

УДК 620.178.162:621.893

В. Косарчук¹, д.т.н., проф.; М. Чаусов², д.т.н., проф.; П. Марущак³, д.т.н., проф.; А. Пилипенко², к.т.н, доц.; В. Твердомед¹, к.т.н, доц.

¹Державний університет інфраструктури та технологій, Україна

²Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна

³Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МАСТИЛЬНІ КОМПОЗИЦІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ СТАЛЕВИХ ПАР ТЕРТЯ

V. Kosarchuk¹, D.Sc., Prof.; M. Chausov², D.Sc., Prof.; P. Maruschak³, D.Sc., Prof.; A. Pylypenko², PhD, Assoc. Prof.; V. Tverdomed¹, PhD, Assoc. Prof.,

¹State University of Infrastructure and Technologies, Ukraine

²National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine

³Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine

LUBRICANT COMPOSITIONS FOR INCREASING THE WEAR RESISTANCE OF FRICTION STEEL PAIRS

Abstract. The kinetics of wear, change in hardness and accumulation of damage in the surface layers of samples of K74 rail steel and structural steel 20 were determined and certain correlations between these parameters was establish. A physical explanation of the effects of increasing the wear resistance of steel friction pairs due to the use of lubricating compositions with additives of metal nano powders was offered.

Наведено результати досліджень впливу добавок різного хімічного складу до промислового мастила Bio Rail на трибологічні характеристики двох марок середне вуглецевих сталей. У якості добавок використовували нанопорошки міді, магнієвого сплаву, вуглецю та сталей, що досліджувались. Для виготовлення мастильних композицій використовували нанопорошки, які були виготовлені методом електроерозійного диспергування гранул матеріалу присадки у 40% спиртовому середовищі. Гранули із матеріалів, що досліджувались, виготовляли із відходів механічної обробки (стружки) при виготовленні зразків. Отримані порошки металів мали дисперсність 100 ... 300 нм. Порошок вуглецю мав дисперсність 6 ... 40 мкм. Вміст добавок в усіх варіантах мастильних композицій складав приблизно 10 мас. %.

Зразки для випробувань на тертя і зношування в умовах ковзання виготовляли із рейкової сталі марки K74 та конструкційної сталі 20. Для проведення експериментів використовували серійну випробувальну установку 2070 СМТ-1 із додатковим обладнанням для автоматичної фіксації моменту і сили тертя, температури та зношування зразків. Диски контртіла вирізали із бандажів знятих з експлуатації локомотивних коліс. Експерименти проводили за наступних умов: частота обертання – 300 об/хв, сила нормального тиску – 555 Н, час безперервної роботи – 3 год. За прийнятих розмірів зразків й контртіла рівень контактних напружень дорівнював 2,83 МПа.

Для визначення основних механічних характеристик (модуля пружності, межі текучості та умовної межі міцності) сталей та матеріалів, що використовувались для виготовлення нанопорошків (сталі марок K74, 20, міді марки М2 та магнієвого сплаву МА2) використовували пласкі зразки товщиною 3 мм. Для проведення експериментів на розтяг використовували сервогідрравлічну випробувальну установку Ві-00-201 виробництва фірми ВіSS.

В процесі тертя шорстких поверхонь твердість поверхневих шарів деталей змінюється внаслідок локального пластичного деформування і це явище безпосередньо пов'язано із інтенсивністю зношування, однак стійких кореляцій цих процесів поки що не виявлено. З цією метою перед початком експериментів і після їх закінчення визначали мікротвердість робочої частини зразків. Вимірювання твердості (за Роквеллом, шкала HRC) здійснювали портативним твердоміром. У вихідному стані відношення твердості матеріалу контргіла (HRC=35,3) до середньої твердості зразків рейкової сталі складає 1,1, а для сталі 20 – 1,14. Рівень пошкодження мікроструктури матеріалів в зоні контакту і його вплив на трибологічні характеристики сталевих пар тертя оцінювали за методикою ДСТУ 7793:2015. Вона забезпечила можливість визначення рівня пошкоженості матеріалу за параметрами розсіювання значень твердості.

Сумісний аналіз даних щодо величини зношування, зміни коефіцієнту тертя, твердості поверхні зразків і рівня її пошкодження дозволив зробити певні висновки про доцільність використання мастильних композицій із добавками металевих нанопорошків для практичного використання.

Для рейкової сталі К74 найкращі результати щодо підвищення зносостійкості і досягнення оптимального рівня коефіцієнту тертя досягаються при використанні у якості добавки до мастила Віо Рэйл нанопорошку цієї ж сталі. Після трьох годин напрацювання, що відповідає довжині шляху тертя у 8,5 км, величина зношування зразка не перевищила 0,0015 мм, а коефіцієнт тертя уже після першої години напрацювання досяг оптимальної для пари колесо-рейка величини ~0,25 і у подальшому майже не змінювався. При цьому твердість поверхні зразка збільшилась на 14,7%.

Для конструкційної сталі 20 найменші показники зношування зафіксовані для добавок наноматеріалів самої сталі 20 та магнієвого сплаву МА2, причому в останньому випадку коефіцієнт тертя був найменшим. Добавки вуглецю у вигляді гранул графіту марки ГК1 несуттєво вплинули на трибологічні показники. Найгірші результати щодо величини зношування виявились для мастильної композиції із порошком міді марки М2, що вочевидь пов'язано з досить великими розмірами частинок порошку.

Загалом, за результатами експериментів можна зробити висновок, що використання мастильних композицій із промислових мастил із добавками наноматеріалів, виготовлених із матеріалу тієї складової пари тертя, що має меншу твердість (у нашому випадку це сталі К74 і 20), забезпечує суттєве підвищення зносостійкості та прийнятне значення коефіцієнту тертя. Це підтверджує можливість використання таких мастильних композицій для підвищення зносостійкості деяких елементів залізничної колії (рейок, гостряків стрілочних переводів, тощо). Також перспективним є використання схожих мастильних композицій для відкритих вузлів тертя сільськогосподарської техніки.

Щодо практичного використання у якості добавок до промислових мастил нанопорошків деяких інших металів або сплавів (наприклад міді, латуні, бронзи), то слід зважати на можливу значну різницю електрохімічних потенціалів матеріалів деталі і добавки. Для відкритих сталевих пар тертя (наприклад колесо – рейка) використання таких добавок є неприйнятним, оскільки на відкритому повітрі приведе до корозії контактуючих деталей. Для закритих сталевих пар тертя, які працюють у мастильному середовищі, матеріалами для виготовлення нанопорошків - присадок можуть бути різні метали і сплави, а також деякі неметалеві матеріали. Проте ефективність таких присадок слід визначати експериментально в умовах, максимально наближених до умов експлуатації деталей.