

**ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ  
МАШИН ШЛЯХОМ МОДИФІКУВАННЯ МОТОРНОЇ  
ОЛИВИ**

**Аулін В.В., к.ф-м. н., проф., Лисенко С.В., к.т.н. доц.,  
Кузик О.В., асп.**

*Кіровоградський національний технічний університет*

*В статті дано аналіз фізико-хімічних модифікуючих впливів на моторну оливу, що дають можливість підвищити надійність агрегатів машин. Наведено результати експериментальних досліджень впливу модифікованої моторної оливи на зносостійкість деталей при використанні присадки гліцерату міді, накладанні електричного поля постійного струму та постійного магнітного поля.*

**Вступ.** Підвищення надійності машин удосконаленням конструкції, ефективним використанням їх в умовах експлуатації та раціональним застосуванням змащувальних матеріалів і на сьогодні залишається актуальною проблемою [1, 2].

До вирішення цієї проблеми вагомий внесок зробили вітчизняні і зарубіжні вчені: Ф.Н. Авдонькін, Ю.К. Беляєв, В.С. Бочаров, Д.П. Веліканов, Д.П. Волков, Н.Я. Говорущенко, В.А. Зорін, Е.С. Кузнецов, А.Д. Соловійов, А.І. Селіванов, К.П. Чудаков, Р. Барлоу Л. Хунтер, Ф. Прошан, В. Радановича та ін.

Як показує практика, запланований ресурс машин не реалізується на 100%. Це обумовлено відсутністю ефективних методів управління надійністю агрегатів, вузлів та деталей машин що дозволяють виявити несправності на стадії розвитку та запобігти їм. Аналіз прогресивних методів показав, що для управління надійністю машин найбільш доцільними є діагностування по параметрах працюючої моторної оливи і поліпшення її експлуатаційних властивостей. У цій області на увагу заслуговують роботи А.П. Болдіна, С.К. Кюрегяна, Л.В. Мірошникова, А.І Соколова, М.А. Сомова, В.В. Чанкіна, Я.Б. Шора та ін.

Поліпшення експлуатаційних властивостей моторних оливок проводиться на стадії розробки і виробництва, а також в процесі їх застосування модифікуванням як фізичними методами (очищення, дії електричним, магнітним, електромагнітним полем, ультразвуком і т.д.), так і хімічними (введенням присадок і добавок різних типів). Проте в практиці експлуатації машин методи модифікування, особливо фізичні та

комбіновані фізико-хімічні, мастильних матеріалів поки не отримали належного розповсюдження в умовах безперервного контролю їх стану.

**Метою даної роботи є аналіз модифікуючих впливів на моторну оливу та проведення попередніх експериментальних досліджень способів модифікації на зносостійкість сполучених деталей.**

### **Аналіз модифікуючих впливів на моторну оливу та їх класифікацію.**

Фізико-хімічна модифікація моторної оливи, дає можливість підвищити надійність двигуна і машини в цілому. З цієї точки зору машину можна розглядати як складну систему, елементи якої не резервуються, тобто вихід з ладу будь-якого елемента системи приведе до її відмови. Для цього необхідно виявити самий ненадійний елемент. Так, за даними простоїв транспортних засобів в наслідок несправності двигуна виявлено, що на їх усунення приходиться 52,9 % простоїв всіх дизелів, що експлуатуються. Це пов'язано з неустановленим режимом роботи і значним перевантаженням при виконанні технологічного циклу.

Довговічність деталей тертя двигунів підвищується за рахунок покращення антифрикційних, протизносних, протизадирних, реологічних та інших властивостей поверхонь тертя, що приводять до підвищення їх зносостійкості та хімічній стійкості. Дослідження М.М. Хрущева, Б.Н. Костецкого, Б.І. Дерягина, І.В. Крагельського і багатьох інших дослідників дозволили розробити фундаментальні положення формування триботехнічних властивостей сполучень. На цій базі розроблені нові перспективні способи відновлення [3] і зміцнення [4] деталей трибосполучень і удосконалені відомі [5].

Найбільш перспективним шляхом підвищення довговічності і, відповідно, надійності агрегатів машин із замкненою системою мащення є модифікування змащувальних матеріалів [6]. Технології модифікування дозволяють підвищити зносостійкість деталей тертя з найменшими витратами. Найбільш ефективними способами модифікування є дія фізичним полем і введення присадок і добавок в моторну оливу (рис. 1).

Аналіз зазначених способів показав, що для забезпечення економічної ефективності необхідне комплексне фізико-хімічне модифікування моторної оливи. Дія фізичних полів одночасно з введенням присадки дозволяє підвищити експлуатаційні властивості змащувального матеріалу. Це відбувається завдяки збільшенню об'єму присадки у вузлі тертя в процесі його роботи, кращому утриманню активної частини присадки на поверхні тертя під впливом фізичних полів та можливості багатократної подачі частинок присадки в зону тертя. По мірі збільшення терміну служби машини посиленню ефекту від сумісного

використання присадки і накладання фізичних полів сприяє та обставина, що в змащувальному матеріалі разом з присадкою переміщується вся сукупність частинок зносу, серед яких переважає залізо. За рахунок сил адгезії поверхнево-активних речовин в змащувальному матеріалі ці частинки у вигляді комплексних сполучень циркулюють в масляній системі, що дає змогу здійснювати перенесення частинок присадки до трибосполучення деталей під силовою і спрямовуючою дією певного фізичного поля або результуючого поля при суперпозиції їх складових.

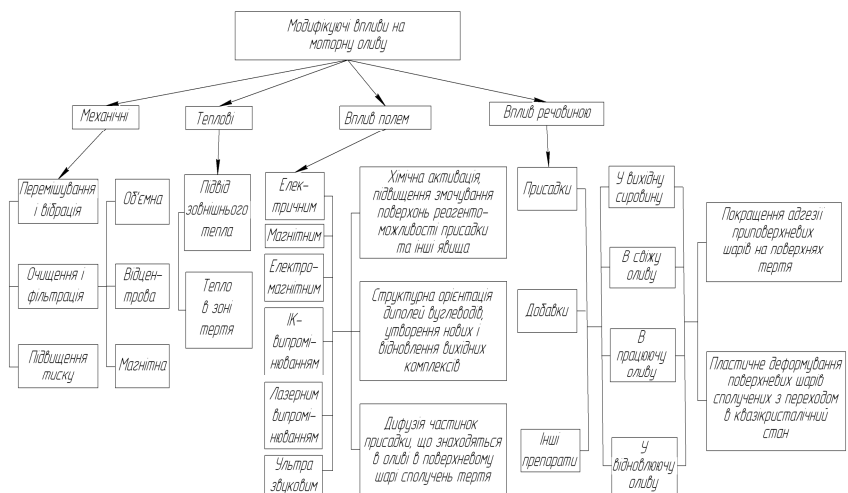


Рис. 1. Класифікація способів модифікування моторної оливи

Ефективність дії фізичних полів на рідинні системи залежить від наступних чотирьох основних чинників: фізико-хімічного складу рідин, включаючи як основні компоненти, так і компоненти у вигляді функціональних добавок і присадок; структури фізичного поля, величини його характеристик; швидкості протікання рідини через систему, що створює поле.

### Результати експериментальних досліджень впливу фізико-хімічних модифікуючих дій на моторну оливу.

В роботі проведено комплекс порівняльних випробувань дій різних фізичних полів на композиційні мастильні матеріали в лабораторних умовах та на стенді. В якості лабораторних випробувань вибрані стандартні методики визначення вязкісно-температурних, диспергуючих та інших їх експлуатаційних властивостей. Триботехнічні випробування проводилися на автоматизованому випробувальному комплексі, що складається з модернізованої 77МТ-1 машини тертя і системи автомати-

зованого управління для задання навантаження і фіксування результатів [5].

Поряд з лабораторними дослідженнями проводили випробування на модельній установці, що імітує реальні процеси, які спостерігаються при роботі вузлів і агрегатів машин. Модельна установка складається з поршневого компресора Forte FL - 24, масляної і пневматичної систем.

В якості мастильного середовища використовували оливу М-10Г<sub>2К</sub> без присадки та з різною концентрацією присадки гліцерату міді  $Cu_3(C_3H_5O_3)_2$  від 0,1...6,0% об'ємного вмісту. На сполучення " гільза циліндра – поршневе кільце" подавали постійне електричне поле  $I=0,5...1,0$  А;  $U=0,2...1,2$  В, а також наводили постійне магнітне поле [7].

В результаті випробувань встановлено істотний вплив модифікуючих дій на зміну фізико-хімічних показників працюючої оливи, в тому числі рН, кінематичну в'язкість при 20 °С, лужне число і показник миучо-диспергуючих властивостей [8]. Виявлено, що ефективним способом фізичного модифікування є дія постійного та магнітного полів. Результати лабораторних триботехнічних випробувань приведені на рис. 2.

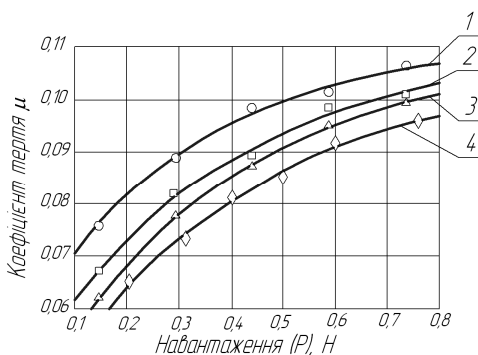


Рис.2. Залежність коефіцієнта тертя від навантаження без модифікування (1), введення присадки гліцерату міді (2), введення присадки гліцерату міді при дії постійного електричного поля (3), введення присадки гліцерату міді при дії постійного магнітного поля (4)

При додаванні мідьвмісної металоплакуючої присадки в оливу спостерігається помітне зниження моменту і коефіцієнта тертя в порівнянні з чистою оливою. При дії постійного електричного та магнітного полів коефіцієнт і момент тертя також знизилися. Разом з тим відбулося і підвищення несучої здатності плівки оливи. Як видно з рис. 2,

зниження коефіцієнта тертя у цих випадках склало в середньому 20 і 32%. Отримані дані можуть бути апроксимовані експоненціальною залежністю. Можна припустити, що при дії електричного і магнітного полів інтенсифікуються адсорбційні процеси оливи на поверхнях трибосполучення деталей компресора.

Встановлений позитивний вплив модифікування на зниження зношування деталей тертя компресора. Найефективнішою є комплексна фізико-хімічна дія. Так, інтенсивність зношування поршневих кілець, при накладанні електричного і магнітного полів, знизилась відповідно в 1,2...1,4 та 1,3...1,6 разів, а гільз циліндрів – 1,4...1,6 та 1,5...1,7 разів

Результати модельних випробувань приведені на рис. 3.

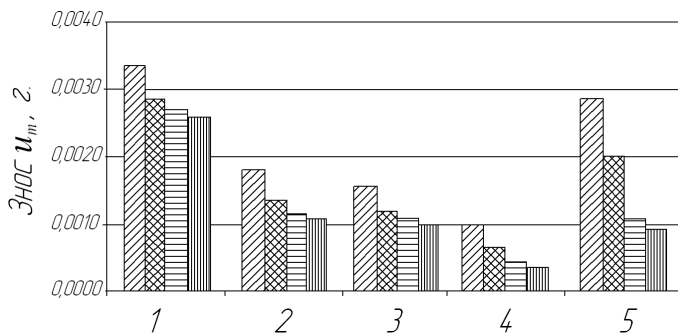


Рис.3. Залежність величини зносу основних деталей тертя компресора від концентрації присадки гліцерату міді: 1 – 0,5%; 2 – 1%; 3 – 1,5%; 4 – 2%; 5 – 5% в різних умовах: - на чистій оливі; - на оливі з присадкою; - на оливі з присадкою при дії електричного поля; - на оливі з присадкою при дії магнітного поля

Результати фізико-хімічного аналізу, так само підтвердили ефективність запропонованих способів модифікації оливи. Покрашені кислотно-лужні властивості працюючої оливи. Лужне число зросло на 12%, що може свідчити про інтенсифікацію процесу масопереносу. Результати спектрального аналізу показали зниження концентрації основних елементів-індикаторів в масляній системі компресора. Найменші концентрації відповідають фізико-хімічному модифікуванню при накладанні постійного електричного і магнітного полів. Концентрація заліза знизилася в 1,4...1,6 рази, алюмінію в 1,3...1,4 рази, свинцю в 1,1...1,2 рази і кремнію в 1,2...1,3 рази.

**Висновки.** Аналіз модифікуючих дій на моторну оливу дав можливість оцінити ефективність сумісного впливу присадок і фізичних

полів. В роботі проведені дослідження фізичних способів модифікації постійного електричного та магнітного полів. Виявлено позитивний їх вплив на композиційну оливу, яка містить присадку гліцерату міді: зменшується величина зносу та коефіцієнт тертя, змінюються фізико-хімічні показники самої оливи.

### **Список використаних джерел:**

1. Говорущенко Н. Я. Техническая эксплуатация автомобилей / Н. Я. Говорущенко – Харьков: Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 1984. – 312 с.
2. Розенберг Ю. А. Влияние смазочных масел на надежность и долговечность машин / Ю. А. Розенберг – М. "Машиностроение", 1970. – 315 с.
3. Аулін В.В. Триботехнічне відновлення протягом строку служби дизелів / В.В. Аулін, С.В. Лисенко, В.М. Лисенко // Проблеми трибології (Problems of tribology). - Хмельницький. ХНУ, 2007. – №2 (44) – С. 60-62.
4. Аулін В.В. Підвищення довговічності відремонтованих дизельних двигунів СМД-60/62 з використанням трибологічних методів обкатки / В.В. Аулін, С.В. Лисенко, В.Б. Батехін, О.Ю. Жулай // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Серія: Технічні науки: Видавництво ЛНАУ. – 2006. – №64(87). – С. 39-46.
5. Аулін В.В. Регенерація поверхонь тертя технологіями триботехнічного відновлення / В.В. Аулін, С.В. Лисенко, М.В. Онолов, І.І. Натальїн // Збірник наукових праць Кіровоградського нац. технічного університету. Техніка в с.г. виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. - Кіровоград: КНТУ. – 2007р. Вип. 18. – С.180-187.
6. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника) / А.В. Чичинадзе, Э.М. Берлинер, Э.Д. Браун и др.; Под общ. ред. А.В. Чичинадзе. – М.: Машиностроение, 2003. – 576 с.
7. Аулін В.В. Підвищення довговічності дизельних двигунів, обкатаних з реалізацією електротрибохімічного процесу / В.В. Аулін, С.В. Лисенко // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Серія: Технічні науки: Видавництво ЛНАУ. – 2005. – №49(72). – С. 32-38.
8. Аулін В.В. Зміна властивостей оливи при електротрибохімічному відновленні робочих поверхонь деталей дизелів / В.В. Аулін, М.Ф. Семенюк, С.В. Лисенко, О.В. Кузик // Проблеми трибології (Problems of tribology). - Хмельницьк: ХНУ, 2009. – №.1 – С. 68-78.

## **Аннотация**

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ МАШИН ПУТЕМ МОДИФИЦИРОВАНИЯ МОТОРНОГО МАСЛА**

**Аулин В.В., Лысенко С.В., Кузык А.В.**

*В статье дан анализ физико-химических модифицирующих влияний на моторное масло, которые дают возможность повысить надежность агрегатов машин. Приведены результаты экспериментальных исследований влияния модифицированного моторного масла на износостойкость деталей при использовании присадки глицерату меди, наложении электрического поля постоянного тока и постоянного магнитного поля.*

## **Abstract**

### **INCREASE OF OPERATING RELIABILITY OF MACHINES BY RETROFITTING OF MOTIVE BUTTER**

**Aulin V.V., Lysenko S.V., Kuzyk O.V.**

*The analysis of physical and chemical modifying influences on motive butter, which enable to promote reliability of aggregates of machines, is given in the article. The results of experimental researches of influence of the modified motive butter are resulted on wearproofness of details at the use of additive of glycerat copper, imposition of electric-field of direct-current and permanent magnetic-field.*