

ISSIQLIK DVIGATELLARINING ISHLASH PRINTSIPI VA
SAMARADORLIGINI OSHIRISH YO‘LLARI**Begmuradov Shohzod Dilmurod o'g'li**

Jizzax davlat pedagogika universiteti

ANNOTATSIYA

Ushbu maqolada issiqlik dvigatellarining fizik ishlash prinsipi, ularning asosiy turlari, energiya aylanish jarayonlari hamda samaradorligini oshirish yo‘llari ilmiy jihatdan tahlil qilinadi. Dvigatellarning asosiy energetik muvozanati, termodinamik jarayonlar, yoqilg‘ining kimyoviy energiyasini mexanik ishga aylantirish mexanizmi va amaliy muammolar yoritilgan. Shuningdek, zamonaviy energiya tejamkor texnologiyalar, gaz turbinalari, ichki yonuv dvigatellari, bug‘ turbinalari, hamda muqobil (gibrid va elektr) tizimlarning samaradorlikka ta’siri ham muhokama qilinadi. Maqolada dvigatellar samaradorligini oshirishda issiqlik yo‘qotishlarini kamaytirish, yonish jarayonini optimallashtirish, chiqindi gazlarni qayta ishlash va ekologik tozaligini ta’minlash usullari keltiriladi.

Kalit so‘zlar: issiqlik dvigateli, termodinamika, samaradorlik, foydali ish koeffitsienti (FIK), ichki yonuv dvigateli, bug‘ mashinasi, gaz turbina, energiya aylanishi, regeneratsiya, issiqlik almashinuvi.

KIRISH

Insoniyat tarixida energiyadan samarali foydalanish texnik taraqqiyotning eng muhim omillaridan biri hisoblanadi. Bugungi kunda sanoat, transport, qishloq xo‘jaligi va energetika tarmoqlarining deyarli barchasi issiqlik dvigatellarisiz tasavvur etib bo‘lmaydi. Issiqlik dvigateli — bu issiqlik energiyasini mexanik energiyaga aylantiruvchi qurilma bo‘lib, uning ishlashi termodinamika qonunlariga asoslanadi.

Issiqlik dvigatellari bug‘ dvigatellari, ichki yonuv dvigatellari (benzin, dizel, gazli) hamda zamonaviy gaz turbinalari ko‘rinishida mavjud. Ularning barchasi bitta asosiy tamoyilga tayanadi: issiqlik manbaidan olingan energiya ishchi jism (gaz, bug‘ yoki aralashma) orqali mexanik ishga aylantiriladi, ortiqcha issiqlik esa sovutkichga chiqariladi.

Hozirgi kunda insoniyat oldida ikki asosiy vazifa turibdi: birinchisi — energiyani tejash, ikkinchisi — ekologik toza va yuqori samarali dvigatellar yaratish. Chunki an’anaviy issiqlik dvigatellari nafaqat katta yoqilg‘i sarflaydi, balki atrof-muhitga CO₂, NO_x va boshqa zararli moddalarning chiqarilishini ham ko‘paytiradi. Shu sababli, bugungi kunda ilmiy izlanishlar dvigatel samaradorligini oshirish, energiya yo‘qotishlarini kamaytirish va chiqindilarni nazorat qilishga qaratilgan.

ASOSIY QISM

Issiqlik dvigateli termodinamik tizim sifatida issiqlik energiyasini mexanik ishga aylantiruvchi qurilma bo'lib, u har doim ikki asosiy manbaga tayanadi: issiqlik manbai (T_1) va sovutkich (T_2). Ishchi jism issiqlik manбайдan ma'lum miqdorda energiya (Q_1) oladi, undan bir qismi mexanik ish (A) ko'rinishida foydali energiyaga aylanadi, qolgan qismi esa sovutkichga chiqariladi (Q_2).

Bu jarayon quyidagi energiya muvozanati bilan ifodalanadi:

$$Q_1 = A + Q_2$$

Foydali ish koeffitsienti (FIK yoki η) esa quyidagicha aniqlanadi:

$$\eta = A / Q_1 = (Q_1 - Q_2) / Q_1 = 1 - (Q_2 / Q_1)$$

Bu tenglamadan ko'rinadiki, dvigatelning samaradorligi qanchalik sovutkichga chiqarilgan issiqlik kam bo'lsa, shunchalik yuqori bo'ladi. Ammo termodinamikning ikkinchi qonuniga ko'ra, barcha issiqlikni foydali ishga aylantirish mumkin emas — bir qismi doimo chiqindiga aylanadi.

Eng samarali nazariy issiqlik dvigateli — bu Karnot dvigateli, uning maksimal samaradorligi faqat issiqlik manbai va sovutkich haroratlariga bog'liq:

$$\eta_{\max} = 1 - (T_2 / T_1)$$

Bu formuladan ma'lumki, issiqlik manbai harorati qanchalik yuqori va sovutkich harorati qanchalik past bo'lsa, dvigatelning samaradorligi shunchalik katta bo'ladi.

Issiqlik dvigatellari asosan quyidagi turlarga bo'linadi:

1. Bug' dvigatellari va bug' turbinalari — bu yerda ishchi jism sifatida suv bug'i ishlatiladi. Qozonda suv bug'lanadi, bug' kengayadi va porshen yoki turbina pichoqlariga ta'sir qilib, mexanik ish hosil qiladi.
2. Ichki yonuv dvigatellari (IYoD) — bu dvigatellar ichida yoqilg'i (benzin, dizel, gaz) yonadi va hosil bo'lgan issiqlik to'g'ridan-to'g'ri ishchi jismning bosimini oshirib, porshenni harakatga keltiradi.
3. Gaz turbinalari — bu tizimlarda havo va yoqilg'i aralashmasi yonib, kengaygan gaz turbina pichoqlarini harakatga keltiradi.
4. Stirling va Rankin dvigatellari — bu muqobil dvigatellar bo'lib, yopiq siklda ishlaydi va yuqori samaradorlikka ega bo'lishi mumkin.

Bugungi kunda sanoatda ko'p hollarda ichki yonuv dvigatellari ishlatiladi, chunki ular ixcham, quvvatli va tez ishga tushadi. Lekin ular eng ekologik toza emas, shuning uchun ular ustida doimiy takomillashtirish ishlari olib borilmoqda.

Issiqlik dvigatelining samaradorligi bir necha omillarga bog'liq:

- Issiqlik manbai harorati – yoqilg'i yonish jarayonidagi maksimal harorat qancha yuqori bo'lsa, foydali ish ham shunchalik ko'p.
- Issiqlik yo'qotishlari – dvigatel devorlari, sovutish tizimi va chiqindi gazlar orqali energiya yo'qotiladi.
- Mexanik ishqalanish – porshen, klapan, podshipniklardagi ishqalanish foydali ishni kamaytiradi.

- Yonish to'liqligi – yoqilg'ining to'liq yonmasligi ham samaradorlikni pasaytiradi.

Samaradorlikni oshirish uchun:

- Siqish darajasini oshirish (dizel dvigatellarida 18:1 gacha) – bu yonish samaradorligini oshiradi.
- Issiqlik regeneratsiyasi – chiqindi gazlardagi issiqlikni qayta ishlatish.
- Turbokompressorlardan foydalanish – havo bosimini oshirib, yoqilg'ining to'liq yonishini ta'minlaydi.
- Engil materiallardan foydalanish – mexanik yo'qotishlarni kamaytiradi.
- Gibrid tizimlar – dvigatelni elektr motor bilan birlashtirib, energiyani tejash imkonini beradi.

Bugungi kunda avtomobilsozlik va energetika sanoatida dvigatellar samaradorligini oshirish uchun quyidagi texnologiyalar keng qo'llanilmoqda:

1. Turbokompressor va interkulerlar — havo bosimini oshiradi, natijada yoqilg'ining to'liq yonishiga sharoit yaratiladi.
2. To'g'ridan-to'g'ri yonilg'i purkash tizimlari (Direct Injection) — yoqilg'i miqdori aniq nazorat qilinadi, ortiqcha sarf kamayadi.
3. Start-Stop tizimi — avtomobil to'xtaganda dvigatel avtomatik o'chadi, bu yoqilg'ini tejaydi.
4. Atkinson va Miller sikllari — termodinamik samaradorligi yuqori bo'lgan sikllar bo'lib, gibrid dvigatellarda qo'llaniladi.
5. Regenerativ tormozlash — transport vositasi tormozlaganda energiyani elektr shaklida qayta yig'adi.
6. Gaz chiqindisini issiqlik almashtirgichlarda qayta ishlatish (EGR, Waste Heat Recovery) — chiqindi issiqlik energiyasi foydali ishga aylantiriladi.

Shuningdek, nano-materiallar asosidagi moylar, past ishqalanishli sirtlar va elektr boshqaruv tizimlari ham samaradorlikni oshirishga katta hissa qo'shmoqda. Samaradorlikni oshirish bilan birga, ekologik tozalikka ham katta e'tibor qaratilmoqda. Issiqlik dvigatellari chiqindilarining asosiy qismini CO₂, CO, NO_x va SO₂ tashkil etadi. Shu sababli quyidagi yo'nalishlar rivojlanmoqda:

- Gibrid dvigatellar – ichki yonuv dvigateli va elektr motor birgalikda ishlaydi, yoqilg'i sarfi kamayadi.
- Metan, vodorod va bioyoqilg'ilar – ekologik toza energiya manbalari sifatida qo'llanmoqda.
- Katalitik neytrallagichlar (katalizatorlar) – chiqindi gazlardagi zararli moddalarning kimyoviy parchalanishini ta'minlaydi.
- Yoqilg'i xujayralari (fuel cells) – vodorod energiyasini to'g'ridan-to'g'ri elektr energiyasiga aylantiradi, bu esa nol emissiya natijasini beradi.
- Gibrid tizimlar va vodorod yonuv dvigatellari keng joriy etiladi.

- Sun'iy intellekt asosidagi boshqaruv tizimlari yonish jarayonini real vaqtda optimallashtiradi.
- 3D bosma texnologiyasi dvigatel qismlarini engil va issiqlikka chidamli qilish imkonini beradi.
- Issiqlik energiyasini to'liq qayta ishlovchi tizimlar (rekuperatsiya) qo'llaniladi.

Bularning barchasi dvigatellarni nafaqat samarali, balki ekologik barqaror texnologiyalarga aylantiradi. Xulosa qilib aytganda, issiqlik dvigatellari insoniyatning texnik taraqqiyotida beqiyos o'rin tutadi. Ularning ishlash prinsipi termodinamik qonunlarga asoslanadi: issiqlik energiyasi mexanik ishga aylantiriladi, ammo bu jarayonda muayyan issiqlik yo'qotishlari bo'ladi. Samaradorlikni oshirish uchun asosiy yo'nalishlar — issiqlik yo'qotishlarini kamaytirish, siqish darajasini oshirish, regeneratsiya va chiqindi issiqlikni qayta ishlash, yoqilg'ining to'liq yonishini ta'minlash hamda zamonaviy boshqaruv tizimlarini qo'llashdir. Kelajakda gibrid, vodorod va elektr dvigatellari issiqlik dvigatellarini to'liq almashtirishi mumkin, ammo hozircha ular energiya tizimining asosiy qismi bo'lib qolmoqda.

Issiqlik dvigatellarini takomillashtirish orqali insoniyat energiyani tejaydi, ekologiyani himoya qiladi va barqaror texnologik rivojlanish sari qadam qo'yadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Çengel, Y. A., & Boles, M. A. (2015). *Thermodynamics: An Engineering Approach*. 8th Edition. McGraw-Hill Education.
2. Moran, M. J., Shapiro, H. N., Boettner, D. D., & Bailey, M. B. (2018). *Fundamentals of Engineering Thermodynamics*. 9th Edition. Wiley.
3. Eastop, T. D., & McConkey, A. (1993). *Applied Thermodynamics for Engineering Technologists*. Longman Scientific & Technical.
4. Heywood, J. B. (2018). *Internal Combustion Engine Fundamentals*. 2nd Edition. McGraw-Hill Education.
5. Keenan, J. H., & Keyes, F. G. (1969). *Thermodynamic Properties of Steam*. Wiley-Interscience.