

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ДВЗ З ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ НАСОСУ

Євсєєва Н.О., Сухонос Р.Ф.

Національний університет «Запорізька політехніка», Україна

Вступ. Система охолодження сучасного двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ) являє собою складну гідродинамічну систему, від працездатності якої залежить нормальне функціонування ДВЗ в цілому. Вона призначена для підтримки відповідного теплового режиму роботи двигуна шляхом примусового відводу теплоти від більш нагрітих частин двигуна і передачі її навколишньому середовищу. Вона запобігає перегріву двигуна, а також не допускає його переохолодження [1–4].

Сучасні методи проектування будь-якої гідравлічної системи засновані на докладних знаннях про процеси, що протікають в розглянутих системах. Такими знаннями служить математична модель і опис системи.

Моделювання системи особливо важливо – це швидше і дешевше, ніж проводити фізичний експеримент. Отримані результати математичного моделювання можуть бути використані для оптимізації системи, визначення режимів експлуатації, причин можливих відмов. Прийнятою при аналізі стала система охолодження ДВЗ з насосом охолоджуючої рідини (ОР) з механічним приводом та з приводом від електродвигуна.

Актуальність дослідження. Результати науково-дослідних робіт з ДВЗ інколи дуже незначні і не дозволяють визначити характер і динаміку зміни досліджуваного параметра в залежності від змінного. Запропонована математична модель і графічні залежності параметрів системи охолодження дозволяють отримати результати аналогічні тим, до яких приходять при проведенні випробувань на стендових установках. Моделювання з використанням комп'ютерних технологій значно скорочується час на отримання необхідної інформації і не зажадає великих матеріальних витрат, що прискорить прийняття рішень при проектуванні систем охолодження.

Мета і завдання дослідження. За мету даного дослідження взято вивчення процесів, які протікають в системі охолодження ДВЗ під час прогріву, та побудову математичної моделі цих процесів.

Результати досліджень. За основу для розрахунків та моделювання системи охолодження взято дані інженерів фірми ElringKlinger Motortechnik [5], які проводили стендові випробування двигунів легкових автомобілів Opel і Ford, що працювали у міському та змішаному циклах (див. рис. 1).

На рисунку 1 представлено графіки наростання температури ОР для ДВЗ, оснащеного традиційною системою охолодження з керуванням рухом ОР за великим і малим колами термостатом та механічним приводом насоса (лінія 2), та для ДВЗ, що не має термостата, та в якому рух ОР задається насосом з електроприводом, що керується електронним блоком керування (лінія 3). Згідно [5], модернізована система охолодження скорочує час прогріву двигуна до робочої температури, чим забезпечує економію палива.

Проведено регресійний аналіз та знайдено поліноміальні функції 2 порядку, що моделюють роботу системи охолодження 4-тактного бензинового ДВЗ на режимі прогріву: для ДВЗ традиційної конструкції $T = -0.0061t^2 + 1,6131t - 0,6071$; для ДВЗ з електроприводом насоса охолоджуючої рідини $T = -0.0049t^2 + 1,6677t + 3,1734$. За допомогою функції «Лінія тренду» комп'ютерної програми MS Excel отримано ті ж функції, побудовано графік залежності прогріву двигуна від часу його роботи (рис. 2).

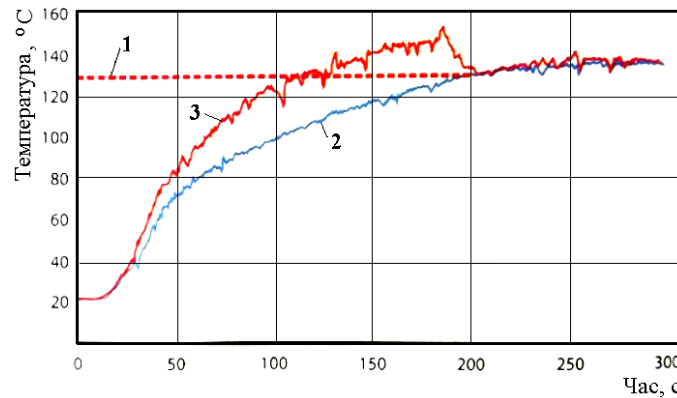


Рисунок 1. Графік наростання температури ОР при прогріві ДВЗ: 1 – температура включення насоса ОР; 2 – температура для серійної системи охолодження; 3 – температура для модернізованої системи охолодження

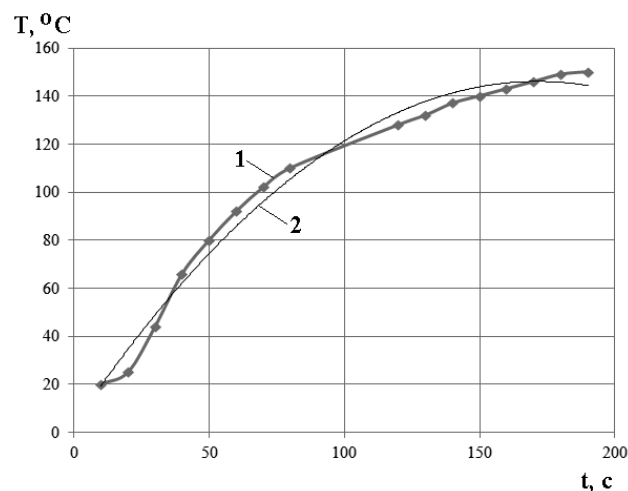


Рисунок 2. Залежність температури ОР ДВЗ з електроприводом насоса від часу роботи: 1 – експериментальні дані [5]; 2 – знайдена функція

Висновки. За результатами роботи можна зробити висновок, що комп'ютерна програма MS Excel дозволяє скоротити час на обробку експериментальних даних щодо прогріву ОР системи охолодження ДВЗ. У двигуна з електроприводом насоса охолоджуючої рідини час її прогріву скорочується на 75 с.

ЛІТЕРАТУРА

1. Абрамчук Ф.І. Автомобільні двигуни. Підруч. для студентів спец. вищ. навч. закладів [Текст] / Ф.І. Абрамчук, Ю.Ф. Гутаревич, К.Є. Долганов. – К.: Арістей, 2004. – 438 с.
2. Вырубов Д.Н. Двигатели внутреннего сгорания: Теория поршневых и комбинированных двигателей: учебник для втузов [Текст] / Д.Н. Вырубов, Н.А. Иващенко, В.И. Ивин и др.; Под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 372 с.
3. Мельников И.В. Грузовые автомобили. Системы охлаждения и смазки [Електронний ресурс] / И.В. Мельников, 2013. – Режим доступа: <https://www.livelib.ru/work/1004351401-gruzovye-avtomobili-sistemy-ohlazhdeniya-i-smazki>
4. Данов Б.А., Титов Е.И. Электронное оборудование иностранных автомобилей. Системы управления двигателем. [Текст] / Б.А. Данов, Е.И. Титов. – М.: Транспорт, 1998. – 76 с.
5. Электрическая помпа системы охлаждения // [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <http://suvorov-castom.ru/elektricheskaya-pompa-sistemy-oxlazhdeniya-legko/>