

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ ТА АВТОМАТИКИ АПВ НААН
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



***ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ***

***X Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди
116-ї річниці від дня народження
доктора технічних наук, професора,
члена-кореспондента ВАСГНІЛ,
віцепрезидента УАСГН
КРАМАРОВА
Володимира Савовича
(1906-1987)***

«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»

***23-24 лютого 2023 року
м. Київ***

УДК 531.43:621.891

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СПРЯЖЕНЬ ДЕТАЛЕЙ СИЛОВОГО АГРЕГАТУ ТРАНСПОРТНИХ МАШИН ЇХ ПРИПРАЦЮВАННЯМ В МАСТИЛЬНОМУ СЕРЕДОВИЩІ З ДОБАВКАМИ МОДИФІКАТОРІВ ТЕРТЯ

В. В. АУЛІН, д.т.н., проф.,
С. В. ЛИСЕНКО, к.т.н., доц.,
А. В. ГРИНЬКІВ, к.т.н., старший дослідник,
О. М. ЛІВЦЬКИЙ, к.т.н.

Центральноукраїнський національний технічний університет
м. Кропивницький
E-mail: AulinVV@gmail.com

Існують різні способи зниження зношування цього трибоспряжень деталей силових агрегатів транспортних машин, а отже їх підвищення надійності. Для цього удосконалюються методи зміцнення робочих поверхонь, формуються міцні та адгезійностійкі поверхні фізичними та хімічними методами, практикується розміщення в зоні тертя кільця у верхній мертвій точці зносостійких вставок, використовуються для лиття деталей матеріали з локальним зміцненням за об'ємом. Ці заходи, однак, не є вичерпними щодо ефективності зниження величини зношування трибоспряження деталей. Вони можуть і повинні доповнюватися триботехнічними прийомами покращення мастильного середовища в проміжку між спряженнями рухомих деталей. Це, передусім, фізико-хімічне модифікування моторної оливи різними за природою присадками та добавками.

При цьому слід вирішити ряд важливих питань сумісності композиції добавок з базовим складом моторної оливи і кінцевої вартості протизносного продукту, що додається в оливу. При огляді сучасного ринку протизносних добавок можливо виділити наступні функціональні групи препаратів: реметалізанти, кондиціонери тертя; добавки, що містять полімер; модифікатори тертя першого і другого покоління. Саме дві останні групи протизносних присадок-добавок в об'єм оливи викликають підвищений інтерес багатьох дослідників-трибологів.

Перші з груп модифікаторів тертя відносяться до шаруватих, а другі – як мінеральні. Відмінності їх складів полягають у вмісті активних речовин – у першому випадку це шаруваті тверді мастила типу графіту та дисульфиду молибдену MoS_2 , у другому – мінераловмісні композиції типу серпентинів, каолінів та ін. Саме різниця цих складів і складності оптимального сепарування у потрібний розмір для нормального протікання трибологічних реакцій відновлення мікрорельєфу робочої поверхні спряжень деталей, надають шаруватим модифікаторам більше привабливості як протизносних добавок в мастильні матеріали.

Ефективність шаруватих модифікаторів тертя типу графіту та дисульфиду

молібдену, а також їх похідних сполук полягає в особливостях зсувних процесів у трибологічно активних шарах твердих мастильних матеріалів, що розділяє спряжені деталі від безпосереднього контакту. Зсув паралельних шарів робочої поверхні здійснюється легше, ніж самих кутових атомів кристалічної ґратки твердомастильного хімічного з'єднання. Тому протизносні та антифрикційні властивості базового мастильного матеріалу у поєднанні з модифікатором тертя значно покращуються.

До загальновідомих твердих мастильних матеріалів (графіт, дисульфід, дисіліциди молібдену та вольфраму) слід додати диселенід молібдену MoSe_2 , вольфраму WSe_2 та ніобію NbSe_2 . Зазначені сполуки більш ніж у 2 рази перевищують трибологічні характеристики традиційної сполуки дисульфиду молібдену MoS_2 і заслуговують на увагу їх вплив на трибоспряження деталей як протизносної добавки до оливи. В цьому сенсі найпростішим за технологією створення та дешевим за технологією виготовлення є диселенід молібдену MoSe_2 .

В даній роботі здійснено спробу створення готового концентрату протизносної добавки, що містить диселенід молібдену, та розв'язано питання стабілізації цієї сполуки в об'ємі моторної оливи при різному ступені помолу. Питання різного ступеня помолу особливо актуальне з огляду на гетерогенну природу вмісту диселеніду молібдену у оливі як добавки і можливість участі у коагулятивних процесах окремих його частинок. Відомо, що при великій тонкості помолу частинок, менше 0,1-2,0 мкм, вони можуть елементарно не вступати в реакцію по заповненню мікронерівності зношеної робочої поверхні деталей і будуть випадати в осад при подальшій коагуляції утворюючи більші конгломерати. Якщо частинки мають розмір понад 50-100 мкм і відфільтровані системою очищення у картері можливо осядуть у мастильних каналах колінчастого валу під дією відцентрової сили. Ці проблеми є актуальними для модифікаторів тертя обох груп.

На основі експериментальних досліджень створено протизносну добавку на основі модифікаторів тертя, типу диселеніду молібдену MoSe_2 , що задовольняє умовам змащення розбризкуванням для спряжень деталей силових агрегатів і в той же час здатної до безперервного транспортування до їх робочих поверхонь. Досліджено межі і діапазони тонкощів подрібнення твердих частинок MoSe_2 в процесі приготування добавки, а також проведено модельне дослідження протизносних властивостей отриманої мастильної композиції "мастило+протизносна добавка".

Для вирішення зазначеного специфічного завдання дослідження, в об'ємі стабілізуючої речовини готували колоїдні розчини протизносної добавки за різного ступеня подрібнення твердої фази. Твердою фазою були частинки сполуки MoSe_2 , які є стабілізуючим середовищем, тобто поверхнево-активною речовиною, що запобігає коагулятивним процесам частинок твердої фази різного помолу. В суміші добавки присутня суміш олеїнової $\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$ і стеаринової $\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$ кислот. При подрібненні твердої фази в обсязі ПАР намагались отримати добавки в рідкому агрегатному стані із вмістом

гетерогенної фази різної дисперсності.

Обґрунтовано межі допустимих розмірів частинок твердої фази у складі модифікатора тертя – від 0,1 до 5,0-10,0 мкм, що диктується особливостями перебігу трибологічних процесів за участю модифікаторів тертя та неприпустимістю сепарації частинок низької дисперсності фільтрами.

Проведеним аналізом розмірів частинок твердої фази одержаних проб розчинів добавок, встановлено, що збільшення часу диспергації дозволяє знизити найбільший розмір частинки твердої гетерогенної фази розчину, а ультразвукова обробка додатково знижує зазначений параметр і забезпечує більш рівномірний розподіл характерних інтервалів розмірів. Виявлено, що найкращими показниками подрібнення 0,25-1,50 мкм – характерний найменший розмір частинки MoSe_2 і найменшу схильність до подальшої седиментації частинок твердої фази мають розчини добавки, що пройшли найбільший період диспергації.

Оптимальна пропорція вмісту вищевказаних речовин в об'ємі виготовленої добавки в масовому співвідношенні компонентів MoSe_2 , $\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$ і $\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$ складала 10%, 30% і 60%. Подрібнювальні процеси речовин проводили на роторно-пульсаційній установці РПУ 0,8-55А-2,2, що має потужність приводного двигуна $N=2,2$ кВт та швидкість обертання змішувального ротора $n=2900$ об/хв.

Аналіз умов тертя та виникнення підвищених зносів спряжень деталей ЦПГ "поршневе компресійне кільце-гільза циліндра" виявив, що найбільш високі величини зношування зазначених деталей із сірого чавуну спостерігаються в районі верхньої мертвої точки при зміні напрямку ходу поршня.

Визначено, що при роторно-пульсаційному диспергуванні розчину з добавкою, слід виконувати 5 послідовних періодів диспергації на установці РПУ-0,8-55А-2,2 тривалістю по 30 хв кожен. У результаті отримано 5 проб розчину добавки, підданої також ультразвуковій обробці з частотою 43кГц. Трибологічні випробування здійснювали на 10 пробах розчинів з добавкою, що відрізнялися часом подрібнення твердої фази.

Проведені порівняльні протизносні випробування 10 проб розчину добавки, що відрізняються часом диспергації і наявністю ультразвукової обробки, показали пряму залежність зниження інтенсивності зношування поверхонь модельного трибоспряження зразків, з сірого чавуну від зменшення розмірів частинок і збільшення рівномірності розподілу їх за характерними інтервалами. Виявлено, що найбільш ефективним зниженням інтенсивності зношування є розчини протизносної добавки, в яких частинки твердої фази мають розміри від 0,25 до 2,00 мкм і займають понад 60% загального об'єму твердої фази.

Таким чином, проведеними дослідженнями доведено, що розроблену протизносну добавку за трибологічною ефективністю можна рекомендувати для використання в якості трибомодифікатора спряжень деталей силових агрегатів транспортних машин.