

**ЖЕРНОВИЙ Анатолій Сергійович, кандидат технічних наук, доцент**

Народився 09 вересня 1946 р.

В 1969 р. закінчив Київський інститут інженерів цивільної авіації. За фахом - "інженер-механік". 1969-71 рр. - служба у збройних силах., 1971-72 рр. – інженер автоколони № 2215 м. Києва; 1972-87 рр. - інженер, молодший і старший науковий співробітник "ДержавтотрансНДІпроект" Мінтранса УССР.

З 1987 р. – асистент, доцент кафедри МОТП КНУБА.

З 2001 р. – завідувач сектору стендових та дорожніх випробувань ДТЗ ДП "ДержавтотрансНДІпроект".

Автор 148 праць, з них: 4 – підручника і посібника; 16 - методичних розробок; 5 - авторських свідоцтв; 123 – статті

Основні напрямки наукової діяльності: підвищення ефективності технічної експлуатації та ремонту двигунів внутрішнього згоряння

АЛЬТЕРНАТИВА КАПІТАЛЬНОМУ РЕМОНТУ ДВИГУНА

Двигун внутрішнього згоряння - серце будь-якої машини. Температурні, механічні і хімічно агресивні впливи усередині двигуна неминуче ведуть до зносу поверхонь тертя, а тим самим – до лавиноподібного нагромадження несправностей і погіршенню його працездатності.

Найбільш уразливі елементи двигуна – прецизійні фрикційні сполучення, зміна розмірів яких на соті частки міліметра в результаті зносу є критичним і приводить до параметричних відмовлень механізму, тобто зниженню його робочих характеристик нижче гранично припустимих.

При виготовленні таких деталей за допомогою складного устаткування досягаються необхідні точність геометричних розмірів (відхилення не більш декількох мікрометрів на всій довжині робочої поверхні) і клас чистоти поверхонь тертя (шорсткість дзеркальних поверхонь менш 0,1 мкм), а міцнісні властивості поверхневого робочого шару товщиною до 100 мікрометрів істотно підвищуються в порівнянні з відповідними характеристиками глибинолежачих шарів. Тільки в результаті цих трудомістких і дорогих фінішних операцій зі шматка металу вартістю в кілька гривень виходить необхідний виріб вартістю в сотні і більш доларів. З особливою старанністю виконується наступна зборка таких деталей у механізмі: адже будь-яка не співвісність чи нерівномірність тисків приведе до вібрацій і підвищених навантажень ударного характеру в окремих ділянках контактних поверхонь. А це веде до розвитку процесу утомленого тендітного викрашування в таких напружених місцях.

Тому традиційний капітальний ремонт сучасних двигунів, що відновлює геометрію і чистоту, але знижує механічну міцність поверхневого шару циліндрів, колінчастого валу і розподільного валу в результаті їхнього розточення і шліфування, є малоефективною витратою часу і засобів. Більш того, будь-яке розбирання механізму порушує його балансування і прирікають на необхідність болісного наступного припрацювання, результати якого не завжди передбачувані.

Основний спосіб підвищення довговічності двигуна без капітального ремонту полягає в запобіганні зношування поверхневого шару вузлів тертя за рахунок зниження

рівня навантажень на нього. Досягається це якісним припрацюванням, вибором оптимальних режимів експлуатації, застосуванням якісних палив і моторних оливо, регулярним контролем технічного стану і своєчасною заміною паливних, повітряних і оливних фільтрів.

В даний час в Україні для подовження ресурсу двигунів широко використовуються різні добавки до оливи. Найбільш привабливою властивістю цих добавок є простота їхнього застосування: залий в оливу і чекай результату, а не допомогло з першого разу – додай ще. В усіх випадках при цьому рекламується стандартний набір наслідків – зменшиться витрата палива і оливи, знизиться токсичність відпрацьованих газів, підвищиться потужність і покращиться запуск двигуна, а головне - збільшиться ресурс.

Перераховані вище симптоми погіршення працездатності двигуна (перевитрата палива і оливи, зниження тяги і прийомістості, погіршення пускових властивостей, підвищення токсичності і димності) можуть бути наслідками несправностей різних вузлів: паливної системи, системи запалювання, газорозподільного механізму, циліндропоршневої групи і, звичайно ж, усунути всі ці несправності добавками в оливу не можна. При непродуманому лікуванні двигуна за допомогою додаткових добавок в оливу в багатьох випадках буде тільки загублений час, за який основна хвороба зайде набагато далі у своєму розвитку. А при некваліфікованому застосуванні цих добавок з'являються більш серйозні проблеми, коли розбирання і капітальний ремонт стають невідворотними.

Які ж основні впливи на двигун можуть робити додаткові добавки до оливи? Керуючись розумним принципом – не придумувати без крайньої необхідності нових механізмів (крім наявних і перевірених часом) такі впливи варто розглядати як посилення функцій моторної оливи.

Основними функціями моторної оливи в двигуні є миюча-диспергуюча, герметизуюча і мастильна. При цьому якісна олива повинна виконувати свої обов'язки протягом як можна більшого терміну експлуатації.

Стандартні моторні олії, що випускаються в даний час багатьма підприємствами і фірмами, оптимізовані по функціональних здібностях за допомогою різних присадок до базових оливо для застосування в стандартних справних двигунах при експлуатації їх у стандартних умовах. На різних стадіях стану двигуна для умов, що відхиляються від таких стандартів, необхідне посилення визначених функцій оливи (іноді навіть на шкоду іншим функціям).

Так, на початковій стадії експлуатації двигуна в процесі його обкатування дуже важливо забезпечити прискорене дрібнодисперсне зношування окремих виступів на поверхнях тертя (обумовлених дефектами виготовлення і зборки механізму). В однаковій мірі як для колеса, що котиться по дорожньому покриттю, один цвях на тисячі кілометрів набагато небезпечніше, ніж тисячі западин, так і для будь-яких інших поверхонь тертя виступи завжди небезпечніше виїмок. Такі виступи пошкоджують сполучені поверхні, є джерелом появи в двигуні вилкодисперсного абразиву і вносять основний вклад у величину сили тертя внаслідок нелінійного характеру її залежності від зближення фрикційних поверхонь (рис.1).

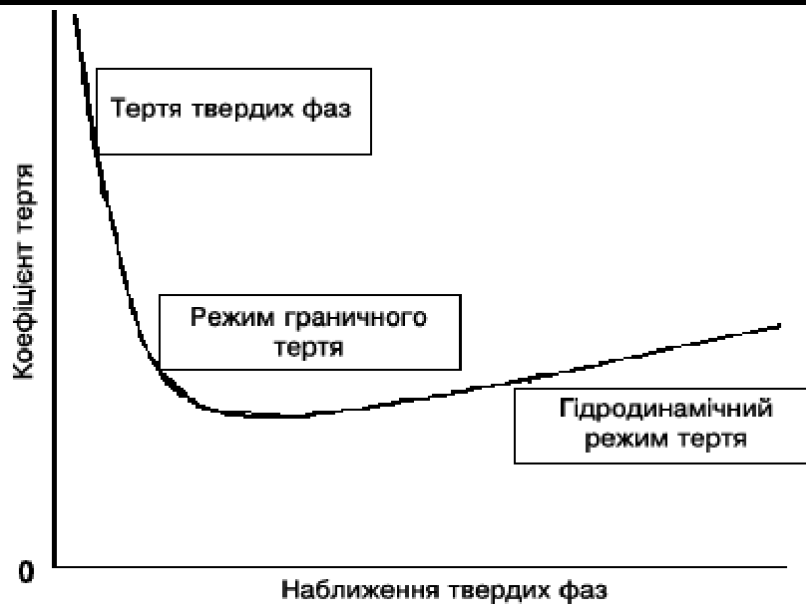


Рис.1. Загальний вид залежності коефіцієнта тертя від зближення поверхонь твердих тіл

Для прискореного обкатування двигунів застосовуються добавки в оливу, що містять дрібнодисперсні абразивні частки чи компоненти кислотного типу хімічно поліруючі нерівності. Такі добавки можуть позитивно впливати і на роботу зношених двигунів, у яких поява виступів на поверхнях тертя обумовлено утомленим викрашуванням після тривалої експлуатації. Однак використання обкатних складів абразивного типу вимагає підвищених диспергуючих властивостей оливи (здатності утримувати в об'ємі тверді частки зносу), а також наступного ретельного видалення абразивних часток і продуктів зносу з двигуна шляхом кількарразового промивання і заміни оливи. При недотриманні цих вимог такі абразивні частки підвищеної твердості укорінюються в м'які поверхневі шари вкладишів підшипників, юбки поршнів і, діючи на сполучені поверхні шийок колінвала, розподільного валу і циліндрів як шліфувальний інструмент, приводять з часом до прискореного їх зносу.

Моторна олива повинна мати оптимальний рівень миючої здатності, що відповідає конкретним двигунам і умовам їхньої роботи. Для дизельних двигунів у силу особливостей згоряння в них палива й утворення підвищених об'ємів сажі потрібна олива з поліпшеними миюче-диспергуючими властивостями. Застосування ж таких оливи для бензинових двигунів може привести до збільшення зносу в сполученні верхнє компресійне кільце - канавка поршня через знімання лакових і вуглецевих відкладень у цьому зазорі, що грають буферну роль у запобіганні контакту торців кільця і канавки. Знос цього сполучення веде потім до підвищеного прориву картерних газів і підвищенню витрати оливи на чад. Очевидно, що лікування цієї хвороби за допомогою додаткових добавок, з миюче-диспергуючими властивостями, приведе тільки до збільшення ситуації.

З іншого боку, при тривалій роботі двигунів на перезбагаченій пальній суміші внаслідок несправності паливної апаратури чи при незадовільному стані циліндропоршневої групи, різко збільшується кількість шламів і стандартна олива перестає справлятися зі своїми обов'язками. Надмірне ж нагромадження таких відкладень може привести до розвитку процесу калільного запалювання і прогоряння поршнів, а також до залягання кілець із усіма наслідками, що впливають. Саме в цій ситуації може допомогти застосування додаткових добавок миюче-диспергуючого типу.

У зношених двигунах рекомендують застосовувати «протидимні» добавки, що поліпшують герметизуючу здатність стандартних оливи у результаті підвищення їхньої в'язкості. При використанні таких добавок знижується витрата оливи на чад, на зовнішню втрату, а також підвищується тиск оливи в системі. Однак ця міра звичайно допомагає лише короткочасно: неконтрольоване уведення в'язкостних добавок погіршує

фільтрувальність оливи і зменшує швидкість подачі оливи до вузлів тертя в моменти запуску двигуна, що в остаточному підсумку веде тільки до прискорення його зносу. Більш розумно зі збільшенням наробітку двигуна переходити послідовно на стандартні оливи підвищеного класу в'язкості: від SAE 10 до SAE 15 і SAE 20.

Найбільш великий клас додаткових добавок до оливи – це добавки, що поліпшують мастильні (протизносні, протизадирні і антифрикційні) властивості оливи. Такі препарати (модифікатори тертя і відбудовних складів) містять дрібнодисперсні частки пластичних металів (мідь, олово, свинець та інші), дисульфід молібдену, графіт чи суспензію фторопласта (тефлону). Поряд з позитивними моментами, обумовленими зниженням зносу і зменшенням тертя у фрикційних зазорах, ці добавки можуть погіршувати багато важливих фізико-хімічних показників оливи.

Дрібнодисперсні частки металів і їх оксидів є каталізаторами окислювання оливи і при наявності їх в об'ємі оливи різко скорочують термін його служби. Для нейтралізації кислот, що утворюються в двигуні при згорянні палива, моторні оливи містять присадки лужного характеру. Як видно з результатів представлених на рис.2, уже після 45 годин роботи в двигуні олива М-8В с добавкою 3 % металовмісної присадки «РиМЕТ» водневий показник рН такої оливи зменшується з 8,6 до 4 (при припустимому значенні цього показника не нижче 6). А така олива не тільки утрачає свою нейтралізуючу здатність, але і саме приводить до корозії елементів двигуна, у першу чергу, поршнів (виготовлених з алюмінієвих сплавів), вкладишів підшипників (утримуючих свинець) і втулок (виконаних з мідних сплавів). Тому при застосуванні таких добавок необхідно скорочувати термін заміни оливи.

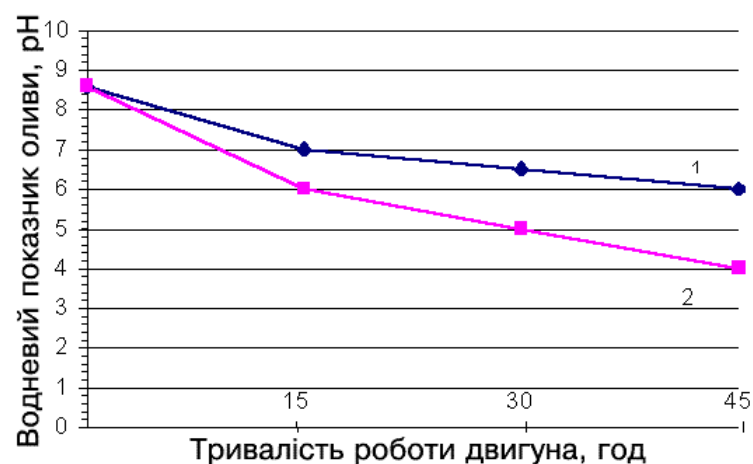


Рис.2. Вплив металовмісного препарату «РиМЕТ» на кислотність моторної оливи М-8В в залежності від тривалості роботи в двигуні:
1 - при 1 % препарату, 2 - при 3 % препарату в оливі

Додавання в стандартні оливи суспензій графіту, дисульфиду молібдену чи фторопласту (тефлону) може приводити до забруднення фільтруючих елементів масляного фільтра і подачі в систему неочищеної оливи, а при тривалому і багаторазовому застосуванні таких добавок - до утворення на металевих поверхнях поршнів і циліндрів порівняно товстих теплоізолюючих шарів, що погіршують теплоотвод і сприяють перегріву двигуна. Доцільно застосовувати такі добавки не при кожній заміні оливи, а чергувати з промиванням двигуна через 30-40 тисяч км пробігу.

Додатковий захист поверхням тертя забезпечує нанесення на них металополімерного покриття «КЭСОН». На стадії обкатки двигуна таке покриття набагато легше і швидше, ніж зміцнені шари деталей, здобуває оптимальний поверхневий рельєф і, тим самим, виправляє недосконалості виготовлення і зборки фрикційного сполучення без утворення твердих часток зносу.

Як видно з результатів трибологічних випробувань (рис.3) нанесення металополімерного покриття дозволяє більш ніж у 2 рази знизити величину коефіцієнта тертя і механічний знос металевих поверхонь навіть при екстремальних умовах навантаження (в області контактних тисків порівнянних з мікротвердістю підкладки). Унаслідок цього буферне металополімерне покриття дозволяє запобігати утомленому викрашуванню глибинолежачого твердого шару.

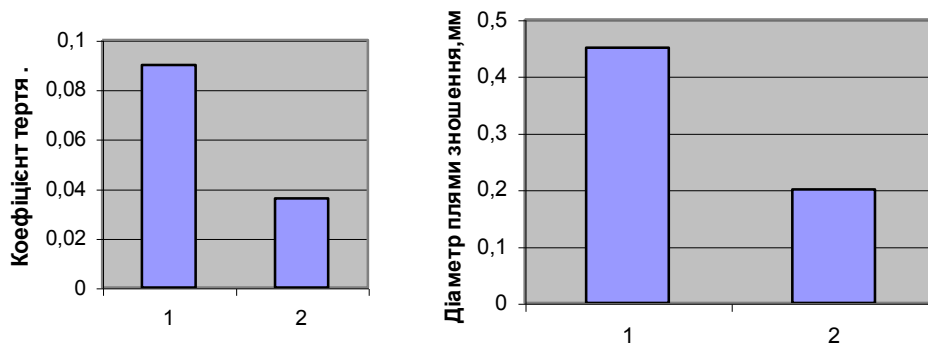


Рис.3. Вплив металополімерного покриття на коефіцієнт тертя і величину зносу сталевих кульок ШХ15 при екстремальних умовах тертя (випробування за ГОСТ 9490-75 у моторній оливі М-8В при навантаженні 200 Н, контактний тиск 500 МПа, частота обертання 1500 хв^{-1} , час випробування—1 година):
1 - без покриття, 2 - з металополімерним покриттям «КЭСОН»

До трагічного результату - необхідності капітального ремонту двигуна звичайно приводить каскадний характер процесу нагромадження в ньому несправностей. Ініціаторами цього процесу є несправність паливної апаратури, збої в роботі газорозподільного механізму і системи запалювання, неякісне паливо, недосконалість виготовлення і зборки циліндропоршневої групи, порушення режимів експлуатації. Тривала робота двигуна з перерахованими вище дефектами неминуче приводить до зносу циліндропоршневої групи, а поганий стан циліндропоршневої групи – до наступного зносу колінвалу і розподільного валу.

У результаті напилювання на циліндри металополімерного покриття цей згубний для двигуна процес можна перервати на стадії початку зносу циліндрів (при зниженні величини компресії). Відповідно до результатів ресурсних випробувань (більш 1000 двигунів різних марок) нанесення такого покриття за технологією «КЭСОН» без розбирання двигуна забезпечує його працездатність понад 1000 моточасов (50000 км по пробігу). Періодичне поновлення цього покриття з інтервалом 40-50 тис. км дозволяє практично запобігти зношуванню циліндрів і подовжити ресурс бензинових і дизельних двигунів до розумних меж (понад 300 тисяч км) без капітального ремонту.

Основні праці:

1. Жерновой А.С., Зарецкий З.А. Определение механических потерь тяговых стендов. – К.: Общество “Знание”, 1977.
2. Жерновой А.С. О возможности повышения экономичности многоцилиндровых автомобильных дизелей на холостом ходу// Промышленная теплотехника. – 1982. – т.4.
3. Жерновой А.С. Гутаревич Ю.Ф., Редзюк А.М. Токсичность и дымность дизеля ЯМЗ – 236 в неустановившихся режимах при различных типах регулятора// Двигателестроение. – 1984. – №9.
4. Жерновой А.С. Улучшение экономических и экологических показателей автомобильного дизеля совершенствованием способа регулирования. Дисс. канд. техн. наук. – К., 1984. – 259с.

5. Жерновой А.С. Разработка оптимизированного алгоритма определения технического состояния дизелей подъемно – транспортных, строительных и дорожных машин// Изв. Вузов. Строительство и архитектура. – 1990. – №7.
6. Жерновой А.С. Повышение топливной экономичности подъемно – транспортных машин// Строительные и дорожные машины. – 1990. – №7.
7. Жерновой А.С. Розрахунок двигунів внутрішнього згорання із застосуванням ЕОМ. Навч. Посібник. – К.: НМК ВО, 1992. – 61 с.
8. Жерновой А.С. Выбор диагностических параметров для проверки работоспособности дизельных двигателей// Горные, строительные, дорожные и мелиоративные машины. – 1991. - Вып. 44.
9. Жерновой А.С. Разработка оптимизированного алгоритма диагностирования при контроле работоспособности дизельных двигателей на основе логико – вероятностной модели// Горные, строительные, дорожные и мелиоративные машины. – 1992. – Вып. 46.
10. Жерновой А.С. Підвищення паливної економічності землерійних машин// Горні, будівельні, дорожні та меліоративні машини. – 1993. - Вип. 48.
11. Полянський С.К., Жерновий, А.С., Лесько В.І. та ін. Діагностика і технічне обслуговування будівельних машин: Навч. Посібник. – К.: Либідь, 1995. – 422 с.
12. Жерновой А.С., Волков А.Ф., Колосюк Д.С. и др. Автомобильные топлива, и присадки, изменения и масла дополнения к правилам дорожного движения. Довідкове видання ББК 39.808 А – 68. Ред. журн. “Сигнал”, 1996. - 91с.