

ICHKI YONUV DVIGATELLARI NAZARASI

(Theory of Internal Combustion Engines)

Tursunov Oybek

Andijon Mashinasozlik instituti

Avtomobilsozlik kafedrasi

Boburshox 39a, Andijon sh.

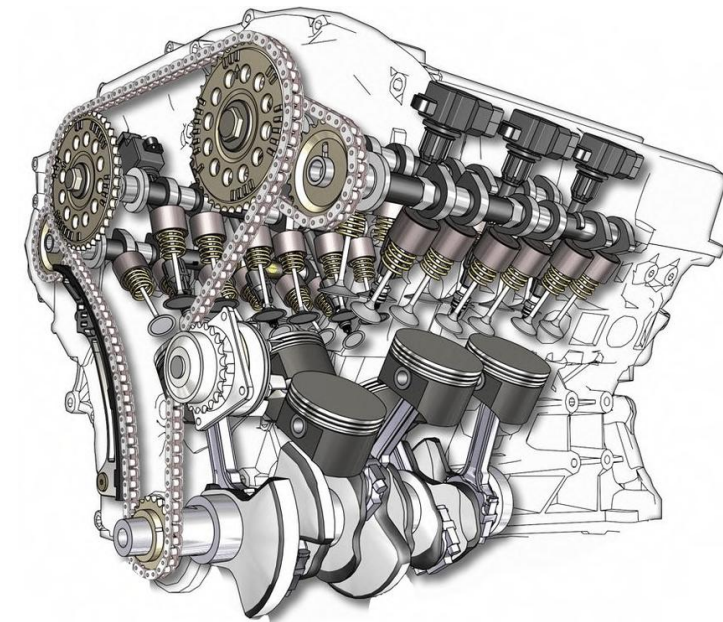


Photo source: https://www.researchgate.net/figure/Illustration-of-a-V6-internal-combustion-engine_fig1_339612888



3-Mavzu: Ishchi jismlar va ularning xususiyatlari. (Topic 3: Combustion mixture and its characteristics)

Reja:

1. IYoDda qo'llaniladigan ishchi jismlar to'g'risida tushuncha.
2. IYoDlarda foydalaniladigan suyuq va gazsimon yonilg'ilarning tarkiblari va asosiy xususiyatlari. Yonilg'i komponentlarining kimyoviy oksidlanish reaksiyalari, yonilg'ining to'liq yonishi uchun kerak bo'ladigan havoning nazariy miqdori.
3. Havoning ortiqlik koeffitsienti. Yonuvchi aralashma tarkibi va miqdori.
4. Yonilg'i yonuvchi aralashmaning yonish issiqligi.
5. IYoD uchun muqobil yonilg'ilar



Photo source: <https://sciencenotes.org/fossil-fuel-examples-and-uses/>

Yonilg'i - deb yonish jarayonida issiqlik energiyasini hosil qiluvchi moddalarga aytiladi. Yonilg'ilar kelib chiqishiga qarab tabiiy va sun'iy, Fizik holatiga ko'ra esa **suyuq, qattiq va gazzimon** bo'ladi.

Yonilg`ilar **yonuvchan** va **yonmas** qismlardan iborat. Syuq yonilg`ilarning yonuvchi qismi har xil organik birikmalar yig`indisidan iborat bo`lib, **uglerod**, **vodorod** va **oltingugurt** birikmalari kiradi.

- Uglerod** - yonilg`ining asosiy yonuvchi qismidir. Uni oshishi bilan yonilg`ining sifati oshib boradi. Har xil yonilg`i turlari tarkibida 50 dan 97 foizgacha uglerod bo`ladi.
- Vodorod** - yonilg`ining ikkinchi tarkibiy elementi bo`lib, miqdori 25 foizni tashkil qiladi. Yonganda uglerodga nisbatan 4 marta ko`proq issiqlik chiqaradi.
- Oltingugurt** - yonganda ma'lum miqdorda issiqlik chiqaradi, ammo uning yonish mahsulotlari oltingugurt SO₂ va SO₃ angidridlari metall sirtlarni qattiq va suyuq korroziyasiga sabab bo`ladi. Uning yonilg`idagi miqdori 8 foizgacha, neftlarda esa 0,1...4,5 foizgacha bo`ladi.

Suyuq yonilg`ilarning **yonmas (balast)** qismi esa ichki va tashqi bo`lib, ichki ballastlarga **kislorod** va **azot** kiradi. Tashqi ballastlar **mineral aralashmalar, abrav zarralar** va **namlikdan** iborat [1].

- Kislorod -** yonmaydi va issiqlik ham chiqarmaydi. Yonilg`ining ichki ballasti hisoblanadi. Uning miqdori yonilg`i turlariga qarab 0,5...4,3 foizni tashkil qiladi [2].
- Azot -** yonmaydi, kislorod singari yonilg`ini ichki ballasti hisoblanadi. Uning miqdori yonilg`ini suyuq vaqattiq turlarida 0,5...15 foizni tashkil qiladi.
- Kul -** yonilg`ining to`la yonib bo`lgandan keyin qoladigan yonmas qattiq qoldiq qismi bo`lib, zararli yonish issiqligini pasaytiradi.
- Namlik -** yonilg`ining foydasiz tarkibiy aralashmasi bo`lib, issiqlikning ma'lum qismini bug`lanishga sarflanishiga olib keladi va buning natijasida yonilg`ining yonishi, issiqligi va harorati pasayadi, zanglash jarayonini tezlashtiradi.

Gazzimon yonilg`ilarning yonuvchan qismi tarkibiga uglerod oksidi CO, metan  $CH_4$  va boshqa gazzimon uglevodorodlardan ( $C_nH_m$ ) atomlari 4 dan oshmagan uglevodorodlar kiradi. Bunda asosiy issiqlik beruvchi qismi metan va boshqa og`ir uglevodorodlar bo`lib, uglerod oksidi biroz issiqlik beradi xolos. Ballast qismi yonmas gazlar azot, karbonat  $CO_2$  va oltingugurtli gazlar, kislorod  $O_2$  va suv bug`laridan H_2O iborat.

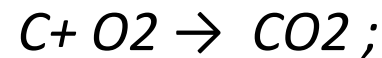
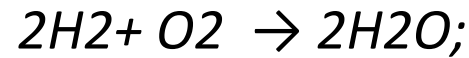


Photo source: <https://www.sciencenews.org/article/fossil-fuel-use-may-emit-more-methane-than-thought>



Yonilg`ining to`la yonishini uchun zarur kislorod miqdori

Yonilg`ini to`la yonishini ta'minlaydigan **kislorod miqdorini** aniqlash uchun uning tarkibiga kiradigan elementlarning yonish reaksiyasini ifodalovchi nazariy tengliklardan foydalaniladi:



Demak 1 kg **uglerod** to`la yonishi uchun  $32/12=2,67$  kg kislorod, 1 kg **vodord** uchun  $16/2=8$  kg kislorod va 1 kg oltingugurt uchun  $32/32=1$  kg kislorod kerak bo`ladi.

Demak, 1 kg yonilg`ini to`la yonishi uchun (massa foiz hisobida) quyidagi kislorod miqdori (yonilg`i tarkibidagi kislorodni hisobga olgan holda) kerak bo`lar ekan:

$$L_{O_2} = (2,67C + 8H + S - O_2) / 100$$



Yonilg`ining to`la yonishini uchun zarur kislorod miqdori

$$L_{O_2} = (2,67C + 8H + S - O_2) / 100$$

Bu yerda yonilg`i tarkibidagi kislorod to`la yonish uchun sarflangan deb hisoblangan. Aslida dvigatelda yonilg`ini yondirish uchun sof kislorod berilmaydi, tarkibida kislorodning massasi **23,2%** bo`lgan havo beriladi (havoning qolgan qismi, **77%** yaqini asosan azot bo`lib, yonishda qatnashmaydi). SHunda 1 kg yonilg`ini to`la yondirish uchun talab qilinadigan havoning nazariy miqdori quyidagicha bo`ladi:

$$L_{X.X} = (2,67C + 8H + S - O_2) / 23,2$$

1 kg benzinni yonishi uchun **14,7 kg**, dizel yonilg`isini uchun **14,5 kg**, etil spirti uchun **9,0 kg** va metil spirti uchun **6,5 kg** havo kerak bo`ladi.



Yonilg`ining to`la yonishini uchun zarur kislorod miqdori

Gaz holidagi yonilg`ilarni yonishi uchun nazariy talab qilinadigan havo miqdori (m³) gazning hajmiy tarkibiga asosan (foiz) aniqlanadi:

$$L_H = \frac{0,5(CO + H_2) + 2CH_4 + 3C_nH_m - O_2}{21} \quad [3]$$

bu yerda n, m-uglerod va vodorod atomlari soni;
21-kislorodning havodagi (hajm bo`yicha) miqdori.

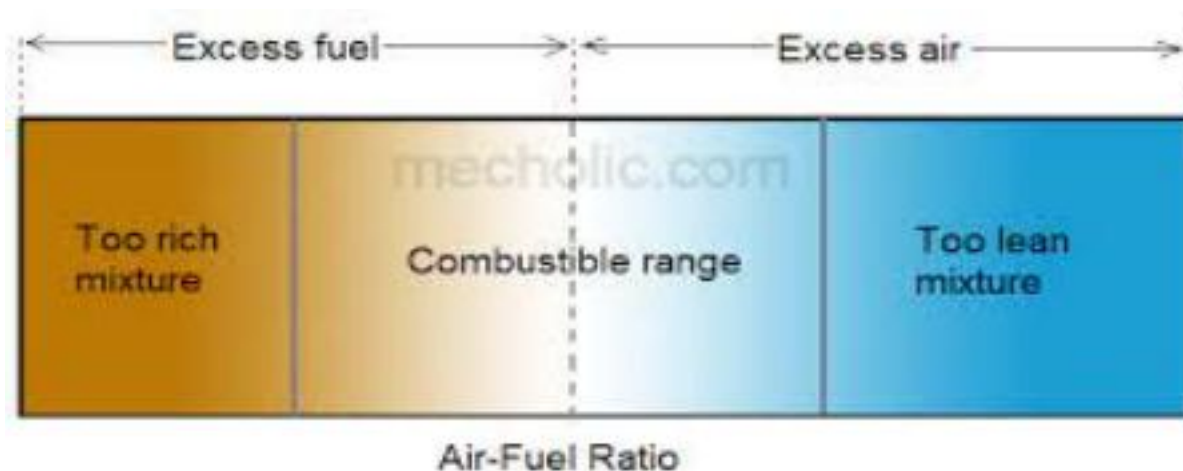


Photo source: <https://www.mecholic.com/2018/09/types-of-air-fuel-mixture.html>

Benzinli dvigatellar uchun aralashmaning stoxiometrik miqdori **14,7 : 1** ni tashkil etadi [7], bunday aralashmada benzin to`la yonib dvigatelning quvvati oshadi va yonilg`i sarfi kamayadi. Agar aralashma taarkibi **1:13** bo`lsa, **boy (quyuq) aralashma** deyiladi, dvigatel bu tarkibdagi aralashmada ishlasa, yonilg `i sarfi ko`payadi, lekin quvvat ortadi. Aralashmada yonilg`i va havo miqdori **1:18** bo`lsa, aralashma **kambag`al (suyuq) aralashma** deyiladi. Bunda yonish juda sustlashadi, dvigatelning quvvati va tejamkorligi kamayadi. Agar aralashma tarkibi **1:6** yoki **1:20** nisbatga to`g`ri kelsa, bunda aralashma mutlaqo alangalanmaydi [1].

Yonilg`ining yonish issiqligi** deb, yonilg`ining massa birligi-1kg suyuq yoki qattiq yonilg`ini 1 m<sup>3</sup> gazsimon yonilg`i to`la yonganda ajralib chiqadigan issiqlik miqdoriga aytiladi. Yonilg`ini **yuqori va quyi yonish issiqligi bo`ladi.

- ✓ Massa va hajm birligidagi yonilg`ining to`la yonishi natijasida hosil bo`lgan va yonish mahsulotlarini boshlang`ich haroratigacha sovutilganda sovutuvchi muhitga beriladigan issiqlik miqdori **yuqori yonish issiqligi** deb ataladi.
- ✓ Massa yoki hajm birligidagi yonilg`i yonganda hosil bo`ladigan issiqlik miqdoridan suv bug`ining kondensatlanishiga sarflanadigan issiqlik miqdorining ayirmasi yonilg`ining yoki **ishchi yonish pastki issiqligi** deyiladi



Yonilg`ining yonish issiqligi

Amaliy maqsadlarda yonish issiqligini (kj|kg) D.I.Mendeleev formulasi bilan aniqlash mumkin:

- Suyuq yoki qattiq yonilg`ining yuqori yonish issiqligi: $\Omega_{IO} = 339 C + 1256 H - 109 (O - S)$
- Suyuq yoki qattiq yonilg`ining quyi yonish issiqligi: $\Omega_K = 339C + 1062H - 109(O - S)$
- Quyi va yuqori yonish issiqliklari orasidagi bog`lanish: $\Omega_K = \Omega_{IO} - 25 (9 H + W)$

Gaz holdagi yonilg`ilar uchun:

a)quruq massa hisobida $\Omega_{IO} = 128 (CO + H_2) + 339 CH_4 + 639 C_n \cdot H_m$

b) ishchi massasi uchun $\Omega_{CH} = 128CO + 108H_2 + 356CH_4 + 589C_n \cdot H_m$

Gazsimon yonilg`i ishchi massasini hajmiy yonish issiqligi miqdori:

$$\Omega_{PB} = \Omega_{CB} \frac{0,805}{0,805 + W} \quad \text{yoki} \quad \Omega_{PH} = \Omega_{CH} \frac{0,805}{0,805 + W}$$

bu yerda: 0,805 - 1 m³ suv bug`ining hajmi, kg; W-1 m<sup>3</sup> gazdagi suv bug`larining miqdori, kg.

- 1 kg yonilg`i benzin yonganda undan ajralib chiqqan issiqlik miqdori: **$Q_p=44000$ kJ/kg,**
- Dizel yonilg`isi uchun: **$Q_p=42500$ kJ/kg,**
- Gaz yonilg`isi uchun: **$Q_p=33200$ kJ/kgni**

Dvigatellarda yonilg`i bilan havoning aralashmasi yonadi. Bunda chiqadigan issiqlik miqdori yonish issiqligiga va aralashma tarkibidagi havo miqdoriga bog`liq. Benzinning havo bilan aralashmasi to`la yonishida **$3430...3480$ kJ/m³** yoki **$2780...2890$ kJ/kg** issiqlik ajraladi.

Ammo amalda dvigateldan chiqadigan issiqlik miqdori ancha kam, chunki aralashma tarkibi va yonish kamerasini hamma nuqtalarida ham aralashmani stexiometrik tarkibini ta'minlash qiyin [4].

Yonuvchi aralashmaning yonish issiqligini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$q_H = \frac{\Omega_{\Pi}}{(1 + \alpha \cdot L_{X.H.})}$$

Yonilg'i yonishidan hosil bo'lgan mahsulotlarni sifati, yonilg'i yonish jarayonini ham xarakterlaydi. Masalan, yonish mahsulotida **uglerod oksidini (CO)** tamoman yo'qligi yonilg'ini **to'la yonishidan** dalolat beradi; **CO va H₂** borligi **-chala yonishini** ko'rsatadi.

Yonish mahsulotlarining tarkibi **gaz o'lchagich** va boshqa asboblarda aniqlanadi. Bunda is gaz CO₂, kislorod O₂ va uglerod oksidi CO miqdori aniqlansa, azot miqdori analitik usulda quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$N_2 = 100 - (CO_2 + O_2 + CO)$$

Yonilg'ining yonish mahsuloti tarkibiga qarab, havoning ortiqlik koeffitsientini aniqlash mumkin:



Photo source: <https://www.pakwheels.com/blog/exhaust-emissions/>

$$\alpha = \left[1 - \frac{3,76 \cdot (O_2 - 0,5CO)}{H_2} \right]^{-1}$$

1kg yonilg`i uchun silindrga kiritilgan havoning haqiqiy miqdori (L_x) ning nazariy miqdori (L_n) ga nisbatini **havoning ortiqchalik koeffitsienti** deb ataladi, yahni:

$$\alpha = \frac{L_x}{L_H} \quad [5]$$

1 kg yonilg`ini yonishi uchun zarur bo`lgan **havoning nazariy miqdori** quyidagicha aniqlanadi:

$$L_H = \frac{1}{0.23} \cdot \left(\frac{8C}{3} + 8H - O_2 \right) \text{ kg. havo/kg.yonilg`i}$$



Havoning ortiqchilik koeffitsienti

Havoning ortiqchalik koeffitsienti karbyuratorli dvigatellarning ish maromiga qarab 0,85-1,15 oraliqda bo`ladi.

Agar havoning ortiqchalik koeffitsienti 1 ga teng bo`lsa - normal, 1 dan kichik bo`lsa quyuq (boy), 1 dan katta bo`lsa suyuq (kambag'al) aralashma deyiladi.

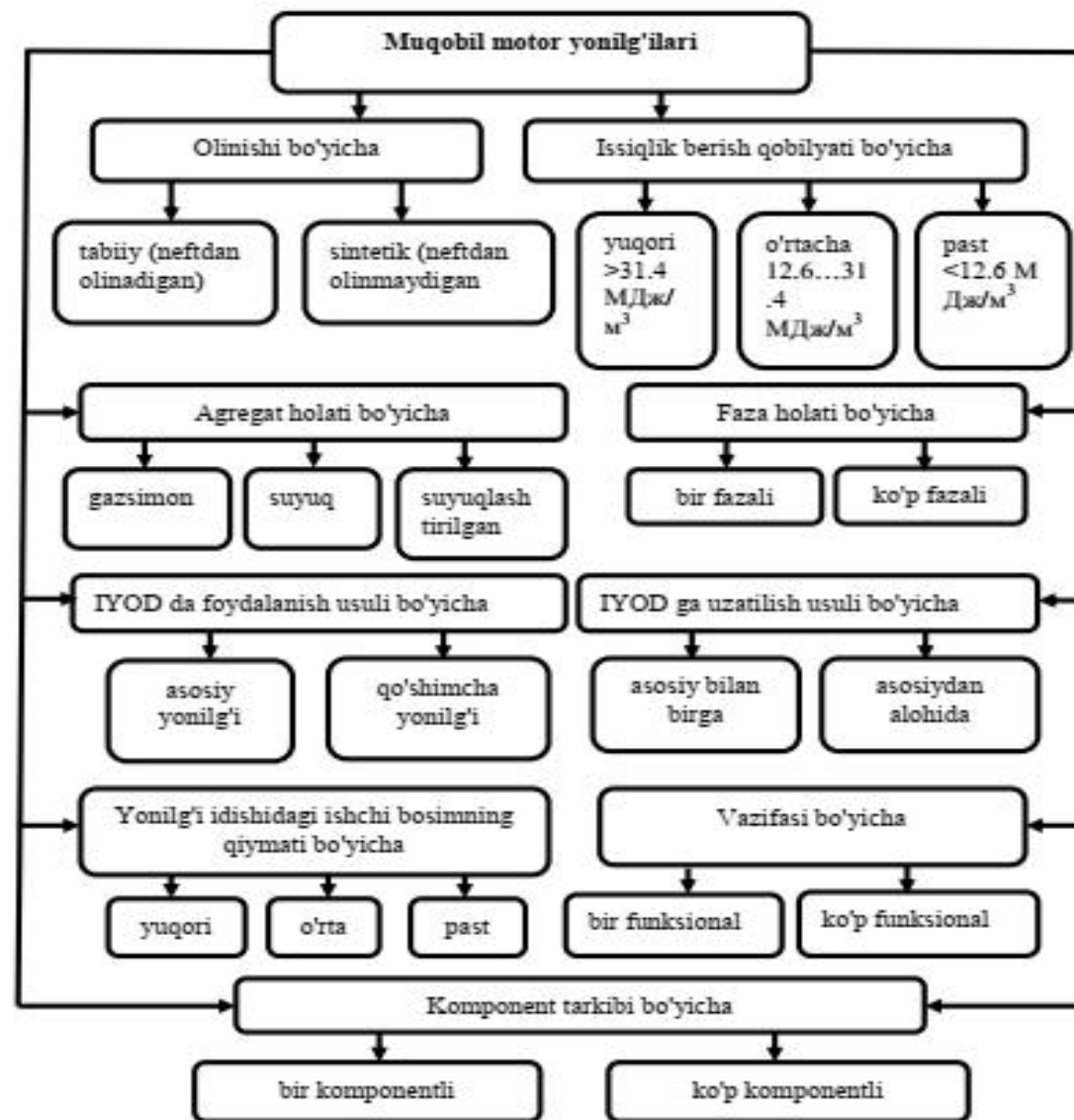
Dvigatel eng katta quvvatda ishlash uchun havoning ortiqchalik koeffitsienti oraliqda bo`lishi lozim.

$$\alpha = 0,85 \dots 0,90$$

Havoning ortiqchalik koeffitsientining miqdori ishlatiladigan yonilg`ini miqdori, uning yonish sharoiti, dvigatelning konstruktsiyasiga bog`liq bo`ladi.

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 boshqalar. Bundan tashqari ular mahalliy, istiqbolli va boshqa alternativ yonilg'ilarga bo'linishi mumkin [6].



1. I.N.Saydaliyev. "Ichki yonuv dvigatellari nazariyasi" fanidan o`quv uslubiy majmua. AndMI, 2020.
2. U.Karimov. "Traktor va avtomobil dvigatellari nazariyasi". Toshkent, Mehnat, 1989.
3. Кодиров С.М. "Автотрактор двигателлари" - Тошкент, "Toshkent Tezkor bosmaxonasi", 2010. — 572 б.
4. Lukanin V.N. va boshq. "Ichki yonuv dvigatellari".-T.: "Turon-Iqbol", 2007- 608 b.
5. S.M. Kadirov, N.K. Paswan. "Internal combustion engines". APH Publishing Corporation. New-Delhi-110002.2013.
6. N.Odilov, Sh.Odilova. "Muqobil yonilg'ilardan motor yonilg'isi sifatida foydalanish istiqbollari", Academic Research In Educational Sciences, Volume 2 | Issue 1 | 2021. ISSN: 2181-1385.
7. <https://www.carparts.com/blog/what-is-a-good-air-fuel-ratio-chart-included/>



E'TIBORINGIZ UCHUN RAHMAT