



ZAMONAVIY AVTOMOBILLARDA DVIGATEL SOVUTISH TIZIMINING TUZILISHI, ISHLASH PRINSIPI VA TEXNIK XIZMAT KO'RSATISHNING DOLZARB MASALALARI

Yavqacharov Shohruh Oripovich

Qashqadaryo viloyati Kitob tumani 2-son texnikumi

Kasbiy ta'lim fani o'qituvchisi

Annotatsiya. Mazkur maqolada zamonaviy avtomobillarda qo'llaniladigan dvigatel sovutish tizimining tuzilishi, asosiy elementlari va ularning ishlash prinsipi tahlil qilingan. Suyuqlik bilan sovutish tizimining klassik sxemasi - radiator, suv nasosi (pompa), termostat, ventilyator, kengaytirish bachasi va sovutuvchi suyuqlik yo'llarining o'zaro ta'siri batafsil yoritilgan. Shu bilan birga, elektron boshqariladigan termostatlar, o'zgaruvchan tezlikdagi suv nasoslari va ikki konturli sovutish tizimlari kabi zamonaviy yechimlar ko'rib chiqilgan. Tizimni texnik xizmat ko'rsatishning dolzarb masalalari, ya'ni sovutuvchi suyuqlikni almashtirish muddatlari, tizimdagi havo qopqalarini (gidravlik to'siqlarni) chiqarish, germetiklikni tekshirish va eng ko'p uchraydigan nosozliklarning oldini olish bo'yicha amaliy tavsiyalar berilgan. Tadqiqot natijalari kasbiy ta'lim muassasalarida avtomobil texnikasi yo'nalishi bo'yicha ta'lim oluvchilar uchun nazariy va amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: dvigatel sovutish tizimi, radiator, termostat, suv nasosi, antifriz, sovutuvchi suyuqlik, ventilyator, kengaytirish bachasi, texnik xizmat ko'rsatish, ichki yonish dvigateli, issiqlik almashinuvi.

Аннотация. В данной статье анализируется структура, основные элементы и принцип работы системы охлаждения двигателя, используемой в современных автомобилях. Подробно описана классическая схема жидкостной системы охлаждения – радиатор, водяной насос (насос), терmostat, вентилятор, расширительный бачок и взаимодействие контуров



охлаждающей жидкости. При этом рассмотрены современные решения, такие как электронно-управляемые термостаты, водяные насосы с регулируемой скоростью и двухконтурные системы охлаждения. Даны практические рекомендации по актуальным вопросам технического обслуживания системы, а именно: сроки замены охлаждающей жидкости, устранение воздушных пробок (гидравлических засоров) в системе, проверка герметичности и предотвращение наиболее распространенных неисправностей. Результаты исследования имеют теоретическое и практическое значение для студентов автомобильной инженерии в профессиональных учебных заведениях.

Ключевые слова: система охлаждения двигателя, радиатор, термостат, водяной насос, антифриз, охлаждающая жидкость, вентилятор, расширительный бачок, техническое обслуживание, двигатель внутреннего сгорания, теплообменник.

Abstract. This article analyzes the structure, main elements and principle of operation of the engine cooling system used in modern cars. The classic scheme of the liquid cooling system - radiator, water pump (pump), thermostat, fan, expansion tank and the interaction of coolant paths - is described in detail. At the same time, modern solutions such as electronically controlled thermostats, variable speed water pumps and dual-circuit cooling systems are considered. Practical recommendations are given on the current issues of system maintenance, namely the timing of coolant replacement, removing air locks (hydraulic blockages) in the system, checking tightness and preventing the most common malfunctions. The results of the study are of theoretical and practical importance for students of automotive engineering in vocational educational institutions.

Keywords: engine cooling system, radiator, thermostat, water pump, antifreeze, coolant, fan, expansion tank, maintenance, internal combustion engine, heat exchange.



Kirish

Ichki yonish dvigateli ishlash jarayonida yoqilg'ining yonishi natijasida katta miqdorda issiqlik energiyasi ajralib chiqadi. Bu issiqlikning faqat bir qismi mexanik ishga aylanadi, qolgan qismi esa dvigatel detallari, ayniqsa silindr bloki, silindr boshchasi, porshen va klapanlar orqali atrof-muhitga chiqarilishi shart. Agar bu issiqlik o'z vaqtida olib tashlanmasa, dvigatel haddan tashqari qizib ketadi, natijada moylash plyonkasi yo'qoladi, detallar deformatsiyalanadi, prokladkalar yonib ketadi va og'ir holatlarda dvigatel butunlay ishdan chiqadi.

Shu sababli har qanday zamonaviy avtomobil dvigateliga ishonchli va samarali sovutish tizimi o'rnatiladi. Sovutish tizimining asosiy vazifasi dvigatelning barcha rejimlarda - sovuq ishga tushirishdan tortib, yuqori yuklama ostida uzoq muddat ishlashgacha - optimal harorat oralig'ida (odatda 85–105°C atrofida) ishlashini ta'minlashdir. Bu nafaqat dvigatel resursini uzaytiradi, balki yoqilg'i sarfini kamaytiradi, zararli chiqindilar miqdorini pasaytiradi va kabinani isitish tizimi samaradorligini oshiradi.

So'nggi yillarda avtomobil sanoatining jadal rivojlanishi, ayniqsa elektron boshqarish tizimlarining keng joriy etilishi, sovutish tizimi konstruksiyasiga ham sezilarli o'zgarishlar olib keldi. Elektron boshqariladigan termostatlar, o'zgaruvchan tezlikdagi suv nasoslari, ikki konturli (dvigatel va turbina/intercooler uchun alohida) sovutish sxemalari kabi yangiliklar tizim samaradorligini sezilarli darajada oshirdi. Shu bilan birga, ushbu murakkab tizimlarni to'g'ri texnik xizmat ko'rsatish va diagnostika qilish masalasi ham dolzarblashdi. Mazkur maqolaning maqsadi - sovutish tizimining zamonaviy tuzilishi va ishlash prinsipini ilmiy-amaliy nuqtai nazardan tahlil qilish, hamda texnik xizmat ko'rsatishdagi muhim jihatlarni ochib berishdan iborat.

Dvigatel sovutish tizimining vazifasi va turlari



Avtomobil dvigatellarida ikki asosiy sovutish usuli qo'llaniladi: havo bilan sovutish va suyuqlik bilan sovutish. Havo bilan sovutish tizimi konstruksiyasi sodda bo'lishiga qaramay, harorat barqarorligini ta'minlashda samaradorligi past bo'lgani uchun zamonaviy yengil va yuk avtomobillarida deyarli qo'llanilmaydi. Aksincha, suyuqlik bilan sovutish tizimi issiqlikni teng taqsimlash, harorat rejimini aniq boshqarish va shovqinni kamaytirish imkonini berishi sababli barcha zamonaviy avtomobillarning aksariyat qismida standart yechim hisoblanadi.

Suyuqlik bilan sovutish tizimi yopiq, bosim ostida ishlaydigan tizim bo'lib, unda issiqlik tashuvchi vosita sifatida suv va etilenglikol asosidagi antifriz aralashmasidan foydalaniladi. Antifrizning asosiy afzalliklari - uning muzlash haroratini pasaytirishi (odatda -35°C dan -40°C gacha), qaynash haroratini oshirishi va metall qismlarni korroziyadan himoya qiluvchi qo'shimchalar (inhibitorlar) tarkibida bo'lishidir.

Sovutish tizimining asosiy tarkibiy qismlari

Zamonaviy suyuqlik bilan sovutish tizimi quyidagi asosiy elementlardan iborat:

- Radiator - issiqlik almashinuv apparati bo'lib, sovutuvchi suyuqlikdagi issiqlikni atmosfera havosiga uzatadi. Zamonaviy radiatorlar alyuminiy quvurlar va plastmassa baklardan tayyorlanadi, bu vazn va narxni kamaytiradi.
- Suv nasosi (pompa) - odatda markazdan qochma turdagi bo'lib, sovutuvchi suyuqlikni tizim bo'ylab uzluksiz aylantiradi. Zamonaviy modellarda elektr bilan boshqariladigan, o'zgaruvchan tezlikdagi nasoslar qo'llanilib, bu dvigatel yuklamasidan mustaqil ravishda sarfni boshqarish imkonini beradi.
- Termostat - sovutuvchi suyuqlik haroratini nazorat qiluvchi klapan vazifasini bajaradi. Dvigatel sovuq bo'lganda termostat yopiq holatda bo'lib, suyuqlikni faqat kichik aylanish konturi (radiatori chetlab o'tib) orqali yo'naltiradi, bu tezroq isinishni ta'minlaydi. Harorat belgilangan qiymatga (odatda $85-95^{\circ}\text{C}$) yetganda termostat ochiladi va suyuqlik katta kontur - radiator orqali - aylanishni boshlaydi.



- Ventilyator - radiator orqali havo oqimini sun'iy ravishda kuchaytiradi, ayniqsa avtomobil to'xtab turgan yoki past tezlikda harakatlanayotgan paytda muhim ahamiyat kasb etadi. Zamonaviy avtomobillarda elektr ventilyatorlar elektron blok (ECU) tomonidan haroratga qarab avtomatik boshqariladi.
- Kengaytirish (kompensatsiya) bachasi - suyuqlik qizishi natijasida hajmining ortishini va undagi havo pufakchalarini chiqarishni ta'minlaydi, shuningdek tizimdagi bosimni nazorat qiluvchi qopqoq o'rnatilgan bo'ladi.
- Silindr blokidagi va silindr boshchasidagi sovutish kanallari (sovutish jaketi) - issiqlikni to'g'ridan-to'g'ri qizigan metall qismlardan olib chiqishni ta'minlaydi.

Sovutish tizimining ishlash prinsipi

Dvigatel ishga tushirilgandan so'ng sovutuvchi suyuqlik suv nasosi yordamida silindr bloki va boshchasidagi kanallar bo'ylab harakatlanadi, issiqlikni o'ziga shimib oladi. Dvigatel hali sovuq bo'lgan dastlabki bosqichda termostat yopiq holatda qoladi va suyuqlik kichik kontur bo'yicha - radiatorni chetlab o'tib - qayta dvigatelga qaytadi. Bu jarayon dvigatelning tezroq optimal ish haroratiga yetishini ta'minlaydi, bu esa moylash xususiyatlarini yaxshilaydi va yoqilg'i sarfini kamaytiradi.

Sovutuvchi suyuqlik harorati belgilangan chegaraga yetganda, termostatdagi vaks element (parafin asosidagi termoelement) kengayadi va klapani ochadi. Natijada suyuqlik katta kontur bo'yicha - radiator orqali - aylanishni boshlaydi. Radiatorida issiqlik almashinuvi natijasida suyuqlik soviydi va yana dvigatelga qaytadi. Agar radiator orqali o'tayotgan havo oqimi (avtomobil tezligi past bo'lgani sababli) yetarli bo'lmasa, elektron blok signal asosida ventilyatorni ishga tushiradi.

Zamonaviy avtomobillarda harorat sensorlari (datchiklari) yordamida olingan ma'lumotlar dvigatelni boshqaruv blokiga (ECU) uzatiladi. ECU bu ma'lumotlar asosida termostat klapanining ochilish darajasini (elektron termostatlarda), suv nasosining aylanish tezligini va ventilyatorning ish rejimini real vaqt rejimida



moslashtiradi. Bu yondashuv dvigatelning turli yuklama va harorat sharoitlarida eng samarali tarzda ishlashini ta'minlaydi.

Zamonaviy texnologik yechimlar

Soʻnggi avlod avtomobillarida sovutish tizimi samaradorligini oshirish uchun bir qator yangi texnologiyalar joriy etilgan:

1. Elektron boshqariladigan termostatlar - mexanik vaks elementga qoʻshimcha qizdiruvchi element oʻrnatilib, ECU buyrugʻi bilan klapaning ochilish haroratini moslashtirish imkonini beradi. Bu yuklamaga moslashgan harorat boshqaruvini ta'minlaydi va dvigatel resursini oshiradi.
2. Oʻzgaruvchan tezlikdagi (elektr) suv nasoslari - anʼanaviy mexanik (tasma orqali ishlovchi) nasoslardan farqli ravishda, elektr nasoslar dvigatel aylanish tezligidan mustaqil ishlaydi, bu past tezlikda ham yetarli sirkulatsiyani ta'minlaydi va energiya sarfini kamaytiradi.
3. Ikki konturli sovutish tizimi - turbo motorli avtomobillarda alohida past haroratli kontur turbinani siqilgan havoni sovutuvchi intercooler uchun, yuqori haroratli kontur esa dvigatel blokini sovutish uchun ishlatiladi. Bu yondashuv quvvat koʻrsatkichlarini va yonilgʻi samaradorligini sezilarli darajada yaxshilaydi.
4. Elektr ventilyatorlarning intellektual boshqaruvi - ECU dvigatel haroratini, tezlikni va konditsioner yuklamasini hisobga olib, ventilyator tezligini bosqichli yoki uzluksiz (PWM signal orqali) boshqaradi, bu shovqin va energiya sarfini kamaytiradi.
5. Sovutish tizimini integratsiyalash - baʼzi zamonaviy modellarda dvigatel sovutish konturi avtomatik uzatmalar qutisi moyini sovutish va salon isitish tizimlari bilan birlashtirilgan, bu issiqlik energiyasidan kompleks foydalanish imkonini beradi.

Texnik xizmat koʻrsatishning dolzarb masalalari



Sovutish tizimining uzoq muddat samarali va ishonchli ishlashi to'g'ri va o'z vaqtida o'tkaziladigan texnik xizmat ko'rsatishga bog'liq. Ushbu yo'nalishda quyidagi masalalar alohida ahamiyatga ega.

a) Sovutuvchi suyuqlikni almashtirish muddati. Ko'pchilik zamonaviy avtomobil ishlab chiqaruvchilari uzoq muddatli (long-life) antifrizlardan foydalanishni tavsiya etadi, ularning xizmat muddati 5 yil yoki 150–200 ming kilometrgacha yetishi mumkin. Biroq, antifrizning haqiqiy holatini muntazam tekshirish - uning rangi, kislotalilik darajasi (pH) va konsentratsiyasini ariometr yoki refraktometr yordamida nazorat qilish muhim hisoblanadi, chunki eskirgan suyuqlik korroziyaga qarshi xususiyatini yo'qotadi.

b) Tizimdagi havo qopqalarini (gidravlik to'siqlarni) chiqarish. Suyuqlik almashtirilgandan yoki tizim ta'mirlangandan so'ng, unda havo pufakchalari qolib ketishi mumkin, bu issiqlik almashinuvini yomonlashtiradi va termostatning noto'g'ri ishlashiga olib keladi. Shu sababli, ko'pchilik zamonaviy avtomobillarda maxsus havo chiqarish klapanlari mavjud bo'lib, ulardan to'g'ri foydalanish va dvigatelni iliq holatda ma'lum vaqt ishlatish orqali tizimni to'liq havodan tozalash zarur.

c) Germetiklikni tekshirish. Sovutish tizimi bosim ostida ishlaganligi sababli, shlanglar, prokladkalar va ulanish joylarining germetikligini muntazam tekshirish lozim. Buning uchun maxsus bosim sinov apparati (radiator qopqog'ini sinash moslamasi) qo'llaniladi, bu yordamida tizimda mikroskopik sizishlarni ham aniqlash mumkin.

d) Radiator va issiqlik almashinuv yuzalarini tozalash. Vaqt o'tishi bilan radiator panjarasiga chang, qum va hasharotlar yig'ilib, havo oqimini cheklaydi va sovutish samaradorligini pasaytiradi. Shu sababli radiatorni davriy ravishda tashqi tomondan tozalash tavsiya etiladi.



е) Термостат va nasos holatini diagnostika qilish. Термостатning yopiq holatda qotib qolishi dvigatelning qizib ketishiga, ochiq holatda qotib qolishi esa dvigatelning yetarli darajada isimasligiga olib keladi. Suv nasosi saluzkasining yeyilishi natijasida suyuqlik sizib chiqishi va nasos ishdan chiqishi ehtimoli ham mavjud, shu sababli ularni rejali texnik ko‘rikdan o‘tkazish muhimdir.

Eng ko‘p uchraydigan nosozliklar va ularni bartaraf etish

Quyidagi jadvalda sovutish tizimida amaliyotda eng ko‘p uchraydigan nosozliklar, ularning asosiy sabablari va bartaraf etish usullari keltirilgan:

Nosozlik	Asosiy sabablari	Bartaraf etish usuli
Dvigatelning haddan tashqari qizishi	Antifriz darajasi past, termostat yopiq holatda qotib qolgan, radiator g‘ataklangan, ventilyator ishlamaydi	Suyuqlik darajasini tekshirish, termostatni almashtirish, radiatori yuvish/tozalash, ventilyator releyini diagnostika qilish
Sovutuvchi suyuqlik sizib chiqishi	Radiator yoki shlanglardagi yoriqlar, nasos saluzkasining yeyilishi, prokladkalarining yaroqsizligi	Sizish manbasini bosim sinovi yordamida aniqlash, shlang yoki prokladkani almashtirish
Tizimda havo to‘planishi (gidravlik to‘siq)	Suyuqlik quyilgandan keyin havo chiqarilmagan, germetiklik buzilgan	Maxsus havo chiqarish klapani orqali yoki dvigatelni iliq holatda



Nosozlik	Asosiy sabablari	Bartaraf etish usuli
		puflash usulida havoni chiqarish
Kabina isitgichining samarasiz ishlashi	Issitkich radiatorida havo to'planishi, antifriz darajasining pastligi	Tizimni havodan tozalash, suyuqlik darajasini me'yorga keltirish
Termostatning noto'g'ri ishlashi	Vaks elementning eskirishi, elektron termostatda datchik nosozligi	Termostatni almashtirish, elektron blok xatolarini diagnostika asboblari orqali tekshirish

Xulosa

Zamonaviy avtomobillarda dvigatel sovutish tizimi nafaqat dvigatelning haddan tashqari qizib ketishining oldini olish, balki uning optimal ish rejimini ta'minlash, yoqilg'i sarfini kamaytirish va zararli chiqindilarni qisqartirish kabi muhim vazifalarni bajaradi. Tizimning asosiy elementlari - radiator, termostat, suv nasosi, ventilyator va kengaytirish bachasi - o'zaro uzviy bog'langan holda ishlaydi va ularning har biri umumiy samaradorlikka ta'sir ko'rsatadi.

Elektron boshqariladigan termostatlar, o'zgaruvchan tezlikdagi suv nasoslari va ikki konturli sovutish sxemalari kabi zamonaviy texnologiyalar tizim samaradorligini sezilarli darajada oshirib, dvigatelni turli ish sharoitlariga moslashtirish imkonini beradi. Biroq bu murakkab tizimlarni to'g'ri va o'z vaqtida texnik xizmat ko'rsatish - sovutuvchi suyuqlikni almashtirish, havo qopqalarini chiqarish, germetiklikni tekshirish va asosiy elementlarni diagnostika qilish - dvigatelning uzoq muddat ishonchli ishlashini ta'minlashda hal qiluvchi ahamiyatga ega.



Yuqorida keltirilgan tahlillar shuni ko'rsatadiki, sovutish tizimi bo'yicha nazariy bilimlarni amaliy ko'nikmalar bilan uyg'unlashtirish kasbiy ta'lim muassasalarida tayyorlanayotgan mutaxassislar uchun zarur shartdir. Bu, o'z navbatida, avtomobil texnikasiga xizmat ko'rsatish sifatini oshirish va texnik nosozliklar tufayli yuzaga keladigan iqtisodiy zararlarni kamaytirishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Karimov A.A., Tursunov B.N. Avtomobillar dvigatellari. Toshkent: O'qituvchi, 2019. 312 b.
2. Rasulov Sh.M. Avtomobil texnikasi va uni ta'mirlash asoslari. Toshkent: Iqtisod-Moliya, 2020. 248 b.
3. Yusupov D.T. Ichki yonish dvigatellari nazariyasi. Toshkent: TDTU nashriyoti, 2018. 276 b.
4. Abdullayev N.R. Avtomobillarni texnik kuzatish va ta'mirlash. oshkent: Fan va texnologiya, 2021. 224 b.
5. Ismoilov B.Q. Avtomobil dvigatellarining sovutish va moylash tizimlari. Samarqand: SamDU nashriyoti, 2017. 168 b.
6. Mirzayev O.T. Zamonaviy avtomobillarning elektron boshqarish tizimlari. Toshkent: Aloqachi, 2022. 196 b.
7. Nazarov Q.S. Avtomobil va traktor dvigatellari. Toshkent: O'zbekiston Milliy ensiklopediyasi, 2016. 304 b.
8. Heisler H. Advanced Engine Technology. - Oxford: Butterworth-Heinemann, 1995. 794 p.
9. Stone R. Introduction to Internal Combustion Engines. th ed. London: Palgrave Macmillan, 2012. 478 p.
10. Pulkrabek W.W. Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine. 2nd ed. - New Jersey: Prentice Hall, 2004. 411 p.
11. Bosch Robert GmbH. Automotive Handbook. 10th ed. - Stuttgart: Bosch, 2018. 1280 p.