quv maqsadiga erishish uchun o'zi belgilaydigan didaktik va tarbiyaviy vazifalarga erishish uchun xilma-xil metodlardan foydalanadi.

Guruhlarda ishlash – bu o'quv topshirig'ini hamkorlikda bajarish uchun tashkil etilgan, o'quv jarayonida kichik guruxlarda ishlashda (3 tadan – 7 tagacha ishtirokchi) faol rol o'ynaydigan ishtirokchilarga qaratilgan TA'LIMni tashkil etish shaklidir.

O'qitish metodiga ko'ra guruhni kichik guruhlarga, juftliklarga va guruhlararo shaklga bo'lish mumkin. Bir turdagi guruhli ish o'quv guruhlari uchun bir turdagi topshiriq bajarishni nazarda tutadi.

Bir turdagi guruhli ish o'quv guruhlari uchun bir turdagi topshiriq bajarishni nazarda tutadi.

Tabaqalashgan guruhli ish guruhlarda turli topshiriqlarni bajarishni nazarda tutadi

Yakka tartibdagi shaklda – har bir TA'LIM oluvchiga alohida- alohida mustaqil vazifalar beriladi, vazifaning bajarilishi nazorat qilinadi.

II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA’LIM METODLARI

“Venn diagramma” metodi

Metodning maqsadi: Bu metod grafik tasvir orqali o‘qitishni tashkil etish shakli bo‘lib, u ikkita o‘zaro kesishgan aylana tasviri orqali ifodalanadi. Mazkur metod turli tushunchalar, asoslar, tasavurlarning analiz va sintezini ikki aspekt orqali ko‘rib chiqish, ularning umumiy va farqlovchi jihatlarini aniqlash, taqqoslash imkonini beradi.

Metodni amalga oshirish tartibi:

- ishtirokchilar ikki kishidan iborat juftliklarga birlashtiriladilar va ularga ko‘rib chiqilayotgan tushuncha yoki asosning o‘ziga xos, farqli jihatlarini (yoki aksi) doiralar ichiga yozib chiqish taklif etiladi;
- navbatdagi bosqichda ishtirokchilar to‘rt kishidan iborat kichik guruhlarga birlashtiriladi va har bir juftlik o‘z tahlili bilan guruh ahzolarini tanishtiradilar;
- juftliklarning tahlili eshitilgach, ular birgalashib, ko‘rib chiqilayotgan muammo yoxud tushunchalarning umumiy jihatlarini (yoki farqli) izlab topadilar, umumlashtiradilar va doirachalarning kesishgan qismiga yozadilar.

Namuna: Transport vositalarida qo‘llaniladigan yonilg‘i turlari bo‘yicha



“Blits-o‘yin” metodi

Metodning maqsadi: o‘quvchilarda tezlik, axborotlar tizmini tahlil qilish, rejalashtirish, prognozlash ko‘nikmalarini shakllantirishdan iborat. Mazkur metodni

baholash va mustahkamlash maksadida qo‘llash samarali natijalarni beradi.

Metodni amalga oshirish bosqichlari:

1. Dastlab ishtirokchilarga belgilangan mavzu yuzasidan tayyorlangan topshiriq, ya’ni tarqatma materiallarni alohida-alohida beriladi va ulardan materialni sinchiklab o‘rganish talab etiladi. Shundan so‘ng, ishtirokchilarga to‘g‘ri javoblar tarqatmadagi «yakka baho» kolonkasiga belgilash kerakligi tushuntiriladi. Bu bosqichda vazifa yakka tartibda bajariladi.

2. Navbatdagi bosqichda trener-o‘qituvchi ishtirokchilarga uch kishidan iborat kichik guruhlariga birlashtiradi va guruh a‘zolarini o‘z fikrlari bilan guruhdoshlarini tanishtirib, bahslashib, bir-biriga ta’sir o‘tkazib, o‘z fikrlariga ishonirish, kelishgan holda bir to‘xtamga kelib, javoblarini «guruh bahosi» bo‘limiga raqamlar bilan belgilab chiqishni topshiradi. Bu vazifa uchun 15 daqiqa vaqt beriladi.

3. Barcha kichik guruhlar o‘z ishlarini tugatgach, to‘g‘ri harakatlar ketma-ketligi trener-o‘qituvchi tomonidan o‘qib eshittiriladi, va o‘quvchilardan bu javoblarni «to‘g‘ri javob» bo‘limiga yozish so‘raladi.

4. «To‘g‘ri javob» bo‘limida berilgan raqamlardan «yakka baho» bo‘limida berilgan raqamlar taqqoslanib, farq bulsa «0», mos kelsa «1» ball quyish so‘raladi. Shundan so‘ng «yakka xato» bo‘limidagi farqlar yuqoridan pastga qarab qo‘shib chiqilib, umumiy yig‘indi hisoblanadi.

5. Xuddi shu tartibda «to‘g‘ri javob» va «guruh bahosi» o‘rtasidagi farq chiqariladi va ballar «guruh xatosi» bo‘limiga yozib, yuqoridan pastga qarab qo‘shiladi va umumiy yig‘indi keltirib chiqariladi.

6. Trener-o‘qituvchi yakka va guruh xatolarini to‘plangan umumiy yig‘indi bo‘yicha alohida-alohida sharhlab beradi.

7. Ishtirokchilarga olgan baholariga qarab, ularning mavzu bo‘yicha o‘zlashtirish darajalari aniqlanadi.

Guruh bahosi	Guruh xatosi	To‘g‘ri javob	Yakka xato	Yakka baho	Tahminlash tizimining
---------------------	---------------------	----------------------	-------------------	-------------------	------------------------------

		6			Moylovchi prisadkalar (lubrikatorlar «Lubrizol» yoki boshqa moylovchi materiallar)ni qo'llash bilan qo'zg'aluvchi birikmalar elementlari yeyilishini kamaytirish.
		5			DME bug'larini TNVD karteri va forsunkalar to'kish liniyasidan dizelning kiritish trubasiga olib ketish;
		3			Past bosim liniyasida bosim 15 bargacha bo'lgan diapazonda ushlab turiladi, bu adaptirlashgan yonilg'i haydovchi nasoslar va filtrlar bilan tahminlanadi;
		1			DME yonilg'i nasosiga suyuq fazada to'yingan bug'lar bosimidan yuqori bosimda uzatilishi;
		2			DME forsunkalarga taxminan 300 bar bosim ostida uzatilishi, bunda yuqori bosim liniyasidagi qoldiq bosim forsunkadagi to'yingan bug'lar bosimida katta bo'lishi;
		4			Yuqori bosim liniyasida bug' probkalarining bo'lmasligi,

					bug' ikkilangan haydovchi klapan TNVDda va purkagichlar o'tish kesimlarining kattalashtirilishi bilan tahminlanadi;
--	--	--	--	--	---

III. NAZARIY MATERIALLAR

1-mavzu: Gazsimon yonilg'ilarning benzin va dizel yonilg'isida ishlaydigan dvigatellarda foydalanish

Reja:

1. Yonilg'i-energetik resurslar
2. Yonilg'ilarga qo'yiladigan asosiy talablar

Tayanch so'z va iboralar: yonilg'ining issiqlik chiqarish qobiliyati, yonilg'i-havo aralashmasi, tabiiy gaz, suyuqlashtirilgan neft gazi, metanol.

1. Yonilg'i-energetik resurslar

Zamonaviy porshenli ichki yonuv dvigatellariga quyidagi asosiy talablar qo'yiladi: atrof-muhitga salbiy ta'sir qilishning eng kam darajasi; issiqlik energiyasining mexanik energiyaga aylantirish takomilligining darajasi yoki solishtirma yonilg'i sarfining eng kichik qiymati va ishqalanishga sarflarning kichikligi; burovchi moment va quvvatlar maksimal qiymatlarining keng diapazoni; litrli quvvatning yuqori qiymati; solishtirma massa va gabarit o'lchamlarining eng kichik qiymatlari; konstruktsiya elementlarining ishonchliligi va uzoq muddat xizmat qilishi; konstruktsiya soddaligi; xizmat ko'rsatish qulayligi hamda ekspluatatsiya qilish va tahmirlash arzonligi; ishonchli o't oldirish va o'zgaruvchi ish rejimlariga tez moslashish; konstruktsiyaning yonilg'ining har xil turlarida ishlashi va istiqbolligi; konstruktsiyaning modernizatsiyalashga imkon berishi; to'liq hayotiy siklidan so'ng retsiklirlashning yuqori darajasi.

Yuqorida qayd etilgan talablar ko'p jihatdan foydalaniladigan neftdan olingan motor yonilg'ilarining turiga bog'liq, ular cheklangan resursga ega.

Yonilg'i-energetik resurslarni tejash (TER) – bazaviy, etalon qiymati bilan solishtirgandagi TERni mahsulotni ishlab chiqarish, jamiyat talablariga mos ravishda ekologik va boshqa cheklanishlarni buzmasdan o'rnatilgan sifatdagi ishlarni bajarish va xizmat ko'rsatishga qiyosiy istehmol qilish.

TER tejalganligini TER istehmoli bo'yicha emas, balki sarflashning solishtirma qisqarishi orqali aniqlashadi, u muayyan energiya iste'mol qilayotgan

ob'ekt (buyum, jarayon, ish va xizmat ko'rsatish) yonilg'i-energetik balansining sarf qismi bilan kordinatsiyalanadi.

TER sarfining etalon qiymatlari normativ, texnik, texnologik, metodik hujjatlarda belgilanadi va vakolatli organ tomonidan tekshirilayotgan sharoitlar va faoliyat natijalariga qo'llashi uchun tasdiqlanadi.

Energiya tejamkorligi – bu TERdan samarali (ratsional) foydalanish (va tejamli sarflash) va xo'jalik ishiga qayta tiklanadigan energiya manbalarini jalb qilishga yo'nalgan huquqiy, tashkiliy, ilmiy, ishlab chiqarish, texnikaviy va iqtisodiy tadbirlarni realizatsiya qilishdir.

1.1-jadvalda 2010 ... 2050 yillar uchun dunyoning bashorat qilingan yonilg'i-energetik balansi keltirilgan.

MAGATE, OPEK, BMT sanoat rivojlanishi departamenti ma'lumotlari va Jahon Energetika Agentligi (JEA) bashorati bo'yicha 2030 yilda jahon energiya balansida neftning ulushi 40 %, gazniki – 27 %, ko'mirniki – 24 %, boshqalarniki – 9 % ni tashkil qiladi.

Hozirgi paytda dunyoda 1 yilda taxminan 5 mlrd. tonna, Rossiyada – 0,5 mlrd. tonna, O'zbekistonda – 6 mln. tonna neft qazib olinmoqda. SHuni qayd etish lozimki, AQSHda 1 yilda 19 mln. barrel (2,9 mln. tonna) neftdan foydalaniladi va Amerika neft instituti ma'lumotlari bo'yicha 43% neft mahsulotlaridan avtomobillar uchun yengil yonilg'i sifatida, 11% – dizel yonilg'isi sifatida, 9% – aviatsiya yonilg'isi sifatida, 16% – moy, gudron, plastik sifatida, 4% – pech yonilg'isi sifatida, 5% – og'ir yonilg'isi va 12% – turli yonilg'i sifatida foydalaniladi.

1.1-jadval

**2010...2050 yillarga dunyoning bashorati
yonilg'i energetik balansi, %**

Energiya mambalarning turlari	2010 y.	2020 y.	2050 y.
Neft	35...39	30	28...29
Tabbiy gaz	24...25	29	28...30
Ko'mir	18...19	17	22...24
Boshqalar	13...14	24	20

Bunday tendentsiya birlamchi energiya resurslari iste'moli bilan doim shug'ullanishi talab qiladi (1.2-jadval).

1.2. Jadval

**Dunyoning birlamchi energoresurslarni
iste'mol qilish bashorati**

Energoresurslar turlari	2001 y.		2025 y.	
Neft	156,5	38,7	240,7	37,6
Tabbiy gaz	93,1	23,1	181,8	28,4
Ko'mir	95,9	23,7	139,0	21,7
Yadro yonilg'isi	26,4	6,5	28,6	4,5
Gidroenergiya va ebergoresurslarning boshqa turlari	32,2	8,0	50,0	7,8
JAMI	404,1	100,0	640,1	100,0

(BTU – British thermal unit (britaniya issiqlik birligi))

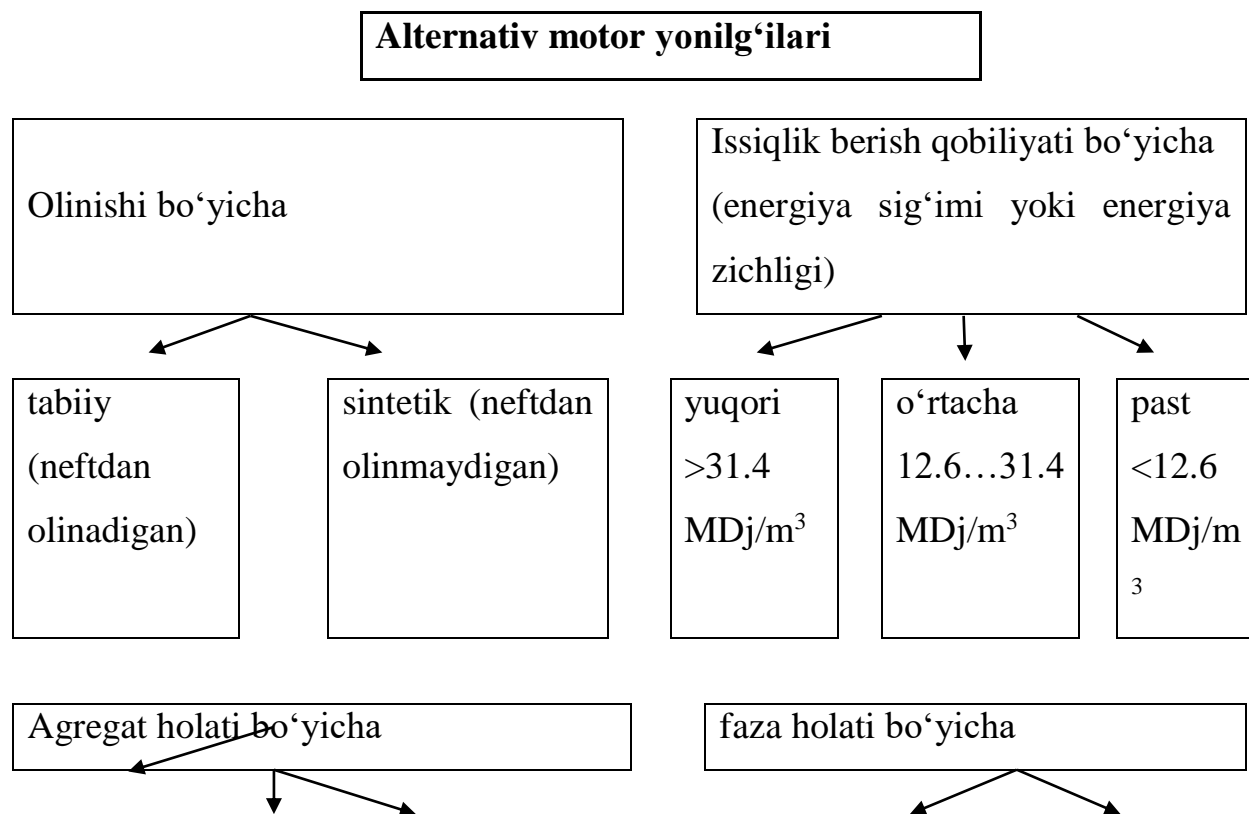
Neft mahsulotlaridan foydalanishning bunday dinamikasi ularni almashtiruvchilarni – alternativ motor yonilg'ilarini izlashga majbur qiladi.

Shu munosabat bilan deyarli hamma yuqori rivojlangan mamlakatlarda yonilg'i-energetik resurslar balansini ratsionallashtirish hamda iqtisodiyotning energiyani eng ko'p istehmol qiluvchi sohasi sifatida transportning har xil turlari uchun alternativ yonilg'ilar bilan bog'liq bo'lgan ilmiy-amaliy ishlar olib borilmoqda.

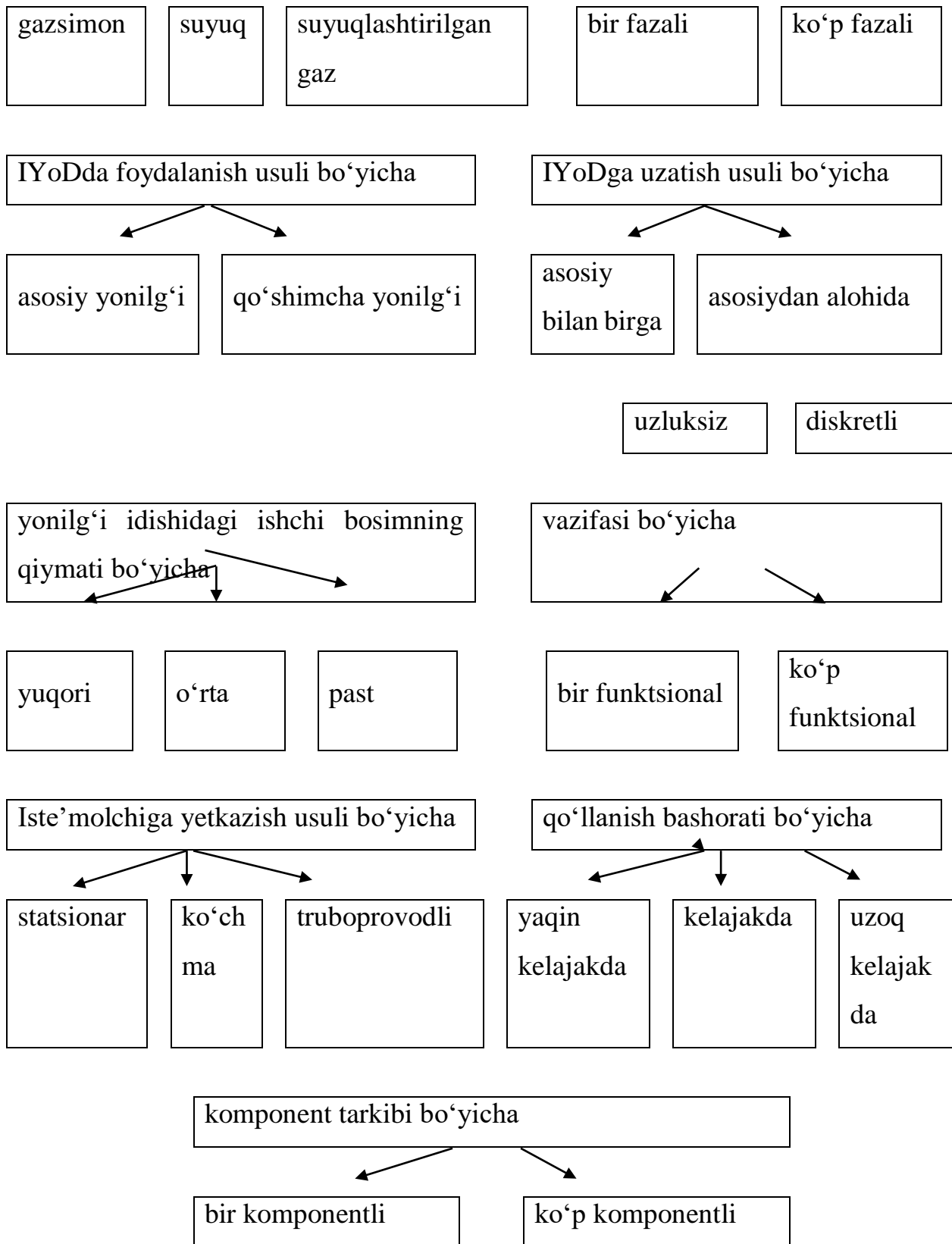
Ma'lumki, quyidagilar alternativ yonilg'i safiga kiradi: ko'mirdan olingan sintetik benzin, yonuvchi slanets, torf, tabiiy gaz; benzonometanol va benzonoetanol aralashmalari; vodorod; suyuqlashtirilgan neftli propan butan gazlari (SNG); siqilgan tabiiy gaz (SPG) yoki suyuqlashtirilgan tabiiy gaz (SjPG); gazogenerator, domen, plast gazlari; biogazlar; gazokondensat yonilg'ilari; ammiak; suv-yonilg'i emulsiyalari va b.

Yuqorida bayon qilinganlarga ko'ra alternativ yonilg'ilarni ularning qator xarakterli belgilari bo'yicha klassifikatsiya qilish mumkin. (1.1-rasm)¹.

Bundan tashqari ular mahalliy, istiqbolli va boshqa alternativ yonilg'ilarga bo'linishi mumkin.



¹ Richard Folkson, Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance. Woodhead Publishing Limited, 2015. 12-14 pp.



1.1-rasm. Alternativ motor yonilg'ilarining klassifikatsiyasi

1.2 Yonilg'ilarga qo'yiladigan asosiy talablar

Avtomobil benzinlariga qo'yiladigan asosiy talablar ichki yonuv dvigatellari (IYoD)ning zaruriy ko'rsatkichlari va xarakteristikalarini ta'minlashdan kelib chiqib shakllantiriladi. Yonilg'ining detonatsion chidamliligi, fraktsion tarkibi, yonishda ajralib chiqadigan issiqlik, korroziyon aktivlik va boshqalar ularning asosiy ko'rsatkichlari hisoblanadi.

Porshenli dvigatellarda alternativ yonilg'ilardan foydalanish bazaviy ta'minlash tizimidagi mos konstruktiv o'zgarishlar bilan yoki printsiptial yangi konstruksiyalar yaratilishi bilan shartlanadi.

Lekin dvigatelga yonilg'ining har xil turlarini uzatish masalasini ularning quyidagi xossalari tahlil qilmasdan va hisobga olmasdan yechish mumkin emas:

- *fizikaviy-kimyoviy xossalari*, ular odatda dvigatel ishini hamda yonilg'i uzatish yoki ta'minlash tizimining konstruktiv xususiyatlarini belgilaydi;
- *energetik (issiqlik-texnik) xossalari*, ular yonish jarayoni borishining va dvigatel ishchi jarayonining sifati va xarakterini belgilaydi;
- *gazodinamik va texnologik-ishlab chiqarish xossalari*, ular yonilg'ilarni olish, transportirovka qilish, zapravka qilish va saqlash bilan bog'langan;
- *zahrililik xossalari*, ular atrof-muhitga ta'sirni belgilaydi.

Rikkardo birinchi bo'lib uchqundan o't oldiriladigan IYoDlar rivojlanishini cheklovchi omil detonatsiya ekanligini ko'rsatdi va maksimal foydali siqish darajasi (MFSD) tushunchasini kiritdi, u muayyan dvigatelda ma'lum sharoitlarda yonilg'ining ko'rsatkichi bo'lib hisoblanadi. Dvigatel bir xil benzinda har xil sharoitlarda ishlaganda detonatsiyaning vujudga kelishi ko'p omillarga (ish rejimi, yonish kamerasi konstruksiyasi va klapanlar va svechalar joylashishi, o't oldirish ilgariligi burchagi va b.) va dvigatelning asosiy konstruktiv parametri – siqish darajasi (ϵ) ga bog'liq.

O'rtacha effektiv bosim va yonilg'ining minimal solishtirma sarfi qiymatlarini taxminiy aniqlash uchun quyidagi bog'lanishlar mavjud

$$p_{e_{max}} \approx 2,2\sqrt[3]{\epsilon^2}, \quad \text{kGs/sm}^2 \quad (1.1)$$

$$g_{e_{min}} \approx 460 / \sqrt[3]{\epsilon}, \quad \text{g/l.s.}\cdot\text{ch.} \quad (1.2)$$

Benzinning ma'lum markasida dvigatel ishi jarayonida ruhsat etilgan chegaragacha siqish darajasi ortganda yonish harorati ko'tariladi, yonish jarayoni davomiyligi qisqaradi, yonishda issiqlik yo'qotilishi kamayadi, yonish mahsulotlarining kengayish darajasi ortadi, ishlangan gazlar harorati pasayadi, siklning maksimal va o'rtacha bosimi ko'tariladi.

1.3-jadvalda turli energiya manbalarining energetik ekvivalentlari keltirilgan.

1.3-Jadval

Turli energiya mambalarning energetik ekvivalentligi					
№	Energiya mambalari	Yonish issiqligi MDj/kt (MDj/jm ³)	O'tkazish koeffitienti		Izoh
			Shartli yonilg'i	Neft ekvivalenti	
1	Neft	41,9	1,43	10,0	1 kVt·s=123 g u.t.=860 kkal=3,6 MDj
2	Toshko'mir	27,6	0,94	0,67	
3	Tabbiy gaz	(34,3)	1,17	0,83	
4	Elektroenergiya (1kVt,s uchun)	3,6	0,123	0,086	
5	Uran	475000	16,2	11,33	
6	Slanet smolasi	40	1,37	0,95	

Shunday qilib, ichki yonuv dvigatellari uchun yonilg'ilar quyidagi talablarga mos kelish kerak:

- yaxshi alanganish, olingan aralashmaning normal va to'liq yonishi;
- talab qilingan tarkibdagi yonuvchi aralashmaning hosil bo'lishi;
- ta'minlash tizimiga yonilg'ining beto'xtov uzatilishining tahminlanishi;
- korroziyaning va dvigatel detallariga korrozion ta'sirning yo'qligi;
- ta'minlash, kiritish va chiqarish tizimi detallari va elementlarida yopishma qatlamlar kam hosil bo'lishi;
- saqlashda, bir idishdan boshqa idishga quyilganda va transportirovka qilinganda sifatining saqlanishi;

- ishlangan gazlar tarkibida zaharli moddalar minimal miqdorda hosil bo‘lishi;
- ishlangan gazlar zaharliligini kamaytiruvchi tizimlar bilan mosligi;
- zaharlilikni kamaytirish tizimi, kislorod datchigining ishchi yuzalarida yopishma qatlamlar bo‘lmasligi;
- etarli darajada yuqori tabiiy resurslar;
- iste’molchilarga minimal ruhsat etilgan salbiy ta’sir;
- bazaviy ta’minlash tizimi bilan energetik va texnologik mosligi.

Suyuqlashtirilgan propan-butanli (neftli) gaz (SNG)

Suyuqlashtirilgan uglevodorodli neft gazlari deb shunday gazlarga aytiladiki, ular gazsimon holatdan suyuq holatga normal haroratda (qo‘shimcha sovitilmasdan) va nisbatan yuqori bo‘lmagan bosimda o‘tadi.

SNGning asosiy komponentlari – asosan propan va butan hamda etan, etilen va boshqa komponentlar, ular gazli yonilg‘ining fizikaviy-kimyoviy va ekspluatatsion hossalarni shakllantirish imkonini beradi. Propan qo‘llanilganda gazli aralashmada to‘yingan bug‘larning optimal bosimini ta’minlash mumkin, bu har xil iqlim sharoitlarida va yilning har xil davrida gazoballonli avtomobillarni ekspluatatsiya qilish uchun juda muhim. Shu sababli propan SNGning istalinadigan komponenti hisoblanadi. Butan SNGning yonish issiqligi yuqori bo‘lgan va oson suyuqlashtiriladigan komponenti hisoblanadi. Lekin butan to‘yingan bug‘larining bosimi past bo‘lganligi sababli undan yilning issiq paytida foydalanish maqsadga muvofiq.

SNG tarkibi stabilligiga nihoyatda qattiq talablar qo‘yiladi, chunki ularni hosil qiluvchilarning (metan, etan, etilen, butilen, pentanlar va sh.k.) asosiy fizikaviy-kimyoviy xossalari sezilarli darajada bir-biridan farqlanadi.

Foydalanilayotgan SNG tarkibida ularning umumiy miqdori 5...6 % dan ortmaydi.

SNG havodan og‘irroq, bu uning past joylarda to‘planish qobiliyatini tavsiflaydi, bu gaz ballonli avtomobillarning xavfsiz ekspluatatsiya qilinishini ta’minlash bo‘yicha tadbirlar tizimida hisobga olinishi kerak.

Gazlar asosiy komponentlarining ko'pchiligi uchun oktan soni 90...120 oralig'ida bo'ladi, ya'ni avtomobil benzinlarining eng yaxshi sortlariga qaraganda kattaroq bo'ladi.

Gazli yonilg'ilarining detonatsion chidamliligi metan soni bo'yicha aniqlash mumkin. Etalon aralashmaning komponentlaridan biri sifatida metandan foydalaniladi, u avtomobil transportida foydalaniladigan uglevodorodlarining hammasiga nisbatan eng yuqori detonatsion chidamlilikka ega, yengil detonatsiyalanadigan komponent – vodorod. Foydalanilayotgan gazning metan soni etalon aralashmada metanning vodorod bilan hajmiy miqdoriga (protsentda) mos keladi, u maxsus gazli dvigatel tanlangan rejimlarda ishlaganda sinalayotgan gazli yonilg'i kabi detonatsiyalanadi.

Gaz ballonli avtomobillarni ekspluatatsiya qilish tajribasi shuni ko'rsatdiki, gaz ballonli dvigatellarning eng yaxshi ko'rsatkichlari (birinchi navbatda ekologik ko'rsatkichlari), motor yonilg'isi sifatida foydalanilayotgan SNGning komponent tarkibi faqat qat'iy reglamentlanganda olinishi mumkin.

Uglevodorodli SNGlarning fizikaviy-kimyoviy ko'rsatkichlari 1.4-jadvalda keltirilgan normalar va talablarga mos bo'lishi kerak.

SNG tarkibiga kiruvchi propilen va butilen olefinli guruh vakili hisoblanadi, ular uchun yuqori kimyoviy aktivlik xarakterli, bu aktivlik avtomobil dvigatelining ta'minlash tizimida smolalar hosil bo'lishiga sababchi bo'ladi. Bu esa gaz apparaturasining rezinotexnik elementlari buzilishiga sababchi bo'ladi. Bundan tashqari bu komponentlarning oktan soni nisbatan yuqori emas. To'yinmagan uglevodorodlarning kamayishi SNG oktan soni ortishiga sababchi bo'ladi.

SNG o'tdan va portlashdan xavfli. Inson organizmiga ta'sirining darajasi bo'yicha 4 – klassga kiradi.

Sanitar normalari va qoidalari bo'yicha ishchi zona havosida propanning ruhsat etilgan kontsentratsiyasi (uglerod bo'yicha hisoblanganda) 300 mg/m^3 , SNG tarkibidagi to'yinmagan uglevodorodlarning kontsentratsiyasi 100 mg/m^3 o'rnatilgan. Ishchi zona havosidagi tabiiy gaz uglevodorodlarining ruhsat etilgan kontsentratsiyasi uglerodga qayta hisoblanganda 300 mg/m^3 ortmasligi kerak.

SNG uglevodorodlarining fizikaviy- kimyoviy ko'rsatkichlari

Ko'rsatkich	Marka	
	PA	PBA
Komponentlarning massaviy ulishi %:		
Metan va etan	Normalanmaydi	
Propan	90±10	50±10
Uglevodorodlar S4 (va undan yuqori)	Normalanmaydi	
To'yingan uglevodorodlar, ko'p emas	6	
Suyuq qoldiqning hajmiy ulushi +40 °C da	Mavjud emas	
To'yingan bug'karning ortiqcha bosimi, MPa:		
+45 °C da, dan ortiq emas	1,6	
-35 °C da, dan kam emas	0,07	–
-20 °C da, dan kam emas	–	0,07
Oltinugurt va oltinugurt birikmalarining massaviy ulushi, %, dan ortiq emas	0,01	
Jumladan oltinugurt vodorodlarning, dan ortiq emas	0,003	
Ekin suv va ishkor miqdori	Mavjud emas	

1.5-jadvalda SNG alohida tashkil etuvchilarining asosiy fizikaviy-kimyoviy xossalari keltirilgan.

To'yingan bug'lar bosimi – SNG suyuq fazalari bor bo'lganda bug'larning bosimi, ular to'yingan qaynayotgan suyuqlikni ifodalaydi. Suyuq faza ustida erkin yuza bor bo'lganda doim «suyuqlik – bug'» ikki fazali tizimi vujudga keladi. SNG bug'larining bosimi suyuq faza haroratiga qarab o'zgaradi. SNG qaynash haroratida to'yingan bug'lar bosimi atmosfera bosimiga teng bo'ladi. Tashqi muhitning harorati gaz komponentlarining kritik haroratiga teng bo'lgan haroratgacha ko'tarilganda to'yingan bug'lar bosimi keskin ko'tariladi.

To'yingan bug'lar bosimi ma'lum bo'lganda tashqi muhitning ma'lum maksimal haroratida SNG egallashi mumkin bo'lgan hajmi to'g'ri hisoblash hamda dvigatel ta'minlash tizimiga suyuq va gazli fazalarning uzatilishini ta'minlash mumkin.

SNG alohida tashkil etuvchilarining asosiy fizikaviy-kimyoviy xossalari				
Ko'rsatkich	Propilen	Butan	Propan	Benzin
Kimyoviy formula	C_3H_6	C_4H_{10}	C_3H_8	C_8H_{18}
Molekulyar massa	42,08	58,12	44,10	114,5
Zichlihi, g/sm ³ :				
Suyuq fazaning 15 °C va 0,1 MPa da	0,522	0,582	0,509	0,720
Gazli fazaning 0 °C va 0,1 MPa da	1,915	2,703	2,019	5,08
Gazli fazaning nisbiy zichligi (havo zichligi 1 dep qabul qilingan)	1,481	2,091	1,562	3,940
Qaynash xarorati, °C	-47,7	-0,50	-42,1	35,0 дан кам эмас
1 l suyuqlik bug'langanda bug'larning xajmi, m ³	0,287	0,235	0,269	0,148
Yonishning quyi issiqligi, MDj/kg	45,650	45,431	45,973	43,995
Alangalanish harorati, °C	475...550	475...550	510...580	470...530
Havoli aralashmada alangalanish chegarasi, %:				
Quyi	2,00	1,80	2,4	1,50
Yuqori	11,1	8,40	9,5	6,0

Izoh: Keltirilgan parametrlar gaz harorati 15 °S bo'lganda olingan.

Siqilgan tabiiy gaz

Gazlarning ekspluatatsion xossalari va qo'llanilish sohalari ularning tarkibi bilan belgilanadi. Tarkibi bo'yicha gazlar uglevodorodli gazlarga (tabiiy, yo'ldosh, neft sanoatli, suyuqlashtirilgan – ballast miqdori kam bo'lgan; shaxtali, biogaz – ballast miqdori ko'p bo'lgan) va uglevodorodsiz (kokslı, polukokslı, suvli, parokslorodli, texnik vodorod – ballast miqdori kam bo'lgan; aralashmali generatorli, havoli, domenli – ballast miqdori ko'p bo'lgan; vagrankali, suvli gaz generatorlari havoli purkaladigan – ballast miqdori juda ko'p bo'lgan).

Gazga bo'lgan ehtiyoj va uning transportabelligi ko'p darajada yonish issiqligiga bog'liq. Yonish issiqligi katta bo'lgan gazlar uzoq masofalarga transportirovka qilinadi, past bo'lgani esa ishlab chiqarilgan joydan yaqin joyda ishlatiladi.

Yonish issiqligi bo'yicha gazlar quyidagi guruhlariga bo'linadi¹:

- yonish issiqligi juda yuqori bo'lgan (25000 kDj/m³ dan yuqori) – suyuqlashtirilgan, neft bilan birga chiqadigan, tabiiy;

¹ Gasoline Engine Management: Systems and Components (Konrad Reif). 29p

- yonish issiqligi yuqori bo‘lgan (12000...25000 kDj/m³) – koksli, biogaz, shaxtali, ko‘mirli qatlamlar degazatsiya qilish yo‘li bilan olinadigan karbyuratsiyalangan suvli;
- yonish issiqligi o‘rtacha bo‘lgan (5000...12000 kDj/m³) – suvli, parokislorodli, koksodomenli, bituminozli yonilg‘idan olingan aralashma generatorli;
- yonish issiqligi quyi bo‘lgan (3000...5000 kDj/m³) – unumsiz yonilg‘idan olingan aralashma generatorli, havoli domenli;
- yonish issiqligi juda kichik bo‘lgan (3000 kDj/m³ dan kam) – vagrankali, suv gazi generatorlari havo bilan purkaladigan, ko‘mir shaxtalarining ventilyatsiyasida olinadigan.

Tabiiy gaz yonish mahsulotlari fizik issiqligi va gazsimon yonilg‘ini qo‘llashning boshqa progressiv metodlaridan kompleksli-pog‘onali foydalanish tajribasi mablag‘larni tejab sarflashning keng imkoniyatlarini ochadi, ular yonilg‘ini qazib olish va transportirovka qilish talab qiladigan harajatlardan ancha kam bo‘ladi.

Tabiiy gaz neftdan olingan yoki boshqa alg‘ternativ yonilg‘ilarga nisbatan farqli fizikaviy-kimyoviy va ekspluatatsion xossalarga ega (1.6-jadval).

Metan tabiatda keng tarqalgan, chunki u hidsiz va kam miqdorda boshqa gazlar tarkibida mavjud bo‘ladi.

Gaz yonilg‘isi yonilg‘ining boshqa turlariga nisbatan qator muhim afzalliklarga ega. U yonganda kul hosil bo‘lmaydi. Gazni tutun, qurum va chala yonishning boshqa mahsulotlarini hosil qilmasdan yoqish mumkin. Gazni oltingugurtli birikmalardan nisbatan osonlik bilan tozalash va yuqori malakali istehmolchilarni oltingugurtsiz yonilg‘i bilan ta‘minlash mumkin, uni yoqqanda SO₂ va SO₃ hosil bo‘lmaydi.

Gazni shahar va zavod ichida tashish qattiq va suyuq yonilg‘ini tashishga nisbatan ancha qulay va arzon. Tarkibida ballast kam bo‘lgan gaz yengil o‘t oladi. Dvigatel gazda ishlaganida uni o‘t oldirish va yonilg‘idan foydalanadigan qurilmalarga xizmat ko‘rsatish ancha yengillashadi.

Gazsimon yonilg‘ining teplotexnik xarakteristikalarini odatda 1 m³ gaz uchun normal sharoitlarda, ya‘ni bosim 760 mm sim. ust. va harorat 0 °S bo‘lganda

o‘tkaziladi. Gazning normal sharoitlari bilan bir qatorda uning standart sharoitlarini ham farqlashadi, ularga bosim 760 mm rt. st. va harorat 20 °S mos keladi. CHet el texnikaviy adabiyotida bosim 760 mm rt. st. va harorat 15 °S da ham gazning xarakteristikallari keltiriladi.

1.6-jadval

Turli yonilg‘ilarning fizikaviy-kimyoviy va ekspluatatsion xossalari

Ko‘rsatki ch	Neft yonilg‘ilari		Meta nol	Etan ol	Suyultir ilgan neft gazi	Tabiiy gaz		Vodorod		Amm iak (suyul tirilga n)	Atse tilen (gaz simo n)
	Benzinl ar	Dizel yonilg‘i lari				gazsi mon	suyu ltiril gan	gazsi mon	suyu ltiril gan		
Zichligi, kg/m ³	710...7 60	820...8 70	795	790	542	0,71	420	0,09	71	680	1,17 3
Qaynash harorati, °S:	35...19 5	180...3 60	64,7	78,0	-42	-162	-	250,7 6	-	-33	- 83,8
Qotish harorati	- 60...80	- 10...60	-97,8	- 114,6	-187	-182	-	259,2	-	-78	-
To‘yinga n bug‘lar bosimi 38 °S da, kPa	65...92	0,3...0, 35	12,6	17,0	160	-	-	-	-	-	-
Bug‘lanis h issiqligi, kDj/kg	289...3 06	210...2 50	1173	920	412	511	-	-	-	1370	-
Stexiomet rik koeffitsie nt, kg/kg	14,5...1 5,0	14,1...1 4,3	6,51	9,06	15,2	16,8...17,4	34,8	-	-	6,15	13,1 4

Yonish harorati, K	2336	2289	2185	2235	2149	2065	2449	–	1956	2610
Energiya sig‘imi, MDj/kg	44,0	43,43... 43,51	19,98	26,9	46,0	48,94...50,1 5	120,0	–	18,65	47,8 2
Energiya zichligi, MDj/l	32,56	36,55	15,88	21,25	24,93	33,27 ...34, 1	20,92	10,8	8,52	12,68 5
Stexiometrik aralashmaning yonish issiqligi: kDj/kg	2782... 2811	2715... 2790	2660	2674	2840	2740...2749	3381	–	2605	3320
kDj/m ³	3524... 3553	3405... 3418	3632	3685	3520	3121...3126	2992	–	2874	3830
α bo‘yicha dvigatelning barqaror ishlashi chegaralari	0,7...1, 1	0,9...5, 0	0,7... 1,4	0,7... 1,25	0,7...1, 2	0,7...1,3	0,6... 5,0	–	0,9... 1,2	1,3 ...2, 5
Oktan soni:										

motor metodi	65...85	—	88...94	92	90...94	100...105		30...40	—	110	—
tadqiqot metodi	75...95	—	102...111	108	93...113	110...115		45...90	—	130	—
TSetan soni	8...14	45...55	3	8	18..22	—	—	—	—	—	—
O't olish va portlash xavfi	—	—	—	o'rta	—	—	—	yuqori	—	past	yuqori
PDK _{r.z.} , mg/m ³	100	300	5,0	1000	1800	—	—	—	—	20	—
Avtomobi lda saqlash sharoitlari (bosim, harorat)	—	normal	—	—	16 MPa	20...40 MPa	-165 °S	20...40 MPa	-255 °S	0,6...0,7 MPa	1,5...2,5 MPa

1.7-jadvalda gaz hajmlarini bir sharoitdan ikkinchi sharoitga qayta hisoblash uchun koeffitsientlar keltirilgan.

1.7-jadval

Gaz hajmlarini bir sharoitda boshqa sharoitga qayta hisoblash uchun koeffitsientlar

Gaz harorati, °C	Qayta hisoblash harorati uchun koeffitsient		
	0 °C	15 °C	20 °C
0	1	1,055	1,073
15	0,948	–	1,019
20	0,932	0,983	1

Hozirgi paytda dunyoda motor yonilg'isi sifatida tabiiy gazdan foydalanadigan 20 mln.ga yaqin transport vositasi mavjud. CHet elda o'tkazilgan gaz ballonli avtomobillar zaharliligini tadqiqot qilish natijalarining tahlili shuni ko'rsatadiki, benzinning o'rniga tabiiy gaz ishlatilganda zaharli tashkil etuvchilarning atrof muhitga chiqarilishi (g/km), o'rtacha, uglerod oksidi bo'yicha 8 marta, uglevodorodlar bo'yicha – 3 marta, azot oksidlari bo'yicha – 2 marta, PAU bo'yicha – 10 marta, tutunligi bo'yicha – 9 marta kamayar ekan.

Tabiiy gaz (PG)ning unikal fizikaviy-kimyoviy xossalari, ularning sezilarli darajadagi tabiiy zahiralari, magistralli gazoprovodlar bo'yicha ularni qazib olish joyidan yetkaziladigan joygacha yetkazish tarmog'ining rivojlanganligi hamda yonilg'ining an'anaviy turlariga nisbatan ekologik afzalliklari PGga XXI asrning eng istiqbolli va universal motor yonilg'isi sifatida qarash imkonini beradi.

Motor yonilg'isi sifatida tabiiy gazdan foydalanish – intensiv rivojlanayotgan yo'nalish bo'lib, u yaqin kelajakda gaz sanoatining mustaqil yuqori rentabelli nimsahasiga aylanadi. 7...10 yildan keyin PG dan avtomobil transportda foydalanishning yillik hajmi 5...6 mlrd.m³ ga yetishi, uzoq kelajakda esa 20...25 mlrd.m³ dan ortishi uchun hamma asoslar mavjud.

Yonilg‘ining gazsimon turlaridan foydalanishda namoyon bo‘ladigan asosiy afzallik – bu avtotraktor texnikasi ekspluatatsiyasining tejamkorligidir. Buning sabablari: ularning narhi yonilg‘ining neftdan olinadigan turlariga nisbatan arzonligi; dvigatel xizmat muddatining, o‘t oldirish svechasi va moy almashtirilishi muddatlarining uzayishi, yonilg‘i oktan sonining yuqoriligi va yonishda qurum hosil bo‘lmasligi.

1991 yildan boshlab tabiiy gazni O‘zbekistonda ishlab chiqarish 41,9 mlrd. m³ dan 1997 yilda 50,4 mlrd. m³ ga va 2013 yilda 60 mlrd. m³ ga yetkazildi, bu esa mamlakatimizni dunyo bo‘yicha gaz olish hajmi bo‘yicha sakkizinchi o‘ringa olib chiqdi. Eng boy gazli mintaqa — Ustyurt, uning territoriyasining 60% O‘zbekistonda. Gazni olish asosan 12 ta konga asoslanadi, ular asosan mamlakatimizning janubiy sharq hududida joylashgan.

Tarkibida 83...96 % metan bo‘lgan siqilgan tabiiy gaz massasi bo‘yicha 25 % vodoroddan tarkib topgan va yuqori oktan soniga ega (OCHM=130 gacha) va shu sabali $\epsilon=13$ bo‘lganda detonatsiyasiz yonishi mumkin, bu esa effektiv foydali ish koeffitsientini $\eta_e=0,36$ ga yetkazish imkonini beradi.

SPG yonganda benzin yonganiga nisbatan o‘rtacha SN 40 % kam, SO esa 75 % kam, SO₂ esa 25 % kam hosil bo‘ladi, bundan tashqari dizel yonilg‘isi yonganiga nisbatan SN+NO_x 80 % kam va SO esa 50 % kam hosil bo‘ladi.

Iveco firmasida o‘tkazilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, 8469.21 dizeli bazasida yaratilgan gazli dvigatelda azot oksidlarini chiqarish 0,44...14,0 g/km ga, uglevodorodlarni chiqarish 0,8...1,9 g/km ga va uglerod oksidlarini chiqarish 2,8...11,6 g/km ga kamaygan (EVRO-1)¹.

Amalda dizelda ishlaydigan g‘ildirakli texnika va statsionar qurilmalarning hamma turlari SPG bilan ta’minlashga o‘tkazilishi mumkin. Lekin texnikani SPGga o‘tkazish asosan mamlakatimiz ichida ishlaydigan quyidagi vazifalarga ega bo‘lgan texnikani o‘tkazishni inobatga olish kerak:

– shahar ichi va shaharlararo yo‘lovchi tashaydigan avtobuslar;

¹ Richard Folkson, Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance. Woodhead Publishing Limited, 2015. 18 p.

- shahar kommunal ho‘jaliklarining avtomobillari;
- marshrut mikroavtobuslari;
- shaharda ishlaydigan yuk avtomobillarining hamma turlari;
- mos infrastrukturaga ega bo‘lgan qishloq xo‘jalik va yo‘l qurilish texnikasi va statsionar qurilmalar;
- usti berk imoratlar va skladlarda ishlaydigan avtopogruzchiklar.

Yonilg‘ini uzatish gazli tizimlari yoki gaz ballonli jihoz (GBO), murakkab texnikaviy tizim sifatida turli mezonlar bo‘yicha mos klasslarga bo‘linadi. Avlodlar konstruktiv murakkabligining darajasi bo‘yicha klasslarga bo‘lishga umumlashgan yondashuvlar ham mavjud, ular dozirovka qilish, yonilg‘ini uzatishni va gaz yonilg‘isini yondirishni boshqarish usullari bilan hamda dvigatelni o‘t oldirish va qizitish bilan bog‘langan. GBO ning oxirgi avlodlari (3, 4 va 5) oldingi avlodlardan dozalanadigan gazning ishchi bosimi va boshqariladigan datchiklar kompleksi va ijrochi qurilmalar mavjudligi bilan farqlanadi, ular boshqarishning elektron blokiga (EBU) kiritilgan dasturga muvofiq gazli dvigatelning ish rejimini nazorat qilish imkonini beradi. 3-avloddan boshlab GBOlardan foydalanish gazsimon yonilg‘ining sarfini sezilarli kamaytirish, aniqroq dozalash va sifatliroq aralashma hosil qilish hisobiga zamonaviy ekologik talablarni qondirish imkonini beradi. Gazni markaziy uzatish (GBOning 3-avlodi) taqsimlangan purkash (GBOning 4-avlodi)ga nisbatan gazni uzatishni boshqarishning ancha sodda usuli hisoblanadi, u yerda ba’zi datchiklar mavjud emas hamda ular ekspluatatsiya qilinadigan nadduvli dvigatellarda qo‘llash uchun ancha afzalliklarga ega.

Ishlab chiqarilayotgan yoki ekspluatatsiya qilinayotgan dizellar bazasida gazli dvigatellarni yaratish siqish darajasining mos qiymatini hamda yonish kamerasi geometriyasini va uning o‘t oldirish svechasiga nisbatan joylashishini tanlash bilan bog‘liq, bu dvigatel silindrida sodir bo‘ladigan issiqlik-massa almashinuvi jarayoniga ta’sir qiladi. Shuni qayd etish lozimki, mualliflar o‘tkazgan tadqiqotlari natijalari bo‘yicha dvigatel ish rejimiga bog‘langan holda zaryad turbulizatsiya darajasini boshqarish maqsadga muvofiqligi aniqlangan.

Zaryad turbulenti darajasini baholovchi mezonlardan biri – siqishda porshen usti zonasidan yonish kamerasiga siqib o'tkazilgan aralashma miqdori hisoblanadi, u porshen tubi yuzalari (siqib chiqarish yuzasi) va silindr ko'ndalang kesim yuzasining nisbati bilan aniqlanadi.

1.8-jadval

Gazli avtobusning nexnik ko'satmalari					
№	Nomi	Avtobuslar			
		HYUNDAI		DAEWOO	
		Dizel	Gazli	Dizel	Gazli
1	Avtobus modeli	Aero City 540		BH 116	
2	Dvigatex modeli	D6AB	C6AB (TC1)	DE12T	GE12T1
3	Nominal rejimdagi maksimal quvvat, o.k. (kVt)/min ⁻¹	300 (220)/2200	290 (213)/2200	340 (250)/2100	310 (228)/2100
4	Maksimal buruvchi moment, N·m/min ⁻¹	1100/1400	1100/1400	1450/1100	1250/1260
5	Dvigatex hajmi, l	11,0	11,149	10,914	11,050
6	Silindr diametri va porshen yo'li, mm	130x140	130x140	130x140	130x140
7	Siqish darajasi	16,5	10,5	17,1	10,5
8	Silindrlarning ishkash tartibi	1-5-3-6-2-4		1-5-3-6-2-4	
9	Yonilg'i bakllarining hajmi, l	200	800	200	800

Suyuqlashtirilgan tabiiy gaz

Tabiiy gaz krigoen texnika asosida, masalan, kompressorli-detanderli mashinalar yordamida, suyultiriladi, ular 163 °S (112 K) haroratda gazturbinali va boshqa dvigatellar bilan harakatga keltiriladi, bunda suyuqlashtirilgan gazning hajmi uning gazsimon holatdagi hajmiga nisbatan 640 marta kichiklashadi (gazning solishtirma issiqlik chiqarish qobiliyati 55 MDj/kg (12000 kkal/kg) yoki 39,0

MDj/m³ bo'lganda). Suyuqlashtirishga energiyaning solishtirma sarfi 2,7...3,3 kVt/kg ni tashkil qiladi.

Yuk avtomobili uchun SPG va SjPGlarning solishtirma ko'rsatkichlari jadval ko'rinishida keltirilgan (1.9-jadval).

Stirling kriogen mashinalari yordamida o'zining funktsional vazifasi va joylashishi bo'yicha gaz bilan zapravka qilish stantsiyalarini yaratish texnologiyasi ma'lum. Masalan, unumdorligi suyuqlashtirilgan tabiiy gaz bo'yicha 14...40 l/ch bo'lgan havo taqsimlovchi qurilmalar ZIF – 700, ZIF – 2002, KGM – 900/80, ular SjPG bilan 20...30 ta yuk avtomobillari va avtobuslarini zapravka qilishni ta'minlaydi. Chet el firmalari "Filips", "Verkspur" 300...400 m³/ch tabiiy gazni suyuqlashtirishga qobil bo'lgan qurilmalarni chiqarishmoqda.

Mavjud talablarga binoan balondagi SjPG harorati –163°S bo'lishi va 24 soatdan 5 sutkagacha saqlanishi kerak, bunda bug'lanish hisobiga gaz bosimi 0,5 MPa ga yetishi mumkin. Shu sababli SjPGni zapravka va transportirovka qilish uchun idishni izolyatsiya qilishga alohida talablar qo'yiladi (vakuimli izolyatsiya, tolali, poroshoksimon issiqlik izolyatsiyasi va b.).

1.9-jadval.

Turli gaz ballonlarning ko'rsatkichlari					
№	Ko'rsatkichlar	O'lcham birliklari	SPG	SjPG	Benzin
1	Yonilg'i zaxirasi	Kg	75	75	75
2	Ballonlar (baklar)soni	Dona	8	1	1
3	Ballonlar sig'imi	L	400	175	80
4	Ishchi bosim	MPa	20	0,15	0,1
5	Ballonlarni joylashtirish uchun hajm	M ³	1,4	0,6	0,4
6	Ballonlar massasi	Kg	740	85	30
7	Solishtirma metal sig'im	kg massa /kg gaza	10	1,15	0,9
8	Issiqlik chiqarish qobilyati	kDj/l	6800	21400	32000
9	Uglerod oksidini chiqarish	kg/god	400	400	1200

Uchqatlamli penopoliuretanli izolyatsiyali zichligi 0,04...0,25 g/sm² bo'lgan berk yacheykali strukturali yengil gaz bilan to'ldirilgan plastmassali ballonlar ma'lum (1.10-jadval).

1.10-jadval

Ptnopoliurentanli izolyatsiya uchqatlamli gaz ballonlarning nexnik ma'lumotlari				
Hajm, l	Massa, kg	Gabarit o'lchamlari, mm		Narxi, y.e.
		Uzunligi	Diametr	
250	110	1950	600	2500
100	65	1100	450	1400
50	40	850	340	1000

Dimetilli efir

XX asr oxirida alternativ motor yonilg'ilari qatorida yangi yonilg'i – dimetilli efir (SN₃OSN₃) paydo bo'ldi, u uzoq vaqt metanol (SN₃ON)ni sintez qilishda qo'shimcha mahsulot hisoblandi.

Oxirgi yillarda ko'p mutaxassislar, ishlab chiqaruvchilar va tadqiqotchilar (Mitsubisi, Toe Injiniring, Xitachi, NKK (Yaponiya), Xoldi Topse (Daniya), British Petroleum (Buyuk britaniya), Lurchi (Germaniya), RFN Neft Ximiyasi Sintezi instituti, FGUP NAMI, FGUP NIID va b.) dimetilli efir (DME)ni olish, transportirovka qilish, saqlash va undan foydalanish texnologiyalarini takomillashtirish ustida ishlar olib bormoqdalar.

Dimetilli efir quyidagi afzalliklarga ega:

- yaxshi alanganishi, tsetan soni yuqori 55...60, dizel yonilg'isidiki esa 45...50;
- tejamkorlikning yaxshilanishi;
- ishlangan gazlar tarkibida zaharli moddalar miqdori SO bo'yicha 6 martadan ko'p, SN va qurum bo'yicha 4 marta, NOx bo'yicha 20 % kamayadi;
- manfiy haroratlarda dvigatelni o't oldirish osonlashadi;
- dizel yonilg'isi va benzina nisbatan kam zararli.

Dvigatel DMEda ishlaganida ta'minlash tizimi quyidagilarni ta'minlashi kerak:

- DME yonilg'i nasosiga suyuq fazada to'yingan bug'lar bosimidan yuqori bosimda uzatilishi;
- DME forsunkalarga taxminan 300 bar bosim ostida uzatilishi, bunda yuqori bosim liniyasidagi qoldiq bosim forsunkadagi to'yingan bug'lar bosimida katta bo'lishi;
- past bosim liniyasida bosim 15 bargacha bo'lgan diapazonda ushlab turiladi, bu adaptirlashgan yonilg'i haydovchi nasoslar va filtrlar bilan ta'minlanadi;
- yuqori bosim liniyasida bug' probkalarining bo'lmasligi, bug' ikkilangan haydovchi klapan TNVDda va purkagichlar o'tish kesimlarining kattalashtirilishi bilan ta'minlanadi;
- DME bug'larini TNVD karteri va forsunkalar to'kish liniyasidan dizelning kiritish trubasiga olib ketish;
- moylovchi prisadkalar (lubrikatorlar «Lubrizol» yoki boshqa moylovchi materiallar)ni qo'llash bilan qo'zg'aluvchi birikmalar elementlari yiyilishini kamaytirish.

1.11-jadval

DMEning boshqa yonilg'ilar bilan solishtirma ko'rsatkichlari

No	Ko'rsatkichlar	O'lchov birligi	DME	Propan	Butan	Meta n	Metanol	Dizel yonilg'isi
1	Kimyoviy formulasi	—	SN ₃ OS N ₃	S ₃ N ₈	S ₄ N ₁₀	SN ₄	SN ₃ O N	S ₁₅ N ₃₂

2	Issiqlik chiqarish qobiliyati	kkal/kg	6880	11100	10930	12000	4800	10000
		kkal/l	4596	5439	6230	5180	3770	8530
		kkal/nm ³	14200	21800	28300	8600	—	—
3	Qaynash harorati	⁰ S	-25	-42	-0,5	-163	65	180...380
4	Zichligi	g/sm ³	0,67	0,49	0,57	—	0,80	0,84
5	Stexiometrik tarkibi	% hajm	3,4...18,0	2,1...9,5	1,9...8,5	5...15	5,5...36	0,6...6,5
6	13 – tsikli Yaponiyadagi sinashlar bo‘yicha zararli moddalar chiqishi	g/kVt·s						
	NOx		2,479	—	—	—	—	3,148
	CH		0,222	—	—	—	—	0,432
	CO		0,117	—	—	—	—	0,203
	Qurum		0,0102	—	—	—	—	0,0197

Sanoat masshtabida dimetilli efirni tabiiy gazni havo kislorodi zozalangan-cheklanganlik bilan sintez-gazga konversiyalash yo‘li bilan olishadi, u uglerod oksidi va vodoroddan tarkib topadi so‘ngra metanol (SN₃ON) hosil bo‘ladi – hosil bo‘lish muhiti harorat 200...300 °S (473...573 K) va bosim 5...8 MPa da suv bug‘ining mis – ruh – alyuminli katalizatorlar muhitida. So‘ngra metanol dimetilli efirga degidratatsiya (kondensatsiya) qilinadi.

DME uchun gaz balloniga bo'lgan talablar. DME uchun idishga talablar qo'yiladi, ular poddon bilan jihozlangan bo'lishivaDMening harorati 50 °S dan ko'tarilishiga yo'l qo'ymaydigan issiqlikdan izolyatsiyasiga ega bo'lishi kerak.

Bu talablar sanoat statsionar idishlariga tahluqli, ularda DME suyuq fazasining hajmi 100 % gacha bo'lishi ruhsat etiladi.

Lekin transport vositalari (avtomobillar, traktorlar va b.) uchun DME uzatilishi suyuqlashtirilgan neft (propan-butan) gazi (SNG) uchun mo'ljallangan gaz balloni bilan tahminlanadi, bu holda zapravka qilingan DMening suyuq fazasining hajmi 80 % dan ortmasligi kerak, u mulg'tiklapanli qurilmaning bo'luvchi klapani bilan cheklanadi (1.1-rasm).



1.1-rasm. DME uchun SNG gaz balloning komponentlari DME: 1 – gaz balloni; 2 – mulg'tiklapan plastmassali (rezinali) poplavok bilan; 3 –mulg'tiklapan qopqog'i yig'masi; 4 – almashtiriladigan plastmassali (rezinali) poplavok; 5 –DME uchun o'rnatiladigan metalli poplavok

Mulg'tiklapaning plastmassali (rezinali) poplavogi o'rniga metalli poplavokdan foydalanish tavsiya etiladi, chunki DME – bu erituvchi, unda bazaviy (plastmassali) poplavoklar erib ketishi mumkin.

DME gaz ballonini birinchi marta zapravka qilishdan oldin uni gassimon azot bilan produvka qilish zarur.

SNG uchun gaz balloni shunday konstruksiyalangan va ekspluatatsiya qilinadiki, unda gaz podushkasi doim mavjud bo'ladi. Gaz podushkasi (hajmi gaz balloni umumiy hajmining 20 % dan kam emas) atrof muhit haroratiga qarab suyuq fazaning hajmiy kengayishini hisobga olish uchun xizmat qiladi.

Gaz balloni datchiklari va yonilg'i sathini ko'rsatkichlari rejalashtirilgan texnikaviy xizmat oralig'idagi davrda uning to'liq germetikligini tahminlashi kerak. Gaz ballonining qulflovchi-oldini oluvchi armaturasi transport harakati yo'nalishi bo'yicha faqat o'ng tomondan joylashtirilgan bo'lishi kerak.

Gaz ballonining qulflovchi-oldini oluvchi armaturasi yoki gaz sathini magnitli ko'rsatuvchi mulg'tiklapan konstruksiyasi suyuq va gazli fazalar ventillaridan; to'ldiruvchi va oldini oluvchi klapanlardan; magnitlardan, strelkalardan, porshendan, richagli poplavokdan tarkib topgan.

Dizellarni DME yonilg'isi bilan tahminlashga o'tkazish ikki usul bilan amalga oshirilishi mumkin:

1. Dizel yonilg'isini DME bilan qisman almashtirish.

Bu usulni, o'z navbatida, har xil yo'llar bilan amalga oshirish mumkin: dizel yonilg'isiga DMEni qo'shish; DMEni kiritish truboprovodidan havo bilan aralashtirish va tsilindrga uzatish; DME ni dizel yonilg'isini uzatish chizig'ida dizel yonilg'isi bilan purkashdan oldin aralashtirish va b.

Bu usulda 70 % gacha bo'lgan dizel yonilg'isi DME bilan almashtiriladi.

2. Dizel yonilg'isini DME bilan to'liq almashtirish.

Bu variantda yonilg'i uzatish tizimi rekonstruksiya qilinadi (TNVD plunjer o'lchamlari, forsunkadagi teshiklar diametri) va regulirovokalab o'zgartiriladi (TNVD reykasining holati, yonilg'i purkalishi boshlanishi burchagi va h.k.).

Bu konstruktiv-texnologik o'zgartirishlarning hammasi yonishning quyi issiqligini (taxminan 1,5 marta kamaytirish, ya'ni 42,5 MDj/kg o'rniga 28,9 MDj/kg) va qovushqoqlikni (2,5 sSt o'rniga 0,25 sSt) dizel yonilg'isiga nisbatan DME da kompensatsiya qilish maqsadida bajariladi.

Tabbiy gazni yoqish uchun zarur bo'lgan havo miqdori

Gazsimon ichki yonuv dvigatellari ishlashining samaraliligi yonish jarayonining sifatiga bog'liq. Tabbiy gazni yoqish uchun sarf bo'ladigan havo miqdori bunga bevosita tahsir qiladi. Yonishda sarflanadigan havo miqdorini to'g'ri aniqlab (hisoblab), ichki yonuv dvigateli energiya samaradorligini yaxshilash (yonilg'i sarfini kamaytirish) hamda uning foydali ish kofitsentini oshirish mumkin.

Nazariy gazni yonilg'isi –havo aralashmasi

Tabbiy gazning asosiy tashkil etuvchisi bo'lgan metan 1 molekulasining yonishi uchun kislorodning 2 ta molekulasini talab etiladi, demak 1 m³ gaz yonilg'isi yonishi uchun 2 marotaba ko'p kislorod talab etiladi.

Havo tarkibidagi kislorod uning 20.93 % ni tashkil etadi. nazariy gaz yonilg'isi – havo aralashmasi hisoblaganda ushbu ma'lumotlar asos qilib olinadi. Yani havo 9.52 marta ko'p talab etiladi.

Gaz manbai, tarkib, %, yonish issiqligi H_u

Tabbiy gaz

Gaz koni:

Gazli 75.10

Gaz miqdori texnik hisoblanganda yonilg'i gazi tarkibidagi metan 100 % tashkil etadi deb qabul qilinadi, va hollarda metan miqdori 75 % dan ko'p bo'lmasligi mumkin.

2 ta amalni bajarib qayt etilgan raqamni aniqlash mumkin:

Bo'lish $100/20.93$.

Ko'paytirish $9.52/2=4.76$

Hisoblab topilgan gaz samarali yonishi uchun zarur bo'lgan havo miqdori nazariy bo'ladi. Amalda esa bir qancha omillar yonish jarayoniga tasir etadi. Amalda

havo nazariy aralashmaga nisbatan 1.1-1.4 marta ko‘proq, yahni aralashma biroz kambag‘alroq, bo‘ladi.

Nazorat savollari

1. Yonilg‘i-energetik resurslariga nimalar kiradi?
2. Yonilg‘ilarga qanday asosiy talablar qo‘yiladi?
3. Suyuqlashtirilgan propan-butanli gaz bilan suyuqlashtirilgan tabiiy gaz qanday umumiy xossalarga ega?
4. Siqilgan tabiiy gaz qanday afzallik va kamchiliklarga ega?
5. Yonish issiqligi bo‘yicha gazlar qanday guruhlariga bo‘linadi?
6. Tabiiy gazni yoqish uchun zarur bo‘lgan havo miqdori qanday aniqlanadi?
7. Porshenli dvigatellarda alg‘ternativ yonilg‘ilardan foydalanish bazaviy taminlash tizimidagi qanday konstruktiv o‘zgarishlar bilan shartlanadi?
8. Dvigatelga yonilg‘ining har xil turlarini uzatish masalasini ularning qaysi xossalari tahlil qilmasdan va hisobga olmasdan yechish mumkin emas?
9. Rikkardo IYoD ishchi jarayonlariga qaysi yangi tushunchani kiritdi?
10. O‘rtacha effektiv bosim va yonilg‘ining minimal solishtirma sarfi qiymatlarini taxminiy aniqlash uchun qaysi bog‘lanishlar mavjud?

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008.
2. Richard Folkson, Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance. Woodhead Publishing Limited, 2015. (12-18 “.)
3. Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 1: Gasoline and gas engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. (26-32 “.)
4. Gasoline Engine Management: Systems and Components (Konrad Reif). (str. 29-31, str. 100)
5. Bazarov B.I., Kalauov S.A., Vasidov A.X. Muqobil motor yonilg‘isi. - Tashkent: SHAMS ASA, 2014. -189 s. (18-27 ss.)

2-mavzu: IYoDlar yonilg‘i tejamkorligini yaxshilash va ishlangan gazlar tarkibida zaharli komponentlarni kamaytirish

Reja:

- 2.1. Uchqun bilan o‘t oldiriladigan dvigatellarida aralashma hosil bo‘lishi haqida umumiy ma'lumotlar
- 2.2. Benzinni purkash tizimlari
- 2.3. Yonilg‘ini purkovchi M‘Itizimining ishlashi
- 2.4. Ishlangan gazlar tarkibida zaharli komponentlarni kamaytirish

Tayanch so‘z va iboralar: benzinni purkash tizimlari, yonilg‘ini purkash, kiritish truboprovodi, injektor, markaziy purkash, taqsimlangan purkash, bevosita purkash, fazalangan purkash, aralashma tarkibi notekisligining darajasi, zaryadning qatlamlarga bo‘linishi, drossel to‘sig‘i, forsunka.

2.1 Uchqun bilan o‘t oldiriladigan dvigatellarida aralashma hosil bo‘lishi haqida umumiy ma'lumotlar.

Uchqun bilan o‘t oldiriladigan dvigatellarda (DsIZ) aralashma hosil bo‘lishi deganda yonilg‘i va havoni dozalashda, purkashda, bug‘lanishda va yonilg‘ining havo bilan aralashishidagi o‘zaro bog‘langan jarayonlarning kompleksi tushuniladi.

Aralashma hosil bo‘lishi bundan keyin sodir bo‘ladigan yonilg‘i yonishiga tahsir qiladi, chunki yonish tezligi va uning to‘liqligi aralashmaning tarkibi va sifatiga bog‘liq, ularga esa yonilg‘ining bug‘lanishi va uning havo bilan aralashishi tahsir qiladi.

Uchqun bilan o‘t oldiriladigan dvigatellarda aralashma hosil bo‘lishi va yonish jarayonlarining borishi rejim faktorlardan tashqari yonilg‘ining fizikaviy-kimyoviy xossalari va uni uzatish usuli (benzinni purkash, karbyuratsiya, gazli dvigatelning aralashtirgichi)ga bog‘liq.

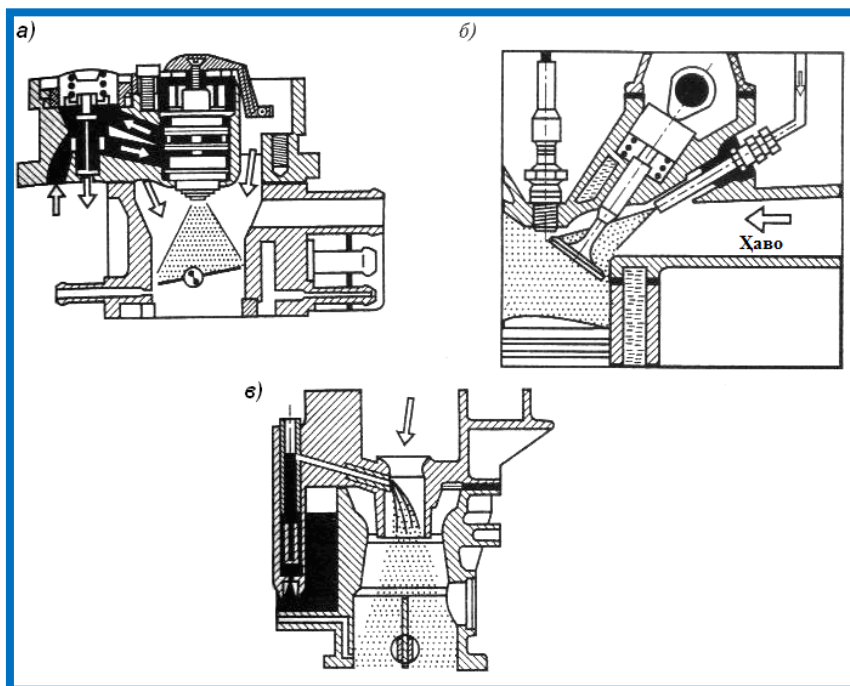
Benzinni purkash, karbyuratsiyaga qaraganda, dvigatelning ancha yuqori quvvat, tejamkorlik va ekologik ko‘rsatkichlarini olish imkonini beradi, shu sababli benzinni purkash tizimi karbyuratorlilarni deyarli siqib chiqardi¹.

¹ Richard Folkson, *Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance*. Woodhead Publishing Limited, 2015. 33 p.

To‘rt taktli dvigatellarda aralashma hosil bo‘lishi forsunkada, karbyuratorda yoki gaz aralastirgichida boshlanadi, kiritish traktida davom etadi va silindrda tugaydi.

Benzinni markaziy purkashda va karbyuratsiyada aralashma hosil bo‘lish mexanizmi (2.1, a, v-rasm) ko‘p jihatdan umumiy tavsifga ega, chunki ikkala holda ham yonilg‘i havo oqimiga kiritish traktining bitta joyida - kiritish truboprovodi oldida kiritiladi.

Uchqun bilan o‘t oldiriladigan to‘rt taktli dvigatellarda, odatda, aralashma hosil bo‘lishi tashqarida, ikki taktli dvigatellarda esa aralashma ichkarida hosil bo‘ladi, bu silindrlar produvka qilinganda yonilg‘i yo‘qotilishining oldini oladi. Hozirgi paytda to‘rt taktli DsIZ dvigatellari ham paydo bo‘ldi, ularda aralashma ichkarida hosil bo‘ladi.



2.1-rasm. Yonilg‘ini markaziy (a), taqsimlangan (b) purkashli va karbyuratsiyali (v) uzatish

2.2 Benzinni purkash tizimlari

IYoDlarning yonilg‘i tizimlari yonilg‘i zahirasini saqlash, tsiklning ma'lum fazasida uni silindrga dozalab berishlarni amalga oshiradi, bu esa dvigatelning

hamma ish rejimlarida, jumladan o't oldirish rejimida ham, sifatli aralashma hosil bo'lishiga ko'maklashadi.

Bu tizimlarning asosiy afzalliklari:

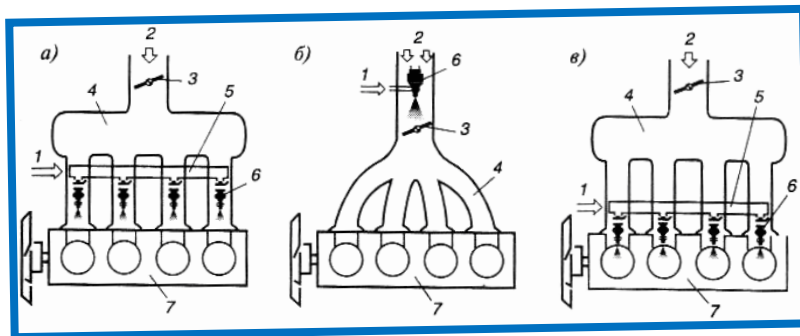
- havo va yonilg'ini alohida dozalash, natijada havo bir xil dozada berilganda benzin har xil dozada berilishi mumkin;
- ko'p omillarni hisobga olgan holda dvigatelning hamma ekspluatatsion rejimlarida yonilg'ini aniq dozalash;
- tizimning diagnostikaga va dvigatelni boshqarishning boshqa tizimlari bilan (masalan, o't oldirish, nadduv va sh.k.) yaxshi moslashuvchanligi;
- dvigatel tejamkorlik, quvvat va ekologik ko'rsatkichlarni yaxshilanishi¹.

Benzinni purkash tizimini quyidagi uch asosiy beligilar bo'yicha klassifikatsiya qilish mumkin (2.2-rasm).

Birinchidan, benzin kiritish truboprovodiga (2.2, a, b-rasm) yoki bevosita tsilindrga (2.2, v-rasm) purkalishi mumkin.

Ikkinchidan benzin taqsimlanib purkalishi mumkin (2.2, a-rasm), bunda forsunka benzinni har bir silindrning kiritish klapani zonasiga purkaydi. Boshqacha usul – markaziy purkash bitta forsunka bilan amalga oshiriladi (2.2, b-rasm), u kiritish truboprovodi taqalishi boshlanishidan oldingi uchastkaga o'rnatiladi (yani karbyurator o'miga).

Uchinchidan taqsimlangan purkash fazalangan bo'lishi mumkin, unda har bir forsunka silindr kiritish klapani ochilishi bilan muvofiqlashgan vaqtning qathiy aniqlangan momentida purkaydi (eng afzalli metod).



¹ Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 2: Diesel engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 16 p.

2.2-rasm. Benzinni purkash tizimlari: a – taqsimlangan purkash; b– markaziy purkash;

v – silindrga bevosita purkash; 1– yonilg‘i keltiriliish; 2 – havo keltirilishi; 3 – drossel to‘sig‘i; 4 – kiritish truboprovodi; 5 – forsunkalarga yonilg‘ini keltirish kollektori;

6 – forsunka; 7 –silindrlar kallagi

2.3 Yonilg‘ini purkovchi M‘Itizimining ishlashi

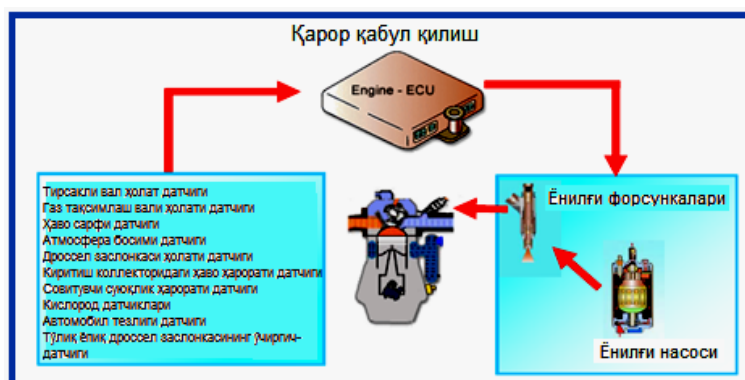
2.3.1. Yonilg‘i uzatish tizimi



Yonilg‘ini yonilg‘i bakidan forsunkalarga siljitish uchun kerak bo‘lgan hamma elementlar yonilg‘ini uzatish tizimiga kiradi. Avtomobillarning ko‘pida retsirkulyatsion turdagi yonilg‘ini uzatish tizimidan foydalaniladi.

Yonilg‘i bakdan elektr yonilg‘i nasosi bilan olinadi va bosim ostida yonilg‘i kollektoriga uzatiladi. Yonilg‘i nasosining ishchi bosimi va unumdorligi shunday tanlanadiki, dvigatelning hamma ish rejimlarida uning ishonchli ishlashini tahminlasin. Yonilg‘i bosimining regulyatori yonilg‘ining qanchadir miqdorda orqaga – yonilg‘i bakiga qaytarishni tahminlaydi, bu yonilg‘i forsunkalari ishlashi uchun zarur bo‘lgan bosimni yonilg‘i kollektorida ushlab turish imkonini beradi.

2.3.2 Elektron boshqarish tizimi



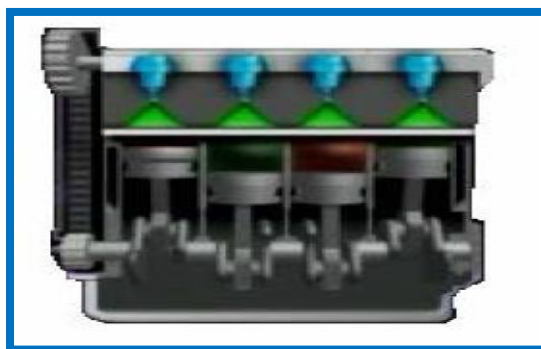
Yonilg‘i uzatilishini boshqarish siklik jarayon bo‘lib, u informatsiyani olish, informatsiyani ishlash (qaror qabul qilish) va boshqaruvchi tahsirlarni amalga oshirish bosqichlaridan tarkib topgan. Datchiklar yordamida dvigatel ishlash rejimi va harakat sharoitlari haqidagi zarur bo‘lgan informatsiyani yig‘ish amalga oshiriladi. Olingan ma'lumotlar tahlili asosida dvigatelni boshqarishning elektron bloki talab qilingan yonilg‘i miqdori uzatilishini tahminlash uchun forsunkaning chiquvchi parametrlari qiymatlarini hisoblaydi.

Dvigatelni boshqarish blokining yonilg‘ini taqsimlab purkash tizimida yonilg‘ini uzatishni boshqarish har bir silindrlar bo‘yicha alohida amalga oshiriladi. Bu dvigatelning hamma ish rejimlarida purkalayotgan yonilg‘i miqdorini aniq dozlash imkonini beradi, buning natijasida zararli chiqindilar kamayishi bilan birga eng yaxshi dinamika tahminlanadi.

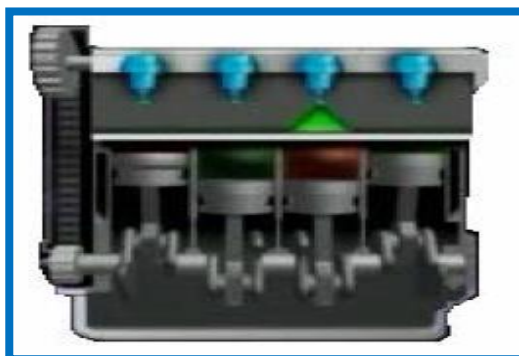
Dvigatelning ish rejimi	Havo-yonilg‘i nisbati
Dvigatelni ishga tushirish	1-5 (havo) : 1 (yonilg‘i)
Salt ish (dvigatel qizitilayotgan paytda)	11 : 1
Avtomobilning ravon harakati	12 dan 18 : 1
Avtomobil razgoni	12 dan 13 : 1

Yonilg‘i taqsimlanib purkalishi tizimida yonilg‘i uzatilishining uch usuli mavjud:

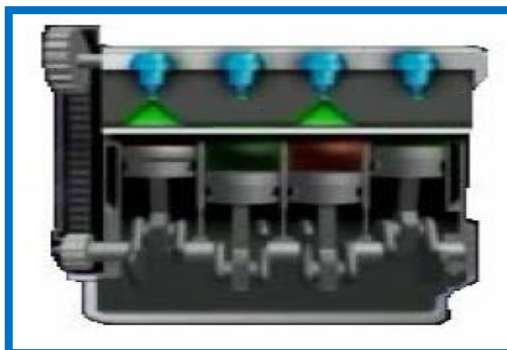
- **Birvaqtli** (bir vaqtda purkashda, hamma yonilg‘i forsunkalari yonilg‘ini bir vaqtda purkaydi).



- **Sinxronli** (sinxronli purkashda har bir forsunka individual va silindrlar ishi tartibiga muvofiq boshqariladi. Yonilg‘ini uzatishning bu usuli dvigatel ish rejimlarining ko‘pi uchun eng ko‘p foydalaniladi).



- **Guruhiy** (avtomobillarning bahzi modellarida yonilg‘ini uzatishning guruhiy usuli qo‘llaniladi. Bu usulda yonilg‘i forsunkalarining har bir juftligi (№1 - №3 bir juftlik va №4 - №2 boshqa juftlik) baravariga ulanadi. Bu holda boshqaruv tizimi soddalashadi).



Yonilg‘ini bir vaqtda uzatish usuli

Yonilg‘ini bir vaqtda uzatish usulida – dvigatel tirsakli valining ma'lum holatida yonilg‘i dvigatel hamma forsunkalari bilan bir paytda purkaladi. Purkash

momentini sinxronizatsiyalash tirsakli val holatining datchigi signali bo'yicha amalga oshiriladi.

Bu usul yonilg'i taqsimlanib purkaladigan M'I tizimida quyidagi holatlarda qo'llaniladi:

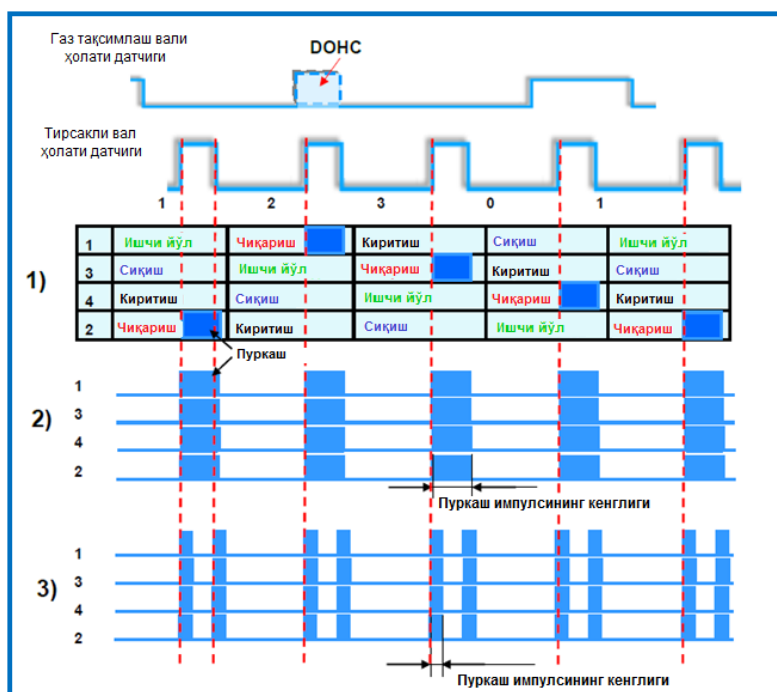
Sovuq dvigatel ishga tushirilayotgan paytda. Sovuq dvigatel ishga tushirilayotgan paytda dvigatel tirsakli vali holati datchigining signaliga muvofiq yonilg'i purkalishi hamma silindrlarda bir vaqtda sodir bo'ladi (2.5-rasm). Yonilg'i bunday purkalishining sababi shundaki, sovuq dvigatel ishga tushirilayotgan paytda yonilg'i purkalishi vaqti (yonilg'i-havo aralashmasining tayyorlanishi) dvigatelning boshqa ish rejimlarida yonilg'i purkalishi vaqtidan ancha katta bo'ladi¹.

Nosozliklari bo'lgan dvigatel ishlaganda (failsafe mode). Nosozliklari bo'lgan dvigatel ishlaganda dvigatelni boshqarish elektron bloki hamma yonilg'i forsunkalari bilan yonilg'i bir vaqtda purkalishini tahminlaydi (**failsafe mode**). Masalan, dvigatel ishlayotgan paytda birinchi silindr porsheni YuCHH datchigidan signal yo'qolgan paytda (taqsimlash vali holati datchigi), bu holda dvigatelni boshqarishning elektron bloki dvigatelni ishchi holatda ushlab turish uchun hamma yonilg'i forsunkalarigi faollashtiradi.

Yonilg'ini sinxron uzatish usuli

Dvigatel silindrlari ish tartibi 1 – 3 – 4 – 2 ga muvofiq tirsakli val ikki marta aylanganda forsunkalar kiritish kollektoriga yonilg'ini ketma-ketlikda purkaydilar. Dvigatelni boshqarish elektron bloki tirsakli val holati datchigi impulg'sining oldingi fronti (odatda 75° gacha chiqarish taktining YuCHHga)ga tayanib yonilg'i forsunkasining har birini faollashtiradi.

¹ Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 1: Gasoline and gas engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 27 p.



1) Yonilg'ini uzatishning sinxron usuli (dvigatel ishga tushgandan keyin dvigatelning normal ishi).

2) Yonilg'ini bir vaqtda uzatish usuli (dvigatel ishga tushirilayotgan paytda quyidagi sharoitda, yonilg'i purkalishi impulg'sining davomiyligi dvigatel normal ishlagandagiga qaraganda katta bo'lganda).

3) Yonilg'ini bir vaqtda uzatish usuli (dvigatel ishga tushirilayotgan paytda quyidagi sharoitda, yonilg'i purkalishi impulg'sining davomiyligi dvigatel normal ishlagandagiga qaraganda teng yoki kichik bo'lganda).

Purkalayotgan yonilg'i miqdorini boshqarish

Dvigatelni boshqarish bloki dvigatel muayyan sharoitda ishlayotganda har bir ishchi siklda yonish uchun zarur bo'lgan yonilg'i miqdorini hisoblaydi. Har bir silindrga hisoblangan yonilg'i miqdorini uzatish uchun elektr signali shakllantiriladi, u mos silindrning yonilg'i forsunkasiga keladi. Bu signalning davomiyligi yonilg'i forsunkasi ochilib turgan vaqtni aniqlaydi (yonilg'ini purkash davomiyligi).

Boshqaruvchi impulg's davomiyligini hisoblashda boshqarishning elektron bloki bitta kiritish taktida kiritish kollektoriga kirgan havo miqdori ma'lumotlari

hamda dvigatel ish rejimini xarakterlovchi datchiklardan olgan signallardan foydalanadi¹.

Bitta taktda silindrga kirgan havo miqdori dvigatel tirsakli vali aylanishlar chastotasi datchigidan olingan signallar hamda havo sarfi datchiklari, kiritish kollektoridagi havo harorati datchigi va atmosfera bosimi datchigi signallari asosida hisoblanadi.

Aniqlangan mahlum havo miqdori va talab qilinayotgan yonilg'i-havo aralashmasi tarkibi asosida har bir tsiklda yonish uchun zarur bo'lgan yonilg'i miqdori aniqlanadi.

Talab qilinayotgan yonilg'i-havo nisbati ko'p shartlarga bog'liq:

- dvigatelning talab qilinayotgan quvvati va qabulchanligini olish;
- zararli chiqindilarni cheklash;
- yonilg'i kam sarflanishini tahminlash.

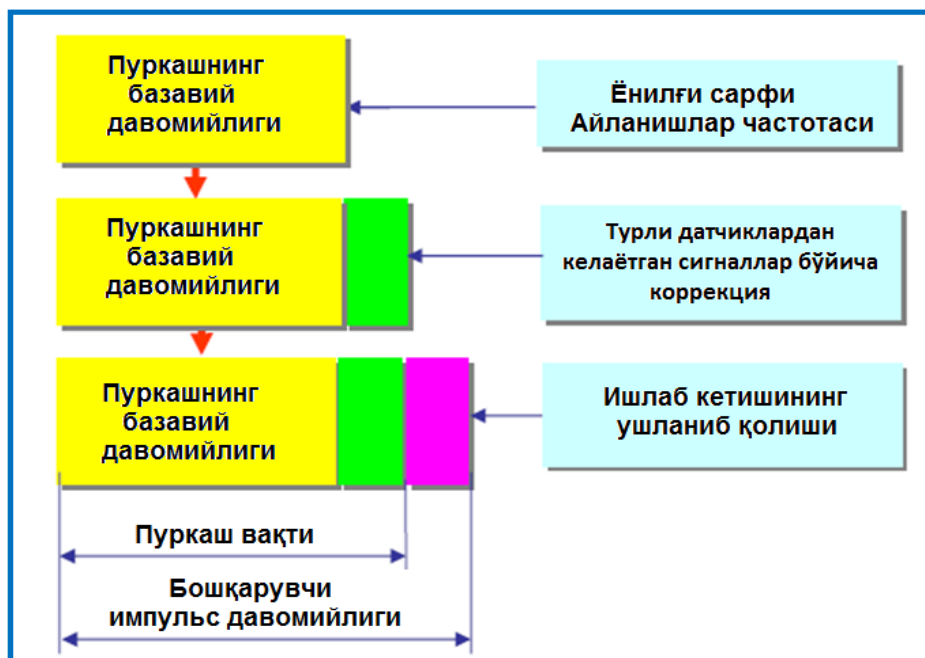
Purkalinayotgan yonilg'i miqdorini hisoblash

Dvigatelni ishga tushirish rejimidan boshqa rejimlarda yonilg'i (T) purkalishi vaqti (davomiyligi) quyidagi omillarni hisobga olgan holda aniqlanadi:

- purkashning bazaviy davomiyligi (T_1), u havo miqdori o'zgarishi bilan o'zgaradi;
- purkash bazaviy davomiyligi korrektsiyalovchi koeffitsienti (K_c)ning qiymati;
- forsunka ishlay boshlashining ushlanib qolishi (T_2).

$$T = T_1 \cdot K_c + T_2 \text{ (мс)}$$

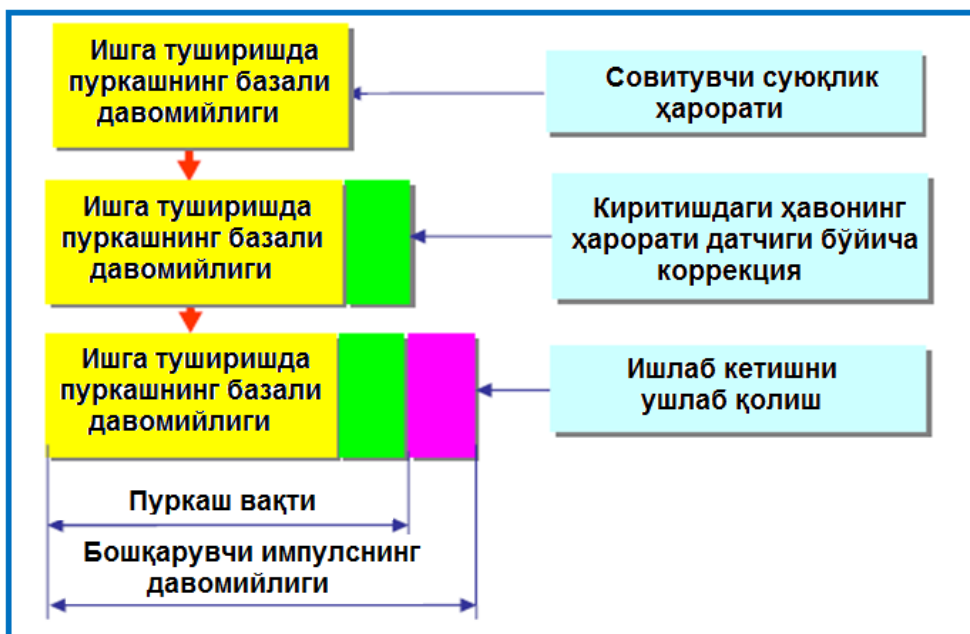
¹ Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 1: Gasoline and gas engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 28 p.



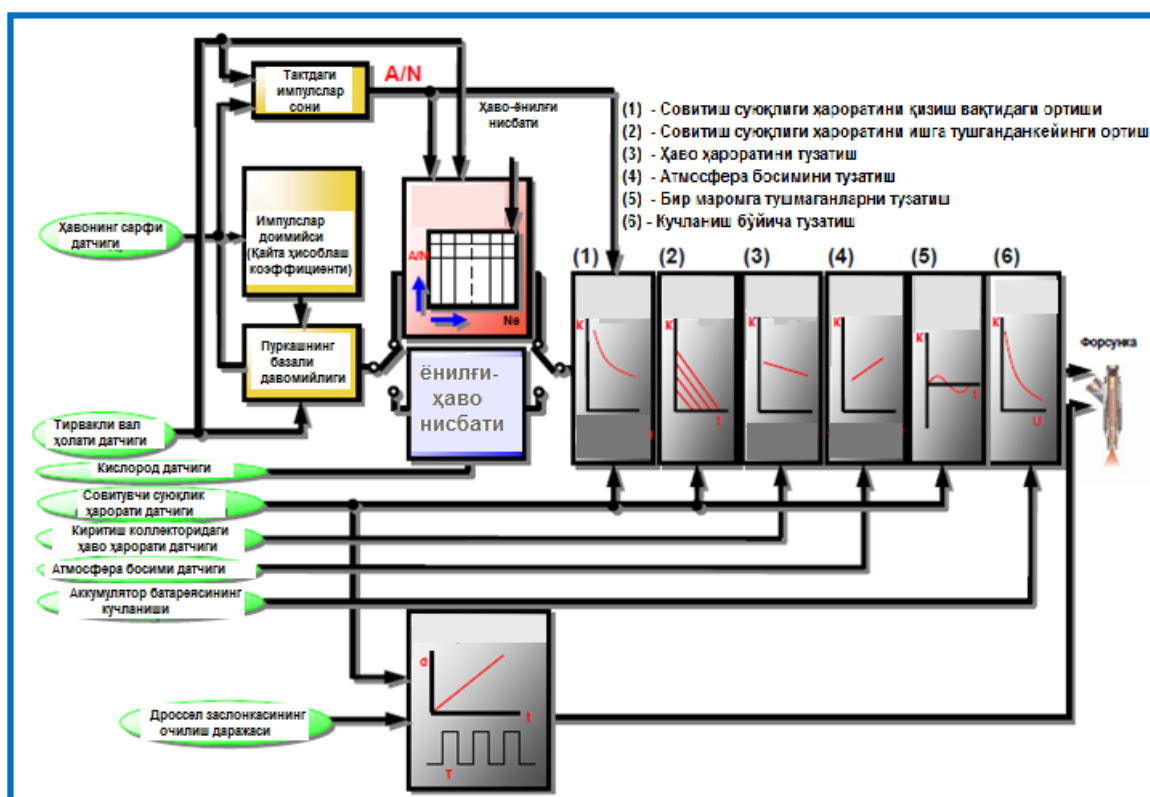
Dvigatelni ishga tushirish rejimida yonilg'i (T) purkalishi davomiyligi quyidagi omillarni hisobga olib aniqlanadi:

- purkashning bazaviy davomiyligi (T_1), bu sovituvchi suyuqlik haroratini hisobga olgan holda hisoblanadi;
- so'rib olinayotgan havo haroratiga bog'liq bo'lgan korrektsiyalovchi koeffitsient (K_t) qiymati;
- forsunka ishga tushishi davomiyligi (T_2).

$$T = T_1 \cdot K_t + T_2 \text{ (мс)}$$



Datchiklar va boshqa manbalardan olingan informatsiyaga asoslangan korrektsiya



2.4. Ishlangan gazlar tarkibida zaharli komponentlarni kamaytirish

2.4.1. Zaxarli moddalarning chiqarib tashlanishi.

Sanoat va energetika qurilmalari, transport mashinalari, shu jumladan IYoD li mashinalar ham atmosferaga turli gazlarni chiqarib tashlaydi. Bu gazlarning

ko'pchiligi zaxarli bo'lib, kishi salomatligiga xavflidir. CHiqarib tashlangan gazlar atrof-muhitni ifloslantirib tabiatdagi ekologik muvozanatni buzadi va axoliga noqulay sharoitni yuzaga keltiradi. 1959 yildan boshlab Amerika va G'arbiy Yevropada atmosferaga chiqarib tashlanadigan zaharli moddalarning chekli miqdorlari 1971 yilda qonun tariqasida joriy etilgan. Hozir bu normativlar bir necha bor qatiyashtirildi. Dvigatel salt ishlaganda chiqarib tashlaydigan is gazi SO miqdorini va dizellarda ishlatilgan gazlardagi tutun miqdorini davriy ravishda tekshirib turish joriy etilgan. Bu gazlar miqdorini 50-70% kamaytirishga olib keladi.

2.4.2. IYoDlar chiqarib tashlaydigan asosiy zaxarli moddalar.

Bu SO - is gazi, azot oksidlari, yonmay qolgan uglevodorodlar, alqdegidlar, oltingugurt birikmalari, qo'rg'oshin birikmalari va qurumni ko'rsatish mumkin. SO uglevodorodlari yonilg'ida kislorod yetarli bo'lmaganda hosil bo'ladi. Uchqundan o't oldiriladigan IYoD larda quyuq yonuvchi aralashmalardan foydalanilganda atmosferaga chiqarib tashlanadigan SO miqdori karbonat angidrid miqdoriga teng bo'lishi va barcha yonish mahsulotlarining hajmini 10% yetishi mumkin. SO $\alpha=1$ va $\alpha>1$ bo'lganda ham chiqishi mumkin. Bu karbonat angidrid molekulalarining dissog'iyalanishi hamda karbonat angidridga qayta rekombinag'iyalanish (SO zarralarining muzlash xodisasi) uchun shart-sharoitlar mavjud emasligida bo'ladi. Dizellarda SO aralashma hosil bo'lishidagi kamchiliklar va quyuqlashuvi tufayli va sovuq alangali reakg'iyalarda uglevodorod molekulalarining o'zgarishi oqibatida hosil bo'ladi.

Uglevodorod II-oksidi (SO) gemoglobini hosil qiluvchi markazlar ishini to'xtatib qo'yadi. Bunda inson organizmida oksidlanish jarayonlari buziladi. Havoda 0,01% dan ko'p SO bo'lsa, organizm sezilarli darajada zaxarlanadi. Surunkali zaxarlanish bosh og'rig'i, quloq shang'illashi paydo bo'lishida, nafas olish qiyinlashishida, umumiy holsizlanish va hayot tonusi pasayishida namoyon bo'ladi.

Azot oksidlari 2200-2400K dan baland haroratda neytral azot oksidlanadi, va NO yuzaga keladi. Azot oksidi erkin kislorod bo'lganda yuzaga keladi. $\alpha=1,05-1,07$ da azot oksidlari eng ko'p miqdorda hosil bo'ladi. Yonishdan so'ng, gaz haroratining

tez pasayishi silindrda kengayish bo'lganda NO muzlashiga olib keladi. Keyinroq, chiqarish sistemasida va atmosferada azot II oksid NO_2 hamda N_2O_5 ga aylanadi, bunda azotning valentligi ortishi bilan azot oksidlarining zaxarlilik darajasi ziyodlashadi. Azot II oksid ko'zning shillik pardasini, o'pkani yallig'lantiradi, yurak qon tomir sistemasida tuzalmaydigan kassaliklarga olib keladi.

Uglevodorodlar. Ishlatilgan gazlarda yonmay qolgan uglevodorodlar paydo bo'ladi. Benzinli dvigatellarda alanga sovuq devorga tegadigan joyda /qalinligi 0,005-0,35 mm ni tashkil etadigan o'tish zonasida/ ko'p miqdorda yonmay qolgan uglevodorodlar paydo bo'ladi. SN ning ko'p miqdorda yuzaga kelishida porshen tubi bilan silindr ustyopmasining havo /gaz/ siqib chiqargichi orasidagi tirqish, porshen kallagi atrofi bo'ylab ustki kompression xalqaga qadar bo'shlik, tirqishlar mavjudligi sabab bo'ladi. majburiy salt ishlash rejimida SN miqdori ko'payadi.

Qurum. Dizellar ishlaganda qora tutun chiqishi ishlatilgan gazlarda qurum borligi bilan tushuntiriladi. Qurumni boshlang'ich o'lchamlari 0,02-0,2 mkm ga teng bo'lib uglerod va og'ir uglevodorodlardan tashkil topadi. Ular uglevodorodli yonilg'ilarning chala yonish maxsullaridir.

Alqdegidlar tarkibida kislorod molekulari bo'ladi va ular qisman oksidlangan uglevodorodlarga kiradi. IYoD larning ishlatilgan gazlari tarkibida asosan formalqdegid va akroleinlar bo'ladi. Dizellarda alqdegidlar alangalanishni kechikish davrida alangalanish oldidan bo'ladigan reaktsiyalar davomida yuzaga keladi. Kengayish jarayonida silindr devorida qolgan moy pardasining oksidlanishi, shuningdek yonilg'i berilishi tugagandan keyin to'zitgichdan tomayotgan yonilg'ining oksidlanishi aldegidlar manbai bo'lishi mumkin. IYoD kichik yuklanish bilan ishlaganda yoki sovuqlayin ishga tushirilganda alqdegidlar chiqadi. Benzinda ishlaydigan dvigatellarda detanag'ion yonishda ajralib chiqadi. Formalqdegid va akroleinlar asab sistemasi, jigar, buyrakni shikastlantiradi va oltingugurt birikmalari bilan dimog'ni yoradigan yoqimsiz xid tarqatadi.

Yonish jarayonida sulqfit angidrid va vodorod sulqfit hosil bo'ladi. Oltingugurt II-oksidi nam bilan birikib sulqfat kislota hosil qiladi. Dizellarda

oltingugurt birikmalari chiqadi. Bular qon ishlab chiqaruvchi organlar-ilik va qora jigarni yallig'lantiradi.

Qurg'oshinli birikmalar. Qurg'oshin benzinga uning detonag'iyaga chidamliligini oshirish uchun qo'shadigan etil suyuqligida /tetraetilqurg'oshin/

kimyoviy bog'langan tarzda bo'ladi. Zaxarlik darajasi: $\frac{CO}{O_x}; \frac{CH}{O_2} = \frac{1}{75}; \frac{2}{60}$ 19.1-rasm. Benzinli IED ning ishlatilgan gazlaridagi zaxarli moddalar miqdorini o'zgarishi. To'la yuklanishda.

Dvigatelni indikator va effektiv ko'rsatkichlariga va zaxarli moddalar chiqarishiga tahsir qiluvchi faktorlar.

1. Umumiy ma'lumotlar.

2. Uchqundan alanganadigan dvigatellarda maksimal quvvat yonilg'i aralashmasini $\alpha \approx 0,8-0,9$ sozlash va o't olish burchagini ham sozlash orqali erishiladi.

3. Dizellarda aralashma tarkibini sozlash hisobiga tutunsiz chiqarish, va oldindan purkash burchagini boshlanishi asosan shu rejimda eng kam yonilg'i sarfiga, tez yonish fazasida bosimni ruxsat etilgan oshish tezligiga erishishga olib keladi.

Dvigatelni ko'rsatkichlarga tahsir qiluvchi har xil faktorlarni analiz qilish, maksimal quvvatni olish, dvigatelni har xil tezlik rejimlarida, tejamkorligiga to'g'ri kelmagan holda ideal bo'lishini ko'rsatadi.

Ekspluatag'iya sharoitida dvigatel to'la bo'lmagan rejimlarda ishlaydi. Bu paytdagi taxlil dvigatelni barqaror ishlashini eng ko'p tejamkorlikni har bir tezlik rejimiga to'g'ri kelishini ko'rsatadi.

2.4.3. Uchqundan alanganadigan dvigatelni indikator ko'rsatkichlariga va zaxarligiga tahsir qiluvchi har xil faktorlar. Yonish kamerasining shakli va konstruktiv o'lchamlari.

Yonish kamerasining shakliga qarab yonish jarayonini rivojlanish xarakteri va devorga issiqlik berishi o'zgaradi.

Yonish kamerasini konstruktiviyasiga qo'yiladigan asosiy talab silindri ko'proq to'ldirishga, yonish jarayonida eng kam miqdorda zaharli moddalar chiqishiga va ajralgan issiqlikdan ko'proq foydalanishga mo'ljallanadi. Yonish kamerasini konstruktiviyasi dvigatelni umumiy kompanovkasiga bog'liq.

Yonish kamerasi tayyorlanayotganda uni yuzalariga ishlov berish va hamma silindrlarda bir xil xajmli bo'lishiga ehtibor beriladi. ZIL-120, GAZ-51, GAZ-20 dvigatellarida klapanlar pastda joylashgan bo'lib, yonish kamerasini tekis ovalli, yarimponasimon katta bo'lmagan egilish burchaglilari qo'llanilgan.

(ZIL-130, ZIL-375, GAZ-21, GAZ-24, MZMA-407 va AZLK-408, VAZ-2103) AZLK-412 da yarimsferali kamera qo'llanilgan.

Yonish kameralari quyidagi asosiy ko'rsatkichlar bilan baholanadi:

1. Yuqori darajada tozalash va silindri to'ldirish bilan (klapani kattalashtirish hisobiga).

2. Yonish kamera yuzasini xajmiga nisbati bilan, ya'ni F_{YOK}/V_{YOK} oshishi devorlarda issiqlikni yo'qotilishiga olib keladi.

F_{KS}/V_{KS} - (S/D nisbatiga bog'liq, V_h va Y_e ga bog'liq).

3. Zaryadni turbulizatsiya darajasi yonish kamerasida kiritish va siqish bilan;

4. Yonish uchastkasida bosimni oshish tezligi va tsikldagi maksimal bosimni kattaligiga bog'liq bo'lgani bilan;

5. Siqish darajasini oshishi bir vaqtda yoqilg'ini detonatsiyali yonishini kamayishi va zaharliligini kamayishi bilan;

6. Yonishni davomiyligi bilan. Davomiylik qancha kam bo'lsa, yonish kamerasining detonatsiyaga qarshi sifati shuncha yuqori bo'ladi.

Siqish darajasi.

$V=const$ bo'lgan nazariy tsikl uchun η_i ni Y_e ga bog'liqligi (1) formula orqali topiladi.

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{e^{k-1}}$$

19.2-rasm. Turli yonish kameralari uchun η_i ni ε ga bog'liq holda o'zgarishi. 5 egri chiziq kamera uchun $\eta_i=1-1/\varepsilon^{n-1}$ formula orqali topilgan.

1 - egri chiziq (1 kamera); 2 - egri chiziq (2 kamera);

3 - egri chiziq (3 kamera); 4 - egri chiziq (4 kamera).

Qiymatlarini farqi yonish kameralarini konstrukg'iyasiga va issiqlikdan qay darajada foydalanayotganiga bog'liq. 3 va 7 egri chiziq 3-kameraga tegishli bo'lib, 3-kiritish klapanida zaryadni turbulizag'iyalanishini tezlatkich o'rnatilgandagi chiziq. 4-kameradagi xarakteristika $0,6 N_e$ bo'lgan yuklanishda olingan va yonilg'ini tejamkorlik tarkibida. 6-egri chiziq $Y_e=7$ da $\eta_t=1$ da olingan. Bu egri chiziqlar shuni ko'rsatadiki hamma kameralarda η_t ni xakteri bir xil.

Silindr o'lchamlari.

Silindr hajmini oshishi proporg'ional 3-darajaga, issiqlik uzatish yuzasi F_T -chiziqli o'lchamlarni kvadratiga teng. SHuning uchun, silindr xajmini oshishi F_T/V nisbatini kamaytirish bilan va issiqlikni devorga beriladigan qismini kamaytirish, sikldagi issiqlikdan foydalanishni yaxshilaydi.

Aralashmani tarkibi.

1. $\alpha < 1$ boy aralashmada η_t tez pasaydi, chunki α kichkina bo'lganda kirayotgan va chiqayotgan issiqlikni farqi ko'payadi.

2. $\alpha = 1$ stexiometrik bo'lganda berilgan issiqlik chiqayotganiga teng bo'ladi.

3. $\alpha > 1$ da kambag'al aralashmada beriladigan issiqlik kamayib, siklni maksimal temperaturasi kamayadi va kengayish temperaturasi, hamda SO_2 va N_2O yongan mahsulotlardagi miqdori kamayadi. α ni eng effektiv kambag'allashish chegarasi bu issiqlikni eng yaxshi ishlatishdir.

Drossellash.

Karbyuratorli dvigatellarda aralashmani kambag'allashni effektiv chegarasi kam o'zgaradi, bu o'z navbatida yuklanishni to'ladan salt ishlashgacha kamayganda sifatni sozlab bo'lmaydi.

Maksimal yuklanishda kambag'allashni effektiv chegarasi $\alpha=0,8-0,9$ bo'ladi. Yuklanishni kamayishi 10-20% sifatli sozlanganda faqat α shu oraliq qiymatida

bo'ladi. Undan keyingi yuklanishda kamayishi silindrga kirayotgan aralashmani miqdorini kamaytirish hisobiga bo'ladi. Bunday sifatli sozlash drossel to'smaqopqog'ini yopish orqali bajariladi. Bunda aralashmani alangalanish sharoiti o'zgaradi va kambag'allashishni effektiv chegarasi boylanadi, yahni α -0,9 dan 1,1 ga yetadi. Maksimal bosim kamayadi. Hamda dvigatelda issiqlikdan foydalanishni effektivligi o'zgaradi, η_i kamayadi.

O't oldirishni ilgarilatish burchagi.

O't oldirishni ilgarilatish burchagi φ_3 yonish jarayonini Yu.CH.N. ga nisbatan boshlanishini bildiradi, shuning uchun to'la issiqlikdan foydalanish bilan xarakterlanadi. Burchakni o'zgartirilsa, temperatura, bosim va zaryadni turbulizag'iyalanish sharoiti ham yonish jarayonini rivojlanish oralig'ida o'zgaradi.

Aylanishlar chastotasi.

Tezlik rejimi oshishi bilan yonishni boshlang'ich fazasi θ_1 va asosiy fazasi $\theta_{..}$, hamda φ_3 kattalashishi kompensag'iyalanadi. Bunda yonish jarayonini effektivligi kamaymaydi. SHu vaqtda aylanishlar chastotasi n oshishi bilan issiqlikni yo'qotish kamayadi, bu issiqlik almashishga vaqtni qisqargani (gazlar bilan devor o'rtasida) ro'y beradi. n oshganda yonib bo'lish fazasi $\theta_{..}$ cho'ziladi. φ_3 optimal bo'lganda esa η_i oshadi.

*Dizellarni indikator va zaharlilik ko'rsatkichlariga har xil faktorlarni tahsiri
Aralashma tayyorlashni sifati va yonish kameralarni turi.*

Aralashma tayyorlashni sifati va yonish kameralarni turi quyidagi faktorlarga bog'liq:

1) yonilg'i uzatish temperaturalarini parametrlariga, (purkash tavsifaga), yonilg'ini vaqt bo'yicha uzatishga, purkash sifatiga, alangani kameraga kirish chuqurligi va shakliga bog'liq.

2) yonilg'i purkalayotgan oraliqda havoni harakatlanish yo'nalishini tashkil qilishga bog'liq.

3) havoni termodinamik parametrlariga;

4) yonilg'ini xususiyatiga.

Aralashma tayyorlashni quyidagi usullari mavjud:

1. Hajmli yonish kamerasida;

2. Pardali aralashma tayyorlash, faqat 5% hajmli yonish kamerasida purkaladi (M jarayon).

3. Hajm pardali aralashma tayyorlash. Bunda yonilg'ini bir qismi yonish kamerasini hajmiga purkaladi, qolgan qismi uni yuzasiga.

Bir bo'shliqli yonish kamerasi.

Bir bo'shliqli yonish kamerasida siqish jarayonini oxirida havoni yo'naltirilgan harakatining tezligi kam, yahni aylanishlar chastotasiga qarab 0-10 m/s bo'ladi. SHuning uchun, bunday kameralarda forsunkali purkagich 7 ta teshikkacha bo'lib (0,12-0,15 mm) yuqori bosimda (100MPa va undan yuqori) purkaladi.

Porshenda joylashgan yonish kamerasi.

Bunda 80% yonish kamerasi porshenda joylashgan. Forsunka purkagichi esa 3-4 teshikli bo'lib, purkash bosimi 15-17,5 MPa gacha kamayadi.

Ajratilgan uyurmali yonish kameralari.

Siqish jarayonida yonish kameralarida havoni harakati yo'naltirilgan bo'ladi. Zaryadni katta tezlikda o'tishi kichkina tor bo'g'izdan o'tganda hosil bo'ladi va shu tezlikda yordamchi kameraga kirib, undan havo bilan yonilg'ini aralashmasi yongan holda yonish kamerasiga tushadi. Bunda, shtiftli purkagich teshigi 1-2 mm bo'lib, purkash bosimini 12,5-15 MPa gacha kamaytirish mumkin.

Old kamerasi.

Siqish jarayonida havoni kirishidan hosil bo'lgan kinetik energiya asosan havoni yonilg'i bilan jadal ravishda aralashishga hizmat qiladi. Kichkina ulanadigan kanallar old kameradan chiqayotgan alangani katta tezlikda chiqishini tahminlaydi.

Indikator ko'rsatkichlar kamerani turiga va yonilg'i uzatish apparaturalariga, issiqlik ajralish xarakteristikasiga hamda issiqlik va gidrodinamik yo'qotishlarga bog'liq.

Ajratilmagan yonish kameralarida η_i katta bo'ladi, issiqlikdan foydalanish yaxshi bo'ladi.

Ajratilmagan va yarim ajratilgan yonish kameralarida qurum hosil bo'ladi, shuning uchun tutun ko'p bo'ladi. Tutunsiz ishlatilgan gazlarni chiqarish uchun α ni miqdorini chekka qiymati to'la yuklanishda oshiriladi.

Ajratilgan kameralarga yonilg'i uyurmali yoki old kameraga purkalgani uchun havo har doim kam bo'ladi. Yonilg'ini yonishida, shuning uchun azot oksidi hosil bo'lmaydi. Keyingi jarayon porshen ustidagi joyda davom etadi, bunda havo ko'p bo'ladi, lekin temperatura past bo'ladi. Shuning uchun, ishlatilgan gazlarda azot oksidi va qurum ajratilmagan va yarim ajratilgan kameralarga nisbatan kam bo'ladi.

Siqish darajasi.

Siqish darajasi oshishi bilan temperatura va bosim yonilg'i purkashni boshlanishida oshadi. Bu alanganishgacha bo'lgan vaqti qisqarishiga olib keladi. t oshishi Ye katta bo'lganda o'rta va katta yuklanishlarda azot oksidini ko'payishiga olib keladi.

Nazorat savollari

1. Uchqun bilan o't oldiriladigan dvigatellarida aralashma qanday hosil bo'ladi?
2. Qanday benzinni purkash tizimlari mavjud?
3. Yonilg'ini purkovchi M'I tizimi qanday ishlaydi?
4. IYoDlar chiqarib tashlaydigan asosiy zaxarli moddalarni hosil bo'lishi va zaharliligini aytib bering.
5. Dvigatel siqish darajasi va tsilindr o'lchamlarining zaharli moddalar hosil bo'lishiga qanday tahsir etishini bayon eting.
6. O't oldirishni ilgarilatish burchagi yonilg'i tejamkorligi va ishlangan gazlar zaharliligiga qanday tahsir etadi.
7. Aralashma tayyorlashni sifati va yonish kameralarni turi dvigatelning ishchi jarayoniga qanday tahsir etadi?
8. Ajratilgan uyurmali yonish kameralari ishchi jarayonlariga va dvigatel ko'rsatkichlariga qanday tahsir etadi?

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008.

2. Richard Folkson, Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance. Woodhead Publishing Limited, 2015. 32-44 “.

3. Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 1: Gasoline and gas engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 26-32 “.

4. Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 2: Diesel engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 16-19 “.

3-mavzu: Ichki yonuv dvigatellari va avtotransport vositalarining ekologik tozaligi masalalari va ularni yechish yo‘llari

Reja:

1. Umumiy ma'lumotlar
2. Asosiy zararli moddalarning hosil bo‘lishi
3. Uchqun bilan o‘t oldiriladigan dvigatellarda ishlangan gazlardagi zararli moddalar miqdorini pasaytirish
4. Dizellarda ishlangan gazlardagi zararli moddalar miqdorini pasaytirish

Tayanch so‘zlar va iboralar: qurum, uglerod oksidi, uglevodorodlar, azot oksidlari, o‘t oldirish ilgariligi burchagi, yonilg‘i uzatish ilgariligi burchagi, aralashma tarkibi, ishlangan gazlar retsirkulyatsiyasi, retsirkulyatsiya darajasi, ishlangan gazlarni neytrallashtirish, oksidlovchi katalitik neytralizatorlar, uchkomponentli katalitik neytralizatorlar, zarrachalar uchun filtrlar.

3.1 Umumiy ma'lumotlar

Quyidagilarni tavsiflovchi ko‘rsatkichlar majmui: ishlayotgan IYoDning atrof-muhit bilan issiqlik va moddiy o‘zaro tahsirini; akustikshovqin, vibratsiyalarni; IYoDni ishlab chiqarish va undan foydalanishda sarflanadigan konstruktsion va ekspluatatsionmateriallar miqdorini; IYoDlarni ishlab chiqarishda va ekspluatatsiya

qilishda sarflanadigan energiya miqdorini IYoD ekologik tozaligi sifatini belgilovchi sifatida tushunish lozim.

Birinchi navbatda dvigatelni yaratishda atrof-muhitga bo'lgan texnogen tahsirni qayd etish lozim. Ular birinchi navbatda foydali qazilmalarni razvetka qilish va olishda, ular konstruksion va ekspluatatsion materiallarni tayyorlashga sarflanadi, so'ngra dvigatellarni ishlab chiqarishda sodir bo'ladi. Detallarni tayyorlash texnologik jarayonlarida ham zaharli chiqindilar chiqadi, ular asosan zavod hududi chegaralarida kontsentratsiyalanadi.

Ishlangan gazlarda juda katta miqdorda kimyoviy moddalar (300 gacha) bo'ladi, ulardan zaharlovchi tashkil etuvchilar SO , SN , NO_x va qurum (qattiq zarrachalar) deb nomlanuvchilarga alohida ehtibor beriladi. Zaharli deb inson organizmi va atrof-muhitga zaharlovchi tahsir ko'rsatadigan moddalarga aytiladi¹.

Ishlangan gazlardan tashqari dvigatellar zaharliligining manbalari bo'lib karter gazlari va atmosferaga yonilg'ining bug'lanishi ham xizmat qiladi. Ishlangan gazlar bilan atmosferaga eng ko'p zaharli moddalar chiqadi, shu sababli asosiy ehtibor ishlangan gazlar zaharliligini kamaytirishga qaratiladi.

Quruq ishlangan gazlar komponentlarining zaharli kontsentratsiyasini % da (hajmi bo'yicha), hajmi bo'yicha milliondan bir ulushda (mln^{-1}) va kam holda mg/l da baholashadi².

Ishlangan gazlar komponentlari zaharliligi miqdorining o'zgarish diapozoni 3.1-jadvalda keltirilgan.

3.1-jadval

¹ Richard Folkson, Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance. Woodhead Publishing Limited, 2015. 78 p.

² Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 1: Gasoline and gas engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 68 p.

Ishlangan gazlar komponentlari zaxarililigini miqdorining o'zgarish diapozoni

<u>Komponent</u>	<u>O'lcham birligi</u>	<u>Dizel</u>	<u>Uchqun bilan o't oldiradigan dvigatel</u>
<u>CO</u>	<u>%(ob.)</u>	<u>0,01...0,5</u>	<u>0,1...8,0</u>
<u>CH</u>	<u>mln⁻¹</u>	<u>100...500</u>	<u>200...4000</u>
<u>CO₂</u>	<u>%(ob.)</u>	<u>2...12</u>	<u>8...13</u>
<u>NO_x</u>	<u>mln⁻¹</u>	<u>500...3000</u>	<u>500...5000</u>
<u>Benzin (a) piren</u>	<u>mg/m⁻³</u>	<u>0...10</u>	<u>0...25</u>
<u>Qurum</u>	<u>mg/m⁻³</u>	<u>0...20000</u>	<u>0...100</u>
<u>Oltinugurt oksidlari</u>	<u>Mg/m⁻³</u>	<u>0...0,015</u>	<u>0...0,003</u>
<u>Aldegidlar</u>	<u>%(ob.)</u>	<u>0,001...0,009</u>	<u>0...0,2</u>

* mln⁻¹ – hajmi bo'yicha milliondan bir ulush; 1 mln⁻¹=0,0001 %.

Neft va ekologik muammolar

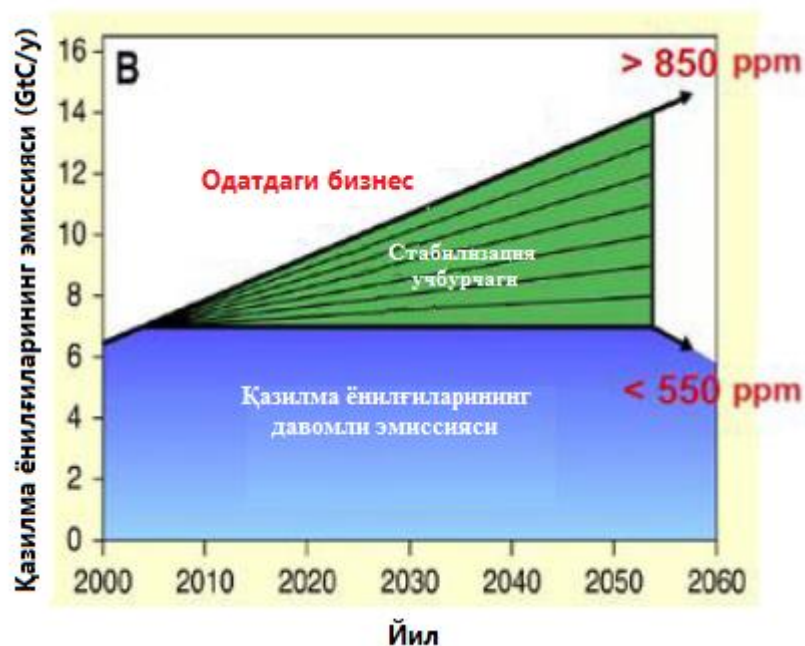
Transport sektori yonilg'isi – parnik gazlarining tez o'suvchi manbalaridir. E'A tadqiqoti, Amerika Transport sektori Klinning tahlili:

“Amerika transport sektori butun jahonda energiyaga bog'liq bo'lgan parnik gazlari chiqishining taxminan 10% tashkil qiladi. Keyingi 50 yilda transport vositalaridan foydalanish va ular sonining ortib borishi amerika transportlaridan parnik gazlarning chiqishi hozirgi darajadan 80% gacha ko'payishi mumkin... Transport sektorida parnik gazlarini kamaytirish uchun uchta umumiy yondashuv mavjud: 1) transport vositalarida zamonaviy texnologiyalarni qo'llash; 2) parnik gazlari kam chiqadigan yonilg'iga o'tish va 3) quruqlikda sayohat qilish masofasini qisqartirish”¹.

Amerika Transport sektori Klinning tahlili klinlar stabilizatsiyasi kontseptsiyasini kiritdi va uni amerika transport sektoriga qo'lladi, bundan maqsad neftdan foydalanish va parnik gazlari chiqishini kamaytirishga yordam beruvchi potentsial yondashuvlarni illyustratsiya qilishdir. Klin – faoliyat bo'lib, u 1 GtC/y uglerod chiqishini kamaytiradi. Bundan maqsad keyingi 50 yillar 7 klinga erishish, bunda 175 milliard tonna uglerod oksidlari chiqishi kamayadi. Har bir klin – bu

¹ Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 19-20 p.

texnologiyani yaxshilash yoki maxsulot samaraliligini oshirish, masalan, ko‘mir ishlab chiqaradigan zavodlar samaraliligini oshirib va shamol tegirmonlarini o‘rnatib 60 milga bir gallon sarflanishiga erishishdir.



6-rasm. Stabillashish klinlari

Boshqa misol, 6-rasmda ko‘rsatilgan 1 – 2 klin yoki 7 klinlarning hammasi 7-rasmda ko‘rsatilgan transport vositalarining to‘qqizta texnologiyalarini ifodalashi mumkin. Bu tizim chiqaradigan uglerod miqdori qisqartirilgan (ushlab qolinadigan) transport vositasi texnologiyasining kombinatsiyasini ham ifodalashi mumkin¹.

Transport vositasi texnologiyasi	Transport vositasi tejamkorligini takomillashtirish	GHG emissiyasi foizining qisqarishi (yonilg‘i-tsikl)
	Avtomobilning benzinli dvigateli	
Ilg‘or benzinli dvigatel va ilg‘or dizel dvigateli	34-40 %	20-26 %

¹ Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 21 p.

Gibrid elektromobilg' (benzin)	40 %	29 %
Gibrid elektromobilg' (dizelg')	70 %	35 %
Optimallashtirilgan E85	-4 %	38 dan 80 % gacha
Ilg'or optimallashtirilgan E85	30 %	54 dan 85 % gacha
Dasturiy kengaytirishning elektrik gibridi	65 %	31 dan 62 % gacha
Elektrik	390 %	31 dan 94 % gacha
Yonilg'i elementi	270 %	21-92 %

7-rasm. Transport vositasi texnologiyasi

6-rasmda parnik gazining chiqishi 50 yilda hozirgi darajaga nisbatan 80%ga ortishi USTS loyihalangan, sababi transport vositalari sonining ko'payishi va ulardan foydalanishning ortishi. Agar parnik gazlarining chiqishini kamaytirish bo'yicha zarur bo'lgan tadbirlar qabul qilinsa, 2050 yilda ularning chiqishi ortmasligi va hatto 2050 yildan keyin kamayib borishi mumkin.

Transport sektoridan parnik gazlari chiqishining summasi (E) ni aniqlash uchun uchta parametr hisobga olingan. Yonilg'i sarfi (F), yurib o'tiladigan yo'l (A) va yonilg'i uglerodi miqdori (S)¹.

Atrof muhitga vodorodning ta'siri:

Yuqorida qayd etilganidek vodorod yonilg'isi suv elektrolizidan ishlab chiqilishi mumkin, bunda atrof muhitni ifloslash manbaidan emas, balki elektrdan foydalaniladi. Ulardan FCVda foydalanilganda hech qanday ifloslovchi chiqindilar hosil bo'lmaydi, faqatgina IYoDlarda oz miqdorda azot oksidi hosil bo'ladi. Bundan tashqari, hech qanday CO₂ ajralib chiqmaydi, faqat suv bug'i hosil bo'ladi. Vodorod yonilg'isini ekologik va siyosiy qo'llab-quvvatlanishi ortib borayotgan bo'lsada, vodorod ko'p qismining qazib olinayotgan yonilg'idan ishlab chiqilayotgani katta tashvish tug'dirmoqda. Hozirgi paytda faqat 4% vodorod elektrdan foydalanib (elektroliz) ishlab chiqilmoqda, qolganlari esa bevosita qazib olinadigan yonilg'idan yoki energiyaning boshqa manbalaridan foydalanib olinmoqda².

¹ Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 21 p.

² Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 46 p.

Quyida bular haqida ma'lumotlar keltirilgan.

Vodorodli iqtisodiyot va uning siyosiy oqibatlari:

Vodoroddan to'g'ri foydalanilganda u qazib olinadigan yonilg'ini butunicha almashtirishi uchun potentsialga ega. AQSHda asosan neftga asoslangan iqtisodiyot yangi vodorod iqtisodiyotiga o'tmoqda. *2003 moliya yili bajarilishi haqidagi Davlat Hisoboti*.

“Prezident Freedom CAR si va Vodorod Yonilg'isi Tashabbusi Amerikaning import qilinadigan neftga qaramliligi ortib borishini butunicha o'zgartirish maqsadida ishlab chiqilgan, unda transport vositalarini vodorod yordamida harakatga keltirish uchun yonilg'i elementini ishlab chiqishga imkon beradigan texnologiyani ishlab chiqish va natijada infrastrukturani, ularni qo'llab-quvvatlash uchun, vodorod bilan ta'minlash nazarda tutilgan. Bu tashabbus nafaqat ichki yonilg'i bilan bog'liq bo'lgan energetika havfsizligi afzalligi tufayli, u sanoat uchun xom ashyoning keng spektridan ishlab chiqilishi mumkin, balki tarnsportirovka qilishda va doimiy bozorlardagi potentsial ekologik afzalliklari tufayli ham qabul qilingan”¹.

2003 moliya yili bajarilishi haqidagi Davlat Hisobotidagi bayonotda vodorodli yonilg'i texnologiyasi “... elektr, transport vositalari yonilg'isi va isitish va sovitish” kabi energetik xizmatlarni integrallashgan holda ishlab chiqarish uchun iqtisodiy rivojlanish yo'lini ta'minlaydi va iqtisodiy o'sish yangi markazlarining rivojlanishi uchun imkoniyatlarni taklif etadi. Lekin Amerika Qo'shma SHtatlari texnologiyaning bu turini to'liq amalga oshirishi uchun kamida 40 yil talab qilinadi (“Vodorod Iqtisodiyotiga O'tish” diagrammasiga qara). Hukumatda sanoatning Vodorodli Sohalari o'sishiga ko'maklashish hamda Amerika manfaatlarini himoya qilish va energiyaga qaram bo'lmasligi uchun rag'batlar mavjud.

“Vodorodli yonilg'i elementlari – bizning eramizning eng g'ayrat bag'ishlovchi, innovatsion texnologiyalardan biridir... Vodorod energiyasidan

¹ Kenneth Stafford. *Alternative Fuels for Automobiles*. 2008. 47 p.

foydalanishning eng katta natijalaridan biri, albatta, mamlakat energetik qaram bo'lmashligidir ..., bunda o'z uyimizning merosi haqida o'ylaymiz, mamlakatimizning kelajak avlodi horijiy energiya manbalariga tobe bo'lib qolmasliklari uchun bugun investitsiyasini jalb qilish haqida o'ylashimiz kerak. Mana shuning uchun men Kongress bilan ishlashga roziman, sababi mamlakatni yonilg'i elementining vodorod texnologiyalariga yo'naltirishdir. Aynan xalq manfaatlarini o'ylab biz shunday qilmoqchimiz”

- prezident Djordj Bush – kichik

Hozirgi vaqtda AQSHda yiliga 9 million tonna vodorod iste'mol qilinmoqda, uning katta qismini ishlab chiqarish iste'mol qilmoqda va juda kam qismi foyda uchun sotilmoqda. Yaqin kelajakda vodorod yonilg'isining katta qismi sanoatga va transportirovka qilish uchun sotiladigan bo'ladi, bunda avtomobil sanoati rivojlanishga majbur bo'ladi. Bu amerika iqtisodiyoti uchun katta ahamiyatga ega, chunki bizning qishloq xo'jaligi sanoati bo'lmagan eksportning 12% – avtomobillardir.

“Amerika hozirgi sanoatining muvaffaqiyati bizning odamlar va butun mamlakatimizning farovonligi uchun katta ahamiyatga ega. Masalan, amerika avtomobil sanoati – dunyodagi eng katta avtomobil sanoati bo'lib, u ishlab chiqarishda ikkinchi o'rinda bo'lgan Yaponiyaga nisbatan 30% ko'proq transport vositalarini ishlab chiqaradi. Avtomobillarning ishlab chiqarishda bevosita ishtirok etadigan har bir ishchiga avtomobil ishlab chiqarishning boshqa tarmoqlarida 7 ta o'rin to'g'ri keladi.”

Amerikaning avtomobilsozlari – alyumin, mis, temir, qo'rg'oshin, plastmassa, rezina, gazlama, vinil, po'lat va kompg'yuter mikrosxemalarini eng yirik sotib oluvchilaridan biridir. Avtomobil sanoati ham eng katta eksporter, u qishloq xo'jaligi bo'lmagan hamma eksportning 12%ini tashkil qiladi. Jahon bozorida raqobat bardosh bo'lib qolish Amerika iqtisodiyoti uchun muhim hisoblanadi.”¹

¹ Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 49 p.

3.2 Asosiy zararli moddalarning hosil bo'lishi

IYoD silindrlarida yonilg'i yonganda har xil zaharli moddalarning ko'p miqdori hosil bo'ladi, ular chala yonish va yonilg'i uglevodorodlari, azot oksidlari, oltinugurt birikmalarining termik parchalanishi mahsulotlaridan tarkib topadi.

Uglerod oksidi (SO) kislorod yetishmagandagi yonish paytida, dizellarda sovuq alangali reaksiyalar davomida yoki SO_2 dissotsiatsiyasida (asosan uchqun bilan o't oldiriladigan dvigatellarda) hosil bo'ladi.

Uchqun bilan o't oldiriladigan dvigatellar (DsIZ)da SO hosil bo'lishiga aralashma tarkibi ta'sir ko'rsatadi: u qanchalik boy bo'lsa, SO kontsentratsiyasi shunchalik yuqori bo'ladi. Dizellarda ishlangan gazlar tarkibida SO kontsentratsiyasi ko'p bo'lmaydi va u asosan aralashma hosil bo'lish jarayoni sifatiga bog'liq: u qanchalik yaxshi bo'lsa, SO shunchalik kam hosil bo'ladi.

Uglevodorodlar (SN) yonilg'ida boshidan mavjud bo'ladi yoki yonilg'i molekulalari parchalanganda hosil bo'ladi, bu molekulalar yonishda ishtirok etmagan bo'ladi. Ishlangan gazlar tarkibida uglevodorodlar yonish kamerasining nisbatan sovuq devorlari yaqinida alanga so'nishi natijasida, siqib chiqaruvchilardagi "qisilgan" hajmlarda va porshen va silindr orasidagi birinchi kompression halqa ustidagi "qisilgan" hajmda alanga so'nishi tufayli paydo bo'ladi.

Dizellarda uglevodorodlar boyib ketgan zonalarda hosil bo'ladi, u yerda yonilg'i molekulalari pirolizi sodir bo'ladi. Agar siqish jarayonida bu zonalarga yetarli miqdorda kislorod kelmasa, SN ishlangan gazlar tarkibiga o'tadi. Alanganlanish bo'lmaganda, chiqarish klapani yoki karter ventilyatsiyasi tizimi germetik bo'lmaganda hamda yonilg'i baki va karbyuratorda benzin bug'lanishi oqibatida uglevodorodlar atmosferaga chiqarib yuborilishi mumkin.

Zaharli moddalarning bu guruhiga kiruvchi har xil individual uglevodorodlar miqdori 200 dan ortadi.

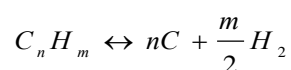
Benzol, toluol, politsiklik aromatik uglevodorodlar (PAU) va birinchi navbatda benz(a)pirena ($S_{20}N_{12}$) larning atmosferaga tashlanishi alohida ahamiyatga ega. Yuqori zaharli moddalarning bu guruhi harorat 600...700 K bo'lganda yonilg'ining yengil va o'rta fraksiyalari pirolizi natijasida hosil bo'ladi. Bunday

sharoitlar ishchi yo‘l vaqtida silindrning sovuq yuzalari yaqinida u yerda kislorod yetishmovchiligi bo‘lganda vujudga keladi. Yonilg‘ida benzol konsentratsiyasi qanchalik ko‘p bo‘lsa ishlangan gazlar tarkibida PAU miqdori shunchalik ko‘p bo‘ladi.

Qurum va qattiq zarrachalar. Qurum qattiq mahsulot bo‘lib, u asosan ugleroddan tarkib topadi. Qurumda ugleroddan tashqari 1...3 % (massasi bo‘yicha) vodorod bo‘ladi.

Qurum harorat 1500 K dan yuqori bo‘lganda termik parchalanish (piroliz) hajmiy jarayoni natijasida kislorod sezilarli yetishmaganda hosil bo‘ladi.

Piroliz reaksiyasi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

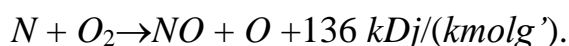
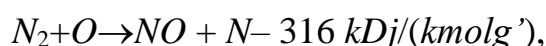


α 0,3...0,7 dan kichik bo‘lganda va gazlarning harorati va bosimiga bog‘liq bo‘lganda hamda yonilg‘i turiga bog‘liq holda qurum hosil bo‘lishi boshlanadi.

Uchqun bilan o‘t oldiriladigan dvigatellarda yonishda aralashma alanganishining konsentratsion chegaralari qurum hosil bo‘lishi boshlanishining ko‘rsatilgan chegaralariga mos kelmaydi. Shu sababli uchqun bilan o‘t oldiriladigan dvigatellarda ishlangan gazlar tarkibida qurum miqdori sezilsiz darajada bo‘ladi.

Dizellarda yonishda yuqori haroratli alanga zonalariga boy aralashmali zonalar tutashadi, u yerda diffuzion yonib tugashda va kislorod kam bo‘lganda piroliz uchun qulay sharoitlar hosil bo‘ladi. Qurum zarrachalari ko‘p qismining o‘lchamlari 0,4...5 *mkm* bo‘ladi. Ishlangan gazlarda qurum zarrachalarining konsentratsiyasi kengayish jarayonida yonib tugashga bog‘liq, u paytda zarrachalarga kislorod yetib keladi. Chiqarishdagi qora tutun ishlangan gazlarda qurum borligini bildiradi.

Azot Oksidlari (NO_x). Agar silindrdagi harorat 1200 K dan yuqori bo‘lsa havo tarkibidagi azot va kislorod zanjirli mexaniz bo‘yicha o‘zaro kimyoviy ta’sirga kirishishadi:



Yuqoridagi reaksiya hal qiluvchi hisoblanadi, uning tezligi atomar kislorod kontsentratsiyasiga bog'liq. Yonishda dvigatel silindrlarida asosan azot oksidi NO hosil bo'ladi (qolgan hamma azot oksidlarining 95 % dan ko'pini tashkil qiladi).

Uchqun bilan o't oldiriladigan dvigatelda azot oksidlanishi va NO hosil bo'lishi alanga fronti ortida yonish mahsulotlari zonasida sodir bo'ladi, u yerda harorat eng yuqori bo'ladi. Gazlar harorati ko'tarilishi va kislorod kontsentratsiyasi ortishi bilan NO hosil bo'lishi keskin ortadi.

Dizellarda yonishda NO hosil bo'lishi aralashmaning lokal tarkibi va harorat bilan belgilanadi. Dizelning yonish birinchi bo'ladigan va harorat 2000 K dan yuqori bo'lgan zonada eng ko'p vaqt bo'lgan zaryadlarda NO eng ko'p miqdorda hosil bo'ladi.

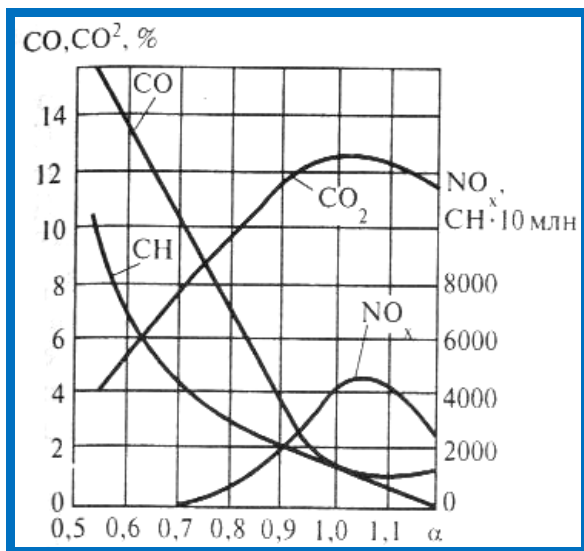
3.3 Uchqun bilan o't oldiriladigan dvigatellarda ishlangan gazlar tarkibida zararli moddalar miqdorini kamaytirish

Ishlangan gazlar tarkibida zararli moddalar miqdorini kamaytirish uchun juda ko'p turli tadbirlardan foydalaniladi, jumladan maxsus antizaharli qurilmalar va tizimlar qo'llaniladi. U yoki bu strategiyani tanlash ta'minlanishi talab qilingan ishlangan gazlar zaharliligi darajasiga bog'liq.

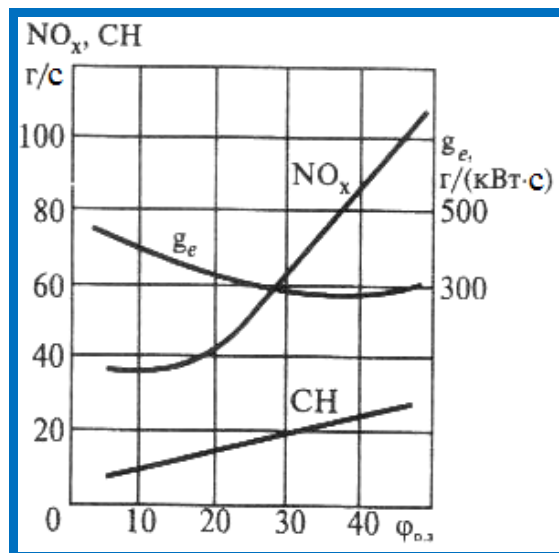
Yonilg'i uzatish va o't oldirish tizimlarini takomillashtirish. Aralashma tarkibi ishlangan gazlar tarkibiga hal qiluvchi ta'sir o'tkazadi (3.1 – rasm). Ishlangan gazlarda aralashma boyib borishi bilan SO va SN kabi komponentlar kontsentratsiyasining ortishi kislorod yetishmasligining ortishi bilan tushuntiriladi. Ikkinchi tarafdin juda kambag'al aralashmalarda SN kontsentratsiyasi paydo bo'layotgan alanganish o'tkazib yuborishlari tufayli ortadi.

NO_x kontsentratsiyasi aralashma $\alpha \approx 1,05$ gacha kambag'allashib borgani sari ishlangan gazlarda O_2 miqdori ortib borishi va yonish jarayoni harorati ko'tarilishi oqibatida sodir bo'ladi. Aralashma kambag'allashib borgani sari yonish haroratining pasayishi hal qiluvchi ahamiyatga ega bo'ladi.

Ikkinchi tarafdin o't oldirish ilgariligi burchagi φ_{oz} ham NO_x va SN hosil bo'lishiga kuchli ta'sir qiladi. (3.2 - rasm).



3.1 – rasm. Ishlangan gazlar tarkibiga α ning ta'siri



3.2 – rasm. NO_x va SN hosil bo'lishiga φ_{oz} ning ta'siri

Bu ta'sir shu bilan bog'langanki, φ_{oz} ortishi bilan yonish jarayoni harorati ko'tariladi va shu bilan birga hosil bo'layotgan NO_x miqdori ham ortadi. φ_{oz} kamayishi bilan yonish tobora kengayish liniyasiga surilib boradi, kengayish jarayoni oxirida va chiqarish tizimida ishlangan gazlar harorati ortadi, bu esa SN ning to'liqroq oksidlanishini ta'minlaydi.

SHu sababli ishlangan gazlar zaharliligi bilan kurashishning boshlang'ich bosqichida asosan yonuvchi aralashma dozalanishini optimallashtirish va uning ishonchliroq va stabilroq yonishini ta'minlash yo'li bilan yonilg'i to'liq yonishini oshirishga yo'nalgan tadbirlar kompleksidan foydalanilgan.

Ishlangan gazlar retsirkulyatsiyasi. Retsirkulyatsiya ishlangan gazlarning bir qismini chiqarish tizimidan kiritish tizimiga o'tkazib yuborish vositasida amalga oshiriladi. Gaz taqsimlash fazalari o'zgaruvchi bo'lgan dvigatellarda kiritish klapani oldin ochilganda yoki chiqarish klapani oldin yopilganda ishlangan gazlarning ko'proq qismi silindrda qoladi, shu tufayli «ichki retsirkulyatsiya» ta'minlanadi. Buning natijasida ishchi aralashma massasi ortadi (uning issiqlik sig'imi ham mos ravishda ortadi), bu yonish haroratini pasaytiradi, demak, azot oksida hosil bo'lishini ham kamaytiradi.

Demak ishlangan gazlar retsirkulyatsiyasidan NO_x larni hosil bo'lishini kamaytirish uchun foydalaniladi.

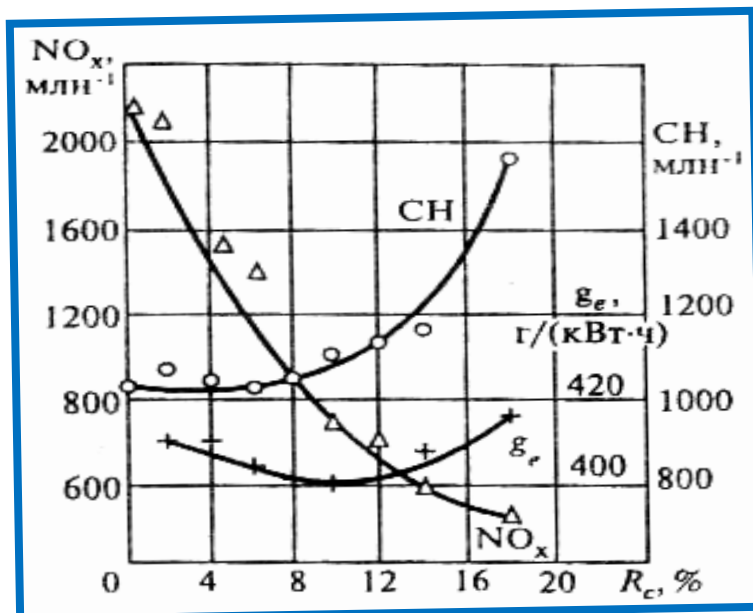
Retsirkulyatsiyada kiritish jarayonida nasos yo'qotishlari biroz kamayadi, bu dvigatel yonilg'i tejamkorligini yaxshilash uchun asos yaratadi. Bundan tashqari retsirkulyatsiyada dissotsiatsiya va issiqlik uzatishga yo'qotishlar pasayadi, siklning termik foydali ish koeffitsienti esa ortadi (yonish mahsulotlari haroratining pasayishi va bunga mos adiabata ko'rsatkichining kattalashishi natijasida issiqlik sig'imi kamayishi hisobiga).

Ikkinchi tarafdin, ishlangan gazlar retsirkulyatsiyasi ortishi bilan issiqlik ajralishi jarayoni cho'ziladi, sikllar ketma-ketligining nostabilligi kuchayadi va SN atmosferaga chiqarilishi ortadi.

Yuqorida qayd etilgan omillarning birgalikdagi ta'siri natijasida ishlangan gazlar retsirkulyatsiyasi ortishi bilan dvigatel tejamkorligi oldin biroz yaxshilanadi, so'ngra yomonlashadi, bu retsirkulyatsiyaning maqsadga muvofiq darajasi R_c ni cheklaydi.

Amaliyot shuni ko'rsatdiki retsirkulyatsiya $R_s = 15...20\%$ bo'lganda NO_x chiqarilishining kamayishi $60...80\%$ ga yetishi mumkin (3.3-rasm).

$R_s > 10\%$ bo'lganda odatda yonilg'i tejamkorligi yomonlashishi kuzatiladi. Bunda yonish tez boradigan dvigatellarda g_e ortishi R_s ning kattaroq qiymatlarida boshlanadi.



3.3-rasm. Retsirkulyatsiya darajasi R_s ning NO_x va SN chiqarilishiga ta'siri

SN chiqarilishi va g_e ning ko'proq kattalashishining oldini olish uchun odatda R_s 20% dan ortmaydi.

Dvigatel yukiga qarab retsirkulyatsiyaning optimal darajasini o'zgartirish zarur: yuk ortishi bilan siklning maksimal harorati ko'tariladi va yonuvchi aralashma kambag'allashadi, shuning uchun bu holda R_s ni orttirish lozim. Drossel to'sig'i to'liq ochilganda ishlangan gazlar retsirkulyatsiyasi maksimal quvvatni olish imkonini bermaydi, shuning uchun bu ish rejimlarida $R_s = 0$ bo'lishini ta'minlash maqsadga muvofiq bo'ladi.

Dvigatel yukiga bog'liq holda R_s ni o'zgartirish pnevmoyuritmal retsirkulyatsiyaning maxsus klapani yordamida amalga oshiriladi.

Ishlangan gazlarni neytrallash. Dvigatel chiqarish tizimida ishlangan gazlarni qayta ishlash uchun mo'ljallangan qurilma neytralizator deyiladi.

Oksidlovchi katalitik neytralizatorlar. Bu neytralizatorlar SO va SN ni oksidlash uchun xizmat qiladi, ular harorat 300...800 °S bo'lganda effektiv ishlaydi. Harorat bundan yuqori bo'lganda va ayniqsa etillangan benzindan foydalanilganda neytralizator tezda dezaktivlashadi. Katalizatorlar sifatida platina va palladiydan foydalaniladi. Oksidlovchi neytralizatorlar $\alpha < 1$ bo'lganda maxsus havo nasoslari qo'llanilishini talab qiladi hamda NO_x chiqarilishi muammosini yechmasdan qoldiradi.

Uchkomponentli katalitik neytralizatorlar. NO_x ni neytrallash uchun uni azot N_2 va ammiak NH_3 gacha qayta tiklash reaksiyalaridan foydalaniladi. Qayta tiklovchilar sifatida ishlangan gazlar tarkibidagi SO , SN va H_2 dan foydalaniladi. Dvigatel stexiometrik aralashmada ishlaganida NO ni qayta tiklovchi asosiy mahsulot bo'lib N_2 xizmat qiladi, boy aralashmalarda esa ko'proq NH_3 hosil bo'ladi.

Neytralizator narxini pasaytirish uchun uchmetalli katalizator: platina, palladiy, radiy 1:16:1 yoki 1:28:1 nisbatda qo'llaniladi. Bitta neytralizatorga 1,5 dan 3 g gacha platina sarflanadi. Uchkomponentli neytralizator tizimidan foydalanilganda etillangan benzindan foydalanishga yo'l qo'yib bo'lmaydi.

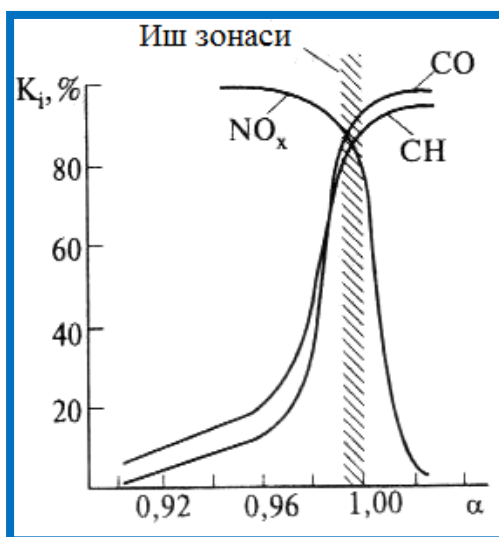
NO_x qayta tiklanganda bir paytda SO va SN larning oksidlanishi sodir bo‘ladi. Bunday neytralizator uchkomponentli yoki bifunksional, ya‘ni qayta tiklovchi va oksidlovchi deb ataladi.

Neytralizatorlarda har xil gazlarning katalitik o‘zgarishi darajasi qayta o‘zgarish koeffitsienti bilan baholanadi

$$K_i = \frac{C_{iBX} - C_{iBYX}}{C_{iBX}} \cdot 100 \%$$

bu yerda K_i – i -komponentning qayta o‘zgarish koeffitsienti;

S_{iVX} , C_{iVQX} – mos ravishda neytralizatorga kirish va undan chiqishda bu komponentning konsentratsiyasi.



3.4-rasm. Uchkomponentli neytralizatorning effektiv ishlash zonasi

Bir paytda uchta normalanayotgan komponentlar bo‘yicha K_i ning eng katta qiymatiga ($K_i \approx 0,9$) (3.4-rasm) dvigatel biroz boyigan aralashmada ($\alpha = 0,98 \dots 0,99$) ishlaganida erishiladi, chunki bu holda NO qayta tiklanganda ajralib chiqayotgan kislorod miqdori N_2 , SO va SN oksidlanishi uchun yetarli bo‘ladi.

Stexiometrik aralashma yaqinida qayta o‘zgarish koeffitsientlari keskin o‘zgaradi, chunki neytralizator effektiv ishlashi uchun aralashma tarkibini $\alpha \approx 1$ qilib yuqori aniqlikda ushlab turilishini ta‘minlash talab qilinadi, bunga faqat manfiy qayta bog‘lanishli elektron boshqariladigan yonilg‘i purkash tizimlaridan foydalanish yo‘li bilan erishish mumkin.

Dvigatelni ishga tushirishda va uni qizdirishda SN chiqishini kamaytirish. Sovuq dvigatel ishga tushirilganda katalitik neytralizator ishlamaydi, chunki undagi harorat yetarli darajada yuqori emas, bundan tashqari, dvigatel bu vaqtda boyitilgan aralashmalarda ishlaydi va ishlangan gazlar tarkibida SN ni neytralizatorida oksidlash uchun zarur bo'lgan kislorod bo'lmaydi.

Shu sababli neytralizator qizishini tezlashtiruvchi har xil metodlardan foydalanish hamda elektr yuritmalari maxsus nasos yordamida neytralizatorgacha ishlangan gazlar oqimiga havo berishdan foydalanish ahamiyati ortib bormoqda.

Neytralizatorni tezroq qizdirishga uni dvigatelga yaqinroq o'rnatish, chiqarish klapani va neytralizator orasida chiqarish tizimini termoizolyatsiyalash, neytralizatorni elektr yordamida qizdirish, o't oldirish ilgariligini kamaytirish yoki ishlangan gazlar haroratini orttirish maqsadida kengayish taktida yonilg'ining ma'lum miqdorini yondirish bilan erishiladi.

λ -zond taxminan $t = 300$ °S bo'lganda ishlay boshlagani sababli, uni elektr yordamida qizdirishni qo'llash ko'proq qo'llanilmoqda. Ba'zi hollarda start neytralizatoridan foydalaniladi, u asosiya nisbatan kichikroq o'lchamlarga ega va u undan oldin yoki unga parallel o'rnatiladi. Keyingi holda ishlangan gazlarni butun oqimi start neytralizatoriga yo'naltiriladi, u tez qiziydi, so'ngra ishlangan gazlar oqimi maxsus zaslonka bilan asosiy neytralizatorga yo'naltiriladi.

Yangi yonilg'ilar. Ma'lum istiqbollari benzin xossasini yaxshilashga bog'langan, chunki u ishlangan gazlar zaharliligiga ta'sir qiladi. Bu benzin tarkibida oltingugurt va aromatik uglevodlar miqdorining kamaytirilishiga taalluqli (kantserogen moddalar chiqishini kamaytirish uchun). Ikki xil benzindan – standartlashtirilgan va modifitsirlashgan (1/3 aromatiklar efir bilan almashtirilgan) – foydalanilganda avtomobillarda o'tkazilgan qiyosiy sinovlar shuni ko'rsatdiki, modifitsirlashgan benzindan foydalanilganda SN chiqishi 10% ga, SO₂ 20% ga va NO_x chiqishi 33% ga kamaygan, oltingugurt va kantserogen moddalar chiqishi ko'p marta kamaygan.

O'tkazilgan tajribalar shuni ko'rsatdiki, benzina 15% metanol (SN_3ON) qo'shilganda zararli moddalar chiqishi 25...30% ga kamaygan, dvigatel faqat metanolda ishlaganda bu kamayish 50% gacha yetgan.

Metanoldan foydalanilgandagi asosiy murakkablik shundaki, u zaharli va metall rezina va plastmassalarga nisbatan katta korrozion agressivlikka ega.

Siqilgan va suyuqlashtirilgan gazlardan foydalanish uchqun bilan o't oldiradigan dvigatellar ishlangan gazlarining zaharliligini kamaytirishga ma'lum hissa qo'shdi. Bu ma'noda suyuqlashtirilgan gazning samaradorligi kamroq, chunki undan foydalanilganda ishlangan gazlar zaharliligini kamaytirish dvigatel benzinda ishlaganiga qaraganda kambag'alroq aralashmalarni yoqishi natijasida erishiladi.

Dvigatellarni siqilgan tabiiy gazdan ta'minlashga o'tkazish samaraliroq ekologik effekt beradi, sababi tabiiy gazning elementar tarkibi benzin tarkibiga qaraganda sezilarli farqlanadi. Masalan, sinovlar o'tkazilganda SO chiqarilishi o'rtacha ikki marta, SN chiqarilishi 15...40%, NO_x chiqarilishi esa 15% dan kam bo'lishi registratsiya qilingan. Shu bilan birga siqilgan gazda ishlaganda SO_2 chiqishi kamayishi va ishlangan gazlar tarkibida og'ir uglevodorodlar yo'qligi ham registratsiya qilingan.

Uchqun bilan o't oldiriladigan dvigatellarda yuqorida qayd etilgan usullar bilan ishlangan gazlar zaharliligini kamaytirish rezervi bugungi kunda deyarli qolmadi va bu maxsus tadbirlarni ishlab chiqish va qo'llashni talab qilmoqda.

Ishlangan gazlar tarkibida SO , SO_2 va SM lar umuman bo'lmasligiga erishish motor yonilg'isi sifatida vodoroddan foydalanilganda erishish mumkin. Bunda biroz kambag'allashtirilgan aralashmalarda dvigatel ishlaganda vodorod yonishi harorati yuqori bo'lganligi sababli benzinda ishlaganga qaraganda NO_x ($NO_{xmax} = 5000...5500 \text{ mln}^{-1}$) miqdori ko'proq hosil bo'ladi, YeSE testi bo'yicha o'tkazilgan sinovlar benzinda ishlaganga nisbatan NO_x chiqishi kamayishi kuzatilgan (ancho kambag'al vodorod-havo aralashmalaridan foydalanilganligi sababli)¹.

¹ Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 1: Gasoline and gas engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 84 p.

Bugungi kunda vodorodning narxi juda yuqori, bundan tashqari, dvigatel vodorod bilan ta'minlashga o'tkazilganda maksimal quvvat kamayadi, qayta alanganishlar (aralashmaning kiritish tizimida alanganishi va yonishi) paydo bo'ladi, metallar yuza qatlamlarida vodorod bilan to'yinish natijasida "vodorod mo'rtligi" paydo bo'ladi. Avtomobil bortida gazsimon N_2 ni saqlashni tashkil qilishda (gazsimon vodorodning hajmiy yonish issiqligi juda kichik bo'lganligi sababli) yoki suyuq N_2 kriogen baklarida saqlanganda hamda N_2 ni ishlab chiqarish, transportirovka qilish va saqlashda katta qiyinchiliklar tug'iladi.

Kambag'al aralashmalar va qatlamli zaryadlardan foydalanish. Siqish darajasini va elektr uchquni quvvatini oshirish bilan birga silindrdagi zaryad harakatlanishi intensivligini boshqarish $\alpha = 1,5...1,7$ gacha kambag'allashtirilgan aralashmani effektiv yoqish imkonini beradi. juda kambag'allashgan aralashmada dvigatel ishlaganda NO_x chiqarilishi deyarli sezilarli bo'lmaydi, SN va SO chiqishlari bilan kurashish esa oksidlovchi neytralizator yordamida amalga oshiriladi. Aralashma haddan tashqari kambag'allashtirilganda aralashmani uchqun bilan o'tildirish va yonishning nostabilligi kabi muammolar paydo bo'ladi.

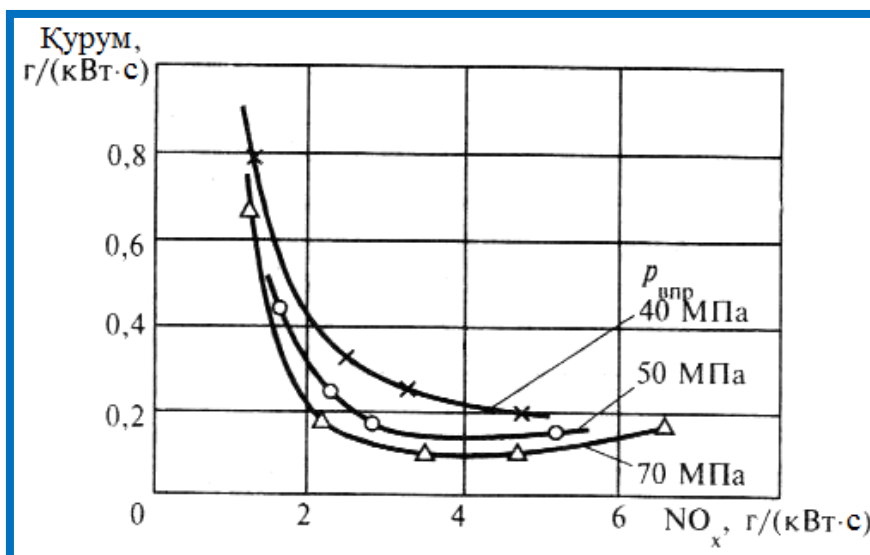
Qatlamlangan zaryadlardan foydalanish, ular xususan benzin silindrga purkalganda shakllanadi, tarkibida kislodrod bo'lgan ishlangan gazlardagi NO_x ni samarali neytrallashtirishni talab qiladi. DENOX adsorbtsion-katalitik neytralizator shu maqsadda ishlangan.

3.4 Dizellar ishlagan gazlaridagi zararli moddalar miqdorini kamaytirish

Aralashma hosil qilish va yonish jarayonlarini takomillashtirish– NO_x va zarrachalar chiqishlari va yonilg'i tejamkorligi orasidagi kompromisni topishdadir.

Yonish tezligi ortishi NO_x chiqindilari chiqishini ko'paytiradi, lekin bunda dvigatel yonilg'i tejamkorligi yaxshilanadi.

Aralashma hosil bo'lish va yonish jarayonlarini takomillashtirish shu bilan murakkablashadiki, NO_x chiqishini kamaytirishga yo'nalgan tadbirlar, odatda, zarrachalar chiqishini ko'paytiradi (3.5-rasm).



3.5-rasm. Qurum va NO_x chiqishlari orasidagi o‘zaro bog‘liqlik ($p=1500 \text{ min}^{-1}$; $r_e=0,3 \text{ MPa}$)

Yonilg‘ini juda mayda tomchili qilib purkash yonish to‘liqligini yaxshilaydi va qurumlar chiqishini kamaytiradi, lekin siklning ko‘tarilib borayotgan harorati sababli NO_x hosil bo‘lishi ortadi.

Ajratilmagan kamerali dizellarda ishlangan gazlar zaharliligi va tutunligi ko‘p jihatdan zaryadning uyurma harakati intensivligiga va uni shakl parametrlari va yonilg‘i mayda purkalishi bilan muvofiqlashganligiga bog‘liq.

Plyonkali (devorga yopishgan) aralashmali dizellarda, ayniqsa ishga tushirish va qizitish rejimlarida, SO , SN va aldegidlar ko‘p hosil bo‘ladi.

Old kamera yoki uyurma kamerada yonish past haroratda va kichik α da kechadi. Asosiy kamerada zaryadning yonib tugashi ham nisbatan yuqori bo‘lmagan haroratlarda boradi. Shu sababli ajratilgan kamerali dizellarda yonishda yonish kamerasi porshen tubida joylashgan dizellarga qaraganda NO_x kam hosil bo‘ladi. Bundan tashqari ajratilgan kamerali dizellar ishlangan gazlar bilan to‘liq yonmagan mahsulotlarni kam chiqaradi, tutun chiqishi kamayadi, bu porshen ustidagi hajmda SO , SN va qurum yaxshi yonib tugashi bilan tushuntiriladi¹.

Nadduv qo‘llanganda odatda α ni tashqi tezlik xarakteristikasi bo‘yicha kattalashtirishadi, bu ishlangan gazlar zaharliligi va qurumlar chiqishi kamayishiga

¹ Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 2: Diesel engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 41 p.

ko‘maklashadi. Havo oraliq sovutilishidan foydalanilganda bu kamayish yanada sezilarliroq bo‘ladi, chunki soviganda zaryaddagi kislorod konsentratsiyasi ko‘payadi. Masalan, turbonadduvli va havo oraliqda sovutiladigan dizellarda nadduvsiz dizellarga nisbatan NO_x va qurum zarrachalari chiqishi taxminan 30% ga kamayadi.

Qisman yuklarda ishlaganda r_{vpr} ning ortishi, bunda o‘z-o‘zidan alanganish tutilib qolishining yonilg‘i purkalishi davomiyligiga nisbatan katta bo‘ladi, NO_x hosil bo‘lishiga dvigatel to‘liq yukda ishlaganiga qaraganda kuchliroq bo‘ladi.

NO_x chiqishi ko‘payib ketishini oldini olish va shovqinni kamaytirish uchun, purkash boshlanishida yonilg‘ini berish (taxminan o‘z-o‘zidan alanganish ushlanib qolish davri davomida) kamaytirish maqsadga muvofiq bo‘ladi. Bu muammoni yechishda radikal yechim – oldin yonilg‘ining kichik miqdorini, so‘ngra asosiy qismini purkash bo‘ladi. Ikkinchi tarafdin, yonilg‘i purkalishi davomiyligining uzayishi va yonilg‘i uzatilishi oxirining cho‘zilganligi qurum hosil bo‘lishini orttiradi va buning oqibati sifatida zarrachalar chiqishi ko‘payadi. Purkash ilgari burchagi $\varphi_{o.vp}$ alanganish ushlanib qolishi davri davomiyligi θ_l ni va bu davrda purkalgan yonilg‘i ulishini o‘zgartiradi, bu esa diffuzion yonish davomiyligiga ta‘sir qiladi. Masalan, agar θ_l qisqarsa, tez yonish bog‘shlanguncha purkalgan yonilg‘i ulushi ΔV_i kamayadi, ishlangan gazlar tutunligi esa mos ravishda ortadi.

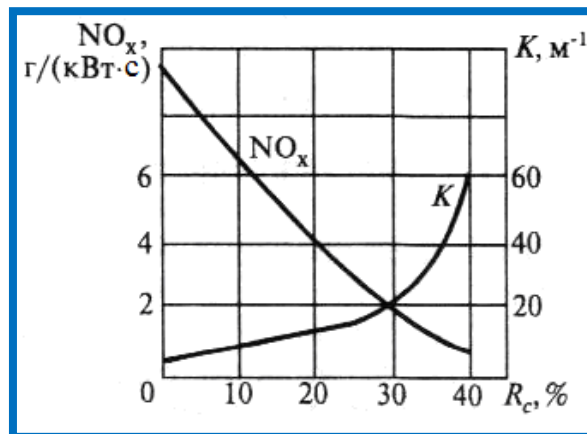
$\varphi_{o.vp}$ kamaytirilganda yonish harorati pasayishi natijasida NO_x hosil bo‘lishi sezilarli darajada sekinlashadi, lekin bunda dvigatelning yonilg‘i tejamkorligi biroz yomonlashadi. Bunga qaramasdan zamonaviy dizellar bir qator rejimlarda YuCHH yoki hatto YuCHHdan 1...3 gradus o‘tgandan keyin yonilg‘i purkalishi boshlanadi.

Ishlangan gazlar retsirkulyatsiyasi. Retsirkulyatsiya darajasi ortganda alanganishning ushlanib turish davomiyligi uzayadi, issiqlik ajralib chiqish tezligi sekinlashadi, NO_x chiqishi sezilarli kamayadi (3.6-rasm). Retsirkulyatsiya gazlari sovutilganda bu effektlar kuchayadi. Dvigatel to‘liq yuklarda ishlaganda

retsirkulyatsiya qurum chiqishini sezilarli darajada oshiradi, shu sababli undan foydalanish o'rta va kichik yuklarda ishlaganda maqsadga muvofiq bo'ladi.

O'tkazilgan sinovlar shuni ko'rsatdiki chiqadigan NO_x ning 8...10% salt ishi rejimiga to'g'ri kelar ekan. Shu sababli hamda shovqinni kamaytirish maqsadida dvigatel salt ishi rejimida ishlaganda retsirkulyatsiya qiymati sezilarli kattalikkacha (50% gacha) ortadi.

Retsirkulyatsiyalovchi gazlarni sovitish NO_x va zarrachalar chiqishini kamaytiradi.



3.6-rasm. R_s retsirkulyatsiya darajasining NO_x chiqishi va oqim yoriqligi pasayishining natural ko'rsatkichiga ta'siri ($p=2000 \text{ min}^{-1}$; $r_e=0,2 \text{ MPa}$)

Retsirkulyatsiyalovchi gazlarni sovitish uchun ishonchli va samarali issiqlik almashtirgichni yaratish – murakkab masala, sababi dizeldan chiqayotgan ishlangan gazlar tarkibidagi qatlamlar va iflosliklardir.

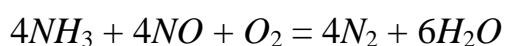
Ishlangan gazlarni neytrallashtirish. Katalitik oksidlovchi neytralizatorlar yengil avtomobillar va katta bo'lmagan yuk mashinalarining tezyurar dizellarida keng foydalaniladi. Bunga sabab – ushbu dizellar ishlangan gazlarining harorati SN , SO , zarrachalarning eruvchi organik tashkil qiluvchilari va alg'degidlar oksidlanishi uchun yetarlidir, boshqa tarafdin, u sulg'fadlarning ko'p miqdori hosil bo'lishi uchun yetarli emas. Yuqori haroratlarda neytralizatorlarda oldin silindrlardan chiqayotgan SO_2SO_3 gacha oksidlanadi, so'ngra SO_3 suv bug'lari, organik va noorganik zarrachalar bilan reaksiyaga kirishadi, bunda sulfadlar hosil bo'ladi, ular esa zarrachalar chiqishini sezilarli darajada ko'paytiradi. Shu sababli yuk

avtomobillari dizellari uchun katalitik oksidlovchi neytralizatorlardan foydalanish ancha murakkab muammo.

Katalitik oksidlovchi neytralizatorida harorat 300 °S dan yuqori bo'lganda dizellar ishlangan gazlari ishlovdan o'tgandan keyin SO konsentratsiyasi 85...90% ga, SN konsentratsiyasi esa 75...80% ga kamayadi.

Dizel asosiy ish rejimlarida NO_x ni neytrallashtirish muammosi selektiv (yoki DENOX) deb nomlangan maxsus neytralizatorlarni ishlab chiqishni talab qildi. Bu neytralizatorlar quyidagicha ishlaydi: chiqarish tizimiga (neytralizatorgacha) ammiak NH_3 , mochevina $(NH_2)_2$ va uglevodorod yonilg'isi beriladi, bundan maqsad ishlangan gazlar tarkibidagi erkin O_2 ni kimyoviy bog'lash.

NH_3 foydalanilganda NO ning qayta tiklanishi quyidagi reaksiya bo'yicha boradi:



Selektiv neytralizatorida harorat $t=300...420$ °S bo'lganda NO_x kamayishi 90% ni tashkil qilishi mumkin.

Ammiak yoki mochevinadan foydalanilganda avtomobil bortida maxsus hajm va dozlash tizimi bo'lishi zarur, ular uzatishni dizel ish rejimiga muvofiq ta'minlashadi. Peredozirovka bo'lganda hamda SO , SN va aldegidlar zarrachalarining eriydigan organik qismlari chiqarilishini kamaytirish uchun selektiv bilan birga katalitik oksidlovchi neytralizator ham ishlashi kerak.

Agar NO_x ni qayta tiklash uchun uglevodoroddan foydalanilsa, yaxshi natijalar silindrga dizel yonilg'isi asosiy yonish tugugandan keyin berilganda olinadi, bu paytda harorat hali yetarli darajada yuqori bo'ladi. Bu dizel yonilg'isi qo'shimcha dozasining issiqligidan qayta foydalanishni ta'minlaydi. Umuman olganda, ammiak, mochevina yoki uglevodorod yonilg'isi mos ravishda sarflanishiga qaramasdan, dizel umumiy tejamkorligining saqlanib qolishi kutiladi, chunki bunda uni retsirkulyatsiya bilan yomonlash yoki NO_x hosil bo'lishini kamaytirish uchun kechiktirib purkashdan foydalanish zarur bo'lmaydi. DENOX neytralizatorida NO_x qayta tiklanishi darajasi 30...45% dan kam bo'lmasligi kerak.

Yonilg'ilar va prisadkalar. TSetan soni orttirilganda yuk avtomobillari dizellari NO_x ni chiqarishni kamaytiradi, lekin yengil avtomobillarning yuqori oborotli dizellarida zarrachalar chiqishi ko'payadi.

Shu bilan birga hamma dizellar uchun SN va SO chiqishining kamayishi kuzatiladi.

Dizel yonilg'isi tarkibida yengil fraktsiyalar qanchalik ko'p bo'lsa, yonish kamerasidagi aralashma tarkibi shunchalik bir xil bo'ladi, bu ishlangan gazlar tutunining kamayishiga va ulardagi NO_x miqdorining pasayishiga olib keladi.

Dizel yonilg'isi tarkibida oltingugurt bo'lishi murakkab muammoni tug'diradi. Dizel katalitik oksidlovchi neytralizator bilan ishlaganda unda yuqori harotlarda sulfadlar hosil bo'lishining intensiv jarayoni kechadi, bu atmosferaga zarrachalar chiqishini keskin ko'paytiradi.

Dizel yonilg'isi tarkibida aromatik uglevodorodlarning kamayishi kantserogen moddalar chiqishini keskin kamaytirish mumkin.

Dizel yonilg'isiga 1% miqdorida prisadkalar qo'shilishi, masalan bariy yoki marganets asosidagi, ishlangan gazlar tutuniligini bir necha marta kamaytirish va ulardagi aldegidlar va benz(a)piren miqdorini kamaytirish imkonini beradi. Dizel yonilg'isiga qo'shimcha sifatida spirtlardan foydalanganda zarrachalar chiqishi keskin kamayadi va NO_x va SO chiqishi ham kamayadi. Lekin bunda SN chiqishi keskin ortadi.

Suvni dizelning kiritish truboprovodiga yoki silindriga uzatish bilan NO_x chiqishi kamayishiga erishish mumkin. Oxirgi holda suv silindrga yonilg'i bilan birga yoki suv-yonilg'i emulsiyasi ko'rinishida berilishi mumkin.

Dizel yonilg'isiga suv 30% (massasi bo'yicha) qo'shilganda NO_x kontsentratsiyasi taxminan 30% ga kamayadi. Shu bilan birga ishlangan gazlar tutunligi va SO chiqishi ham kamayadi. NO_x chiqishining kamayishi qo'shilgan suv miqdoriga chiziqli bog'liq va yuk, purkash ilgariligi burchagi yoki val aylanishlar chastotasi ortishi bilan ko'payadi. Lekin NO_x hosil bo'lishini kamaytirish uchun suvni qo'shish quyidagi amaliy muammolarga duch keltiradi: suvning muzlashi,

emulsiyaning qatlamlarga bo'linishi (ayniqsa past haroratlarda), korroziyaning vujudga kelishi va ba'zi detallar yeyilishining tezlashishi.

Dizel yonilg'isi o'rniga dimetilefir (DME)dan foydalanish shovqinni, zarrachalar chiqishini, NO_x va SN chiqishlarni kamaytiradi. DMEning muhim afzalligi – uning tutun hosil qilmasdan yonishidir.

Dizellar uchun boshqa muqobil yonilg'i sifatida rapsdan olingan o'simlik moyidan foydalanish mumkin. toza ko'rinishda raps moyidan foydalanib bo'lmaydi, chunki u yonganda forsunkalar kokslanadi, yonilg'i tizimida yopishma qatlamlar va moylash tizimida smolalar hosil bo'ladi. Rasp moyi mos ravishda qayta ishlangandan keyin o'zining xarakteristikalari bo'yicha DMEga yaqin bo'lgan yonilg'i olinishi mumkin. Uning tarkibida metilefir bo'lganligi sababli u MERM (metilovqy efir rapsovogo masla) belgilanishini oldi.

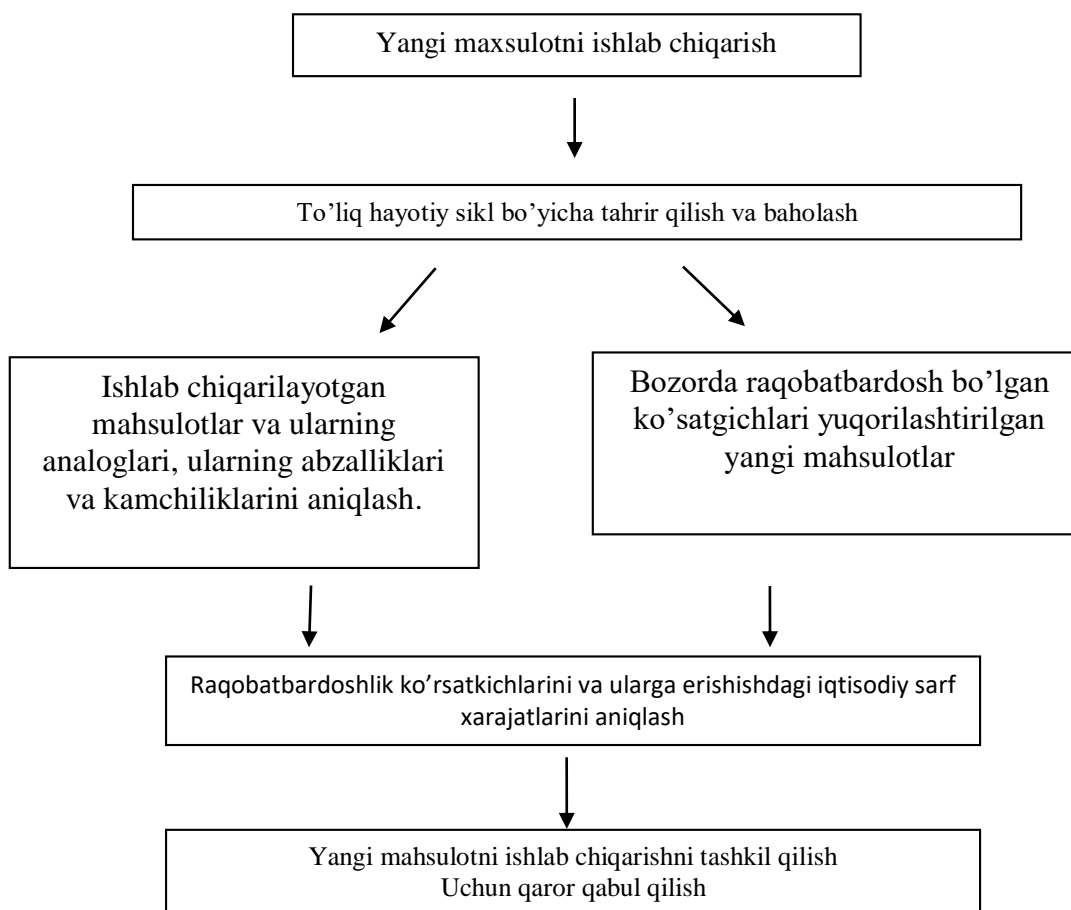
Zarrachalar uchun filtrlar. Mos filtrlar yordamida ishlangan gazlarni zarrachalardan nisbatan qiynalmasdan tozalash mumkin. Lekin bunda filtrlar tez tiqilib qoladi, chiqishdagi qarshi bosim esa keskin ortadi.

Filtrlarni tozalash ancha murakkab muammo. Uni filg'tlovchi elementlarni almashtirish yo'li bilan yoki avtomobil bortida ularni regeneratsiya qilish yo'li bilan yechish mumkin. Oxirgi holda elektr energiyasi va maxsus gorelkalardan foydalaniladi, ular filtrdagi yopishma qatlamlar yonib tugashini tahminlaydi.

Qurum yonib tugashini intensivlashtirish uchun katalizatorlar (qimmatbaho metallar yoki mis)dan foydalaniladi hamda yonilg'iga seziy prisadkasi qo'shiladi. Bu tadbirlar tarkibida uglevodorod bo'lgan zarrachalar yonishi haroratini 300...400 °S gacha pasaytiradi. Filtrlarning eng yaxshi namunalari ularni 10...12 soat ishlagandan keyin tozalashni talab qiladi, bu murakkab ish va qimmat turadi, uning ishonchliligi esa yetarli darajada emas.

IYoDning energiya-ekologik ko'rsatkichlarini baholash

Yangi mahsulotni ishlab chiqarish sxemasi



Nazorat savollari

1. Zararli moddalar qanday hosil bo'ladi?
2. Uchqun bilan o't oldiriladigan dvigatellarda ishlangan gazlardagi zararli moddalar miqdorini qanday pasaytirish mumkin?
3. Dizellarda ishlangan gazlardagi zararli moddalar miqdorini qanday pasaytirish mumkin?

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008.
 2. Richard Folkson, Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance. Woodhead Publishing Limited, 2015. 78-92
- “.

3. Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 1: Gasoline and gas engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 67-78 “.
4. Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 2: Diesel engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 39-43 “.
5. Engineering Fundamentals of IC Engines (Willard W. University of Wisconsin).291-322 “.
6. Bazarov B.I., Kalauov S.A., Vasidov A.X. Muqobil motor yonilgisi. – Tashkent: SHAMS ASA, 2014. – 189 s. (104-118 ss.)
7. Bazarov B.I. Ekologicheskaya bezopasnost avtotransportniy sredstv. – Tashkent: Chinor ENK, 2012. – 216 s. (22-48 ss.)

IV. AMALIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI

1- amaliy mashg‘ulot: Dvigatelning issiqlik hisobi.

Ishdan maqsad – yonilg‘i-energetik resurslardan samarali foydalanish ko‘nikmalarini shakllantirish va yonilg‘ilarga qo‘yiladigan asosiy talablar bo‘yicha bilimlarni shakllantirish.

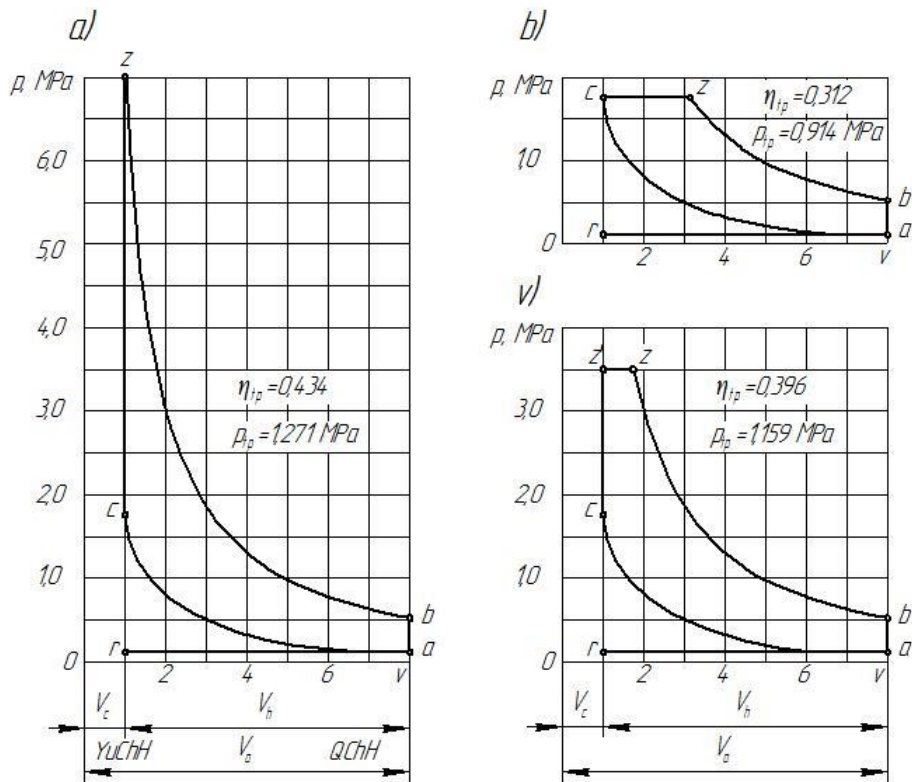
Masalaning qo‘yilishi

Mashg‘ulot vazifalari:

- zamonaviy transport dvigatellariga (dvigatel turi, taktililigi, silindrlar soni va joylashishi hamda tirsakli valning aylanishlar chastotasi) qo‘yiladigan asosiy tejamkorlik va ekologik talablar bo‘yicha nazariy bilimlarni mustahkamlash;
- dvigatel effektiv quvvatini hisoblash ko‘nikmasini egallash;
- dvigatel siqish darajasining yonilg‘i tejamkorligi va atrof muhit ekologiyasiga ta‘sirini tahlil etish;
- yonilg‘i havo aralashmasi tarkibini tavsiflovchi parametr-havo ortiqligi koeffitsientining dvigatel tejamkorlik va ekologik ko‘rsatkichlariga ta‘sir qiluvchi xossalari bo‘yicha nazariy bilimlarni mustahkamlash;
- yonilg‘i turlari, yonilg‘i-energetik resurslardan transport vositalarida foydalanish istiqbolini tahlil qilish ko‘nikmasini egallash;

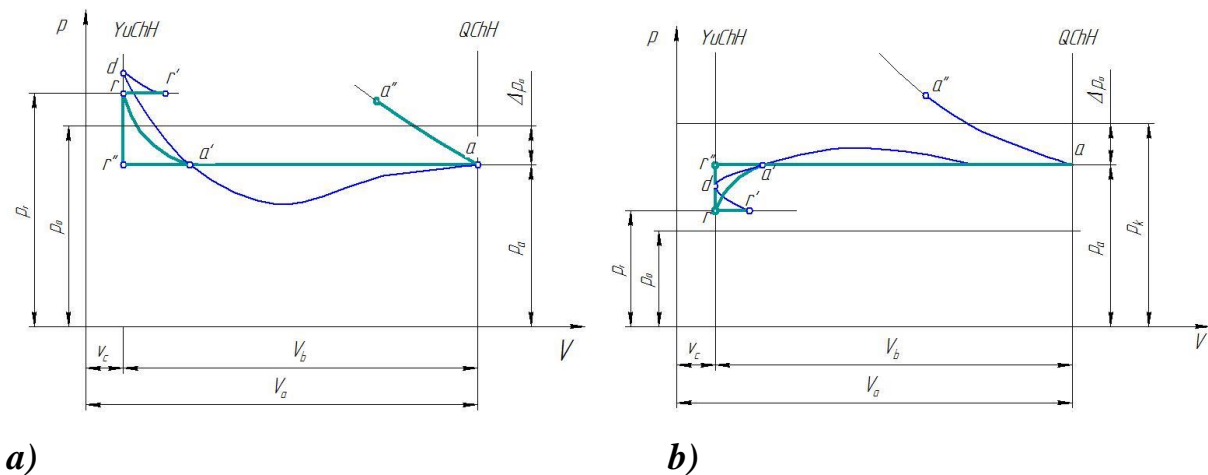
Ishni bajarish uchun namuna

Nazariy berk bo‘lmagan sikllar ko‘rilganida kiritish va chiqarish jarayonlari atrof-muhit bosimiga teng bo‘lgan o‘zgarmas bosimda kechadi deb qaralgan (1.1-rasm, to‘g‘ri chizig‘i).



1.1-rasm. Berk bo‘lmagan nazariy sikllar ($\epsilon=8$; $T_a=350$ K; $p_a=0,1$ MPa; $\alpha=1,0$):
 a – benzin $V=\text{const}$ da yonadigan; b – dizel yonilg‘isi $p=\text{const}$ da yonadigan; v – dizel yonilg‘isi $V=\text{const}$, so‘ngra $p=\text{const}$ da yonadigan va $\lambda_p=2$

Dvigatelning haqiqiy siklida ushbu jarayonlar qaytmas bo‘ladi va bosimning sezilarli o‘zgarishida kechadi. Kiritish jarayonida bosim o‘zgarishining amaldagi xarakteri nadduvsiz dvigatellar uchun 1.2,a-rasmda, nadduvli dvigatellar uchun 1.2,b-rasmda sxematik tarzda (rodag egri chizig‘i) ko‘rsatilgan.



1.2-rasm. To‘rt taktli dvigatelda chiqarish jarayonida bosimning o‘zgarishi
 a – nadduvsiz; b – nadduvli

Umumiy holatlar

Boshlang'ich ma'lumotlar:

- *dvigatel turi (taktliligi, silindrlar soni va joylashishi);*
- *tirsakli valning aylanishlar chastotasi, ayl/min;*
- *effektiv quvvat (nominal ish rejimi uchun N_e , kVt)*
- *siqish darajasi ε ;*
- *havo ortiqligi koeffitsienti α ;*
- *yonilg'i turi – benzin AI-95 AI-80 GOST R 51105-97, o'rtacha elementar tarkibi va molekulyar massasi:*

$C=0,855$, $H=0,145$ va $t_{yo}=115$ kg/kmol.

Yonilg'i.

Yonilg'i yonishining quyi issiqligi

$$H_u = 33,91 \cdot C + 125,60 \cdot H - 10,89 \cdot (O - S) - 2,51 \cdot (9H + W), \text{ kJ / kg}$$

Ishchi jism parametrlari.

1 kg yonilg'i to'liq yonishi uchun nazariy zaruriy havo miqdori

$$l_0 = \frac{1}{0,23} \left(\frac{8}{3} C + 8H - O \right) \text{ kg havo / kg yonilg' i;}$$

$$L_0 = \frac{l_0}{0,208} \left(\frac{C}{12} + \frac{H}{4} - \frac{O}{32} \right) \text{ kmol havo / kg yonilg' i}$$

Yangi zaryad (yonuvchi aralashma) miqdori

$$M_1 = \alpha \cdot L_0 + \frac{1}{m_{yo}} \text{ kmol yon .aral . / kg yonilg' i}$$

Yonish mahsulotlari alohida komponentlarining miqdori

$$M_{CO_2} = \frac{C}{12} + 2 \cdot \frac{1-\alpha}{1+K} \cdot 0,208 L_0, \text{ kmol } CO_2 / \text{ kg yonilg' i;}$$

$$M_{CO} = 2 \cdot \frac{1-\alpha}{1+K} \cdot 0,208 L_0, \text{ kmol } CO / \text{ kg yonilg' i;}$$

$$M_{H_2O} = \frac{H}{2} + 2 \cdot K \frac{1-\alpha}{1+K} \cdot 0,208 L_0, \text{ kmol } H_2O / \text{ kg yonilg' i}$$

$$M_{H_2} = 2 \cdot K \frac{1-\alpha}{1+K} \cdot 0,208 L_0, \text{ kmol } H_2 / \text{ kg yonilg' i;}$$

$$M_{N_2} = 0,792 \cdot \alpha \cdot L_o, \text{ kmol } N_2 / \text{ kg yon ilg' i};$$

bu yerda K – o‘zgarmas kattalik, u vodorod miqdorining yonish mahsulotlari tarkibidagi uglerod oksidiga bo‘lgan nisbatidir, $K=0,45 \dots 0,50$ – benzin uchun.

Yonish mahsulotlarining umumiy miqdori

$$M_2 = M_{CO_2} + M_{CO} + M_{H_2O} + M_{H_2} + M_{N_2}, \text{ kmol yon .mah. / kg yon ilg' i}$$

Atrof muhit parametrlari va qoldiq gazlar.

Quyidagi atmosfera sharoitlarini qabul qilamiz

$$p_k=p_0=0,1 \text{ MPa}; \quad T_k=T_0=293 \text{ K.}$$

Dvigatel nominal ish rejimi uchun qoldiq gazlar bosimini aniqlaymiz

$$p_{r_N} = (1,05 \dots 1,25) p_0, \text{ MPa}$$

Qoldiq gazlar bosimining katta qiymatlari tirsakli val aylanishlar chastotasi katta bo‘lgan dvigatellar uchun qabul qilinadi. Kichik qiymatlari esa yonilg‘i bevosita purkaladigan va taominlash tizimi elektron boshqariladigan dvigatellar uchun qabul qilinadi.

Dvigatelning har xil tezlik rejimlari uchun qoldiq gazlar bosimini quyidagi formula bo‘yicha aniqlaymiz

$$p_r=p_0 \cdot (1,005 + A_p \cdot 10^{-8} \cdot p^2), \text{ MPa,}$$

bu yerda

$$A_p = \frac{(p_{r_N} - 1,035 \cdot p_0) \cdot 10^{-8}}{n_N^2 \cdot p_0}$$

n – dvigatel tirsakli valining aylanishlar chastotasi (berilgan topshiriqdan qabul qilinadi), *ayl/min*;

p_{r_N} – nominal rejimda qoldiq gazlar bosimi, *MPa*;

n_N – dvigatel tirsakli valining nominal aylanishlar chastotasi (hisoblanayotgan dvigatel prototipining texnik xarakteristikasidan aniqlanadi), *ayl/min*.

Yonilg‘i taqsimlanib purkaladigan benzinli dvigatellar uchun qoldiq gazlar harorati T_r ni nomogramma bo‘yicha aniqlaymiz.

Nazorat savollari

1. Dvigatel issiqlik hisobini bajarishda qaysi boshlang'ich ma'lumotlardan foydalaniladi?
2. Avtomobil va traktorlarda qo'llaniladigan yonilg'ilar turlari, kimyoviy tarkibi va ekologikligini tahlil qiling.
3. Ishchi jism parametralarini birma-bir bayon eting va ularni hisoblash formulalarini tushuntiring.
4. Atrof muhit parametrlari va **qoldiq gazlar** ishchi jarayonga (yonilg'i tejamkorligi va IYoD ekologikligiga) qanday ta'sir etadi?
5. Dvigatelning ishchi jarayoni nazariy sikldan qanday farqlanadi?
6. Qoldiq gazlar bosimining katta qiymatlari qanday dvigatellarda va ish rejimlarida, kichik qiymatlari esa qanday dvigatellarda va qanday ish rejimlarida hosil bo'ladi?
7. Dvigatelning har xil tezlik rejimlari uchun qoldiq gazlar bosimini qaysi formula bo'yicha aniqlaymiz
8. Dvigatel nominal ish rejimi uchun qoldiq gazlar bosimini qanday aniqlaymiz?

Foydalanilgan adabiyotlar

1. To'layev B.R. Ichki yonuv motorlari nazariyasi va dinamika asoslari. – T.: Fan va texnologiya. 2010.
2. Daminov O.O. Ichki yonuv dvigatellari nazariyasi. – T.: “Adabiyot uchquni”, 2018.
3. A.I. Kolchin, V.P. Demidov. Raschet avtomobilniy i traktorniy dvigateley. M.: Vsshaya shkola, 2008.

2-amaliy. Dvigatelning effektiv ko'rsatkichlari.

Ishdan maqsad – Dvigatelning effektiv ko'rsatkichlarini tahlil qilish va hisoblash ko'nikmasini egallash.

Masalaning qo'yilishi

Mashg'ulot vazifalari:

- ishchi siklning effektiv parametrlarini tahlil qilish ko'nikmasini egallash;
- dvigateldagi mexanik yo'qotishlarni tahlil qilish va ularni hisoblash metodikasini egallash;
- dvigatelning mexanik f.i.k.ni hisoblash ko'nikmasini egallash;
- effektiv quvvatni hisoblash ko'nikmasini egallash;
- dvigatelning effektiv f.i.k.ga ta'sir etuvchi omillarni tahlil qilish va hisoblash ko'nikmasini shakllantirish;
- dvigatel yonilg'i tejamkorligining asosiy ko'rsatkichi – yonilg'ining effektiv solishtirma sarfini aniqlash ko'nikmasini shakllantirish.
- dvigatelning effektiv ko'rsatkichlarini tahlil qilish bo'yicha ko'nikmani shakllantirish.

Ishchi siklning effektiv parametrlari

Dvigatel ishini tavsiflovchi parametrlar indikator ko'rsatkichlardan har xil mexanik qarshiliklarni (krivoship-shatunli mexanizmdagi ishqalanish, yordamchi mexanizmlar va haydagichni harakatga keltirish va b.) yengishga hamda kiritish va chiqarish jarayonlarini amalga oshirishga foydali ishni sarflash zarurati mavjudligi bilan farqlanadi.

Mexanik yo'qotishlar. Dvigatel ichidagi har xil qarshiliklarni yengishga bo'lgan yo'qotishlarni mexanik yo'qotishlar quvvati yoki mexanik yo'qotishlar quvvatining silindr bir birlik ishchi hajmiga nisbatiga mos ish bilan baholashadi.

Dvigatellarning dastlabki hisobini bajarishda mexanik yo'qotishlar o'rtacha bosimi r_m bilan tavsiflanuvchi mexanik yo'qotishlarni porshen o'rtacha tezligiga qarab chiziqli bog'lanishlar bo'yicha taqriban aniqlash mumkin.

Quyida har xil turdagi dvigatellar uchun ϵ_m (MPa) qiymatini aniqlash uchun empirik formulalar keltirilgan:

silindrlar soni oltitagacha va $S/D > 1$ bo'lgan benzinli dvigatellar uchun

$$\epsilon_m = 0,049 + 0,0152 \cdot v_{p.o'r}$$

$S/D < 1$ bo'lgan sakkiz silindrli benzinli dvigatellar uchun

$$\epsilon_m = 0,039 + 0,0132 \cdot v_{p.o'r}$$

silindrlar soni oltitagacha va $S/D < 1$ bo'lgan benzinli dvigatellar uchun

$$\epsilon_m = 0,034 + 0,0113 \cdot v_{p.o'r}$$

yonilg'i purkaladigan va elektron boshqariladigan yuqori forsirovka qilingan dvigatellar uchun

$$\epsilon_m = 0,024 + 0,0053 \cdot v_{p.o'r}$$

ajralmagan yonish kamerali to'rt taktli dizellar uchun

$$\epsilon_m = 0,089 + 0,0118 \cdot v_{p.o'r}$$

old kamerali dizellar uchun

$$\epsilon_m = 0,103 + 0,0153 \cdot v_{p.o'r}$$

uyurma kamerali dizellar uchun

$$\epsilon_m = 0,089 + 0,0135 \cdot v_{p.o'r}$$

Mexanik yo'qotishlar o'rtacha bosimi ϵ_m formulalar bo'yicha qo'llanilayotgan moy sifati, dvigatelning ishchanlik holati, sirt ishqalanish sifati va nadduvni inobatga olmasdan hisoblanadi. Shu bois, yuqorida keltirilgan formulalar bo'yicha olingan p_m qiymatlaridan foydalanishdan oldin, ularni tanqidiy baholash zarur.

Nadduv agregati sifatida yuritmal haydagich (mexanik nadduv) dan foydalanilganda dvigateldagi yo'qotishlar uni yuritishga sarflangan quvvat miqdoricha ortadi.

O'rtacha effektiv bosim. O'rtacha effektiv bosim – bu dvigatel validagi effektiv ishning silindr ishchi hajmining bir birligiga nisbatidir.

Dvigatellarni hisoblashda p_e o'rtacha indikator bosim bo'yicha aniqlanadi

$$\epsilon_e = \epsilon_i - \epsilon_m$$

Mexanik nadduvli dvigatellar uchun

$$\epsilon_e = \epsilon_i - \epsilon_m - \epsilon_n$$

bu yerda ϵ_n – haydagichni yuritishga yo'qotiladigan bosim.

Nominal yukda o'rtacha effektiv bosim ϵ_e qiymati (MPa) quyidagi oraliqlarda o'zgaradi:

To'rt taktli karbyuratorli dvigatellar uchun	0,6...1,1
Forsirovka qilingan to'rt taktli karbyuratorli dvigatellar va elektron purkagichli dvigatellar uchun	1,3 gacha
Nadduvsiz to'rt taktli dizellar uchun	0,65...0,85

Nadduvli to‘rt taktli dizellar uchun	2,0 gacha
Ikki taktli tez yurar dizellar uchun	0,4...0,75
Gazli dvigatellar uchun	0,5...0,75

O‘rtacha effektiv bosim ortishi bilan silindr ishchi hajmidan foydalanish sharoitlari yaxshilanadi, bu esa ancha yengil va ixcham dvigatellarni yaratish imkonini beradi.

Avtomobil va traktor dvigatellarini yaratishda uzoq vaqt davomida p_e qiymatini oshirishga intilish bo‘lgan.

Lekin 70...80 yillardagi neft krizisi bu tendentsiyani jiddiy sekinlatdi. Butun dunyoda ularning ekspluatatsiyasida dvigatellar zaharliligini kamaytirish bo‘yicha o‘sib borayotgan talablar ham p_e o‘shishini tutib turibdi. Bugungi kunda dvigatel ishining ekologik tozaligini oshirishning yangi samarali usullari ishlab chiqilganligi tufayli p_e ning o‘shishi yana boshlandi. Bu usullar: karbyuratoridan foydalanmasdan yengil yonilg‘ini bevosita kiritish truboprovodiga yoki dvigatel silindriga purkash, neytralizatorning har xil turlarini qo‘llash, gzsimon yonilg‘iga o‘tkazish. Yengil avtomobillar uchun birinchi navbatda, avtomobillar uchun umuman, ishchi jarayonni yaxshi tashkil qilish, yuqori navli yonilg‘ilarni qo‘llash, taominlash tizimini takomillashtirish va nadduvdan foydalanish hisobiga ushbu tendentsiya saqlanib qolinmoqda.

Mexanik f.i.k. O‘rtacha effektiv bosimning o‘rtacha indikator bosimga nisbati dvigatelning mexanik f.i.k. deyiladi.

$$\eta_m = r_e/r_i \text{ yoki } \eta_m = 1 - r_m/r_i$$

Dvigatel yuki ortishi bilan η_m kamayadi. Karbyuratorli dvigatelda yuk kamayganda gaz almashinuviga bo‘lgan yo‘qotishlar ko‘paygani hisobiga ϵ_m kattalashadi. Dvigatel salt ishi rejimida $\epsilon_i = \epsilon_m$ va $\eta_m = 0$ bo‘ladi.

Ishqalanishga yo‘qotishlar va yordamchi mexanizmlarni yuritishga yo‘qotishlar kamayishi bilan hamda yuk maolam chegaraga ortganda mexanik f.i.k. ortadi.

Tajribaviy ma’lumotlar bo‘yicha nominal ish rejimida ishlayotgan har xil dvigatellarning f.i.k. quyidagi oraliqlarda o‘zgaradi:

Benzinli dvigatellar uchun	0,75...0,92
Nadduvsiz to‘rt taktli dizellar uchun	0,7...0,82
Nadduvli to‘rt taktli dvigatellar uchun (haydagichga yo‘qotiladigan quvvatni hisobga olmaganda)	0,8...0,9
Ikki taktli tezyurar dizellar uchun	0,7...0,85
Gazli dvigatellar uchun	0,75...0,85

Effektiv quvvat. *Vaqt birligida dvigatel valida olinadigan foydali ish dvigatelning effektiv quvvati N_e deyiladi. N_e qiymatini (kVt) indikator quvvatdan mexanik f.i.k. orqali aniqlash mumkin:*

$$N_e = N_i \eta_m = r_e V_h i n / (30 \tau)$$

bu yerda r_e – MPa da; V_h – l da; n – ayl/min da ifodalangan.

Effektiv quvvat va dvigatelning asosiy parametrlari orasidagi bog‘lanish quyidagi bog‘lanishda ifodalanadi:

$$N_e = \frac{V_h i \cdot n}{30 \tau} \cdot \frac{H_u}{\alpha \cdot l_0} \rho_k \eta_v \cdot \eta_i \cdot \eta_m$$

bu yerda V_h – l da; n – ayl/min da; H_u – MJ/kg da; ρ_k – kg/m³ da ifodalangan.

Ifodaning tahlili shuni ko‘rsatadiki, dvigatelning effektiv quvvatini, umumiy holda, quyidagilar hisobiga oshirish mumkin:

- silindr ishchi hajmini kattalashtirish (silindr diametri va porshen yo‘lini kattalashtirish);
- silindrlar sonini ko‘paytirish;
- yonilg‘i yonishining quyi issiqligini oshirish;
- zaryad zichligini va to‘lish koeffitsientini oshirish (masalan, nadduv yo‘li bilan hamda gaz almashinishini tashkil qilishni yaxshilash, kiritish va chiqarishda qarshilikni kamaytirish, dozaryadkani ko‘paytirish maqsadida inertsion nadduvni qo‘llash hisobiga va h.k.);
- indikator f.i.k.ni oshirish (yonish jarayonini takomillashtirish va siqish va kengaish jarayonlarida issiqlik yo‘qolishini kamaytirish hisobiga);

- dvigatelning mexanik f.i.k. ni oshirish (masalan, yuqori sifatli moylardan foydalanish, nasos yo‘qotishlarini qisqartirish hisobiga va h.k.).

Effektiv f.i.k. va yonilg‘ining effektiv solishtirma sarfi. Effektiv f.i.k. η_e va yonilg‘ining effektiv solishtirma sarfi g_e dvigatel tejamkor ishlashini tavsiflaydilar.

Dvigatel validagi foydali ishga ekvivalent bo‘lgan issiqlik miqdorining yonilg‘i bilan dvigatelga kiritilgan issiqlikning umumiy miqdoriga nisbati effektiv f.i.k. deyiladi.

$$\eta_e = L_e/H_u$$

bu yerda L_e – effektiv ishga ekvivalent issiqlik, MJ/kg yonilg‘i;

H_u – yonilg‘i yonishining quyi issiqligi, MJ/kg yonilg‘i.

Effektiv va mexanik f.i.k.lari orasidagi bog‘lanish quyidagi ifodadan aniqlanadi:

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

Suyuq yonilg‘ida ishlaydigan dvigatellar uchun:

$$\eta_e = \frac{r_e}{\rho_k \rho_V} \frac{\alpha \cdot L_0}{H_u}$$

Gazsimon yonilg‘ida ishlaydigan dvigatellar uchun:

$$\eta_e = 371,2 \cdot 10^{-6} r_e T_k M'_1 / (r_k \eta_V H'_u)$$

Dvigatelning effektiv f.i.k. hamma yo‘qotishlarni (issiqlik va mexanik) hisobga olgan holda yonilg‘i issiqligidan foydalanish darajasini tavsiflaydi.

Nominal rejimda ishlayotgan dvigatel effektiv f.i.k.ning qiymatlari:

Benzinli dvigatellar uchun	0,25...0,38
Nadduvsiz dizellar uchun	0,35...0,42
Nadduvli dizellar uchun	0,23...0,30
Gazli dvigatellar uchun	0,38...0,45

Dizellarda effektiv f.i.k. qiymatining benzinli dvigatellarning η_e dan yuqoriligiga asosan ularda havo ortiqligi koeffitsienti qiymatining kattaligi, ya’ni ularda yonilg‘i to‘laroq yonishining natijasi bo‘ladi. Yengil yonilg‘i purkaladigan dvigatellarda bu kamchilik deyarli bo‘lmaydi.

Suyuq yonilg‘ining effektiv solishtirma sarfi [g/(kVt·soat)]

$$g_e = 3600/(H_u \eta_e) \text{ yoki } g_e = 3600 \rho_k \eta_V / (p_e l_0 \alpha)$$

Gazsimon yonilg'ida ishlaydigan dvigatellar uchun gazsimon yonilg'ining effektiv solishtirma sarfi [m³(kVt·soat)]

$$v_e = 3,6/(\eta_e H'_u) \text{ yoki } v_e = 9700 p_k \eta_V / (p_e M'_1 T_k)$$

Effektiv quvvat birligiga yonilg'ining solishtirma sarfi [MJ/(kVt·soat)]

$$q_e = v_e H'_u = 9700 \cdot p_k \eta_V / (p_e M'_1 T_k)$$

Zamonaviy avtomobil va traktor dvigatellari uchun nominal yukda yonilg'ining effektiv solishtirma sarfi quyidagi qiymatlarga ega:

Yonilg'ini elektron purkaydigan

dvigatellar uchun $g_e = 200 \dots 290 \text{ g/(kVt}\cdot\text{s)}$

karbyuratorli dvigatellar uchun $g_e = 230 \dots 310 \text{ g/(kVt}\cdot\text{s)}$

ajratilmagan yonish kamerali

dizellar uchun $g_e = 200 \dots 235 \text{ g/(kVt}\cdot\text{s)}$

Uyurma kamerali va old kamerali

dizellar uchun $g_e = 220 \dots 260 \text{ g/(kVt}\cdot\text{s)}$

Gaz dvigatellari uchun $g_e = 12 \dots 17 \text{ MJ/(kVt}\cdot\text{s)}$

Dvigatelning effektiv ko'rsatkichlari

Mexanik yo'qotishlar o'rtacha bosimi

$$p_M = a + b \cdot v_{p.o'r}, \text{ MPa.}$$

Yonilg'i purkaladigan va elektron boshqariladigan yuqori forsirovka qilingan benzinli dvigatellar uchun $a=0,024$ va $b=0,0053$.

Yonilg'i purkaladigan dvigatel uchun oldindan porshen yo'li S ni dvigatel prototipiga mos ravishda qabul qilamiz va porshenning o'rtacha tezligini aniqlaymiz

$$v_{p.o'r} = \frac{S \cdot n}{3 \cdot 10^4}, \text{ m/s.}$$

O'rtacha effektiv bosim

$$r_e = p_i - p_M, \text{ MPa.}$$

Mexanik f.i.k.

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

Effektiv f.i.k.

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_M$$

Yonilg'ining effektiv solishtirma sarfi

$$g_e = \frac{3,6 \cdot 10^3}{H_u \eta_e}, g/(kVt \cdot soat).$$

Nazorat savollari

1. Kiritish jarayoniga ta'sir etuvchi omillarni tahlil qiling.
2. Harorati va bosimining qiymatlarini aytib bering va hisoblash formulasini yozing.
3. Silindrning hajmiy to'lish koeffitsienti formulasini yozing va tushuntirib bering.
4. Nazariy siqish jarayoni qanday kechadi?
5. Haqiqiy siqish jarayoni nazariy siqish jarayonidan qanday farq qiladi?
6. Siqish ohirida gazlarning bosimi va harorati qaysi formulalar bilan hisoblanadi?
7. Bosimning ortish koeffitsienti nimani bildiradi?
8. Yonish ohirida gazlarning bosimi va harorati qaysi formulalar bo'yicha hisoblanadi?
9. Qaysi jarayonda issiqlik energiyasi mexanik energiyaga aylanadi?
10. Kengayish palitrupasi nimani bildiradi?
11. Kengayish ohirida gazlarning bosimi va harorati qaysi formulalar bo'yicha hisoblanadi?
12. Dvigatelning ish rejimi chiqarish jarayoniga qanday ta'sir etadi?

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Tulaev B.R. Ichki yonuv motorlari nazariyasi va dinamika asoslari. – T.: Fan va texnologiya. 2010.
2. Daminov O.O. Ichki yonuv dvigatellari nazariyasi. – T.: “Adabiyot uchquni”, 2018.
3. A.I. Kolchin, V.P. Demidov. Raschet avtomobilniy va traktorniye dvigatelye. M.: Vsshaya shkola, 2008.

3 - amaliy mashg‘ulot: Dvigatelning indikator ko‘rsatkichlari

Ishdan maqsad – Dvigatelning indikator ko‘rsatkichlarini tahlil qilish va hisoblash ko‘nikmasini egallash.

Masalaning qo‘yilishi

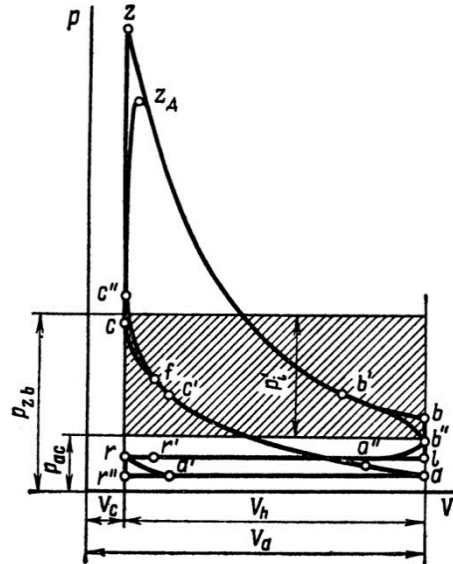
Mashg‘ulot vazifalari:

- ishchi siklning indikator parametrlarini tahlil qilish ko‘nikmasini egallash;
- dvigatelning indikator f.i.k.ga ta‘sir etuvchi omillarni tahlil qilish, uni hisoblash va yonilg‘ining solishtirma indikator sarfini hisoblash ko‘nikmasini shakllantirish;
- dvigatel ishchi siklining indikator parametrlarini tizimiylashtirish amaliy ko‘nikmasini egallash.

Ishchi siklning indikator parametrlari

Ichki yonuv dvigatelining ishchi sikli o‘rtacha indikator bosimi, indikator quvvati va indikator f.i.k. bilan tavsiflanadi.

O‘rtacha indikator bosim. Uchqun bilan o‘t oldiriladigan dvigatel va dizelning butun ishchi sikli davomida bosimning o‘zgarishi hisobiy indikator diagrammalarda (3.1 va 3.2-rasmlar) ko‘rsatilgan. Dumaloqlashtirilmagan diagrammalarning yuzasi (*aczba*) maolom masshtabda dvigatel bir siklda gazlar bajargan nazariy hisobiy ishni ifodalaydi. Bu ishning porshen yo‘liga nisbati nazariy o‘rtacha indikator bosim p_i bo‘ladi.

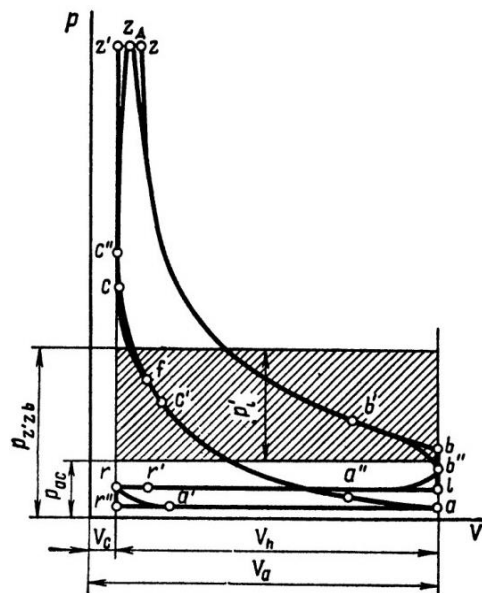


3.1-rasm. Benzinli dvigatelning indikator diagrammasi

Indikator diagramma bo'yicha (3.1 va 3.2-rasmlar) ϵ_i ni grafik aniqlashda:

a) ac egri chiziq ostidagi yuzani aniqlash (ishchi aralashmani siqishga sarflangan ish) va uni porshen yo'liga bo'lib, siqish jarayonining o'rtacha bosimi qiymati ϵ_{ac} ni olish;

b) zb egri chizig'i ostidagi (3.1-rasm) yoki $z'zb$ egri chizig'i ostidagi (3.2-rasm) yuzani aniqlash, bu yuza kengayish ishini ifodalaydi. Bu yuzani porshen yo'liga bo'lib, kengayish jarayonining o'rtacha indikator bosimi qiymati ϵ_{zb} yoki $\epsilon_{z'zb}$ ni topish;



3.2-rasm. Dizelning indikator diagrammasi

v) benzinli dvigatel uchun $\epsilon'_i = \epsilon'_{zb-ac}$ yoki dizel uchun $\epsilon'_i = \epsilon'_{z'zb-ac}$ ni aniqlash;
 g) tomonlari ϵ'_i va V_h bo'lgan to'g'ri to'rtburchakning yuzasini va indikator diagramma yuzasi $ac(z')zba$ ni bir-biri bilan solishtirish. ϵ'_{ac} , ϵ'_{zb} ($\epsilon'_{z'zb}$) va ϵ'_i qiymatlari to'g'ri topilganda solishtirilayotgan yuzalar bir-biriga teng bo'lishi kerak.

$V = const$ da issiqlik kiritiladigan sikl bo'yicha ishlaydigan benzinli dvigatellar uchun (3.1-rasm) nazariy o'rtacha indikator bosim

$$\epsilon'_i = \frac{\epsilon'_c}{\epsilon - 1} \cdot \left[\frac{\lambda'}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\epsilon^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\epsilon^{n_2 - 1}} \right) \right]$$

Issiqlik aralash kiritiladigan sikl bo'yicha ishlaydigan dizel uchun (3.2-rasm) nazariy o'rtacha indikator bosim

$$\epsilon'_i = \frac{\epsilon'_c}{\epsilon - 1} \cdot \left[\frac{\lambda' \cdot \rho}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\delta^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\epsilon^{n_2 - 1}} \right) + \lambda'(\rho - 1) \right]$$

Haqiqiy siklning o'rtacha indikator bosimi ϵ'_i qiymatidan c, z, b nuqtalarida silliqlash hisobiga hisobiy diagramma kamayishiga proporsional qiymatga farq qiladi.

Haqiqiy siklning hisobiy sikldan og'ishi tufayli nazariy o'rtacha indikator bosimning kamayishi diagramma to'liqligi ko'effitsienti φ_i va nasos yo'qotishlarining o'rtacha bosimi Δ'_i qiymati bilan baholanadi.

Diagramma to'liqligi ko'effitsienti φ_i qiymati quyidagi oraliqlarda olinadi:

Yonilg'i elektron purkaladigan dvigatellar uchun	0,95...0,98
Karbyuratorli dvigatellar uchun	0,94...0,97
Dizellar uchun	0,92...0,95

Kiritish va chiqarish jarayonlarida nasos yo'qotishlarining o'rtacha bosimi

$$\Delta'_i = \epsilon'_r - \epsilon'_c$$

Nadduvsiz to'rt taktli dvigatellar uchun Δ'_i qiymati musbat bo'ladi. Yuritmal haydagichli nadduvli dvigatellarda $\epsilon'_a > \epsilon'_r$ bo'lganda Δ'_i qiymati manfiy bo'ladi. Gaz turbinali nadduvda ϵ'_a qiymati ϵ'_r qiymatidan ham katta va ham kichik bo'lishi mumkin, ya'ni Δ'_i qiymati ham manfiy va ham musbat bo'lishi mumkin.

Hisoblarni bajarishda gaz almashtirishga bo'lgan yo'qotishlar mexanik yo'qotishlarga sarflanadigan ishda hisobga olinadi, chunki ishqalanish ishini

eksperimental aniqlashda odatda dvigatelni prokrutka qilish metodidan foydalaniladi va, tabiiyki, bu metod bilan dvigatelni prokrutka qilishga bo‘lgan mexanik yo‘qotishlarda nasos yo‘liga bo‘lgan sarflar ham hisobga olinadi. Shunga asosan quyidagilar qabul qilingan: o‘rtacha indikator bosim p_i dan faqat diagramma to‘liqligi koeffitsientiga farqlanadi

$$p_i = \varphi_i \cdot p_i'$$

To‘liq yuk ostida ishlaganda p_i qiymati (MPa):

To‘rt taktli benzinli dvigatellar uchun 0,6...1,4

To‘rt taktli forsirovka qilingan benzinli

dvigatellar uchun 1,6 gacha

To‘rt taktli nadduvsiz dizellar uchun 0,7...1,1

To‘rt taktli nadduvli dizellar uchun 2,2 gacha

Nadduvsiz dizellarda benzinli dvigatellarga nisbatan o‘rtacha indikator bosim qiymatining kichikligiga sabab – ular katta havo ortiqqligi koeffitsienti bilan ishlaydilar. Bu silindr ishchi hajmidan to‘liq foydalanmaslikka va ortiqcha havoni qizdirishga qo‘shimcha issiqlik yo‘qotilishiga sabab bo‘ladi.

Indikator quvvat. Dvigatelning indikator quvvati N_i – bu vaqt birligida silindr ichida gazlar bajaradigan ishdir.

Ko‘p silindrli dvigatel uchun (kVt)

$$N_i = p_i V_h i n / (30 \tau),$$

bu yerda p_i – o‘rtacha indikator bosim, MPa;

V_h – bir silindrning ishchi hajmi, l (dm^3);

i – silindrlar soni;

n – tirsakli valning aylanishlar chastotasi, ayl/min;

τ – dvigatel taktililigi.

To‘rt taktli dvigatellar uchun

$$N_i = p_i V_h i n / 120$$

Bir silindrning indikator quvvati

$$N_{its} = p_i V_h n / (30 \tau)$$

Indikator f.i.k. va yonilg‘ining solishtirma indikator sarfi. Indikator f.i.k. η_i foydali ishni olish uchun yonilg‘i issiqligidan haqiqiy siklda foydalanganlik darajasini tavsiflaydi va u siklning indikator ishiga ekvivalent bo‘lgan issiqlikning yonilg‘i bilan silindrga kirgan issiqlikning to‘liq miqdoriga nisbatiga teng.

1 kg yonilg‘i uchun

$$\eta_i = L_i/H_u$$

bu yerda L_i – indikator ishga ekvivalent bo‘lgan issiqlik, MJ/kg;

H_u – yonilg‘i yonishining quyi issiqligi, MJ/kg.

Demak, indikator f.i.k. haqiqiy sikldagi hamma issiqlik yo‘qotishlarini hisobga oladi.

Suyuq yonilg‘ida ishlaydigan avtomobil va traktor dvigatellari uchun

$$\eta_i = \frac{p_i l_0 \alpha}{H_u \rho_k \eta_v}$$

bu yerda p_i – MPa da; l_0 – kg/kg·yonilg‘i da; H_u – mJ/kg yonilg‘ida; ρ_k – kg/m³ da ifodalangan.

Gazsimon yonilg‘ida ishlaydigan avtomobil va traktor dvigatellari uchun

$$\eta_i = 371,2 \cdot 10^{-6} \frac{M'_1 T_k p_i}{H'_i r_k \eta_v}$$

bu yerda M'_1 – mol/mol·yonilg‘i da; T_k – K da; p_i va p_k – MPa da; H_u – MJ/m³ da ifodalangan.

Nominal rejimda ishlayotgan zamonaviy avtomobil va traktor dvigatellari uchun indikator f.i.k. ning qiymatlari:

yonilg‘i elektron purkaladigan dvigatellar uchun	0,35...0,45
karbyuratorli dvigatellar uchun	0,30...0,40
dizellar uchun	0,40...0,50
gazli dvigatellar uchun	0,28...0,35

Suyuq yonilg‘ining indikator solishtirma sarfi [g/(kVt·soat)]

$$g_i = 3600/(\eta_i H_u) \text{ yoki } g_i = 3600 \rho_k \eta_v / (p_i l_0 \alpha)$$

Gazsimon yonilg‘ida ishlaydigan dvigatellar uchun gazsimon yonilg‘ining indikator solishtirma sarfi [$m^3/(kVt \cdot soat)$].

$$v_i = 3,6/(\eta_i H'_u) \text{ yoki } v_i = 9700\eta_v r_k / (M'_1 T_k p_i).$$

Quvvat birligini ishlab chiqish uchun yonilg'ining solishtirma sarfi
 [MJ/(kVt·soat)]

$$q_i = v_i H'_u = 9700\eta_v \rho_k H'_u / (M'_1 T_k p_i)$$

p_i va p_k – MPa da; ρ_k – kg/m³ da; H_u – MJ/kg da; H_{o_u} – MJ/m³ da; l_0 – kg/kg·yonilg'i da; M'_1 – mol/mol·yonilg'i da; T_k – K da ifodalangan.

Nominal rejimda yonilg'ining solishtirma sarfi:

Yonilg'i elektron purkaladigan

dvigatellar uchun $g_i = 180...230$ g/(kVt·s)

Karbyuratorli dvigatellar uchun $g_i = 210... 275$ g/(kVt·s)

Dizellar uchun $g_i = 170...210$ g/(kVt·s)

Gazli dvigatellar uchun $g_i = 180...230$ g/(kVt·s)

Dvigatel ishchi siklining indikator parametrlari. Nazariy indikator

diagramma uchun siklining o'rtacha indikator bosimi

$$p'_i = \frac{p_c}{\varepsilon - 1} \left[\lambda_r (\rho - 1) + \frac{\lambda_p \cdot \rho}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\delta^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_2 - 1}} \right) \right] MPa.$$

Siklining o'rtacha indikator bosimi,

$$p_i = \phi_t p'_i, MPa.$$

bu yerda ϕ_t – indikator diagramma to'liqligi koeffitsienti, yonilg'i elektron purkaladigan dvigatellar uchun $\phi_t = 0,95...0,98$.

Siklining indikator f.i.k.

$$\eta_i = \frac{p_i \alpha l_0}{H_u \rho_0 \eta_v}.$$

Yonilg'ining indikator solishtirma sarfi

$$g_i = \frac{3,6 \cdot 10^3}{H_u \eta_i}, g/kVt \cdot soat.$$

Nazariy savollar

1. Ichki yonuv dvigateling ishchi sikli qanday tavsiflanadi?
2. Indikator diagramma bo'yicha 'i ni grafik aniqlashda nimalarni e'tiborga olish zarur?

3. Diagramma to'liqligi koeffitsienti φ_i qiymati yonilg'i elektron purkaladigan dvigatellar uchun qaysi oraliqlardan olinadi?
4. Kiritish va chiqarish jarayonlarida nasos yo'qotishlarining o'rtacha bosimi formulasini ayting va tavsiflang.
5. To'liq yuk ostida ishlaganda p_i qiymati to'rt taktli forsirovka qilingan benzinli dvigatellar uchun nechi MPagacha bo'ladi?
6. Dvigatelning indikator quvvati deganda nimani tushunasiz?
7. Indikator f.i.k. va yonilg'ining solishtirma indikator sarfi haqida ma'lumot bering.
8. Suyuq yonilg'ida ishlaydigan avtomobil va traktor dvigatellari uchun indikator f.i.k. qaysi formula bo'yicha hisoblanadi?
9. Gazsimon yonilg'ida ishlaydigan avtomobil va traktor dvigatellari uchun indikator f.i.k. qaysi formula bo'yicha hisoblanadi?
10. Nominal rejimda ishlayotgan gazli dvigatellar uchun indikator f.i.k. ning qiymatini ayting.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Tulaev B.R. Ichki yonuv motorlari nazariyasi va dinamika asoslari. – T.: Fan va texnologiya. 2010.
2. Daminov O.O. Ichki yonuv dvigatellari nazariyasi. – T.: “Adabiyot uchquni”, 2018.
3. A.I. Kolchin, V.P. Demidov. Raschet avtomobilniy i traktorniy dvigateley. M.: Vsshaya shkola, 2008.

4-amaliy. Dvigatelning effektiv ko'rsatkichlari

Ishdan maqsad – Dvigatelning effektiv ko'rsatkichlarini tahlil qilish va hisoblash ko'nikmasini egallash.

Masalaning qo'yilishi

Mashg'ulot vazifalari:

- ishchi siklning effektiv parametrlarini tahlil qilish ko'nikmasini egallash;
- dvigateldagi mexanik yo'qotishlarni tahlil qilish va ularni hisoblash metodikasini egallash;

- dvigatelning mexanik f.i.k.ni hisoblash ko'nikmasini egallash;
- effektiv quvvatni hisoblash ko'nikmasini egallash;
- dvigatelning effektiv f.i.k.ga ta'sir etuvchi omillarni tahlil qilish va hisoblash ko'nikmasini shakllantirish;
- dvigatel yonilg'i tejamkorligining asosiy ko'rsatkichi – yonilg'ining effektiv solishtirma sarfini aniqlash ko'nikmasini shakllantirish.
- dvigatelning effektiv ko'rsatkichlarini tahlil qilish bo'yicha ko'nikmani shakllantirish.

Ishchi siklning effektiv parametrlari

Dvigatel ishini tavsiflovchi parametrlar indikator ko'rsatkichlardan har xil mexanik qarshiliklarni (krivoship-shatunli mexanizmdagi ishqalanish, yordamchi mexanizmlar va haydagichni harakatga keltirish va b.) yengishga hamda kiritish va chiqarish jarayonlarini amalga oshirishga foydali ishni sarflash zarurati mavjudligi bilan farqlanadi.

Mexanik yo'qotishlar. Dvigatel ichidagi har xil qarshiliklarni yengishga bo'lgan yo'qotishlarni mexanik yo'qotishlar quvvati yoki mexanik yo'qotishlar quvvatining silindr bir birlik ishchi hajmiga nisbatiga mos ish bilan baholashadi.

Dvigatellarning dastlabki hisobini bajarishda mexanik yo'qotishlar o'rtacha bosimi r_m bilan tavsiflanuvchi mexanik yo'qotishlarni porshen o'rtacha tezligiga qarab chiziqli bog'lanishlar bo'yicha taqriban aniqlash mumkin.

Quyida har xil turdagi dvigatellar uchun ϵ_m (MPa) qiymatini aniqlash uchun empirik formulalar keltirilgan:

silindrlar soni oltitagacha va $S/D > 1$ bo'lgan benzinli dvigatellar uchun

$$\epsilon_m = 0,049 + 0,0152 \cdot v_{p.o'r}$$

$S/D < 1$ bo'lgan sakkiz silindrli benzinli dvigatellar uchun

$$\epsilon_m = 0,039 + 0,0132 \cdot v_{p.o'r}$$

silindrlar soni oltitagacha va $S/D < 1$ bo'lgan benzinli dvigatellar uchun

$$\epsilon_m = 0,034 + 0,0113 \cdot v_{p.o'r}$$

yonilg'i purkaladigan va elektron boshqariladigan yuqori forsirovka qilingan dvigatellar uchun

$$\epsilon_m = 0,024 + 0,0053 \cdot v_{p.o'r}$$

ajralmagan yonish kamerali to'rt taktli dizellar uchun

$$\epsilon_m = 0,089 + 0,0118 \cdot v_{p.o'r}$$

old kamerali dizellar uchun

$$\epsilon_m = 0,103 + 0,0153 \cdot v_{p.o'r}$$

uyurma kamerali dizellar uchun

$$\epsilon_m = 0,089 + 0,0135 \cdot v_{p.o'r}$$

Mexanik yo'qotishlar o'rtacha bosimi ϵ_m formulalar bo'yicha qo'llanilayotgan moy sifati, dvigatelning ishchanlik holati, sirt ishqalanish sifati va nadduvni inobatga olmasdan hisoblanadi. Shu bois, yuqorida keltirilgan formulalar bo'yicha olingan p_m qiymatlaridan foydalanishdan oldin, ularni tanqidiy baholash zarur.

Nadduv agregati sifatida yuritmal haydagich (mexanik nadduv) dan foydalanilganda dvigateldagi yo'qotishlar uni yuritishga sarflangan quvvat miqdoricha ortadi.

O'rtacha effektiv bosim. O'rtacha effektiv bosim – bu dvigatel validagi effektiv ishning silindr ishchi hajmining bir birligiga nisbatidir.

Dvigatellarni hisoblashda p_e o'rtacha indikator bosim bo'yicha aniqlanadi

$$\epsilon_e = \epsilon_i - \epsilon_m$$

Mexanik nadduvli dvigatellar uchun

$$\epsilon_e = \epsilon_i - \epsilon_m - \epsilon_n$$

bu yerda ϵ_n – haydagichni yuritishga yo'qotiladigan bosim.

Nominal yukda o'rtacha effektiv bosim ϵ_e qiymati (MPa) quyidagi oraliqlarda o'zgaradi:

To'rt taktli karbyuratorli dvigatellar uchun	0,6...1,1
Forsirovka qilingan to'rt taktli karbyuratorli dvigatellar va elektron purkagichli dvigatellar uchun	1,3 gacha
Nadduvsiz to'rt taktli dizellar uchun	0,65...0,85
Nadduvli to'rt taktli dizellar uchun	2,0 gacha
Ikki taktli tez yurar dizellar uchun	0,4...0,75
Gazli dvigatellar uchun	0,5...0,75

O‘rtacha effektiv bosim ortishi bilan silindr ishchi hajmidan foydalanish sharoitlari yaxshilanadi, bu esa ancha yengil va ixcham dvigatellarni yaratish imkonini beradi.

Avtomobil va traktor dvigatellarini yaratishda uzoq vaqt davomida p_e qiymatini oshirishga intilish bo‘lgan.

Lekin 70...80 yillardagi neft krizisi bu tendentsiyani jiddiy sekinlatdi. Butun dunyoda ularning ekspluatatsiyasida dvigatellar zaharliligini kamaytirish bo‘yicha o‘sib borayotgan talablar ham p_e o‘shishini tutib turibdi. Bugungi kunda dvigatel ishining ekologik tozaligini oshirishning yangi samarali usullari ishlab chiqilganligi tufayli p_e ning o‘shishi yana boshlandi. Bu usullar: karbyuratoridan foydalanmasdan yengil yonilg‘ini bevosita kiritish truboprovodiga yoki dvigatel silindriga purkash, neytralizatorning har xil turlarini qo‘llash, gazsimon yonilg‘iga o‘tkazish. Yengil avtomobillar uchun birinchi navbatda, avtomobillar uchun umuman, ishchi jarayonni yaxshi tashkil qilish, yuqori navli yonilg‘ilarni qo‘llash, taominlash tizimini takomillashtirish va nadduvdan foydalanish hisobiga ushbu tendentsiya saqlanib qolinmoqda.

Mexanik f.i.k. O‘rtacha effektiv bosimning o‘rtacha indikator bosimga nisbati dvigatelning mexanik f.i.k. deyiladi.

$$\eta_m = r_e/r_i \text{ yoki } \eta_m = 1 - r_m/r_i$$

Dvigatel yuki ortishi bilan η_m kamayadi. Karbyuratorli dvigatelda yuk kamayganda gaz almashinuviga bo‘lgan yo‘qotishlar ko‘paygani hisobiga ϵ_m kattalashadi. Dvigatel salt ishi rejimida $\epsilon_i = \epsilon_m$ va $\eta_m = 0$ bo‘ladi.

Ishqalanishga yo‘qotishlar va yordamchi mexanizmlarni yuritishga yo‘qotishlar kamayishi bilan hamda yuk maolam chegaraga ortganda mexanik f.i.k. ortadi.

Tajribaviy maolamotlar bo‘yicha nominal ish rejimida ishlayotgan har xil dvigatellarning f.i.k. quyidagi oraliqlarda o‘zgaradi:

Benzinli dvigatellar uchun	0,75...0,92
Nadduvsiz to‘rt taktli dizellar uchun	0,7...0,82
Nadduvli to‘rt taktli dvigatellar uchun	

(haydagichga yo‘qotiladigan quvvatni hisobga olmaganda)	0,8...0,9
Ikki taktli tezyurar dizellar uchun	0,7...0,85
Gazli dvigatellar uchun	0,75...0,85

Effektiv quvvat. Vaqt birligida dvigatel valida olinadigan foydali ish dvigatelning effektiv quvvati N_e deyiladi. N_e qiymatini (kVt) indikator quvvatdan mexanik f.i.k. orqali aniqlash mumkin:

$$N_e = N_i \eta_m = r_e V_h i n / (30 \tau)$$

bu yerda r_e – MPa da; V_h – l da; n – ayl/min da ifodalangan.

Effektiv quvvat va dvigatelning asosiy parametrlari orasidagi bog‘lanish quyidagi bog‘lanishda ifodalanadi:

$$N_e = \frac{V_h i \cdot n}{30 \tau} \cdot \frac{H_u}{\alpha \cdot l_0} \rho_k \eta_v \cdot \eta_i \cdot \eta_m$$

bu yerda V_h – l da; n – ayl/min da; H_u – MJ/kg da; ρ_k – kg/m³ da ifodalangan.

Ifodaning tahlili shuni ko‘rsatadiki, dvigatelning effektiv quvvatini, umumiy holda, quyidagilar hisobiga oshirish mumkin:

- silindr ishchi hajmini kattalashtirish (silindr diametri va porshen yo‘lini kattalashtirish);
- silindrlar sonini ko‘paytirish;
- yonilg‘i yonishining quyi issiqligini oshirish;
- zaryad zichligini va to‘lish koeffitsientini oshirish (masalan, nadduv yo‘li bilan hamda gaz almashinishini tashkil qilishni yaxshilash, kiritish va chiqarishda qarshilikni kamaytirish, dozaryadkani ko‘paytirish maqsadida inertsiyon nadduvni qo‘llash hisobiga va h.k.);
- indikator f.i.k.ni oshirish (yonish jarayonini takomillashtirish va siqish va kengaish jarayonlarida issiqlik yo‘qolishini kamaytirish hisobiga);
- dvigatelning mexanik f.i.k. ni oshirish (masalan, yuqori sifatli moylardan foydalanish, nasos yo‘qotishlarini qisqartirish hisobiga va h.k.).

Effektiv f.i.k. va yonilg‘ining effektiv solishtirma sarfi. Effektiv f.i.k. η_e va yonilg‘ining effektiv solishtirma sarfi g_e dvigatel tejamkor ishlashini tavsiflaydilar.

Dvigatel validagi foydali ishga ekvivalent bo'lgan issiqlik miqdorining yonilg'i bilan dvigatelga kiritilgan issiqlikning umumiy miqdoriga nisbati effektiv f.i.k. deyiladi.

$$\eta_e = L_e/H_u$$

bu yerda L_e – effektiv ishga ekvivalent issiqlik, MJ/kg yonilg'i;

H_u – yonilg'i yonishining quyi issiqligi, MJ/kg yonilg'i.

Effektiv va mexanik f.i.k.lari orasidagi bog'lanish quyidagi ifodadan aniqlanadi:

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

Suyuq yonilg'ida ishlaydigan dvigatellar uchun:

$$\eta_e = \frac{r_e}{\rho_k \rho_V} \frac{\alpha \cdot L_0}{H_u}$$

Gazsimon yonilg'ida ishlaydigan dvigatellar uchun:

$$\eta_e = 371,2 \cdot 10^{-6} r_e T_k M'_1 / (r_k \eta_V H'_u)$$

Dvigatelning effektiv f.i.k. hamma yo'qotishlarni (issiqlik va mexanik) hisobga olgan holda yonilg'i issiqligidan foydalanish darajasini tavsiflaydi.

Nominal rejimda ishlayotgan dvigatel effektiv f.i.k.ning qiymatlari:

Benzinli dvigatellar uchun	0,25...0,38
Nadduvsiz dizellar uchun	0,35...0,42
Nadduvli dizellar uchun	0,23...0,30
Gazli dvigatellar uchun	0,38...0,45

Dizellarda effektiv f.i.k. qiymatining benzinli dvigatellarning η_e dan yuqoriligiga asosan ularda havo ortiqligi koeffitsienti qiymatining kattaligi, ya'ni ularda yonilg'i to'laroq yonishining natijasi bo'ladi. Yengil yonilg'i purkaladigan dvigatellarda bu kamchilik deyarli bo'lmaydi.

Suyuq yonilg'ining effektiv solishtirma sarfi [g/(kVt·soat)]

$$g_e = 3600/(H_u \eta_e) \text{ yoki } g_e = 3600 \rho_k \eta_V / (p_e l_0 \alpha)$$

Gazsimon yonilg'ida ishlaydigan dvigatellar uchun gazsimon yonilg'ining effektiv solishtirma sarfi [m³(kVt·soat)]

$$v_e = 3,6/(\eta_e H'_u) \text{ yoki } v_e = 9700 p_k \eta_V / (p_e M'_1 T_k)$$

Effektiv quvvat birligiga yonilg'ining solishtirma sarfi [MJ/(kVt·soat)]

$$q_e = v_e H'_u = 9700 \cdot p_k \eta_V / (p_e M'_1 T_k)$$

Zamonaviy avtomobil va traktor dvigatellari uchun nominal yukda yonilg'ining effektiv solishtirma sarfi quyidagi qiymatlarga ega:

Yonilg'ini elektron purkaydigan

dvigatellar uchun $g_e = 200 \dots 290 \text{ g/(kVt}\cdot\text{s)}$

karbyuratorli dvigatellar uchun $g_e = 230 \dots 310 \text{ g/(kVt}\cdot\text{s)}$

ajratilmagan yonish kamerali

dizellar uchun $g_e = 200 \dots 235 \text{ g/(kVt}\cdot\text{s)}$

Uyurma kamerali va old kamerali

dizellar uchun $g_e = 220 \dots 260 \text{ g/(kVt}\cdot\text{s)}$

Gaz dvigatellari uchun $g_e = 12 \dots 17 \text{ MJ/(kVt}\cdot\text{s)}$

Dvigatelning effektiv ko'rsatkichlari

Mexanik yo'qotishlar o'rtacha bosimi

$$p_M = a + b \cdot v_{p.o'r}, \text{MPa.}$$

Yonilg'i purkaladigan va elektron boshqariladigan yuqori forsirovka qilingan benzinli dvigatellar uchun $a=0,024$ va $b=0,0053$.

Yonilg'i purkaladigan dvigatel uchun oldindan porshen yo'li S ni dvigatel prototipiga mos ravishda qabul qilamiz va porshenning o'rtacha tezligini aniqlaymiz

$$v_{p.o'r} = \frac{S \cdot n}{3 \cdot 10^4}, \text{m/s.}$$

O'rtacha effektiv bosim

$$r_e = p_i - p_M, \text{MPa.}$$

Mexanik f.i.k.

$$\eta_M = \frac{p_e}{p_i}.$$

Effektiv f.i.k.

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_M.$$

Yonilg'ining effektiv solishtirma sarfi

$$g_e = \frac{3,6 \cdot 10^3}{H_u \eta_e}, g/(kVt \cdot soat).$$

Nazorat savollari

1. Ishchi siklning effektiv parametrlari qanday tavsiflanadi?
2. Dvigatelning effektiv ko'rsatkichlari qanday mexanik yo'qotishlar mavjud?
3. O'rtacha effektiv bosim haqida ma'lumot bering.
4. Nominal yukda o'rtacha effektiv bosim ρ_e qiymati gazli dvigatellar uchun qaysi oraliqlardan olinadi?
5. Dvigatelning effektiv ko'rsatkichlari qanday mexanik f.i.k. mavjud?
6. Tajribaviy ma'lumotlar bo'yicha nominal ish rejimida ishlayotgan har xil dvigatellarning f.i.k. benzinli dvigatellar uchun qaysi oraliqlardan olinadi?
7. Dvigatelning indikator quvvati deganda nimani tushunasiz?
8. Effektiv quvvat haqida ma'lumot bering.
9. Effektiv quvvat va dvigatelning asosiy parametrlari orasidagi bog'lanish qaysi formula bo'yicha hisoblanadi?
10. Effektiv va mexanik f.i.k.lari orasidagi bog'lanish qaysi formula bo'yicha hisoblanadi?

Foydalanilgan adabiyotlar

1. To'laev B.R. Ichki yonuv motorlari nazariyasi va dinamika asoslari. – T.: Fan va texnologiya. 2010.
2. Daminov O.O. Ichki yonuv dvigatellari nazariyasi. – T.: “Adabiyot uchquni”, 2018.
3. A.I. Kolchin, V.P. Demidov. Raschet avtomobilniy i traktorniy dvigateley. M.: Vsshaya shkola, 2008.

V. KEYSLAR BANKI

1-Keys: MAGATE, OPEK, BMT sanoat rivojlanishi departamenti ma'lumotlari va Jahon Energetika Agentligi (JEA) bashorati bo'yicha 2030 yilda jahon energiya balansida neftning ulushi – 40% ni, gazniki – 27% ni, ko'mirniki – 24% ni, boshqalarniki – 9% ni tashkil qiladi.

Hozirgi paytda dunyoda bir yilda taxminan 5 milliard tonna, O'zbekistonda – 6 million tonna neft qazib olinmoqda. AQSHda bir yilda 2,9 million tonna neftdan foydalaniladi va Amerika neft instituti ma'lumotlari bo'yicha 43% neft mahsulotlaridan avtomobillar uchun yengil yonilg'i sifatida, 11% dan dizel yonilg'isi sifatida foydalaniladi. Bu ma'lumotlarga ko'ra yer yuzida izlab topilgan neft zahiralari yaqin kelajakda tugaydi. Bu holda ichki yonuv dvigatellari uchun energiya manbai muammosi qanday hal etilishi kerak? Muammo yechimini izlab toping va takliflar kiriting.

Keysni amalga oshirish bosqichlari

Bosqichlar	Topshiriqlar
1-bosqich	Taqdim etilgan aniq vaziyatlar bilan tanishib chiqing. Muammoli vaziyat mazmuniga alohida e'tibor qaring. Muammoli vaziyat qanday masalani hal etishga bag'ishlanganligini aniqlang.
2-bosqich	Keysdagi asosiy va kichik muammolarni aniqlang. O'z fikringizni guruh bilan o'rtoqlashing. Muammoni belgilashda isbot va dalillarga tayaning. Keys matnidagi hech bir fikrni e'tibordan chetda qoldirmang.
3-bosqich	Guruh bilan birgalikda muammo yechimini toping. Muammoga doir yechim bir necha variantda bo'lishi ham mumkin. Shu bilan birga siz topgan yechim qanday natijaga olib kelishi mumkinligini ham aniqlang.
4-bosqich	Guruh bilan birgalikda keys yechimiga doir taqdimotni tayyorlang. Taqdimotni tayyorlashda sizga taqdim etilgan

javdalga asoslaning. Taqdimotni tayyorlash jarayonida aniqlik, fikrning ixcham bo'lishi tamoyillariga rioya qiling

2-Keys: Haydovchi avtomobilning saloniga ko'p miqdorda gaz xidi chiqayotganini sezdi va bu xid tez orada tashqariga ham chiqa boshladi va avtomobil dvigetelida yong'in chiqishi oqibatida kuchli portlash sodir bo'ldi. Bu avtomobil haydovchisining sog'lig'iga ziyon keltirdi, shuningdek, atmosferaning ifloslanishiga olib keldi. Mutaxassislarning jarayonni tekshirishlari natijasida avtomobilning gaz apparaturasining rezino-texnik elementlari ishdan chiqqanligi aniqlandi.

Mutaxassislar tomonidan berilgan xulosa to'g'rimi? Avtomobilning gaz apparaturasining rezino-texnik elementlari ishdan chiqishiga yana qanday faktorlar sabab bo'lishi mumkin?

Keysni amalga oshirish bosqichlari

Bosqichlar	Topshiriqlar
1-bosqich	Keys bilan tanishib chiqing. Muammoli vaziyat mazmuniga alohida e'tibor qarating. Muammoli vaziyat qanday masalani hal etishga bag'ishlanganligini aniqlang.
2-bosqich	Suyuqlashtirilgan propan-butanli (neftli) gaz (SNG) tarkibiga kiruvchi propilen va butilen olepinli guruhlarining kimyoviy faolligini aniqlang. Bunday kimyoviy faollik dvigetelning ta'minlash tizimiga qanday ta'sir ko'rsatishini aniqlang.
3-bosqich	Avtomobilning gaz apparaturasining rezino-texnik elementlarining buzilishiga olib kelgan sabablarni aniqlang. Ular bir nechta bo'lishi mumkin. Yuqoridagi holat uchun sabab bo'lgan faktorni aniqlang va muammo yechimini izlang. Topgan yechimni asoslang va aynan shu vaziyatga sabab bo'lganligini misollar yordamida izohlang.

KEYSLI VAZIYATLAR

(O'quv mashg'ulotlarida foydalanish uchun tavsiya etiladi)

1-Keys: Keyingi 20 yil ichida atrof-muhit ekologiyasi buzilib, yer yuzi havosining harorati taxminan 2 gradusga ko'tarildi. Buning natijasida muzliklar eriy boshlab okeandagi suv sathi ko'tarila boshladi, yer yuzining ba'zi cho'l zonalarida, ayniqsa Afrikada, qurg'oqchilik kuchaydi. Bular inson hayoti, yashash sharoiti va faoliyati uchun sezilarli ta'sir o'tkazmoqda.

Sizning fikringizcha bu muammoni hal qilishning qanday yo'li yoki yo'llari mavjud? O'z fikringizni bildiring.

2-keys: Ichki yonuv dvigatellari uchun qo'llanila boshlangan ba'zi alternativ yonilg'ilar motor o't olishi va alanganing tarqalishiga salbiy ta'sir qilmoqda hamda zararl moddalar va zarrachalar chiqishini ko'paytirmoqda.

Bu muammolarning oldini olish uchun alternativ yonilg'ilar qanday talablarga mos kelishi kerak?

3 -Keys: Vodorod – yuqori samarali va ekologik toza yonilg'idir. Vodorod yonganda faqat suv hosil bo'ladi, uning yonish issiqligi esa 143 kDj/g, ya'ni uglevodorodlarga (29 kDj/g) nisbatan 5 marta yuqori. Vodorod – borliqda eng keng tarqalgan modda (mutaxassislarning bahosiga qaraganda u yulduzlar massasining yarmini va yulduzlararo gazning katta hajmini tashkil qiladi), lekin yer yuzida erkin ko'rinishda u deyarli yo'q.

Vodoroddan yonilg'i sifatida foydalanishning imkoni bormi? Agar bor deb hisoblasangiz, o'z mulohazalaringizni bayon qiling.

4-Keys: Metanol boshqa spritlar orasida xom-ashyo resurslari pozitsiyasida va boshqa texnikaviy-iqtisodiy omillar bo'yicha benzin uchun eng istiqbolli

komponent hisoblanadi. Lekin bug‘lanishning yuqori issiqligi dvigatel o‘t olishini yomonlashtiradi va metanoldan toza ko‘rinishda foydalanishga qiyinchiliklar tug‘diradi, bundan tashqari dvigatel metanolda ishlaganda atmosferaga formal degid 3...5 marta ko‘proq chiqariladi, u esa korrozion aktiv modda hisoblanadi.

Metanoldan benzina samarali qo‘shimcha sifatida foydalanishning yo‘li, ya‘ni yuqorida bayon qilingan muammolarning yechimi bormi? O‘z fikringizni izhor qiling.

5-Keys: Jahon rivojlanishining boshqa qator muammolaridan farqli ravishda, biomahsulotlar muammosi “bozor surib chiqarishi” emas balki keng siyosiy qo‘llab-quvvatlanishga ega. Bioyong‘ilarning yurituvchi kuchlari va muammolari mamlakatga qarab o‘zgaradi.

Ushbu masalaning yechimini toping.

6-Keys: Uchqun bilan o‘t oldiriladigan dvigatelda azot oksidlanishi va *NO* hosil bo‘lishi alanga fronti ortida yonish mahsulotlari zonasida sodir bo‘ladi, u yerda harorat eng yuqori bo‘ladi. Gazlar harorati ko‘tarilishi va kislorod kontsentratsiyasi ortishi sababli *NO* hosil bo‘lishi keskin ortadi. Bu atrof-muhitga kuchli salbiy ta‘sir qiladi.

Bu muammoni yechish yo‘llari bo‘yicha o‘z mulohazalaringizni bayon qiling.

7-Keys: Bugungi kunda vodorodning narxi juda yuqori, bundan tashqari, dvigatel vodorod bilan ta‘minlashga o‘zkazilganda maksimal quvvat kamayadi, qayta alanganishlar paydo bo‘ladi, metallar yuza qatlamlarida vodorod bilan to‘yinish natijasida “vodorod mo‘rtligi” hosil bo‘ladi.

Bu muammolarning yechimi bormi? Agar yechimi bor deb hisoblasangiz o‘z fikringizni bayon qiling.

VII. GLOSSARIY

Termin	O‘zbek tilidagi sharhi	Ingliz tilidagi sharhi
Avtomobilning havoni ifloslashi AUTOMOTIVE AIR POLLUTION	Transport vositasidan atmosferaga chiqarilayotgan bug‘langan va to‘liq yonmagan zaharli yonish mahsulotlari, asosan uglerod oksidi (SO), uglevodorodlar (SN), azot oksidi (NO _x), oltingugurt oksidi (SO _x) va mayda zarrachalar	Eva’orated and unburned fuel and other undesirable by-products of combustion that escape from a vehicle into the atmosphere, mainly carbon monoxide (CO), hydrocarbons (HC), nitrogen oxides (NO _x), sulfur oxides (SO _x) and particulates.
Azot oksidi NITROGEN OXIDES (NO_x)	Azot va kislorodning barcha kimyoviy birikmalari. Azot oksidi avtomobil dvigatellari va boshqa energetik qurilmalarda yonish jarayoni natijasida yonish kamerasidagi yuqori bosim va harorat tufayli hosil bo‘ladi. Azot oksidi uglevodorodlar bilan quyosh nuri ta’sirida birikib, smog hosil qiladi. U asosiy havoni ifloslantiruvchi hisoblanadi.	Any chemical compound of nitrogen and oxygen. Nitrogen oxides result from high temperature and pressure in the combustion chambers of automobile engines and other power plants during the combustion process. When combined with hydrocarbons in the presence of sunlight, nitrogen oxides form smog. A basic air pollutant.
Alanganish IGNITION	Yonish kamerasidagi siqilgan yonilg‘i-havo aralashmasini svecha yordamida uchqunlantirish.	The action of the spark in starting the burning of the compressed air-fuel mixture in the combustion chamber.
Alanganish energisi IGNITION ENERGY	Yonuvchi yonilg‘i aralashmasini yoqib yuborish uchun kerak bo‘ladigan tashqi energiya miqdori.	The amount of external energy that must be applied in order to ignite a combustible fuel mixture.
Aromatiklar AROMATIC	Tabiiy gazga hidi kelish uchun qo‘shiladigan kimyoviy birikmalar.	Chemical compounds added to natural gas in order to impart odor.

	Yonilg‘i sifatida ishlatiladigan vodorodga aromatlarni qo‘shish mumkin emas	Aromatics cannot be added to hydrogen for fuel cell use.
Aromatlash ODORIZATION	Tabiiy gazga farqlovchi hid berish jarayoni, bu uning mavjudligini oson aniqlash imkonini beradi.	A ‘rocess of adding a distinctive odor to natural gas so that its ‘resence can be easily detected.
Benzin GASOLINE	Hozirgi vaqtda ko‘pchilik avtomobil dvigatellarida yonilg‘i sifatida ishlatiluvchi neftdan olinadigan uglevodorodlarning suyuq aralashmasi.	A liquid blend of hydrocarbons obtained from crude oil, currently used as fuel in most automobile engines.
Bug‘ VA‘OR	Gaz: ihtiyoriy moddaning gazsimon holati, suyuqlik yoki qattiq holatlardan farqli holat.	A gas: any substance in the gaseous state, as distinguished from the liquid or solid state.
Bug‘lanish VA‘ORIZATION	Bug‘lanish yoki qaynash natijasida suyuqlikning bug‘ holatiga kelishi; bug‘lanish va qaynashni o‘z ichiga qamrab oluvchi atama.	A change of state from liquid to va‘or by eva‘oration or boiling; a general term including both eva‘oration and boiling.
Butan BUTANE	32 °F (0 °C) haroratdan past sharoitda atmosfera bosimida suyuq holdagi neftg‘ gazi.	A ty‘e of ‘etroleum gas that is liquid below 32 °F (0 °C) at atmos‘heric ‘ressure.
Vodorod HYDROGEN (H₂)	Olamdagi eng oddiy va eng yengil element bo‘lib, eng past kriogen haroratlarda ham gaz holida mavjud bo‘la oladi. Vodorod gazi – rangsiz, konsentratsiyasi keng diapazonda kislorod bilan aralashganda yonish xavfi yuqori bo‘lgan hidsiz gaz.	The sim‘lest and lightest element in the universe, which exists as a gas exce‘t at low cryogenic tem‘eratures. Hydrogen gas is color-less, odorless and highly flammable gas when mixed with oxygen over a wide range of concentrations.
Gibridelektromobili (GEM)	Elektr yuritmasi tizimi yordamida harakatlanuvchi va muqobil quvvat bloki (MQB) deb nomlanuvchi	A vehicle that is ‘owered by both an electric drive system and a second source of

HYBRID ELECTRIC VEHICLE (HEV)	ikkinchi quvvat manbai sifatida ichki yonuv dvigateli qo'llaniladigan transport vositasi.	'ower, such as an internal combustion engine, referred to as the alternative 'ower unit (A'U).
Dvigatel ENGINE	Issiqlik energiyasini mexanik energiyaga aylantirib beruvchi mashina.	A machine that converts heat energy into mechanical energy.
Detonatsiya (Portlash) DETONATION	Yonuvchi aralashmaning zarbiy to'liqin va keskin bosim ortishi (atmosfera bosimidan bir necha marta katta) bilan kechadigan juda tez yonishi. Portlash to'liqlari tovush tezligidan yuqori bo'ladi. Ichki yonuv dvigatellarida detonatsiya zarb yoki shovqinga olib keladi.	The very ra'id burning of va'or resulting in a self-sustaining shock wave, the 'ressure behind which is several atmos'heres. Detonation waves travel at s'eed exceeding the s'eed of sound in air. In an internal combustion engine, detonation is commonly referred to as s'ark knock or 'ing.
Dizel yonilg'isi DIESEL FUEL	Dizel yonilg'isi – yuqori bosimli o'z-o'zidan alanagalanadigan dvigatellar uchun keng tarqalgan yonilg'i bo'lib, boshqa turdagi yonilg'ilar bilan solishtirish uchun standart hisoblanadi.	Diesel fuel is the most common fuel for heavy-duty engines and is therefore a standard of com'arison for other fuels.
Diffuziya DIFFUSIVITY	Gazni havo bilan aralashib (qo'shilib) ketish qobiliyati.	The ability of a gas to diffuse in air.
Yonilg'i FUEL	Kislrod bilan kimyoviy reaksiyaga kirishganda energiya ajralib chiqadigan modda.	A substance that releases energy when reacted chemically with oxygen.
Yonilg'i bilan tahminlash tizimi FUEL SYSTEM	Dvigatelning silindriga bug'langan yonilg'i va havo aralashmasini uzatib beruvchi tizim (yonilg'i baklari va quvurlari, filtr, yonilg'i nasosi, karbyurator va kiritish kollektori).	The system (fuel cylinders and lines, gauge, fuel 'um', carburetor, and intake manifold) that delivers the combustible mixture of va'orized fuel and air to the engine cylinders.
Yonilg'i injektori FUEL INJECTOR	Porshenli dvigatelga yonilg'ini purkash uchun	A device for introducing fuel into a 'iston engine

	qurilma (karbyurator o'rniga).	(re'lacing the carburetor).
Yonilg'i sarfi FUEL GAUGE	Yonilg'i baki yoki silindrdagi yonilg'ining miqdorini ko'rsatuvchi o'lchov.	A gauge that indicates the amount of fuel in the fuel tank or cylinder.
Yonilg'ini purkash tizimi FUEL INJECTION SYSTEM	Har bir silindrga alohida havoning oqimiga yoki old-kamera, uyurmaviy kamera, yonish kmerasiga yonilg'ini bosim ostida purkash tizimi (oddiy karbyuratori o'rnini bosuvchi).	A system (re'lacing the conventional carburetor) that delivers fuel under 'ressure into the combustion chamber, 're-combustion chamber, turbulence chamber, or into the airflow just as it enters each individual cylinder.
Yonilg'ini purkashning elektron tizimi ELECTRONIC FUEL INJECTION SYSTEM	Umumiy yonilg'i quvuriga vertikal o'rnatilgan, har bir silindr uchun elektron boshqarladigan yonilg'i injektorlari silindrlarga uglevodorodli yonilg'ini purkab yetkazib beruvchi yonilg'i tizimi turi. Tizim yonilg'i quvurida o'zgarmas bosimli va purkash vaqti o'zgarib turuvchi turlarga bo'linadi.	A ty'e of 'ort injection fuel delivery system that meters the hydrogen fuel to each cylinder, using individual electronic fuel injectors for each cylinder and 'lumbed to a common fuel rail. The system uses variable injection timing and constant fuel rail 'ressure.
Yonilg'ini saqlash tizimi FUEL STORAGE SYSTEM	Yonilg'ini mobil qurilmada saqlash uchun foydalaniladigan bir yoki bir nechta konteynerlar, ularni bir-biriga bog'lovchi qurilmalar bilan birga.	One or more containers, including their inter-connecting equi'ment designed for use in the mobile containment of fuel.
Yonish COMBUSTION	Yonilg'i, yuqori harorat va kislorod kombinatsiyasi natijasidagi o't, olov. Dvigatelda yonilg'i aralashmasining tez o't olishi yonish kmerasida sodir bo'ladi.	Burning, fire 'roduced by the 'ro'er combination of fuel, heat, and oxygen. In the engine, the ra'id burning of the air-fuel mixture that occurs in the combustion chamber.
Yonish kamerasi	Porshening tubi va silindr kallagi orasidagi bo'shliq	The s'ace between the to' of the 'iston and the

COMBUSTION CHAMBER	bo‘lib, yonilg‘i-havo aralashmasi yonadigan joy.	cylinder head, in which the air-fuel mixture is burned.
Zaharli moddalar ‘OLLUTANT	Atrof-muhitga zararli ta’sir etayotgan yoki ifloslantirayotgan barcha moddalar. Transport vositasida dvigatelning ishlab bo‘lgan gazlaridagi yoki yonilg‘i tizimidan bug‘lanayotgan moddalar.	Any substance that adds to the contamination or degrading of the environment. In a vehicle, any substance in the exhaust gas from the engine or evaporating from the fuel system.
Ikki yonilg‘ili tizim DUAL-FUEL	Bir vaqtda ikkita yonilg‘ida ishlovchi tizim, masalan, dizel yonilg‘isi va siqilgan gazda ishlovchi dizel dvigateli	A system that operates on two fuels simultaneously, such as a fumigated diesel engine that runs on diesel and natural gas
Ikki xil yonilg‘ili tizim BI-FUEL	Ikki turdagi yonilg‘i bilan ishlovchi tizim, turli vaqtlarda alohida-alohida masalan benzin va SqTG.	A system that can operate on two fuels, one at a time and not simultaneously, such as gasoline and CNG.
Injektor INJECTOR	Yonilg‘i kollektordagi havo oqimi yoki yonish kamerasiga purkaladigan uchlik yoki trubka.	The tube or nozzle through which fuel is introduced into the intake airstream or the combustion chamber.
Issiqlik effektivligi EFFICIENCY, THERMAL	Termodinamik jarayon (kimyoviy reaksiya kabi) natijasida foydalanilayotgan effektiv ishning jarayon davomida sarflanayotgan umumiy energiyaga nisbati.	The ratio of the useable work that results from a thermodynamic process (such as a chemical reaction) to the total amount of energy released during the process.
Issiqlik effektivligi THERMAL EFFICIENCY	Yonilg‘ining yonishidan hosil bo‘lgan energiyani dvigatel hosil qilayotgan energiyaga nisbati.	Ratio of the energy output of an engine to the energy in the fuel required to produce that output.
Ifloslantirish ‘OLLUTION	Atrof-muhitga foydasi kam bo‘lgan barcha gazlar yoki moddalarning chiqishi.	Any gas or substance that makes the environment less fit.

	Ifloslanish turlariga: havoni, tuproqni, suvni, okeanni ifloslash shuningdek shovqin ham kiradi.	Types of pollution include: air, ground water, ocean, noise, etc.
Ichki yonuv dvigateli (IYoD) INTERNAL COMBUSTION ENGINE (ICE)	Yonilg'ini dvigatelning bevosita o'zida, alohida qurilma, ya'ni bug' dvigatelidagi qozon emas balki silindr ichida yoqiladigan dvigatel.	An engine in which the fuel is burned inside the engine itself, rather than in a separate device, such as a boiler on a steam engine.
Ishlab bo'lgan gazlarni qayta yo'llash EXHAUST GAS RECIRCULATION	Issiqlikni boshqarish va/yoki NOx miqdorini boshqarish tizimi bir qism ishlab bo'lgan gazlarni kiritish kollektoriga qayta yo'llash.	A thermal dilution and/or NOx control system that recirculates a portion of the exhaust gases back into the intake manifold.
Karbyurator CARBURETOR	Yonilg'ini bilan ta'minlash tizimida yonilg'ini havo bilan aralashtirib beruvchi, dvigatelning turli tezlik va yuk sharoitlari uchun kiritish kollektori uchun yonuvchi aralashmani yetkazuvchi qurilma.	The device in an engine fuel system that mixes fuel with air and supplies the combustible mixture to the intake manifold for varied speed and load conditions of the engine.
Karbyuratsiya CARBURETION	Karbyuratorda sodir bo'ladigan jarayon bo'lib, suyuq yonilg'ini bug'latib havo bilan aralashtirgan holda yonuvchi aralashma hosil qilish.	The actions that take place in the carburetor: converting liquid fuel to vapor and mixing it with air to form a combustible mixture.
Katalizator CATALYST	Moddalar orasidagi kimyoviy jarayonni tezlashtiruvchi yoki sekinlashtiruvchi, biroq o'zi jarayonda ishtirok etmaydigan modda. Platina – tipik katalizator hisoblanadi.	A substance that can speed or slow a chemical reaction between substances, without itself being consumed by the reaction. Platinum is a typical catalyst.
Katalitik konverter (Neytralizator) CATALYTIC CONVERTER	Katalizatori bo'lgan chiqarish tizimidagi qurilma bo'lib, ishlab bo'lgan gazlar tarkibidagi zaharli gazlarni zararsiz gazlarga aylantirib beradi.	A device in the exhaust system containing a catalyst so that reactions can occur that convert undesirable compounds in the exhaust gas into harmless gases.

<p>Kimyoviy formula CHEMICAL FORMULA</p>	<p>Kimyoviy formula molekulaning tarkibi yoki moddaning tarkib topgan atomlari kimyoviy kompozitsiyasini ifodalaydi. Vodorod, metanol va etil spirti moddalirini aniq qisqa formula yordamida ifodalash mumkin. Tabiiy gaz, propan, benzin va dizel yonilg'ilari taxminiy formula bilan ifodalanadi.</p>	<p>A chemical formula describes the chemical composition of a molecular compound or substance according to its constituent atoms. Hydrogen, methanol and ethanol are pure substances with a definite formula. Natural gas, commercial propane, gasoline and diesel fuel have variable compositions.</p>
<p>Qayta yonish BACKFIRE</p>	<p>Majburan o't oldiriladigan dvigatellarda chiqarish kollektorida haddan tashqari boy bo'lgan aralashmani to'satdan portlashi. Qayta yonish shuningdek yonishning kechikishi natijasida yonilg'i chiqarish klapani atrofida yonganda va alanga induksion tizimdan orqada qolganda kelib chiqadi.</p>	<p>The accidental explosion of an overly rich mixture in the exhaust manifold of a spark-ignition engine. Backfire conditions can also develop if the premature ignition occurs near the fuel intake valve and the resultant flame travels back into the induction system.</p>
<p>Markaziy (yonilg'i) uzatish tizimi CENTRAL (FUEL) DELIVERY SYSTEM</p>	<p>Bu tizim kiritish taktida yonuvchi aralashmani hosil qiladi. Bug'latish kiritish kollektorida hosil bo'ladi. Karbyurator – markaziy uzatish tizimi hisoblanadi.</p>	<p>This system forms the fuel-air mixture during the intake stroke. The injection is at the inlet of the air intake manifold. A carburetor is a central delivery system.</p>
<p>Mexanik effektivlik MECHANICAL EFFICIENCY</p>	<p>Dvigatelning yo'qotishlari ot kuchi va umumiy ot kuchi nisbati.</p>	<p>In an engine, the ratio between brake horsepower and indicated horsepower.</p>
<p>Muqobil yonilg'ilar ALTERNATIVE FUEL</p>	<p>Neftdan qayta ishlab olinadigan benzin yoki dizel yonilg'isiga muqobil bo'lgan yonilg'ilar, masalan suyultirilgan tabiiy gaz</p>	<p>An alternative to gasoline or diesel fuel that is not produced in a conventional way from crude oil, for example</p>

	(STG), siqilgan neft gazi (SNG), siqilgan tabiiy gaz (SqTG), etanol, metanol yoki vodorod	CNG, L'G, LNG, ethanol, methanol and hydrogen.
Noto'g'ri yonish ABNORMAL COMBUSTION	Zarbiy dastlabki yonish bo'lib, alanga yuza bo'ylab tarqaladi; bunday yonish normal kechmaydi (ya'ni uchqun bilan boshlangan alanga fronti butun yonish kamerasi bo'ylab bir tekis va portlashsiz tarqalmaydi).	Combustion in which knock, 're-ignition, run-on or surface ignition occurs; combustion that does not 'roceed in the normal way (where the flame front is initiated by the spark and 'roceeds throughout the combustion chamber smoothly and without detonation).
Oktan soni OCTANE NUMBER	Benzinning oktan sonini baholovchi son. Oktan soni ichki yonuv dvigatelida yonilg'ining detonatsiyaga chidamlilik darajasini ifodalaydi.	The number used to indicate the octane rating of a gasoline. The octane number describes the anti-knock 'ro'erties of a fuel when used in an internal combustion engine.
Oktan sonini baholash OCTANE RATING	Benzinning detonatsion xossasi o'lchovi bo'lib, oktan soni qancha yuqori bo'lsa, benzin shuncha noto'g'ri yonishga (detonatsiyaga) chidamli bo'ladi.	A measure of the antiknock 'ro'erties of a gasoline. The higher the octane rating, the more resistant the gasoline is to abnormal combustion.
Oltinugurt oksidi SULFUR OXIDES (SO_x)	Qaynoq ishlab bo'lgan gazlar bilan katalitik neytralizatoridagi katalizator reaksiyaga kirishi natijasida kam miqdorda hosil bo'ladigan kislotalar.	Acids that can form in small amounts as the result of a reaction between hot exhaust gas and the catalyst in a catalytic converter.
Piroliz 'YROLYSIS	Yuqori haroratlarda uglevodorodlarni kimyoviy parchalash jarayoni.	The chemical decom'osition brought about by heat.
Propan 'RO'ANE (C₃H₈)	Suyultirilgan gazning (STG) bir turi bo'lib, atmosfera bosimida -44 °F (-42 °C) past haroratda suyuqlikka	A ty'e of liquid 'etroleum gas (L'G) that is liquid below -44 °F (-42 °C) at atmos'heric

	aylanadi. Propan gazi havoga nisbatan og'ir bo'ladi.	'ressure. 'ro'ane gas is heavier than air.
Siqilgan vodorod gazi (SVG) COM'RESSEDHYDROGEN GAS (CHG)	Siqilgan vodorod gazi yuqori bosimda va atmosfera haroratida saqlanadigan siqilgan vodorod.	Com'ressed hydrogen gas is hydrogen com'ressed to a high-'ressure and stored at ambient tem'erature.
Siqilgan neft gazi (SNG) LIQUEFIED PETROLEUM GAS (L'G)	Uglevodorod yoki uglevodorod aralashmalarining yengil gazsimon barcha moddalari: propan, propilen, normal butan, izobutilen va butilenlar.	Any material that is com'osed 're-dominantly of any of the following hydrocarbons or mixtures of hydrocarbons: 'ro'ane, 'ro'ylene. normal butane, isobutylene and butylene.
Siqilgan tabiiy gaz (SqTG) COM'RESSED NATURAL GAS (CNG)	Uglevodorod gazlari va bug'lari aralashmasi, asosan gazsion shakldagi metan, muqobil yonilg'i sifatida ishlatish uchun siqilgan.	Mixtures of hydrocarbon gases and va'ors, consisting 'rinci'ally of methane in gaseous form that has been com'ressed for use as a vehicular fuel.
Siqish COM'RESSION	Gaz hajmining qisqarishi, uni kichik bo'shliqqa siqish. Hajmning kamayishi gaz bosimni, zichligini va haroratini oshiradi.	Reducing the volume of a gas by squeezing it into a smaller s'ace. Increasing the 'ressure reduces the volume and increases the density and tem'erature of the gas.
Siqish darajasi (SD) COM'RESSION RATIO (CR)	Silindr hajmini porshenning PCHHdan YuCHHgacha siqilgandagi hajmi.	The volume of the cylinder when the 'iston is at BDC, divided by the volume of the cylinder when the 'iston is at TDC.
Siqishdan alanganadigan IYoD COM'RESSION IGNITION (CI) ENGINE	Dvigatelga kiritish vaqtida havo kiritilib, yonilg'i yonishi uchun yetarli bo'ladigan haroratgacha tez siqiladigan ichki yonuv dvigateli. Dizel dvigateli deb ham yuritiladi.	An internal combustion engine in which air is admitted to the engine on the intake stroke and the ra'id com'ression of the air raises the tem'erature to such a

		Point that the fuel ignites. Ty'ified by the diesel engine.
SqTG CNG	Siqilgan tabiiy gaz.	Com'ressed Natural Gas.
Stexiometrik jarayon STOICHIOMETRIC (STOICH)	Dvigatelda yonilg'i va havoning ideal kimyoviy reaksiyasi (yonish mahsuloti faqatgina – suv va uglerod ikki oksidi).	A chemically perfect reaction of fuel and air in an engine (the only products of combustion are water and carbon dioxide).
Stirling dvigateli STIRLING ENGINE	Issiqlik dvigatellarining bir turi bo'lib, porshen ishchi gazning navbatma-navbat qizdirilishi va sovutilishi natijasida bosim o'zgarishi hisobiga harakatlanadi. Unda ikkita izotermik va ikkita izoxorik jarayon mavjud.	A type of internal combustion engine in which the piston is moved by changes in the pressure of a working gas that is alternately heated and cooled. It has two isothermal processes and two constant-volume processes.
Suyultirilgan tabiiy gaz (STG) LIQUEFIED NATURAL GAS (LNG)	Motor yonilg'isi sifatida ishlatilish uchun tabiiy gazni suyultirish. Suyultirilgan gaz 111 K gacha (– 259 °F; –162 °C) sovutiladi va atmosfera bosimida suyuqlikka aylanadi.	A motor fuel composed of natural gas that has been liquefied. Liquefied natural gas cooled to 111 K (–259 °F; –162 °C) and ambient pressure becomes a liquid.
Tizimning effektivligi EFFICIENCY, SYSTEM	Qator jarayonlar natijasida foydalanilayotgan effektiv ishning shu jarayonlar davomida sarflanayotgan umumiy energiyaga nisbati. Tizimning effektivligi qator jarayonlarning faqatgina nisbiy miqdori hisoblanadi, masalan, dvigatelning maxoviki uchun tizimning effektivligi transport vositasining g'ildiragidagi tizimning effektivligidan farq qiladi. Bir tizimdagi	The ratio of the useable work that results from some series of processes to the total amount of energy used during those processes. System efficiency is only meaningful in relation to a defined series of processes; for example, the system efficiency for an engine at the flywheel is different (and necessarily higher

	tizimning effektivligini boshqacha usul bilan aniqlangan boshqa tizimning effektivligi bilan solishtirish ko'p hollarda to'g'ri emas.	than) the system efficiency at the wheels of a vehicle. The system efficiency for one system is of-ten com'ared ina''ro'riately to the system efficiency for another system that is defined differently.
Uglevodorod (SN) HYDROCARBON (HC)	Asosan tabiiy yonilg'ilar, neft, tabiiy gaz va ko'mir tarkibida mavjud bo'lgan uglerod va vodorodning organik birikmasi: fotokimyoviy smog hosil qiluvchi agent hisoblanadi.	An organic com'ound containing only carbon and hydrogen, usually derived from fossil fuels such as 'etroleum, natural gas, and coal: an agent in the formation of 'hotochemical smog.
Uglerod oksidi (CO) CARBON MONOXIDE (CO)	Mashinaning chiqarish quvuridan chiquvchi zaharli modda bo'lib, yonilg'ining to'liq yonmasligi natijasida hosil bo'ladigan rangsiz, ta'msiz va hidsiz bo'lgan zaharli gaz.	A 'ollutant from engine exhaust that is a colorless, odorless, tasteless, 'oisonous gas that results from incom'lete combustion of carbon with oxygen.
O'z-o'zidan alanganish harorati AUTOIGNITION TEM'ERATURE	Alanga manbasi bo'lmaganda yonuvchi aralashmani o'z-o'zidan alanganishi uchun zarur bo'lgan minimal harorat. O'z-o'zidan yonib ketish harorati deb ham yuritiladi	The minimum tem'erate required to initiate self-sustained combustion in a combustible fuel mixture in the absence of a source of ignition. (Also known as self-ignition tem'erate.)
O't oldirish tizimi IGNITIONSYSTEM	Avtomobilda siqilgan yonilg'i-havo aralashmasini o't oldirish uchun dvigatelning silindrlarini yuqori kuchlanishli uchqun bilan ta'minlash tizimi. Akkumulyator batareyasi, o't oldirish g'altagi, o't oldirish uzgichi va taqsimlagichi, elektr simlar va o't oldirish svechalari.	In the automobile, the system that furnishes high-voltage s'arks to the engine cylinders to fire the com'ressed air-fuel mixture. Consists of the battery, ignition coil, ignition distributor, ignition switch, wiring, and s'ark 'lugs.

Havo va yonilg'ining steximetric nisbati STOICHIOMETRIC AIR-FUEL RATIO	Havo va yonilg'ining shunday aniq nisbatiki, bunda yonilg'i to'liq yonib suv va uglerod ikki oksidiga aylanadi.	The exact air-fuel ratio required to completely react a fuel into water and carbon dioxide.
Havo-yonilg'i nisbati (H/Yo) AIR-FUEL RATIO (A/F)	Yonish uchun kirayotgan havo va yonilg'ining massaviy nisbati	The 'portions, by weight, of air and fuel supplied for combustion.
Havoning ifloslanishi AIR POLLUTION	Odamlar, hayvonlar yoki o'simliklar uchun havoning har qanday zararli ta'siri	Any contamination of the air that is harmful to humans, animals or plants.
TSetan soni CETANE NUMBER	Dizel yonilg'isining o'z-o'zidan alangalanish darajasini bildiradi. TSetan soni yuqori bo'lgan yonilg'i past tsetanli yonilg'iga nisbatan oson alangalanadi (past haroratlarda). Dizel yonilg'ilari uchun tsetan soni 30 dan 70 gacha o'zgaradi, 40 dan 50 gacha tipik hisoblanadi.	An indicator of the ignition quality of diesel fuel. A high-cetane fuel ignites more easily (at lower temperature) than a low-cetane fuel. Cetane numbers for diesel fuels range from 30 to 70 while 40 to 50 is typical.
Silindrga yonilg'ini to'g'ridan-to'g'ri purkash tizimi DIRECT CYLINDER (FUEL) INJECTION SYSTEM	Kiritish klapani yopilganidan keyin silindrdagi havoga yonilg'ini aralastirib beruvchi murakkab tizim.	A sophisticated system that forms the fuel-air mixture inside the combustion cylinder after the air intake valve has closed.
Chiqindi emissiya EXHAUST EMISSIONS	Dvigatelning chiqarish tizimidan atmosferaga chiqayotgan zararli chiqindilar.	Pollutants emitted into the atmosphere through any opening downstream of the exhaust ports of an engine.
Ejektor EJECTOR	Gazni tarqatuvchi qurilma bo'lib, tizimdagi gaz ejektordan chiqib havo bilan aralashadi va oqim bilan birga so'rib olinadi.	A device used to circulate gas: new gas enters the ejector where it mixes with and drives the recirculating flow by way of suction.

Ekologik toza transport vositasi (ETTV) ZEV	Atrof-muhitni ifloslantirmaydigan transport vositasi (ya'ni emissiyasi nolga teng)	Zero Emissions Vehicle
Emissiya (chiqindi) nazorati EMISSION CONTROL	Atrof-muhit havosini ifloslanishini kamaytirish maqsadida ishlab chiqilgan yoki o'rnatilgan qurilmalar va jihozlar.	Any device or modification added onto or designed into a motor vehicle for the 'ur'ose of reducing air 'olluting emissions.
Emissiya standartlari EMISSION STANDARDS	Mahalliy, davlat va hokimiyat qonunchiligi asosida o'rnatilgan avtomobillarning emissiya uchun ruxsat etilgan daraja.	Allowable automobile emission levels, set by local, state and federal legislation.

VII. ADABIYOTLAR RO'YXATI

Maxsus adabiyotlar:

1. Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008.
2. Fuel Economy in Road Vehicles 'owered by S'ark Ignition Engines. John C. Hillard, George S. S'ringer. New York and London, 'lenum 'ress, 2001.
3. Guzzella Lino | Onder Christo'her. Introduction to Modeling and Control of Internal Combustion Engine Systems. S'ringer, 2013. ISBN: 978-3-642-10774-0
4. Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and develo'ment. Volume 1: Gasoline and gas engines. USA. Woodhead 'ublishing Limited, 2010.
5. Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and develo'ment. Volume 2: Diesel engines. USA. Woodhead 'ublishing Limited, 2010.
6. Maximino Manzanera. Alternative Fuel. Croatia. InTech, 2011.
7. The Renewable Energy Home Handbook: Insulation & energy saving, Living off-grid, Bio-mass heating, Wind turbines, Solar electric 'V generation, Solar water heating, Heat 'um's, & more. Lindsay 'orter. 2015, Veloce 'ublishing.
8. RichardFolkson, Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Im'roved Environmental 'erformance. Woodhead 'ublishing Limited, 2015.

9. Bazarov B.I. Ekologicheskaya bezopasnos avtotransportniy sredstv. – Tashkent: Chinor ENK, 2012. – 216 s.

10. Bazarov B.I., Kalauov S.A., Vasidov A.X. Muqobil motor yonilg'isi. – Toshkent: SHAMS ASA, 2014. – 189 s.

IV. Internet resurslari:

1. [htt'://edu.uz](http://edu.uz) – O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi
2. [htt'://lex.uz](http://lex.uz) – O‘zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi
3. [htt'://bimm.uz](http://bimm.uz) – Oliy ta’lim tizimi pedagog va rahbar kadrlarini qayta tayyorlash va ularning malakasini oshirishni tashkil etish bosh ilmiy-metodik markazi
4. [htt'://ziyonet.uz](http://ziyonet.uz) – Ta’lim portali Ziyonet
5. [htt'://natlib.uz](http://natlib.uz) – Alisher Navoiy nomidagi O‘zbekiston Milliy kutubxonasi
6. [htt'://www.infocom.uz](http://www.infocom.uz)
7. [htt'://www.ress-uz.info](http://www.ress-uz.info)
8. [htt'://www.fueleconomy.gov](http://www.fueleconomy.gov)