

**ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ  
ОХОЛОДЖЕННЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО  
ЗГОРЯННЯ**

**Завгородній О.І., д.т.н., Романюк А.Г., асистент,  
Романюк Г.С., к.т.н, Сергєєва І.В., ст. викладач,  
Обихвост О.В., асистент, Дон Є.Ю., викладач,  
Тугусов М.А., студент**

*Харківський національний технічний університет сільського  
господарства ім. Петра Василенка*

*У статті приведений аналіз засобів діагностування системи охолодження ДВЗ; на основі аналізу розроблений та виготовлений переносний універсальний комплект приладів для своєчасного діагностування та встановлення діагнозу складових елементів системи охолодження, що дає можливість підвищення надійності системи охолодження, дозволяє скоротити трудомісткість та час діагностування.*

**Актуальність проблеми.**

Основна функція системи охолодження – створення оптимального теплового режиму, при якому відбувається повне згоряння горючої суміші при такті робочого ходу двигуна. Порушення оптимального теплового режиму приводить до зменшення ККД та перевитраті палива, а також підвищує зношення деталей двигуна.

Для вирішення цієї проблеми з метою профілактики, попередження відмов та підвищення надійності складових елементів системи охолодження машин у робочий період необхідно своєчасно проводити контрольно-діагностичну перевірку параметрів технічного стану системи охолодження.

Основними параметрами технічного стану системи охолодження є товщина накипу на поверхні нагрівання, герметичність з'єднань системи, стан серцевини радіатора, пароповітряного клапана, прокладки і головки циліндрів, зношення лопатей крильчатки і стінок корпусу рідинного насоса, стан шторки або жалюзі, натяг паса вентилятора. Найявніші накипу в системі охолодження виявляють по температурі зовнішньої поверхні головки циліндрів і блоку, обмірюваної в найбільш напружених місцях при визначеній температурі охолоджуючої рідини. Однак цей спосіб не-

точний, тому що він залежить від навантаження, кута випередження упорскування, якості розпилювання палива форсунками, температури навколишнього середовища тощо. На відкладення накипу в системі вказують також підвищені значення температури і чаду картерної оливи. Найбільш правильно можна визначити стан поверхонь нагрівання, безпосередньо вимірюючи товщину відкладень накипу в найбільш напружених місцях, наприклад, у верхній частині гільз циліндрів.

Об'єктивні методи виявлення накипу відсутні, тому систему охолодження періодично промивають спеціальними розчинами.

На забруднення трубок радіатора й утворення на них накипу вказують зниження різниці температур охолоджуючої рідини (на вході в радіатор і виході з нього), а також збільшення розрідження в нижньому рідинному патрубку (вимірюється вакуумметром). Забруднення серцевини радіатора зовні можна визначити зовнішнім оглядом, а також по різниці зазначених температур охолоджуючої рідини.

Герметичність з'єднань системи охолодження визначають зовнішнім оглядом при роботі двигуна. Надійність з'єднань і трубок серцевини радіатора перевіряють шляхом гідравлічного обпресування системи охолодження під тиском. При цьому величину витoku рідини можна оцінити по падінню тиску в одиницю часу.

Дію пароповітряного клапана контролюють по тиску початку відкриття парового і повітряного клапанів при подачі стиснутого повітря або розрідження.

Стан прокладки і головки циліндрів визначають за допомогою манометра, що підключається до системи охолодження, при надлишку тиску в системі на працюючому двигуні. У випадку пропуску в систему охолодження газів стрілка манометра коливається. Стан прокладки і головки перевіряють також шляхом подачі стиснутого повітря в камеру згоряння при непрацюючому двигуні.

На надмірне зношення лопатей крильчатки і стінок корпуса рідинного насоса вказують підвищення температури у верхньому баку радіатора і зменшення розрідження в нижньому рідинному патрубку при нормальному натягу паса вентилятора.

Стан шторки або жалюзі виявляють зовнішнім оглядом і перевіркою дії пристроїв, що регулюють ступінь прикриття поверхні радіатора. За роботою термостата спостерігають по температурі початку і кінця відкриття клапана. Правильність показань дистанційного термометра встановлюють контрольним термометром.

Натяг паса вентилятора контролюють за допомогою пристосування по прогину при визначеному зусиллі натискання на пас.

У процесі експлуатації зустрічаються несправності радіатора, рідинного насоса, вентилятора, покажчика температури води, термостата, порушення герметичності з'єднувальних патрубків системи охолодження. Вони можуть бути причиною порушення працездатного стану двигуна.

Основними причинами несправності системи охолодження є:

- порушення правил експлуатації двигуна;
- використання неякісних комплектуючих;
- граничний строк служби елементів системи;
- некваліфікаційне проведення технічного обслуговування і ремонту системи.

Технічний стан системи охолодження визначається в основному температурним режимом двигуна. Температура двигуна може підніматися при погіршенні циркуляції охолоджуючої рідини або погіршенні тепловіддачі від стінок рідинної рубашки чи трубок радіатора.

Підвищена витрата охолоджуючої рідини в системі може свідчити про її пошкодження, а також про несправність у клапанах і пробці радіатора, внаслідок чого і відбувається її витікання. Схильність двигуна до перегрівання, особливо при середніх і знижених навантаженнях, – ознака погіршення циркуляції рідини в системі або наявність накипу.

Тому використання сучасних технологій переносних засобів діагностування складових елементів системи охолодження ДВЗ без їх зняття з машин є актуальною задачею.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Дослідження публікацій показує, що існує багато окремих приладів для визначення технічного стану складових елементів системи охолодження, але відсутні переносні комплекти для комплексного визначення технічного стану складових елементів системи охолодження, використання яких дозволить скоротити тривалість визначення технічного стану, підвищити якість та продуктивність одержаних результатів.

Аналіз літературних джерел дозволив зробити висновок, що в Україні недостатнє виробництво удосконалених переносних універсальних засобів діагностування складових елементів системи охолодження без їх зняття з машин, які можна використовувати як у стаціонарних, так і в польових умовах.

### **Мета і постановка задачі.**

Метою даної роботи є підвищення надійності функціональних елементів системи охолодження шляхом розробки, виготовлення та впровадження у виробництво переносного комплекту засобів діагностування системи охолодження ДВЗ, що дозволить оперативно і своєчасно визначити технічний стан складових елементів системи охолодження без їх

зняття з двигуна.

Перевірка технічного стану функціональних елементів системи охолодження при використанні сучасних методів викликає велику трудомісткість та тривалість. Тому ставиться задача підвищення рівня надійності функціональних елементів системи охолодження без їх зняття з машин при своєчасному діагностуванні шляхом використання переносного комплекту засобів діагностування системи охолодження ДВЗ.

### **Розробка та впровадження комплекту засобів для діагностування складових елементів системи охолодження без їх зняття з машин.**

Щоб забезпечити працездатність двигуна протягом усього періоду експлуатації, необхідно періодично підтримувати його технічний стан комплексом технічних заходів, що у залежності від призначення і характеру можна поділити на дві групи: заходи, спрямовані на підтримку елементів двигуна в працездатному стані протягом найбільшого періоду експлуатації; заходи, спрямовані на відновлення втраченої працездатності елементів двигуна.

Особливе місце в діагностуванні двигуна займає перевірка функціональних елементів системи охолодження контрольно-діагностичними приладами. Практично всі несправності системи охолодження діагностують за зовнішніми ознаками, а також за допомогою приладів.

Для перевірки технічного стану агрегатів системи охолодження без їх знімання з машин необхідно розробляти і випускати сучасні спеціальні прилади, використання яких у кілька разів зменшують тривалість та трудомісткість перевірок. Для оцінки технічного стану складових елементів системи охолодження використовують сучасні засоби діагностування: механічні, пневматичні, електричні та електронні.

Ареометр (рис.1) – прилад, який служить для визначення щільності рідини і заснований на гідростатичному законі, за яким кожне тіло плаває в рідині настільки заглибленим в неї, що вага витисненої ним рідини дорівнює вазі плаваючого ареометра. Ареометр являє собою поплавков, у верхній частині якого розміщена паперова шкала, проградуєйована в одиницях щільності  $\text{кг/м}^3$  для електроліту і в градусах Цельсія ( $^{\circ}\text{C}$ ) для антифризу або для тосола.

Для більшої точності використовують набір ареометрів, шкали яких охоплюють різний діапазон щільності.

Герметичність системи охолодження та працездатності пароповітряного клапана перевіряють за допомогою пристосування у комплекті з компресорно-вакуумною установкою КИ-8927 (КИ-8948) ГОСНИТИ (рис.2).



Рис.1. Ареометр для визначення щільності рідини

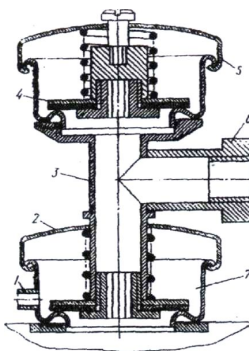


Рис.2. Пристрій для перевірки герметичності системи охолодження та працездатності пароповітряного клапана: 1 – пароповітряна трубка; 2 – фіксуючий пристрій; 3 – корпус; 4 – прокладка; 5 – випробувальний клапан; 6 – штуцер; 7 – заливна горловина радіатора.

Тестер (рис.3) укомплектований високоточним манометром, насосом для створення надлишкового тиску в системі, а також індивідуальними адаптерами для автомобільних систем.

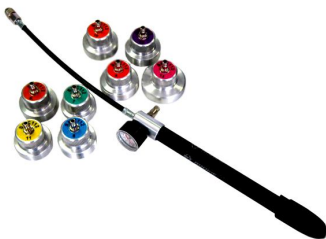


Рис.3. Тестер для перевірки герметичності системи охолодження

Комплект (рис.4) являє собою діагностичний пристрій – тестер, за допомогою якого можна визначити вміст вихлопних газів в охолоджуючій рідині системи охолодження двигуна.



Рис.4. Комплект для виявлення витоків у системі охолодження

Наявність вихлопних газів побічно свідчить про проблеми, зв'язані з мікротріщинами в камері згоряння або нещільним приляганням прокладки між блоком двигуна і ГБЦ, що виникають після перегріву двигуна.

Прилад (рис.5) розроблений для визначення витoku вихлопних газів з камери згоряння в систему охолодження бензинових і дизельних двигунів з рідинною системою охолодження.



Рис.5. Прилад для визначення наявності вихлопних газів у системі охолодження

Вихлопні гази, що проникають у систему охолодження, акумулюються в повітряній подушці у верхній частині радіатора. Патентована двокамерна конструкція тестера гарантує високий ступінь точності.

Пристрій КИ-13918 (рис.6) призначений для перевірки натягу приводних пасів двигунів і входить до складу переносних, пересувних і стаціонарних діагностичних комплектів.

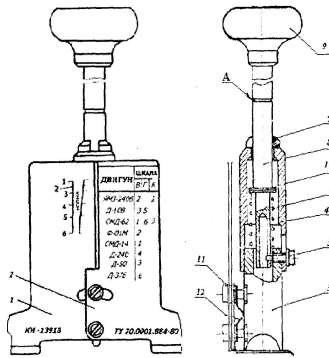


Рис.6. Пристрій для перевірки натягу пасів КИ-13918:

- 1,2 - сектори; 3 - корпус; 4 - циліндр; 5 - гвинт; 6,12 - пружини;  
7 - кільце; 8 - вісь; 9 - рукоятка; 10, 11 - шайби

Пристрій складається з корпусу зі шкалою прикладеного зусилля, осі, рукоятки, сектора з основною шкалою результату виміру і сектори, що мають допоміжну шкалу типорозмірів пасів.

Перевірку натягу пасів приводу вентилятора і водяного насоса проводять спеціальним динамометричним пристроєм К-403 (рис.7). Планку 2 пристрою накладають на зовнішню поверхню паса так, щоб стержень 1 торкався його середньої частини. Потім натискають рукою на корпус пружини 4 із зусиллям. Лінійкою в середній частині вимірюють прогин паса.

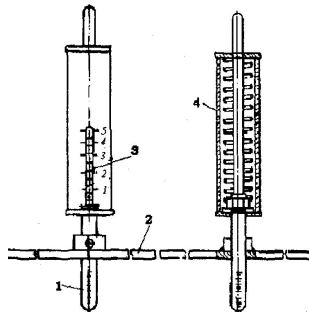


Рис.7. Динамометричний пристрій К-403 для перевірки натягу пасів: 1 – стержень; 2 – планка; 3 – шкала; 4 – корпус пружини

Наявність накипу в системі охолодження визначають шляхом прокручування основного двигуна пусковим двигуном упродовж 2-х хвилин. При цьому за допомогою диференціального електротермометра КИ-5587 (рис.8) з датчиками (термопарами) реєструють температуру блока і головки блока пускового циліндра.

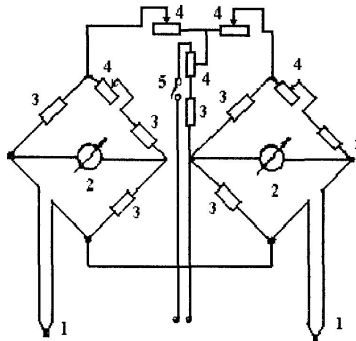


Рис.8. Схема диференціального електротермометра КИ-5587 для перевірки технічного стану системи охолодження радіатора:  
 1 - термовари (датчики); 2 - мікроамперметр; 3 - додаткові опори;  
 4 - реостат; 5 - вмикач

Диференціальний електротермометр КИ-5587 електронної діагностичної установки КИ-13949 складається з двох паралельно з'єднаних датчиків 1, які являють собою терморезистори двох урівноважених мостів з додатковими опорами 3 і реостатами 4, та двох мікроамперметрів 2.

Пристрій приєднується до акумуляторної батареї. При температурі охолоджуючої рідини верхнього і нижнього бачків радіатора система знаходиться в урівноваженому стані і струму в електричному колі немає. При підвищенні температури в одному з бачків радіатора урівноважений стан порушується, і в електричному колі з'являється струм, величина якого пропорційна перепаду температур, який фіксує мікроамперметр, проградуйований в градусах.

Для перевірки щільності рідинної рубашки і системи охолодження використовують калібратор К-69М. На рисунку 9 показаний пристрій для під'єднання шланга від калібратора до горловини радіатора.

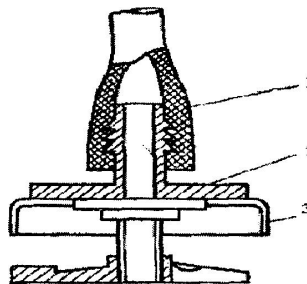


Рис.9. Пристрій для під'єднання шланга від калібратора до горловини радіатора: 1 - шланг від калібратора К-69М; 2 - пробка;  
 3 - штанцер



При просіданні гільз, нещільності стиків головки з блоком, тріщинах головки або блока, непрацездатному ущільнюючому кільці гільзи рідина проходить в циліндри або картер. Визначається це насамперед по зміні кольору випускних газів, по оливних плямах на поверхні води в радіаторі або відбору проби оливи через зливний отвір піддону.

При технологічних регулюваннях використовують переносні комплекти приладів для діагностування системи охолодження двигунів машин. Діагностування проводять з метою визначення технічного стану та надійності системи охолодження, потреби складових частин у ремонті та перевірки якості ремонту.

### **Висновки**

На підставі викладеної технології ХНТУСГ імені Петра Василенка був розроблений і виготовлений дослідний зразок переносного універсального комплекту засобів для діагностування складових елементів системи охолодження двигунів, який можна використовувати в польових умовах та у майстернях господарств без зняття функціональних елементів системи охолодження з машин, що дозволить скоротити час і витрати для встановлення діагнозу та підвищити рівень надійності функціональних елементів системи охолодження машин при своєчасному діагностуванні та визначенні несправності і причин відмов.

### **Список використаних джерел**

1. Технические средства диагностирования: Справочник /В.В. Клюев, П.П. Пархоменко, В.Е. Абрамчук и др.; Под общ. ред. В.В.Клюева. – М.: Машиностроение, 1989. – 672 с., ил.
2. Бельских В.И. Диагностирование и обслуживание сельскохозяйственной техники. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1980. – 575 с., ил.
3. Агулов І.І. та ін. Довідник по технічному обслуговуванню сільськогосподарських машин / І.І. Агулов, Л.Ф. Вознюк, О.В. Левчій. – К. : Урожай, 1989. – 256 с.
4. Технологічні карти діагностування і технічного обслуговування тракторів. Практичний посібник /О.В. Козаченко, В.М. Блезнюк, С.П. Сорокін та ін. За ред. О.В. Козаченка. – Харків, ТОВ «ЕДЕНА», 2010. – 240 с.

## **Аннотация**

### **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

**Завгородний А.И., Романюк А.Г., Романюк Г.С., Сергеева  
И.В., Обихвост А.В., Дон Е.Ю., Тугусов М.А.**

*В статье приведен анализ средств диагностирования системы охлаждения ДВС; на основе анализа разработан и изготовлен переносной универсальный комплект приборов для своевременного диагностирования и установления диагноза составных элементов системы охлаждения, который дает возможность повышения надежности системы охлаждения, сокращает трудоемкость и время диагностирования.*

## **Abstract**

### **IMPROVING THE RELIABILITY OF THE COOLING SYSTEM OF COMBUSTION ENGINES**

**Zavgorodniy O.I., Romanyuk A.G., Romanyuk G.S.,  
Sergeeva I.V., Obihvist O.V., Don E.Yu., Tougousov M.A.**

*The analysis of means of diagnosing engine cooling system is in the article. On the basis of the analysis has been designed and manufactured portable universal set of tools for timely diagnosis and the diagnosis of the constituent elements of the cooling system, which makes it possible to improve the reliability of the cooling system and reduces the complexity and time of diagnosis.*