



AVTOMOBIL SOVUTISH TIZMI TUZILISHI

Paxtabod tumani 1-son politexnikumi

Ishlab chiqarish ta'limi ustasi

Toshmatov Baxtiyorjon

Avtomobil tuzilishi o'quv amaliyoti fani

[*Btoshmatov55@gmail.com*](mailto:Btoshmatov55@gmail.com)

944444284

Annotatsiya

Ushbu maqola avtomobil ichki yonish dvigateli (IYD) sovutish tizimining fundamental tuzilishini, uning ishlash prinsiplarini va issiqlik almashinuvining nazariy asoslarini tahlil qilishga bag'ishlangan. Dvigatelning samarali ishlashi va uzoq umr ko'rishini ta'minlashda sovutish tizimining roli Termodinamika qonunlari (ayniqsa, Karno sikli va I qonun) nuqtai nazaridan yoritiladi. Asosiy elementlar (radiator, suv nasosi, termostat) konstruksiyasi va funksiyasi, ularning tizim samaradorligi (dvigatelning ish harorati) ga ta'siri batafsil ko'rib chiqiladi. Zamonaviy avtomobillarda qo'llaniladigan aqlli termal boshqaruv (Thermal Management Systems) mexanizmlari va antifrizlarning termofizik xossalari tahlili asosida tizimni optimallashtirish bo'yicha ilmiy xulosalar ilgari suriladi.

Kalit so'zlar: Ichki yonish dvigateli (IYD), Sovutish tizimi, Issiqlik almashinuvi, Termostat, Radiator, Suv nasosi, Karno samaradorligi, Antifriz, Issiqlik Boshqaruvi Tizimlari.

Kirish (Kengaytirilgan)

Ichki yonish dvigateli (IYD) zamonaviy transportning asosiy harakatlantiruvchi kuchi bo'lib qolmoqda. Yonish kamerasida yoqilg'i-havo



aralashmasining ekzotermik reaksiyasi natijasida hosil bo'lgan energiyaning katta qismi (taxminan 70-75%) issiqlikka aylanadi. Bu issiqlikning bir qismi chiqindi gazlar bilan tashqariga chiqsa, qolgan qismi dvigatel devorlariga uzatiladi. Haddan tashqari qizish **metallarning mexanik xossalarini** (mustahkamlik va elastiklik) yomonlashtiradi, moyning termik oksidlanishiga (ko'mir hosil bo'lishiga) va, eng muhimi, **detonatsiya** (portlashsimon yonish) xavfini oshiradi.

Dvigatelning uzoq muddatli va iqtisodiy ishlashi uchun uning harorati 85°C - 105°C oralig'ida saqlanishi kerak. Past harorat ham nojo'ya, chunki u yoqilg'i sarfini oshiradi va ishqalanishni kuchaytiradi. Shu sababli, sovutish tizimi shunchaki issiqlikni yo'qotish emas, balki **"termal nazorat"** vazifasini bajaradi. Maqola aynan shu nazorat mexanizmlarini, ayniqsa, Termodinamik effektivlik nuqtai nazaridan tahlil qiladi.

1. Sovutish tarmog'i dvigatelning qizigan detallaridan issiqlikni majburan tashqi muhitga tarqatib, uning kerakli issiqlik maromida ishlashini ta'minlaydi. Dvigatelda ish tsiklining o'rtacha harorati 1070...1270 K (800...1000 °S). Bunday haroratda krivoship-shatunli va gaz taqsimlash mexanizmining detallari qizib ketadi, ishqalanuvchi yuzalar orasida moy kuyib, ishqalanish xaddan tashqari oshib ketadi. Natijada porshen xaddan tashqari kengayib, silindr ichida tiqilib qoladi, podshipniklar esa erib ketishi mumkin. Shu sababli dvigatelning qizigan detallaridan issiqlikni uzluksiz ravishda tashqi muxitga tarqatib turish lozim. Lekin dvigatel haddan tashqari sovutilib yuborilsa ham issiqlik energiyasi bekorga sarf bo'ladi, moy quyuqlashib, ishqalanishga sarflanadigan quvvat oshadi. Undan tashqari, yonuvchi aralashma qisman tomchiga aylanib, silindrlar devoridagi moyni yuvib tushiradi, natijada silindr-porshen guruxiga kiruvchi detallarning yeyilishi ortadi. Demak, dvigatelning juda qizib ketishi yoki xaddan tashqari sovib qolishi uning foydali quvvatini kamaytirib, tejamkorligini yomonlashtiradi. Sovitish



tarmog'i esa dvigatelning ishlashi uchun qulay bo'lgan issiqlik maromini belgilangan holda saqlab turadi.

Avtomobil dvigatellarida, asosan, suyuqlik yoki xavo bilan sovitish tarmoqlari qo'llaniladi. Suyuqlik bilan sovitish tarmog'i xavo bilan sovitishga nisbatan quyidagi afzalliklarga ega: 1) qo'llaniladigan suyuqlikning qaynash harorati $370...380^{\circ}\text{K}$ ($100...110^{\circ}\text{S}$) bo'lganligi sababli dvigatelning detallari qattiq qizib ketmaydi; 2) sovituvchi suyuqlik dvigateldan chiqayotgan shovqin tovushini qisman yutadi; 3) yurgizish davrida dvigatelning qizishi tezlashadi; 4) bu turdagi dvigatelning sovitish qovurg'alari bo'lmaganligi sababli bu silliq va ixcham bo'ladi. Xavo bilan sovitish tarmoqlarining afzalliklari quyidagilar: 1) tarmoqda suv nasosi, radiator, suv quvurcha, termostat yo'qligi sababli u oddiy vayengil ishlagan; 2) dvigatelda suv g'ilofi bo'lmaganligi sababli u muzlab qolmaydi; 3) suv yo'q joylarda ham dvigatel ishlatish mumkin.

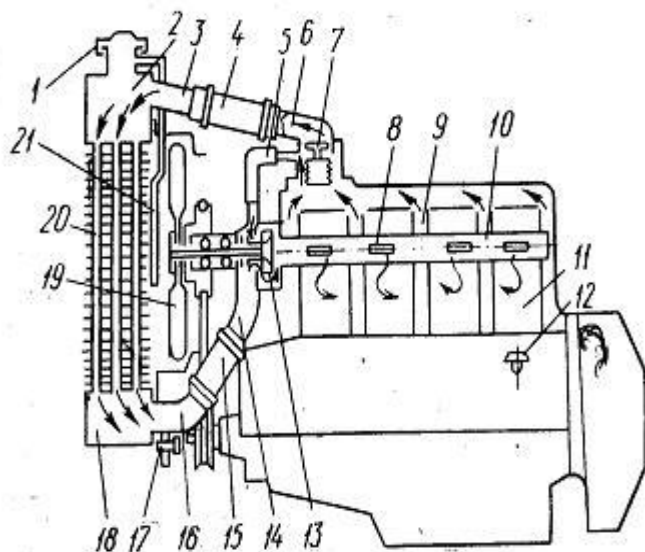
Suyuqlik bilan sovutish tarmog'ining ishlash uslubi

Suyuqlikning harakatlanish usuli bo'yicha termosifon, aralash va majburiy tarmoqlar mavjud.

Termosifon usulida suyuqlikning harakati issiq va sovuq suyuqliklar zichligining farqi tufayli tabiiy ravishda o'tadi. **Aralash usulida** esa radiatoridagi sovutilgan suv nosos yordamida silindrlarning yuqori qismiga yuboriladi, pastki qismiga esa suv o'z tabiiy oqimi bilan oqib tushadi.

Majburiy usulda taomqdagi suyuqlik nasos yordamida uzluksiz harakat qiladi.

Zamonaviy avtomobil dvigatellarida aralash (bir qatorli dvigatellarda) yoki majburiy (V- simon dvigatellarda) usul bilan ishlaydigan sovutish tarmoqlari qo'llaniladi.



53-расн. Сууқандык блоктың соғутуш тармағының ишлеш тәсілі.

53 rasmda aralash usul bilan ishlaydigan sovutish tarmog'ining soddalashgan chizmasi keltirilgan. Bu turdagi sovutish tarmog'i aniq va puxta ishlaydi. Odatda, bunday turdagi tarmoq sovutish g'ilofi, radiator, nasos, termostat, birlashtiruvchi shlang va kalta oraliq naychalaridan iborat bo'lib, quyidagicha ishlaydi.

Dvigatel ishlash jarayonida radiator 20 da sovutilgan suv oraliq naycha 16 va shlang 15, oraliq nasos 14 yordamida silindrlar blokining suv tarqatuvchi kanali 10 teshikchasi 8 orqali silindrlar blokining sovutish g'ilofi 9 ga kiritiladi. Blokdangi suyuqlikning tabiiy aylanishi natijasida radiator oraliq naychasi 6 va hamda 3 orqali radiatorning yuqori bakchasi 2 ga o'tadi. Keyinchalik, radiator 20 da ventilyator 19 yordamida sovutilgan suv uning pastki bakchasi 18 ga oqib tushadi. Silindrlarning katta haroratda kuchli qizigan yuqori qismini yaxshi sovutish uchun sovuq suv avval blokning yuqori qismidagi kanal 10 ning teshiklari 8 orqali kiradi. Suyuqlik sovutish tarmog'iga radiatorning yuqorigi bo'g'zidan quyiladi, so'ngra bo'g'iz qopqoq 1 bilan zich berkitiladi. Tarmoqni suyuqlikdan bo'shatish uchun sovutish tarmog'ining eng pastki qismiga va radiatorning pastki bakchasiga ikkita jo'mrak 12 va 17 o'rnatiladi. Tarmoqdagi suyuqlik haroratini bilash uchun oraliq termometr va talafot daraklagichi bor. Dvigatelning belgilangan issiqlik maromida ishlashi uchun suv g'ilofida harakatlanuvchi suyuqlikning harorati 80.. 95 °S bo'lishi kerak. Bunday harorat termostat 7 yordamida o'z-o'zidan rostlanadi.

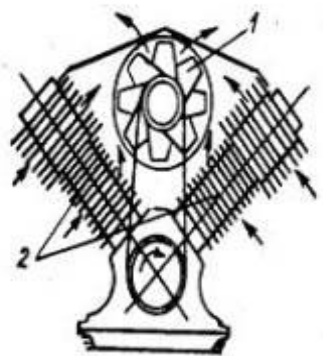
Sovutish suyuqligi



Sovutish suyuqligi sifatida asosan suv ishlatiladi, chunki u issiqlikni o'ziga tez qabul qiladi va tarqatadi, arzon vayetarli miqdorda bo'ladi. Lekin sovutish tarmog'ida qaynagan suvning quyqasi (nakip) cho'kib, suv g'ilofi, devorlarida tuz qatlamlari paydo bo'ladi. Natijada silindrlar blokining issiqlik o'tkazish qobiliyatini sustlashtiradi, suv g'iloflarining devorlari zanglanishi natijasidayemiriladi. Suv qishda muzlab, dvigatelning devorlarini darz ketkazishi yoki yurib yuborishi mumkin. Shuning uchun sovituvchi suyuqlik sifatida yuqorida aytib o'tilgan kamchiliklardan holi bo'lgan antifriz keng qo'llanilmoqda. Antifrizning ikki xili ishlab chiqariladi. Antifriz M-40: 47 foiz suv, 53 foiz etilenglikol' (muzlash harorati 233K) (-40°S); antifriz M-65: 34 foiz suv, 66 foiz etilenglikol' (muzlash harorati 207K) (66°S). Antifriz kishi organizmi uchun zararli.

Xavo bilan sovutish tarmog'i:

Xavo bilan sovutilgan avtomobil' dvigatellarida asosan xavo oqimini majburiy yo'naltirish usuli qo'llaniladi. Dvigatelning silindr va kallaklaridan issiqlik tarqatishni tezlashtirish maqsadida ularning tashqi devorlariga qovurg'alar yasalgan. Bu xoll dvigatelning umumiy joylanishiga va uning ba'zi qismlarining konstruktsiyasiga ta'sir etadi. Havo bilan sovutilgan avtomobil' dvigatellarining yaxshi sovutilishi xavo oqimining tezligiga, bu oqimning silindr va kallak atrofidan aylanib o'tishiga bog'liq.



61-расм. Хаво билан совитиш тarmoғининг тасвирий чизмаси.

Juda kichik litrajli «Zaporojets» avtomobilining xavo bilan sovutiladigan dvigatelining sodda chizmasi 61 rasmda keltirilgan. Bu dvigatel' to'rt silindrli V-simon bo'lib, avtomobilning orqa qismida joylashgan. O'qqa o'rnatilgan parrak 1 yordamida havo oqimi silindrlar qatori oralig'iga haydaladi.



Dvigatelning ustki tomoni bilan oldingi va ketingi qismi qanot bilan o'ralgan bo'lib, qanot havo oqimini silindr qovurg'alari 2 bo'ylab yo'naltirish va issiq havoni tashqi muhitga chiqarish uchun xizmat qiladi. Dvigatel eng katta quvvat bilan ishlaganda ventilyator uning 8 foiziga yaqin quvvatini sarflaydi. Ana shu va ba'zi boshqa kamchiliklarga ko'ra avtomobil' dvigatellarida xavo bilan sovutish tarmog'i kam ishlatiladi.

2.2. Термостат: Haroratni Termal Boshqarish

Термостат dvigatelning haroratini faol boshqarishdagi asosiy avtomatik elementdir.

- **Ishlash prinsipi (Mumli element):** Термостат ichidagi mum elementining eriydigan nuqtasi aniq belgilangan (masalan, 87°C). Harorat bu nuqtadan oshganda, mum kengayadi va porshenni itarib valfni ochadi. Valf ochilgach, issiq suyuqlik katta aylana (radiator) orqali yuboriladi va sovutiladi. Valfning yopilish va ochilish darajasi dvigatel yuklanishi va tezligiga qarab doimiy ravishda o'zgaradi.
- **Kichik va Katta Aylana:** Kichik aylanada radiator chetlab o'tiladi, bu dvigatelning tez qizishiga yordam beradi. Bu **ishqalanish yo'qotishlarini kamaytirish** va **chiqindi gazlar toksikligini kamaytirish** (katalizatorning tez ishlash rejimiga chiqishi) uchun kritikdir.

2.3. Radiator: Issiqlik Uzatishni Maksimalizatsiya Qilish

Radiatorning samaradorligi uning konstruktsiyasiga va ishlatilgan materiallarga bog'liq.

- **Finnen yuzasi (Fin Surface):** Naychalarga ulangan ko'plab ingichka metall plastinalar issiqlik uzatish yuzasini A ni maksimal darajada oshiradi. Radiatorning sovutish quvvati quyidagi formula bilan proporsional:



$$Q_{\text{radiator}} \approx U \cdot A \cdot \Delta T_{\text{LM}}$$

Bu yerda U – umumiy issiqlik uzatish koeffitsiyenti, ΔT_{LM} – logarifmik oʻrtacha harorat farqi.

- **Bosim Qopqogʻi (Pressure Cap):** Radiator qopqogʻi tizimdagi bosimni atmosfer bosimidan yuqori (masalan, 100-150 kPa) ushlab turadi. Yuqori bosim suyuqlikning qaynash nuqtasini oshiradi, bu esa haddan tashqari qizish ehtimolini pasaytiradi.

3. Tizim Samaradorligi va Kelajak Texnologiyalari

3.1. Antifrizlarning Termofizik Xossalari (Chuqur Tahlil)

Zamonaviy sovutish suyuqliklari (OAT, HOAT, IAT texnologiyalari) nafaqat muzlash va qaynash nuqtasini oʻzgartiradi, balki dvigatel ichki yuzalaridagi issiqlik uzatishga ham taʼsir qiladi.

- **Solishtirma Issiqlik Sigʻimi (C_p):** Sovutish samaradorligi yuqori C_p ga ega boʻlgan suyuqliklarni talab qiladi. Suvning C_p (taxminan $4.18 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$) etilenglikolga qaraganda ancha yuqori, shuning uchun aralashmada suvning optimal ulushini saqlash muhim.
- **Issiqlik Oʻtkazuvchanligi (λ):** Suyuqlikning issiqlik oʻtkazuvchanligi qanchalik yuqori boʻlsa, u dvigatel devoridan issiqlikni shunchalik tez olib ketadi. Antifriz aralashmasi toza suvga nisbatan past λ ga ega. Bu esa termodinamik muvozanatni topishni talab qiladi.

3.2. Intellectual Termal Boshqaruv Tizimlari

Anʼanaviy mexanik boshqaruv tizimlari (standart termostat) oʻrniga, zamonaviy avtomobillarda elektr nasoslar va elektron boshqariladigan termostatlar qoʻllaniladi.



- **Elektron Termostat:** Bu valf haroratdan emas, balki ECU (Elektron Boshqaruv Bloki) buyrugʻidan ishlaydi. Masalan, haydovchi toʻsatdan tezlikni oshirmoqchi boʻlsa, ECU dvigatel haroratini darhol bir necha darajaga pasaytirish uchun termostatni muddatidan oldin ochib, **detonatsiya xavfini kamaytirishi** mumkin.
- **Issiqlik Integratsiyasi:** Gibrid va elektr avtomobillarida sovutish tizimi quvvat elektronikasini, batareya toʻplamini va salon isitish tizimini birgalikda boshqaradi. Batareyani zaryadlash va tormozlash jarayonida issiqlikni toʻplash va uni keyinchalik salonni isitish yoki dvigatelni tez qizdirish uchun qayta ishlatish **energetik samaradorlikni** keskin oshiradi.

Xulosalar

Avtomobil dvigatelining sovutish tizimi murakkab, oʻzaro bogʻlangan komponentlar majmuasi boʻlib, uning ishlashi dvigatelning Termodinamik samaradorligini, ishonchliligini va uzoq umr koʻrishini bevosita belgilaydi. Tizimning muvaffaqiyati haroratni shunchaki pasaytirishda emas, balki uni tor, optimal oraligʻida saqlab turishdadir. Kelajakda avtomobilsozlik sanoati, yuqori issiqlik oʻtkazuvchanlikka ega boʻlgan nanofluidlar kabi yangi sovutish suyuqliklaridan, shuningdek, boshqaruvni yanada avtomatlashtiruvchi va integratsiyalashtiruvchi intellektual Issiqlik Boshqaruvi Tizimlaridan foydalanish orqali sovutish samaradorligini oshirishga intiladi.

Foydalanilgan Adabiyotlar Roʻyxati (References)

1. **Heywood, J. B.** (2018). *Internal Combustion Engine Fundamentals* (2nd ed.). McGraw-Hill Education.



- (*Izoh: IYDning Termodinamik asoslari, issiqlik balansi va yo'qotishlari bo'yicha fundamental manba.*)
- 2. **Cengel, Y. A., & Ghajar, A. J.** (2020). *Heat and Mass Transfer: Fundamentals and Applications* (6th ed.). McGraw-Hill Education.
 - (*Izoh: Radiator va dvigatel ichidagi konveksiya hamda o'tkazuvchanlik orqali issiqlik almashinuvining nazariy tahlili uchun.*)
- 3. **Pulkrabek, W. W.** (2014). *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine* (3rd ed.). Pearson Education.
 - (*Izoh: Sovutish tizimi komponentlarining (nasos, termostat, radiator) konstruktiv va mexanik tafsilotlari uchun.*)
- 4. **SAE International.** (2018). *SAE J1034: Engine Coolant Concentrate—Ethylene-Glycol Type* (Revised Standard).
 - (*Izoh: Antifrizlarning xususiyatlari, sinovlari va kimyoviy tarkibi bo'yicha texnik standart.*)
- 5. **Karthikeyan, S., & Rajendrakumar, R.** (2016). A review on engine cooling system and the effect of nanofluids. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 58, 1419–1433.
 - (*Izoh: Nanofluidlar va sovutish tizimini optimallashtirish bo'yicha zamonaviy tadqiqotlarni yoritish uchun.*)
- 6. **Borghi, M., & Fini, C.** (2016). Optimization of Engine Thermal Management Systems. *SAE Technical Paper*, 2016-24-0010.
 - (*Izoh: Zamonaviy dvigatellarda aqlli termal boshqaruv (ECU boshqaruvi) tizimlarining samaradorligini tahlil qilish uchun.*)