

<https://doi.org/10.3390/en17246455>

5. Adegboyega, A., & Oyelami, O. (2014). Електронне керування процесом підготовки та вприскування паливної суміші в двигунах внутрішнього згоряння. Американський журнал машинобудування, 2 (7), 199–204.

<https://doi.org/10.12691/ajme-2-7-12>

6. Двигуни внутрішнього згоряння: Серія підручників у 6 томах. Т. 3. Комп'ютерні системи керування ДВЗ. / За редакцією А.П. Марченка, засл. діяча науки України проф. А.Ф. Шеховцова – Харків: Видавн. центр НТУ “ХПІ”, 2004. 427 с.

УДК 621.43.019:621.56

НЕСПРАВНОСТІ В СИСТЕМАХ РІДИННОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ЇХ ВПЛИВ НА РОБОТУ ДВИГУНА

Грудовий Роман Сергійович канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу, Поліський національний університет, м. Житомир

e-mail: roma-grudovij@ukr.net, ORCID: 0000-0002-7273-9432

Саух Олександр Володимирович, здобувач освіти ОС «Магістр», Поліський національний університет, м. Житомир

Захист робочої фаски випускного клапана від високотемпературних і Аналіз даних експлуатації автотранспортної техніки показує, що від 25 до 40 % несправностей і відмов двигунів припадає на систему рідинного охолодження (СРО) [1]. Найчастіше неполадки в СРО з'являються вже після 150...200 тис. км пробігу автомобіля (рис. 1).

У тракторних двигунів і двигунів важких вантажних автомобілів (а також автобусів), які зазвичай працюють із навантаженням 70...90 %, через більш важкі умови експлуатації неполадки можуть виникнути вже після 500...700 годин роботи [2].

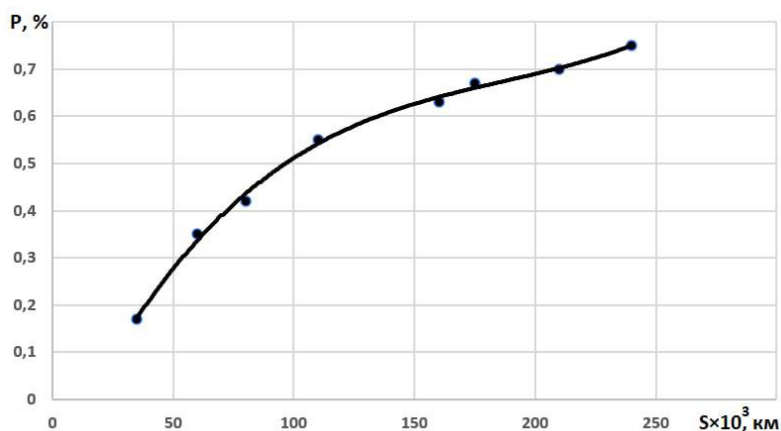


Рис. 1. Графік ймовірності (P) засмічення радіаторів системи охолодження залежно від пробігу (S) автомобіля.

До основних несправностей СРО належать різноманітні протікання, руйнування прокладок і сальників, збої у роботі термостатів і датчиків, закупорювання проточних каналів різних радіаторів, блоків і головок циліндрів.

В умовах експлуатації в СРО та її елементах відбуваються процеси кавітаційної ерозії та хімічної корозії, з'являються відкладення на теплопередавальних поверхнях (накип), утворюються продукти розкладання антифризів. Усе це призводить до погіршення тепловіддачі від нагрітих деталей двигуна до СРО, що може викликати його перегрів і зниження енергетичних показників, а також суттєво підвищує ризик виходу двигуна з ладу.

У двигунах із великим робочим об'ємом (двигуни вантажних автомобілів, автобусів, спецтехніки тощо) з «мокрими» гільзами циліндрів, які безпосередньо контактують із охолоджувальною рідиною, кавітація гільз є однією з головних проблем, що впливає на строк служби двигуна [1]. Під час поперечних коливань гільзи, спричинених рухом поршня, у навколишній рідині виникають хвилі розрідження та стиску. Нагріта рідина постійно закипає і припиняє кипіти при зниженні та підвищенні тиску. Це провокує кавітаційну ерозію гільзи, що призводить до її руйнування (рис. 2). Руйнування гільз потребує проведення капітального ремонту двигуна.



Рис. 2. Кавітаційна ерозія гільзи двигуна [1].

Від кавітації також страждає крильчатка насоса системи охолодження – як у вантажних, так і в легкових автомобілях. У цьому випадку кавітація (утворення та «схлопування» бульбашок) виникає на периферії лопатей крильчатки внаслідок зменшення тиску при підвищенні швидкості. Ці бульбашки руйнують кромки лопатей, а в крайньому випадку і всю крильчатку (рис. 3). У результаті доводиться замінювати насос охолоджувальної рідини [1].



Рис. 3. Кавітаційна ерозія та забруднення лопатей крильчатки рідинного насоса двигуна [2]

Корозійний шар (іржа) на стінках каналів двигуна та радіатора є теплоізолятором, оскільки має теплопровідність приблизно у 50 разів меншу, ніж метал (рис. 4) [2]. Виникає така причинно-наслідкова залежність: двигун гірше віддає тепло, радіатор гірше його приймає, двигун перегрівається, охолоджувальна рідина перегрівається, і відведення теплової енергії відбувається за підвищених температур.



Рис. 4. Корозійний шар на внутрішній поверхні блока двигуна та у внутрішній порожнині радіатора із засміченням каналів [2].

Засмічення прохідного перерізу трубок радіатора продуктами накипу та корозії призводить до підвищення температури охолоджувальної рідини і зрештою до перегріву двигуна з важкими наслідками:

- поломка компресійних кілець поршнів;
- недопустимий прорив робочих газів у картер двигуна та швидка втрата антикорозійних і протизношувальних властивостей присадок у моторній оливі;
- зниження потужності двигуна;
- зміна зазорів у циліндро-поршневій групі і кривошипно-шатунному механізмі (КШМ) двигуна, що призводить до появи металевих стуків в двигуні, добре чутих під час його роботи на холостому ході, підвищеної витрати моторної оливи, заклинювання та руйнування рухомих деталей двигуна.

При виявленні хоча б однієї з перелічених несправностей двигун необхідно негайно зупинити, а причину несправності – усунути [2].

Через продукти корозії (частинки іржі), що знаходяться в ОР можуть заклинити рухомі деталі термостата, порушитися герметичність сальника рідинного насоса, засмітитися радіатор або навіть канали блока двигуна. У крайньому випадку радіатор або головка блока циліндрів можуть зазнати пошкодження у вигляді наскрізної корозії [2].

Досить часто трапляються випадки, коли в систему охолодження внаслідок негерметичності прокладок потрапляє моторна олива. Масляна плівка осідає на стінках деталей системи охолодження та різко знижує їх теплопровідність. Такі відкладення призводять до перегріву двигуна в літній період, недостатнього обігріву салону автомобіля взимку, передчасного зношування ущільнювальних матеріалів, запізнення спрацьовування термостата, температурних датчиків тощо. У результаті спостерігається зниження ресурсу двигуна та збільшення кількості відмов.

Виходячи з викладеного, можна зробити висновок, що всі описані несправності, які виникають у системі рідинного охолодження, неминуче призводять до змін у роботі двигуна, погіршення його експлуатаційних характеристик і навіть до повного виходу його з ладу.

Проведений аналіз та узагальнення досвіду експлуатації й виконаних досліджень СРО автотранспортних двигунів дозволяють зробити однозначний висновок: практично всі несправності та відмови системи охолодження й її елементів спричинені виключно частинками забруднень, що циркулюють разом із антифризом у системі, а згодом перетворюються на відкладення на стінках теплопередавальних поверхонь і у проточних каналах системи.

Крім того, частинки забруднень підвищують імовірність виникнення кавітаційних явищ у СРО [1]. Тобто за наявності твердих частинок у ОР відбувається «самоприскорюваний» процес кавітації: чим більше частинок – тим інтенсивніше кавітація, а чим інтенсивніше кавітація тим більше утворюється твердих частинок унаслідок кавітаційної ерозії.

У зв'язку з викладеним можна констатувати, що наявність частинок забруднень різного походження в ОР є вкрай небажаною і може призвести до серйозних негативних наслідків для роботи двигуна.

Література

1. Zhou Y., Hammitt F., Cavitation Damage of Diesel Engine Wet-Cylinder Liners. SAE Technical Paper 900437, 1990. <https://doi.org/10.4271/900437..>
2. Andreikiv O.E., Babii A.V., Dolinska I.Y. Determination of the Residual Life of the Spraying Boom of a Field Sprinkler in the Maneuvering Loading Mode. Mater Sci 56, 112–118 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11003-020-00404-2>.
3. Артюх О. М., Дударенко О. В., Кузьмін В. В. Транспортні енергетичні установки : навч. посіб. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2021. 264 с.