

УДК 621.43.016:621.89

Ласковий В.В., Кондратюк Р.О., магістранти академічної групи ММ 1/1

Лимар О.О., канд. фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри тракторів та сільськогосподарських машин, експлуатації і технічного сервісу

Марченко Д.Д., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри тракторів та сільськогосподарських машин, експлуатації і технічного сервісу

marchenkodd@mnau.edu.ua

Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв, Україна

ФАКТОРИ, ЩО ВРАХОВУЮТЬСЯ ПРИ ОЦІНЦІ ЗНОСУ ЦИЛІНДРІВ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ

Визначення зносу циліндрів за допомогою розрахункових методів і прогнозування довговічності двигунів мають важливе практичне значення. Крім того, знання епюри зносу проєктованих двигунів необхідне для розробки оптимальних технологій виготовлення циліндрів, що забезпечують максимальний ресурс двигуна під час експлуатації. Отримання експлуатаційної епюри зносу для нових двигунів потребує значної кількості часу та великих матеріальних витрат. Для досягнення надійних результатів потрібно проводити дослідження на багатьох двигунах протягом тривалого періоду. Створення математичної моделі для розрахунку зносу циліндрів значно пришвидшує процес і знижує витрати, дозволяючи отримати необхідні дані в кілька разів швидше і дешевше. Однак, до сьогодення не існує єдиної та надійної методики для розрахунку зносу циліндрів. Це пояснюється великою кількістю факторів, які впливають на знос циліндрів ДВЗ, і їх різним впливом на різних двигунах та в різних умовах експлуатації.

Усі фактори, що впливають на інтенсивність зношування циліндрів, можна умовно поділити на дві групи: внутрішні та зовнішні. До внутрішніх факторів належать ті, які не можна змінити в процесі експлуатації, зокрема: конструктивні особливості двигуна та фізико-механічні властивості матеріалів, що труться

(втулки, кільця, поршень). Зовнішні фактори включають велику кількість змінних параметрів, які можуть варіюватися під час експлуатації, такі як: використані масла, чистота повітря, палива та масла, режими експлуатації (навантаження, частота обертання, температурний режим), а також індикаторні параметри роботи двигуна (ступінь стиснення, ступінь наддуву, максимальні тиски згоряння, температури газів тощо).

Основною проблемою є те, що зовнішні фактори, які впливають на тертя поршневих кілець об циліндр, змінюються по висоті циліндра і різняться в різних його точках. Навіть при відомості всіх внутрішніх і зовнішніх факторів знос циліндра спричиняється тертям поршневих кілець (яких може бути від 3 до 8 на поршень) і поршня. Кожне кільце працює в різних умовах тертя і в різних зонах циліндра. Знос циліндра є результатом комплексного впливу всіх факторів.

При створенні математичної моделі зносу циліндра важливу роль відіграє вибір основних факторів, що суттєво впливають на цей процес. Для спрощення розрахунків необхідно прийняти певні припущення і виділити головні фактори. У сучасних двигунах, які мають надійну систему очищення повітря та палива і використовують високоякісні масла, вплив деяких факторів можна не враховувати, прийнявши їх постійними і такими, що лише зміщують епюру зносу. Це стосується, наприклад, сорту палива або масла. Фізико-механічні властивості матеріалів, що труться, не змінюють характер епюри зносу, а лише впливають на її абсолютні значення, тому їх також можна не враховувати.

Серед факторів, які неможливо ігнорувати, є об'єктивно існуючі та змінні по висоті циліндра параметри: тиск тертя, швидкість поршня і температура поверхні циліндра. Отже, основними факторами, що впливають на знос циліндрів, є:

- тиск газів у циліндрі;
- миттєва швидкість поршня;
- температура поверхні стінки циліндра.

Інші внутрішні та зовнішні фактори можна вважати другорядними і на першому етапі не враховувати, оскільки їх вплив проявляється не в зміні якісного

характеру зносу, а лише в зміщенні епюри зносу на постійну величину у бік збільшення або зменшення ординат. Наприклад, на епюру зносу може впливати тип палива або масла, але це лише змінює загальний рівень зносу. Аналогічно фізико-механічні властивості матеріалів, що труться (кілець, поршня та циліндра), не змінюють форму епюри зносу, а лише її величину.

Щодо врахування тих чи інших факторів або розрахунку епюри зносу слід зазначити, що розроблена авторами методика дозволяє за потреби розширити її, включивши додаткові фактори, як основні, так і другорядні, що можуть впливати на епюру зносу.

Таким чином, можна зробити наступні висновки:

- Зміна режимів роботи двигуна має суттєвий вплив на характер і величину зносу втулок циліндрів дизелів.
- Для кожного дизеля існує оптимальна частота обертання колінчастого вала, при якій знос втулок мінімальний.
- Підвищення ступеня наддуву позитивно впливає на характер епюри зносу, вирівнюючи її.
- Підвищення температури поверхні втулки знижує інтенсивність зношування і позитивно впливає на ресурс деталей циліндро-поршневої групи.
- Найбільш бажаний шлях для підвищення ресурсу двигуна — це збільшення ступеня наддуву при роботі на оптимальних частотах обертання і забезпечення максимально можливого та допустимого температурного рівня для деталей циліндро-поршневої групи.

Список літератури

1. Василюк В. В. Удосконалення діагностування технічного стану циліндро-поршневої групи двигунів : дис. ... канд. техн. наук : 05.05.03. Дніпро, 2019.
2. Дяченко В. Г. Двигуни внутрішнього згоряння. Теорія, конструкція та основи розрахунку : підручник. Харків: ХАІ, 2007.

3. Думчиков В. О. Знос циліндрів автомобільних двигунів, причини його виникнення // Матеріали XVI-го Міжнародного форуму молоді "Молодь і сільськогосподарська техніка у XXI сторіччі". Харків: ХНТУСГ, 2020. С. 53.

4. Marchenko D. D., Lyman O. O., Grigorenko A. O. Ways to improve the reliability of grain harvesting machines to ensure the country's food independence. Продовольча безпека України в умовах післявоєнного відновлення: глобальні та національні виміри. Міжнародний форум : доповіді учасників міжнародної науково-практичної конференції (м. Миколаїв, 28-30 травня 2025 р.) / Міністерство освіти і науки України ; Миколаївський національний аграрний університет. Миколаїв : МНАУ, 2025. С. 356-358. DOI: <https://doi.org/10.31521/978-617-7149-86-5-119>

5. Kononov, Y., & Lyman, O. (2025). Investigating the stability of oscillations of rectangular plates in an infinitely long rectangular parallelepiped with an ideal fluid. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(7 (133), 14–21. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.323200>

6. Lyman O., Marchenko D., Khramov M. Use of technological fluids coolants in cutting processing. Продовольча безпека України в умовах війни і післявоєнного відновлення: глобальні та національні виміри. Міжнародний форум = Food security of Ukraine in the conditions of the war and post-war recovery: global and national dimensions. International forum : доповіді учасників міжнародної науково-практичної конференції (м. Миколаїв, 30-31 травня 2024 р.) / Міністерство освіти і науки України ; Миколаївський національний аграрний університет. Миколаїв : МНАУ, 2024. С. 90-92. DOI: <https://doi.org/10.31521/978-617-7149-78-0-28>.

7. Karpechenko A., Bobrov M., Lyman O. Electric Arc Coatings with a Complex of Improved Properties for Repairing And Hardening of Mining Machine Parts // Геоінженерія. 2022. Вип. 7. С. 62-73. DOI: 10.20535/2707-2096.7.2022.267607