

УДК 629.113
UDC 629.113

ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ

Тімков О.М., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Тарануха В.І., Національний транспортний університет, Київ, Україна

REVIEW OF EXISTING METHODS TO ENSURE THE OPTIMAL TEMPERATURE MODE THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Timkov O.M, candidate of science, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Taranukha V.I, National Transport University, Kyiv, Ukraine

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Тимков А.Н., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Тарануха В.И., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. Система охолодження призначена для примусового відводу від деталей двигуна зайвого тепла та передачі його навколишньому повітрю. Завдяки цьому створюється певний температурний режим, при якому двигун не перегрівается і не переохолоджується. Тепло в двигунах відводиться двома способами: рідиною (рідинна система охолодження) або повітрям (повітряна система охолодження). Ці системи поглинають 25...35% тепла, що виділяється під час згорання палива. Температура охолоджуючої рідини, що знаходиться в головці блоку циліндрів, повинна дорівнювати 80...95° С. Такий температурний режим найвигідніший, забезпечує нормальну роботу двигуна й не повинен змінюватися залежно від температури навколишнього повітря і навантаження двигуна. Температура протягом робочого циклу двигуна змінюється від 80...120° С (мінімальна) наприкінці впуску до 2000...2200° С (максимальна) наприкінці згорання суміші.

Якщо двигун не охолоджувати, то газу, що мають високу температуру, сильно нагрівають деталі двигуна і вони розширюються. Масло на циліндрах і поршнях вигорає, їх тертя і знос зростають, а від надмірного розширення деталей відбувається заклинювання поршнів в циліндрах двигуна, і двигун може вийти з ладу. Щоб уникнути негативних явищ, що викликаються перегрівом двигуна, його необхідно охолоджувати.

Однак надмірне охолодження двигуна шкідливо відбивається на його роботі. При переохолодженні двигуна на стінках циліндрів конденсуються пари палива (бензину), змиваючи мастило, розріджують масло в картері. У цих умовах відбувається інтенсивний знос поршневих кілець, поршнів, циліндрів і знижується економічність і потужність двигуна. Нормальна робота системи охолодження сприяє отриманню найбільшої потужності, зниженню витрати палива і збільшенню терміну служби двигуна без ремонту [1].

Мета роботи. Провести огляд існуючих методів забезпечення оптимального температурного режиму двигуна внутрішнього згорання системою охолодження сучасних автомобілів, розглянути існуючі підходи та принципові підходи.

Завдання роботи. Визначити основні напрямки розвитку конструкцій систем охолодження на основі існуючих методів забезпечення оптимального температурного режиму двигуна внутрішнього згорання.

Основна частина. Рідинні системи (Рисунок 1) охолодження набули більшого поширення, так як з їх допомогою створюється більш сприятливий тепловий режим для деталей двигуна можливість виготовлення деталей двигуна з порівняно недорогих матеріалів. Такі двигуни при роботі створюють менше шуму за рахунок наявності подвійних стінок (сорочки) і шару охолоджуючої рідини.

Система рідинного охолодження включає наступні елементи:

- подвійні стінки циліндрів і головок, простір між якими заповнено охолоджувальною рідиною (наприклад, антифризом);
- теплообмінник (радіатор) б, що з двох резервуарів, з'єднаних кількома рядами трубок з надітими на них тонкими пластинками для збільшення поверхні охолодження;
- вентилятор, що складається з маточини і лопатей, при обертанні якого забезпечується прокачування повітря між трубками радіатора;
- насос відцентрового типу для забезпечення циркуляції охолоджуючої рідини в системі;
- трубопроводи, котрі пов'язують двигун з радіатором.

Двигуни з повітряним охолодженням (Рисунок 2) мають меншу масу, ніж двигуни з рідинним охолодженням, простіше в експлуатації, менш чутливі до температури повітря навколишнього середовища [2].

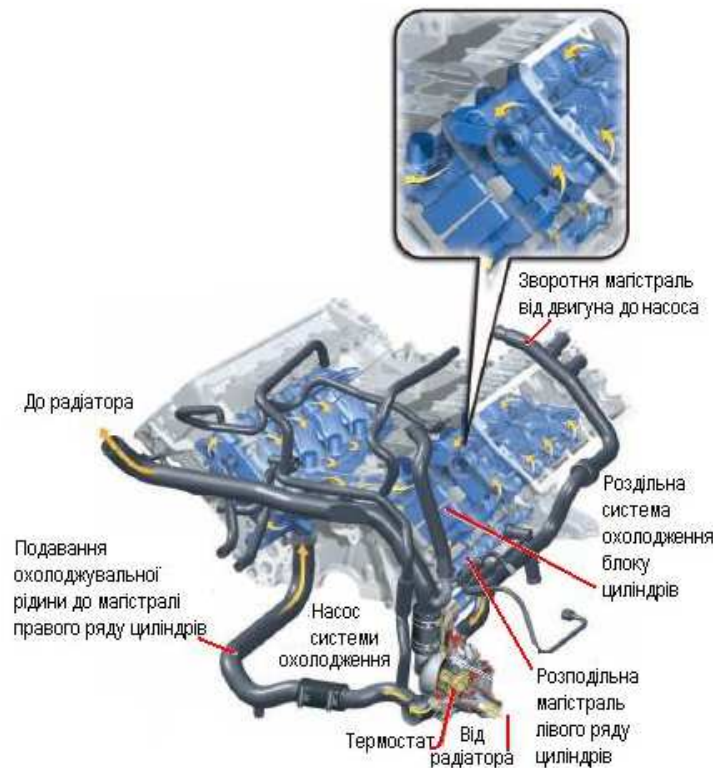


Рисунок 1 – Рідинна система охолодження двигуна [3].

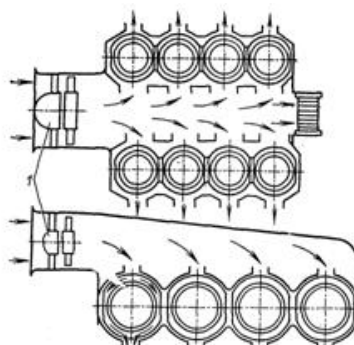


Рисунок 2 – Повітряна система охолодження двигуна [4].

В даний час набула поширення рідинна система.

Традиційно в автомобілях використовуються такі типи приводів вентилятора системи охолодження:

1. Примусовий механічний привід крильчатки вентилятора. Цей варіант хороший своєю простотою, але ефективність його вкрай низька - швидкість обертання крильчатки обмежена швидкістю обертання двигуна і не регулюється. Таким чином, при стоянні в пробках в спеку швидкості обертання крильчатки може виявитися недостатньо, а при русі по трасі в мороз вона буде явно надлишковою.
2. Механічний привід з віско- або електромуфти. Цей варіант позбавлений такого недоліку як надлишкова швидкість обертання, притаманного простому механічному приводу за рахунок можливості відключення (для електромуфти) або зниження швидкості обертання пропорційно температурі (для віскомуфти). Але залишається недолік, пов'язаний з обмеженням швидкості обертання на малих обертах.
3. Електропривод вентилятора (Рисунок 3). Найбільш оптимальний варіант. По-перше, швидкість обертання вентилятора не обмежена оборотами двигуна, по-друге, алгоритм управління може бути будь-яким, як найпримітивнішим, релейним (включено-виключено), так і досить інтелектуальним. Надалі будемо розглядати саме систему охолодження з електроприводом крильчатки (електровентилятором) як одну з найпоширеніших і найбільш перспективних для можливого удосконалення [2].

Циркуляція охолоджувальної рідини в системі забезпечується відцентровим насосом. У побуті відцентровий насос називають помпою. Відцентровий насос може мати різний привід: шестерінчастий, пасової та ін. На деяких двигунах, обладнаних турбонаддувом, для охолодження наддувочного повітря і турбокомпресора встановлюється додатковий насос циркуляції охолоджуючої рідини, що підключається блоком управління двигуном [5]. Система керування може бути створена на базі універсальних мікроконтролерів [6].

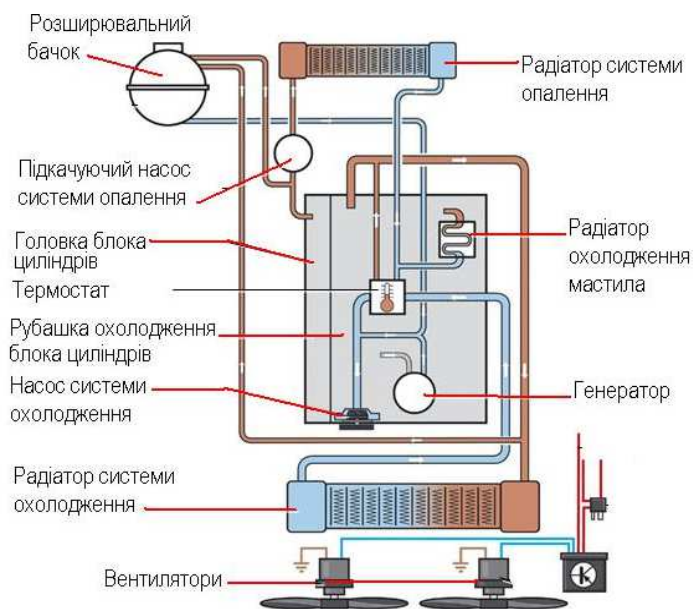


Рисунок 3 – Закрита система охолодження двигуна V6 VW з електричним приводом вентиляторів [3].

У двигуні 3,0 л V6 TSI вперше знаходить застосування нова система гнучкого управління тепловими потоками (Рисунок 4). Метою розробки цієї системи було забезпечити

оптимальне, з найменшими втратами енергії перерозподіл тепла між ДВЗ, коробкою передач, обігрівом салону і тяговим електродвигуном.

При досягненні двигуном робочої температури його необхідно охолоджувати, щоб утримувати температуру деталей двигуна в допустимих діапазонах. Перевага оптимальній системи розподілу тепла полягає в зменшенні викидів CO₂ і, відповідно, в зниженні витрати палива, а також в поліпшенні характеристик обігрівача.

Це досягається, насамперед, за рахунок зменшення часу прогріву двигуна після холодного пуску. Управління системою охолодження здійснюється на підставі даних датчиків температури, а також запрограмованих в блоці управління двигуна характеристик. Насос системи охолодження наводиться зубчастим ременем і може відключатися або підключатися за допомогою вакуумного виконавчого елемента. Насос високотемпературного контуру системи охолодження забезпечує достатнє надходження охолоджувальної рідини до наступних компонентів:

- теплообмінник обігрівача;
- попередній підігрів ATF;
- тяговий електродвигун.

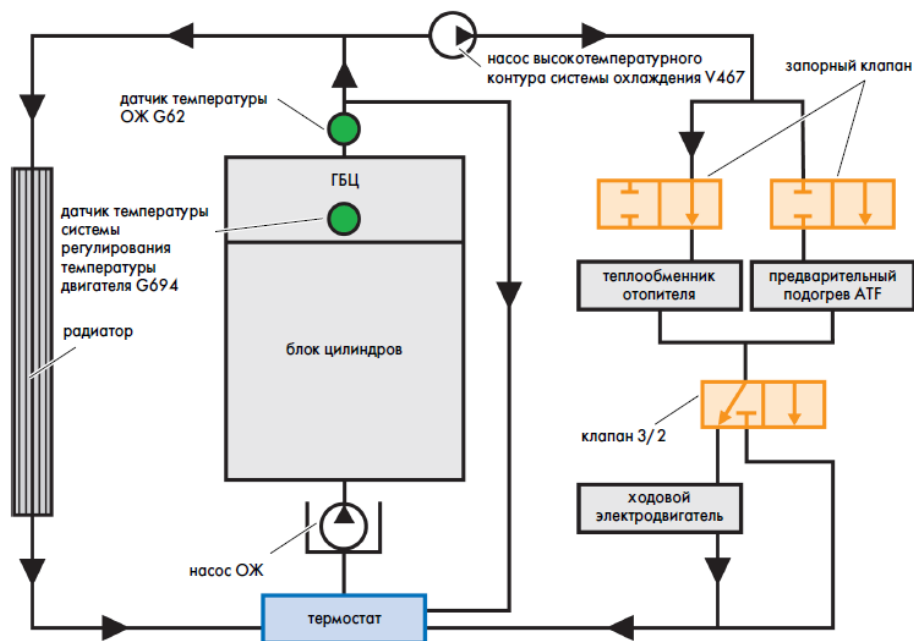


Рисунок 4 – Схема (приклад) [7].

Насос системи охолодження (Рисунок 5) приводиться ременем 1 ремінного приводу і може відключатися або підключатися залежно від необхідності.

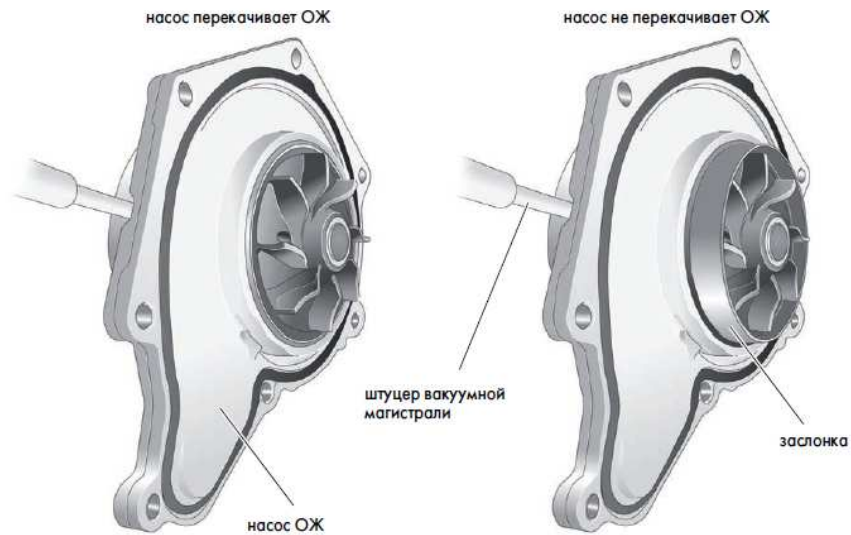
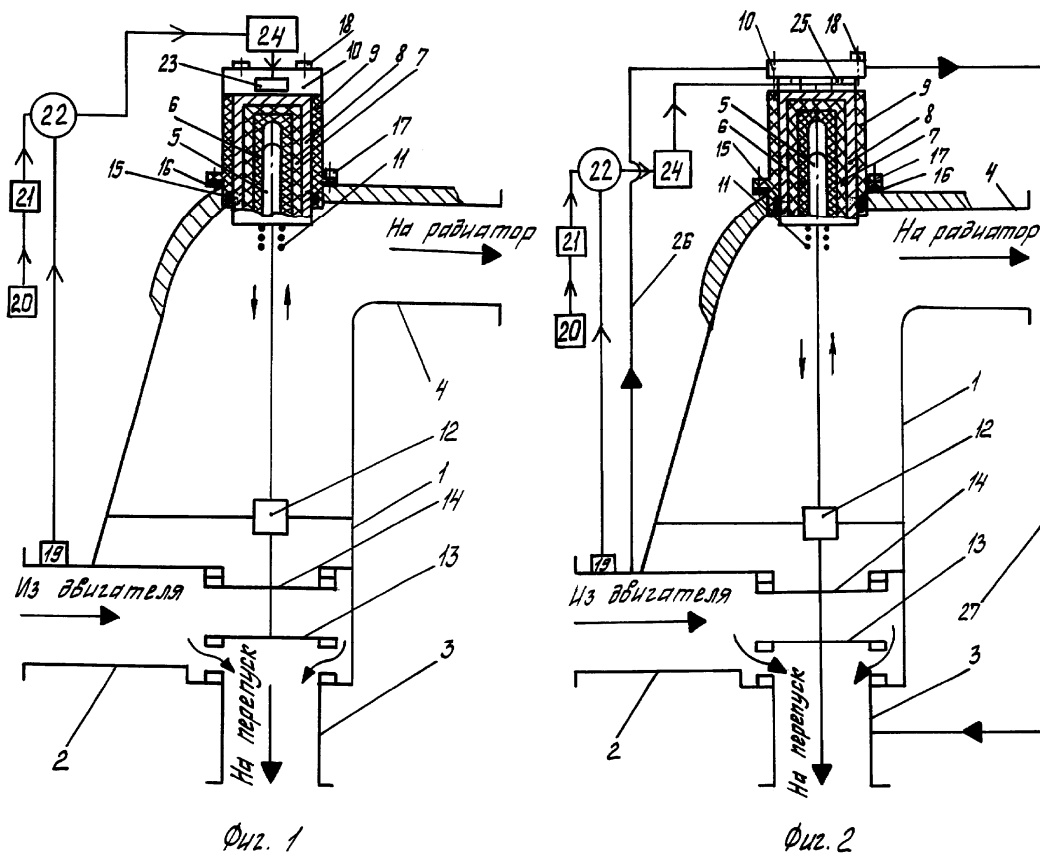


Рисунок 5 – Насос системы охлаждения [7].

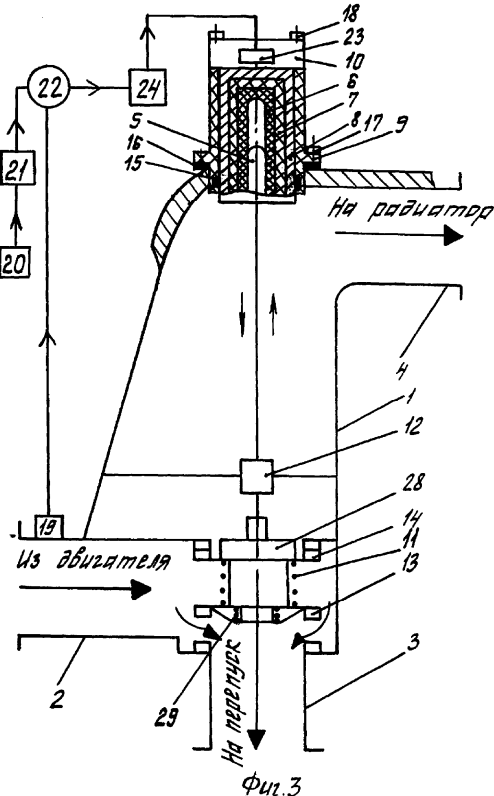
Відключення насоса системи охолодження виконується для максимального прискорення прогріву двигуна. Після холодного пуску двигуна насос системи охолодження залишається відключеним протягом 2 хвилин, після цього він знову включається, щоб не допустити перегріву двигуна. В режимі холостого ходу двигуна продуктивність насоса системи охолодження становить приблизно 2 л/хв. [7].

Відомо пристрій для регулювання охолоджуючої рідини двигуна внутрішнього згорання (Рисунок 6). Пристрій містить корпус з патрубками підведення охолоджуючої рідини двигуна, відведення на перепуск і радіатор з двома клапанами, встановленими на штоку, пов'язаних з блоком управління, вхід якого з'єднаний з датчиком температури двигуна. Шток встановлений в порожнині твердого наповнювача, який пов'язаний з термоелектричним елементом (термоелектричним модулем), приєднаних до виходу блоку управління. При роботі двигуна під дією твердого наповнювача і термоелектричного елемента відбувається своєчасне відкриття і закриття клапанів і підтримується задана температура охолоджуючої рідини.



Фиг. 1

Фиг. 2



Фиг. 3

Рисунок 6 – Термостат [8].

Принципово механічний пристрій електричного термостата відповідає звичайному термостату з твердим наповнювачем. Однак додатково в розширювальний елемент вбудований обігрівальний електричний елемент. Цей термостат встановлений в корпусі і має патрубки підведення охолоджуючої рідини двигуна і відведення на перепуск і на радіатор.

Крім того, термостат містить датчики температури, навантаження і електронний блок управління.

В період прогрівання термостат забезпечує циркуляцію охолоджуючої рідини по малому колу, минаючи радіатор, сприяючи прискоренню прогріву охолоджуючої рідини. При включенні електричного підігріву керуючий елемент термостата забезпечує циркуляцію охолоджуючої рідини по малому колу, минаючи радіатор, в результаті чого відбувається швидкий прогрів та підтримання високої температури охолоджуючої рідини. Температуру рідини контролюють датчики, за сигналами яких електронний блок управляє роботою термостата. При роботі на номінальних навантаженнях, завдяки підігріву розширювального елемента, відбувається відкриття клапана заданим алгоритмом.

Електричний термостат працює наступним чином.

При непрацюючому двигуні термостат не працює, живлення на електронагрівач 23 і термоелектричний елемент 25 не надходить. Пружина 11 контролює положення клапанів 13, 14 по Рисунок 6, фіг.1, 2, а по фіг.3 клапан 14 контролюється пружиною 11, а клапан 13 – пружиною 29.

Після запуску двигуна електричний термостат починає працювати. При цьому, якщо:

1. P_m – поточне значення навантаження; $P_{ном}$ – номінальне значення навантаження (потужності).

У цьому випадку, наприклад, якщо:

То.ж. $\leq 95^\circ\text{C}$ (То.ж. – температура охолоджуючої рідини). На електронагрівач 23 (фіг.1) або термоелектричний елемент 25 (фіг.2) харчування не надходить. Положення клапанів контролюється пружиною 11: клапан 13 відкритий, закритий клапан 14 і весь потік охолоджувальної рідини йде по патрубку 3 на перепуск (двигун).

То.ж. $\geq 95^\circ\text{C}$. На електронагрівач 10 по фіг.1 або термоелектричний елемент 25 по фіг.2 надходить харчування, підігрівається наповнювач 7, який розширюється і видавлює шток 5 з гумової втулки 6. Потік охолоджувальної рідини теж бере участь у передачі теплоти наповнювача 7. При цьому клапан 13 за частину – продовжує по патрубку 3 надходити на перепуск і температура рідини доводиться до заданого оптимального значення, наприклад до 95°C . У разі використання термоелектричного елемента 25 по фіг.2 частина охолоджуючої рідини по патрубку 26 надходить у теплообмінник 10, де охолоджуюча рідина відбирає теплоту від холодних спаїв термоелектричного елемента і охолоджений потік охолоджувальної рідини по патрубку 27 через патрубок 4 надходить в систему охолодження.

2. У цьому випадку, наприклад, якщо:

То.ж. $\geq 80^\circ\text{C}$. Під дією електронагрівача 10 по фіг.1, термоелектричного елемента 25 по фіг.2 відбувається закриття клапана 13, відкриття клапана 14 і температура охолоджуючої рідини доводиться до оптимального значення.

То.ж. $\leq 80^\circ\text{C}$. Під дією електронагрівача 10 по фіг.1, термоелектричного елемента 25 по фіг.2 відбувається закриття клапана 14, відкриття клапана 13 і температура охолоджуючої рідини доводиться до оптимального значення.

У разі застосування в даному пристрої другого термостата 28 по фіг.3 на часткових навантаженнях роботи двигуна відбувається паралельна робота електричного і механічного термостатів 28 і в таких навантаженнях температура охолоджуючої рідини контролюється механічним термостатом 28, при цьому робота електричного термостата припиняється і виключається споживання електроенергії.

Висновки.

Таким чином, електричний термостат дозволяє модернізувати механічний термостат з твердим наповнювачем, за допомогою якого можна цілеспрямовано впливати на температуру охолоджуючої рідини. Завдяки цьому можна при часткових навантаженнях підтримувати більш високу температуру охолоджуючої рідини. При більш високих робочих температурах при часткових навантаженнях досягається краще згоряння і в результаті цього відбувається зменшення витрати палива і викиду шкідливих речовин. При повному

навантаженні за допомогою електричного термостата цілеспрямовано встановлюється більш низька температура охолоджуючої рідини. Висновок електронагрівача і термоелектричного елемента з водного середовища дозволяє поліпшити конструкцію електричного термостата, що позитивно позначається при монтажі, експлуатації та ремонту виробу. При роботі термостата за фіг.1, 2 поліпшуються гідравлічні характеристики термостата.

Використання електричного термостата в системі охолодження ДВЗ дозволить поряд з регулюванням по відхиленню температури здійснити додаткове регулювання.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Общее устройство и работа жидкостной системы охлаждения: [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://otherreferats.allbest.ru/transport/00185043_0.html
2. Система охлаждения двигателя ВАЗ 2108: [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://knowledge.allbest.ru/transport/3c0b65635b2ac68b4c53b89421316d37_0.html
3. Ковальчук Г.О., Сахно В.П. Основы конструкции автомобиля/ Методичний посібник. – Київ: НТУ. – 2011. – 794с.
4. Лекція 6. система охолодження двигуна: [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://manualem.com/book/735-avtotraktor-ne-ustatkuvannya/13-lekciya-6-sistema-oxolodzhuvannya-dviguna.html>
5. Система охлаждения: [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://systemsauto.ru/cooling/cooling.html>
6. Тези доповідей. Міжнародна науково-практична інтернет-конференція молодих учених та студентів «Актуальні проблеми автоматизації та управління» 15 жовтня 2014 року
Електронний ресурс: Режим доступу: http://www.av.lntu.edu.ua/csv/konference_2014_2.pdf / Тімков О.М., Тарануха В.І. Автоматизація управління технічних систем та процесів. – С.80–85.
7. Service Training. Програма самообучения 452. Двигатель 3,0 л V6 245кВт TSI с приводным нагнетателем в Touareg Hybrid / Volkswagen – 51с.
8. Електричний термостат: [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://findpatent.com.ua/patent/227/2270923.html>

REFERENCES

1. General Device and Business zhydkostnoy cooling system: [Electron. resource]. – Access: http://otherreferats.allbest.ru/transport/00185043_0.html
2. The cooling system of the engine VAZ 2108: [Electron. resource]. – Access: http://knowledge.allbest.ru/transport/3c0b65635b2ac68b4c53b89421316d37_0.html
3. G.O. Kovalchuk, V.P. Sakhno Fundamentals car design / Toolkit. – Kyiv, NTU. – 2011. – 794p.
4. Lecture 6. Engine cooling system: [Electron. resource]. – Access: <http://manualem.com/book/735-avtotraktor-ne-ustatkuvannya/13-lekciya-6-sistema-oxolodzhuvannya-dviguna.html>
5. The system of cooling: [Electron. resource]. – Access: <http://systemsauto.ru/cooling/cooling.html>
6. Abstracts. International Scientific and Practical Internet conference of young scientists and students "Actual problems of automation and control" October 15, 2014 Electronic resource: Access: http://www.av.lntu.edu.ua/csv/konference_2014_2.pdf / O.M. Timkov, V.I. Taranukha/ Automation of engineering systems and processes. – P. 80–85.
7. Service Training. 452. The program 452 SSP Engine 3.0 l V6 TSI with 245kVt with driving supercharged in the Touareg Hybrid / Volkswagen – 51p.
8. Electric Thermostat: [Electron. resource]. – Access: <http://findpatent.com.ua/patent/227/2270923.html>.

РЕФЕРАТ

Тімков О.М. Огляд існуючих методів забезпечення оптимального температурного режиму двигуна внутрішнього згорання / О.М. Тімков, В.І. Тарануха // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Науковий журнал: в 2 ч. Ч. 1: Серія: „Технічні науки” – К. : НТУ, 2014. – Вип. 14.

В статті розглянуто існуючі методи забезпечення теплового режиму ДВЗ системою охолодження.

Мета роботи. На основі проведеного огляду існуючих систем охолодження сучасних автомобільних двигунів, вивчити загальні шляхи розвитку та вдосконалення даних систем.

Проведено аналіз існуючих систем охолодження автомобілів. Двигун працює нормально тільки при певному тепловому режимі. Якщо циліндри та поршні від зіткнення з гарячими газами перегріваються, то підвищується їх зношувальність через вигорання мастильного матеріалу. Проте надмірне охолодження теж неприпустиме. Якщо двигун переохолоджений, то збільшуються втрати тепла в процесі перетворення її в механічну енергію. Крім того, паливо погано випаровується, важко займається і не повністю згоряє. Найвигідніший тепловий стан двигуна в межах 85...95°C підтримує система охолодження, яка відводить зайве тепло від деталей і передає її навколишньому повітрю. Для відведення тепла від нагрітих частин двигуна використовують рідинну примусову систему охолодження.

Для поліпшення процесу тепловідведення в системі застосовуються електроприводи вентиляторів, помпи та мікропроцесорний блок управління шторою (жалюзі) радіатора.

Результати статті можуть бути упроваджені в технології виробництва систем охолодження двигунів внутрішнього згорання.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – мінімізація використання механічних приводів у системі та заміна їх електричними та електронними аналогами.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СИСТЕМА ОХОЛОДЖЕННЯ, ТЕРМОСТАТ, ВЕНТИЛЯТОР, ШТОРКА РАДІАТОРА, ЖАЛЮЗІ РАДІАТОРА.

ABSTRACT

Timkov O. M. Review of existing methods to ensure the optimal temperature mode the internal combustion engine / O.M. Timkov, V.I. Taranukha // Project management, system analysis and logistics. Science journal: In Part 2. Part 1: Series: "Technical sciences" - Kyiv: NTU, 2014. - Vol. 14.

In the article the existing methods of thermal regulation ICE cooling system.

Objective. Based on the review of existing cooling systems of modern car engines, explore common ways to develop and improve these systems.

The analysis of existing cooling systems of cars. The engine runs normally only under certain thermal conditions. If the cylinders and pistons from contact with hot gases overheat, it increases their wear due to burnout lubricant. However, excessive cooling is also unacceptable. If the engine is supercooled, then increase heat loss during its transformation into mechanical energy. In addition, bad fuel evaporates, it is difficult not fully engaged and burns. The most beneficial thermal condition of the engine within 85 ... 95 ° C supports the cooling system, which removes excess heat from components and passes it the surrounding air. For removal of heat from hot parts of the engine using liquid forced cooling system.

To improve the process heat system applied electric fans, pumps and microprocessor control unit blinds (blinds) radiator.

The results of the article can be introduced into the production technology of cooling systems of internal combustion engines.

Projected assumptions about the object of research – minimizing the use of mechanical drives in the system and replace them with electric and electronic counterparts.

KEY WORDS: COOLING SYSTEM, THERMOSTAT, FAN, THE RADIATOR SHUTTER.

РЕФЕРАТ

Тимков А.Н. Обзор существующих методов обеспечения оптимального температурного режима двигателя внутреннего сгорания / А.Н. Тимков, В.И. Тарануха // Управление проектами, системный анализ и логистика. Научный журнал: в 2 ч. Ч. 1: Серия: „Технические науки” – К. : НТУ, 2014. – Вип. 14.

В статье рассмотрены существующие методы обеспечения теплового режима ДВС системой охлаждения.

Цель работы. На основе проведенного обзора существующих систем охлаждения современных автомобильных двигателей, изучить общие пути развития и совершенствования данных систем.

Проведен анализ существующих систем охлаждения автомобилей. Двигатель работает нормально только при определенном тепловом режиме. Если цилиндры и поршни от соприкосновения с горячими газами перегреваются, то повышается их износ из-за выгорания смазочного материала. Однако чрезмерное охлаждение тоже недопустимо. Если двигатель переохлажденный, то увеличиваются потери тепла в процессе превращения ее в механическую энергию. Кроме того, топливо плохо испаряется, трудно зажигается и не полностью сгорает. Самый выгодный тепловое состояние двигателя в пределах 85...95° С поддерживает система охлаждения, которая отводит лишнее тепло от деталей и передает ее окружающему воздуху. Для отвода тепла от нагретых частей двигателя используют жидкостную принудительную систему охлаждения.

Для улучшения процесса теплоотвода в системе применяются электроприводы вентиляторов, помпы и микропроцессорный блок управления шторой (жалюзи) радиатора.

Результаты статьи могут быть внедрены в технологии производства систем охлаждения двигателей внутреннего сгорания.

Прогнозные предположения о развитии объекта исследования – минимизация использования механических приводов в системе и замена их электрическими и электронными аналогами.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ, ТЕРМОСТАТ, ВЕНТИЛЯТОР, ШТОРКА РАДИАТОРА, ЖАЛЮЗИ РАДИАТОРА.

АВТОРИ:

Тімков Олексій Миколайович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри автомобілів, e-mail: ntu.alex@ya.ru, тел. +380934817225, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1 к. 306.

Тарануха Владислав Іванович, Національний транспортний університет, студент, e-mail: tivladik@gmail.com, тел. +380978444310, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1 к. 306.

AUTHOR: Олексій

Timkov Oleksii Nikolaevich, Candidate of Engineering Sciences, associate Professor. National Transport University, associate Professor of Cars, e-mail: ntu.alex@ya.ru, phone +380934817225, Ukraine, 01010, Kiev, Suvorov St 1 K. 306.

Taranukha Vladislav Ivanovich, National Transport University, student, e-mail: tivladik@gmail.com, тел. +380978444310, Ukraine, 01010, Kiev, Suvorov St1 K. 306.

АВТОРЫ:

Тимков Алексей Николаевич, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры автомобилей, e-mail: ntu.alex@ya.ru, тел. +380934817225, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1 к. 306.

Тарануха Владислав Иванович, Национальный транспортный университет, студент, e-mail: tivladik@gmail.com, тел. +380978444310, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1 к. 306.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Горпинюк А.В., кандидат технічних наук, доцент, завідувач сектору з реалізації положень УПШ відділу конструкторських розробок та науково-технічних експертиз ДП «ДержавтотрансНДІпроект», Київ, Україна.

Сирота В.І., кандидат технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри автомобілів Автомеханічного факультету, Київ, Україна.

REVIEWER:

Horpyniuk A.V., Ph.D., Engineering, assistant professor, Head of Sector implementation of the provisions ACP of the department design development and scientific and technical expertise SE "DerzhavtotransNDIproekt", Kyiv, Ukraine.

Sirota V.I., Ph.D., Engineering, professor, National Transport University, Professor, Department of motor vehicles of Automobile mechanic faculty, Kyiv, Ukraine.