

Ф.М. Капелюшний, доц., канд. техн. наук, М.М. Калита, асп.,
С.Є. Катеринич, доц., канд. техн. наук, А.Є. Солових, доц., канд. техн. наук
Кіровоградський національний технічний університет

Вплив експлуатаційних факторів на зношування гільз циліндрів двигунів внутрішнього згорання

Анотація – робота присвячена вивченню впливу експлуатаційних факторів на зношування гільз циліндрів двигунів внутрішнього згорання. Досліджено характер розподілу величини спрацювання по твірній деталі в залежності від міри впливу факторів зношування.
гільза циліндра, зношування, умови експлуатації

Стінка гільзи циліндра разом із головкою циліндра та днищем поршня утворюють замкнутий об'єм – камеру згорання, яка забезпечує протікання робочих процесів.

В момент спалаху паливної суміші в циліндрі різко підвищується температура і тиск газів. Внаслідок цього поршень переміщується в бік збільшення робочого об'єму. Гази проникають за поршневі кільця, притискають їх до дзеркала циліндра, витискуючи з-під них шар мастила, внаслідок чого між кільцями і стінкою циліндра виникає граничне тертя.

Тиск кільця на стінку в момент спалаху паливної суміші можна визначити за формулою [1]:

$$p_x = \frac{P_t}{h \cdot r} + B_i (p_r - 1), \quad (1)$$

де p_t – сила пружності кільця;

h – висота спряженої з циліндром частини кільця;

r – радіус циліндра;

B_i – доля від тиску газів в циліндрі в i -й підкільцевій канавці поршня;

p_r – тиск газів у надпоршневій порожнині циліндра.

Товщина масляної плівки змінюється при русі поршня. В період всмоктування на дзеркалі циліндра відбувається розрідження масляної плівки робочою сумішшю. Плівка видувається із-під поршневих кілець в момент такту стискання і вигорає при займанні. Це практично приводить до знищення масляної плівки чи втрати її змащувальної здатності.

Найбільш несприятливі умови роботи деталей виникають в місцях реверсивного руху поршня, особливо біля камери згорання, де найбільш високі температури та максимальні тиски на поверхнях тертя циліндра і кілець.

Ближче до середньої частини гільзи режим роботи покращується. Швидкість руху поршня на цьому проміжку найбільша, при цьому підвищується несуча здатність масляної плівки, що приводить до напіввідинного тертя.

Серед складних процесів руйнування поверхневих шарів гільз циліндрів можна достатньо чітко розрізнити молекулярно-механічний, корозійно-механічний та абразивний процеси зношування. При експлуатації двигуна зношування його деталей є сумою різних видів зносу, величина і характер яких залежать від конструкції двигуна, технології його виготовлення, якості палива і масла, умов експлуатації, температурного та силового режимів, властивостей матеріалів деталей і поверхневих шарів, що

виникають при терті.

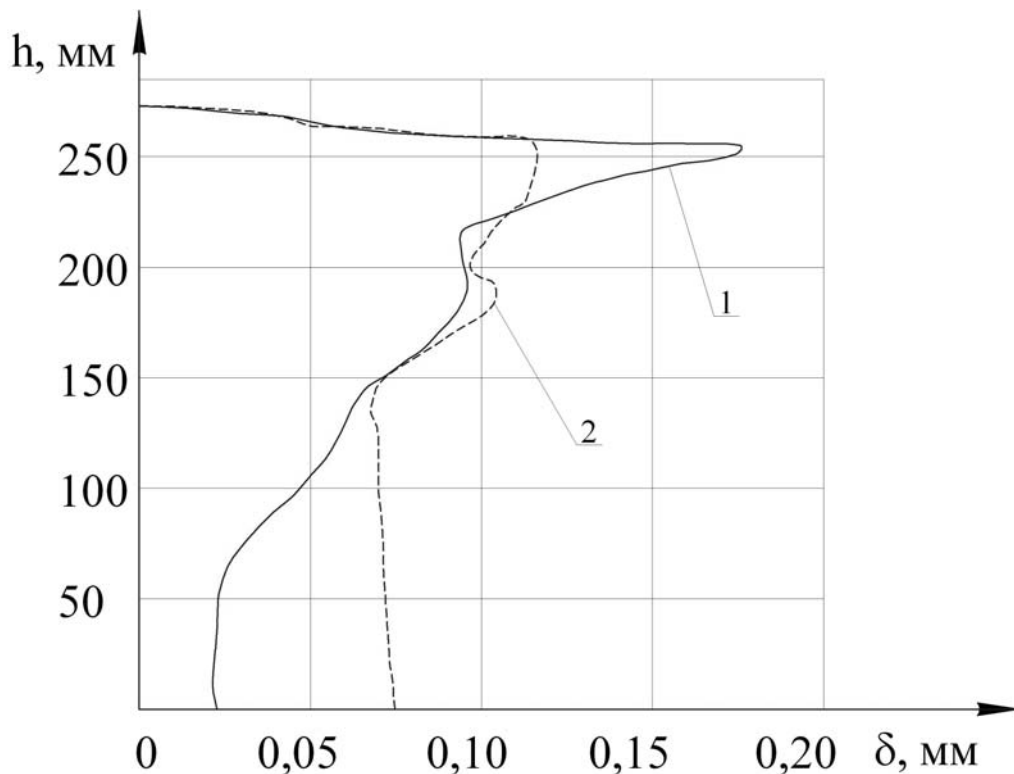
У двигунах однієї марки при доброму технічному обслуговуванні знос деталей буде мати однаковий характер. Тому актуально розглянути вплив експлуатаційних факторів: дорожні та кліматичні умови, теплові, швидкісні і навантажувальні режими роботи, а також запиленість повітря.

Для дослідження впливу експлуатаційних факторів на процес зношування гільз циліндрів були проведені випробування 42 гільз семи дизельних двигунів марки ЯМЗ-236: п'ять двигунів були поставлені на трактори Т-150 К; інші два – на автомобілі МАЗ-500.

Тракторні двигуни експлуатувалися в умовах підвищеної запиленості на оранці, культивуванні, посівних та транспортних роботах. Автомобільні двигуни експлуатувалися на автомобільних дорогах на швидкісних режимах.

Середній наробіток до першого капітального ремонту двигуна ЯМЗ-236 становить 12000 мото.год., при цьому знос становить 0,20 мм.

Із замірювань було виявлено те, що тракторні двигуни, які працювали в умовах підвищеної запиленості мають більшу величину зносу та інший характер його розподілу по висоті твірної порівняно з автомобільними двигунами (рис. 1).



1 – в умовах підвищеної запиленості та високих навантажень; 2 – при тривалих наванженнях та підвищених швидкісних режимах

Рисунок 1 – Характер розподілу величини зносу гільз циліндрів по висоті в залежності від умов та режимів експлуатації

Проаналізувавши результати досліджень, можна зробити висновок про те, що в різних умовах експлуатації змінюється не тільки загальна інтенсивність зношування, але і співвідношення між його складовими.

Абразивне зношування деталей циліндро-поршневої групи відбувається внаслідок дії частинок мінерального походження, що надходять в двигун разом з повітрям та паливом. Пил, що потрапляє в двигун через впускний тракт приводить до максимального зносу у верхній частині гільзи (рис.1, крива 1). Це обумовлено великою

концентрацією пилу у верхній частині деталі та сильним подрібнюванням абразивних частинок між кільцями та стінкою циліндрів.

В процесі впускання при повороті кривошипа на деякий кут в циліндр потрапляє пил в кількості:

$$G=z_0 \cdot V, \quad (2)$$

де z_0 – об’ємна концентрація пилу в паливно-повітряній суміші, що потрапляє в циліндр двигуна;

V – надпоршневий об’єм циліндра.

Частина пилу, яка потрапила до циліндру і осіла на поверхні гільзи потрапляє під верхнє компресійне кільце, подрібнюється, і, відповідно під кожне наступне кільце потрапляють частинки абразиву менших розмірів. Подрібнення частин проходить неодноразово у відповідності з кількістю поршневих кілець.

Використовуючи загальні закономірності абразивного зношування деталей [3,4,6], лінійні залежності зносу від концентрації абразиву та питомої поверхні пилу (в певному діапазоні), а також беручи до уваги передумови, запропоновані в роботі В.І. Новикова, отримаємо загальне рівняння абразивного зносу циліндрів в будь-якій точці його твірної за один хід поршня:

$$I = A \frac{pz_F}{D_S i}, \quad (3)$$

де A – коефіцієнт пропорційності;

p – тиск кільця на стінку циліндра;

z_F – концентрація абразивних частин на поверхні циліндра;

$D_S = \frac{S}{S_0}$ – відносна дисперсність пилу (S_0 та S питомі поверхні пилу відповідно

початкова, що потрапляє в циліндр, та після подрібнення в циліндрі поршневими кільцями);

i – відносна зносостійкість матеріалу пари циліндр – поршневе кільце.

Абразив, що потрапив у масло викликає найбільший знос циліндрів у середній частині, тому що разом з маслом найбільша кількість абразиву потрапляє на нижню частину деталі.

Крива 2 (рис. 1), що описує характер розподілу величини зносу гільз автомобільних двигунів отримана при роботі двигуна з високими швидкостями і навантажувальними режимами. В даному випадку потрапляння пилу в значних кількостях до двигуна не було, тому зношування слід вважати молекулярно-механічним, що визначається високими температурами, великою швидкістю поверхонь, які труться та значними навантаженнями. За таких умов підвищується інтенсивність схоплювання контактуючих поверхонь і можуть виникати задирки.

Корозійно-механічне зношування має місце при роботі двигуна в умовах низьких температур. Агресивні речовини, що утворюються під час згорання палива розчиняються конденсатом, утворюючи слабкі кислоти. При взаємодії їх зі стінкою утворюється окис заліза, який про ході поршня зіскоблюється поршневими кільцями.

Не можна остаточно сказати про те, що на зношування гільз циліндрів має вплив один якийсь із факторів. Як правило, мають місце одночасно процеси молекулярно-механічного, корозійно-механічного та абразивного зношування. Разом з тим в окремих умовах один із видів зношування може мати перевагу і у відповідності з цим крива зносу циліндрів по твірній має певний характер.

Проте, як показують дослідження, найбільш небезпечним зношуванням є абразивне зношування. Для подовження ресурсу двигуна необхідно покращити процес

очищення повітря та палива, що потрапляє до камери згорання. На ресурс також впливає якість робочої поверхні. Висока твердість стінки чинить значний опір зношуванню.

Список літератури

1. Григорьев М.А., Пономарев Н.Н. Износ и долговечность автомобильных двигателей. М.: «Машиностроение», 1976. – 248 с.
2. Канарчук В.Е. Долговечность и износ двигателей при динамических режимах работы. «Наук. думка», 1978.— 256 с.
3. Костецкий Б.И. Трение, смазка и износ в машинах. К.: «Техніка», 1970.— 395 с.
4. Крагельский И.В. Трение и износ. М.: «Машиностроение», 1968.— 480 с.
5. Мишин И.А. Долговечность двигателей. Л.: «Машиностроение» (Ленингр. отд-ние), 1976.— 288 с.
6. Хрущов М.М., Бабичев М.А. Исследование изнашивания металлов. АН СССР, 1960. – 351 с.

Аннотация – работа посвящена изучению влияния эксплуатационных факторов на изнашивание гильз цилиндров двигателей внутреннего сгорания. Исследован характер распределения величины изнашивания по образующей детали в зависимости от меры влияния факторов изнашивания.

Annotation – work is devoted the study of influence of operating factors on the wear of shells of cylinders of combustion engines. Research of character of distributing of size of спрацювання is on a formative detail depending on the measure of influence of factors of wear.