

УДК 62-783.67:66.046.55

Я. М. Дем'янчук, Т. Й. Войцехівська, А. Р. Сумер*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу***ВПЛИВ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ЕЛЕКТРОДІВ ДЛЯ ЕЛЕКТРОІСКРОВОГО ЛЕГУВАННЯ НА ТРИБОЛОГІЧНУ ПОВЕДІНКУ ШТОКІВ НАФТОВИХ НАСОСІВ**

В роботі проаналізовано вплив хімічного складу ЕІЛ покриття на трибологічну поведінку зміцнених поверхонь на прикладі штоків нафтових насосів.

Ключові слова: трибосистема, поверхнєве зміцнення, електроіскрове легування, енергетичний вплив, шорсткість, мікротріщина.

Рис. 5. Літ. 6.

Я. М. Дем'янчук, Т. Й. Войцехівська, А. Р. Сумер**ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ЛЕГИРОВАНИЯ НА ТРИБОЛОГИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ ШТОКОВ НЕФТЯНЫХ НАСОСОВ**

В работе проанализировано влияние химического состава ЭИЛ покрытия на трибологическое поведение укреплённых поверхностей на примере штоков нефтяных насосов.

Ключевые слова: трибосистемы, поверхностное упрочнение, электроискровое легирование, энергетическое воздействие, шероховатость, микротрещина.

Ya. M. Demyanchuk, T. J. Voytsehivska, A. R. SUMER**INFLUENCE OF CHEMICAL COMPOSITION OF ELECTRODES FOR ELECTRIC SPARK ON THE TRIBOLOGICAL BEHAVIOR OF STOCKS OF OIL PUMPS**

The paper analyzes the influence of the chemical composition of EIL coverage on tribological behavior of surfaces in case hardened rods oil pumps.

Keywords: tribosystem surface hardening, spark alloying, power influence, roughness, microcracks.

Постановка проблеми. Сталь 40Х використовується для виготовлення відповідальних деталей таких як: осі, вали, вал-шестерні, плунжери, штоки, колінчаті та кулачкові вали, кільця, шпинделі, оправки, рейки, зубчасті вінці, болти, втулки та інші покращені деталі підвищеної міцності [1]. Замінниками сталі 40Х є сталі більш дорогі і дефіцитні матеріали (45Х, 38ХА, 40ХН, 40ХС, 40ХФ, 40ХР)

Оскільки відповідальні деталі, такі як штоки насосів працюють у важких умовах експлуатації при одночасній дії механічного фактору – абразивної дії продуктів буріння і фактору корозійного середовища, тому заміна сталі 40Х на більш дешевий матеріал нами не розглядалася і були проведені трибологічні дослідження термічно зміцненої струмами високої частоти сталі 40Х, з якої виготовляють штоки промислових насосних станцій та модифікованої методом електроіскрового легування (ЕІЛ) робочої поверхні штока.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Ефективним засобом підвищення довговічності деталей, що працюють в абразивному середовищі є використання їх з біметалічною робочою частиною, При цьому основний метал забезпечує міцність, а нанесений на поверхню твердий сплав – абразивну зносостійкість.

Індукційний, електродуговий і газополум'яний методи наплавлювання дозволяють отримати покриття практично будь-якої товщини, різного хімічного складу з високою твердістю та зносостійкістю. Але при цьому спостерігаються негативні явища: крупнозернистість покриття, його дендритна будова, шлакові включення, тріщини і раковини, хімічна і структурна неоднорідність [2, 3].

Тому були проведені трибологічні дослідження модифікованої поверхні зразків сталі 40Х композиційними покриттями, що представляють карбіди, бориди титану, хрому і вольфраму (TiC, TiCrC, TiCrB₂) нанесеними методом ЕІЛ.

Мета роботи – підвищення довговічності штока шляхом модифікації його робочої поверхні зносостійкими покриттями.

Обладнання і методика експерименту. Для дослідження зносостійкості поверхонь штоків насосу під ущільнення пропонується використовувати універсальну машину тертя моделі 2168 УМТ – 1 [4], яка дає можливість моделювати процеси зносу пари тертя «шток – ущільнення».

З метою моделювання зворотно-поступального руху для лабораторних випробувань вибрана найбільш подібна схема до роботи натурального ущільнення «стержень – палець» при зворотно-поступальному русі.

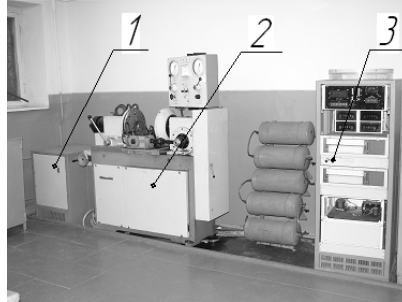


Рис. 1. Загальний вид машини тертя 2168 УМТ – 1
1 – силовий блок; 2 – машина тертя; 3 – пульт керування

Результати досліджень та їх аналіз. На рис. 4.2 представлені результати впливу хімічного складу ЕІЛ покриття на величину масового зносу сталі 40Х від шляху тертя (питомий тиск 1,2 МПа, швидкість зворотно-поступального руху 120 ходів/хв.) та інтенсивність зношування за аналогічних умов (рис. 4.3).

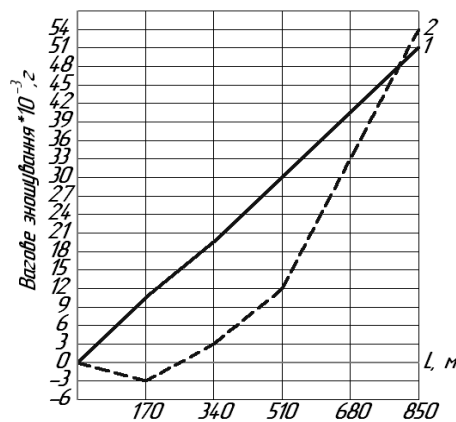


Рис. 2. Залежність вагового зношування сталі 40Х від шляху тертя L
1 – загартована сталь 40Х, 2 – ЕІЛ ТiС.

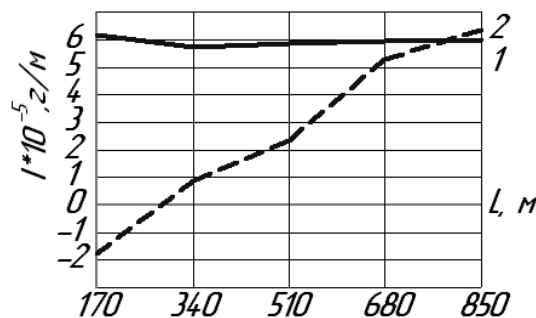


Рис. 3. Інтенсивність зношування:
1 – загартована сталь 40Х, 2 – ЕІЛ ТiС.

Проаналізувавши отримані результати, перше, що кидається у вічі, це збільшення ваги зразка на початковій стадії тертя (від'ємні значення). Ми вважаємо, що це відбувається за рахунок утворення окисних плівок, накопичення продуктів зношування у порах покриття через неможливість його видалення в процесі очистки (миття) та сушіння перед зважуванням.

Трибологічна поведінка покриття на основі карбиду титану (TiC) свідчить (рис. 4.2), що даний матеріал є досить зносостійким на початковій стадії роботи, а вже після проходження 500 – 700 м шляху тертя відбувається його досить інтенсивне зношування і при досяганні 800 м шляху його величина зносу дорівнює величині зносу термічнозмцненої сталі 40X без покриття.

Результати дослідження багатьох провідних вчених доказують [5, 6], що не в усіх випадках запорукою росту зносостійкості є максимальна твердість, а є схильність до утворення на поверхні тертя під час зношування складних вторинних структур, що утворюються у зоні тертя під дією локальних температур, тиску та навколишнього середовища. Тому ми не зациклювалися на підбиранні досить відомих двокомпонентних розповсюджених покриттів для даної трибопари (шток – шаржований абразивом манжет).

Було запропоновано нанести більш складні трьохкомпонентні покриття (TiCrC та TiCrB₂). На нашу думку, покриття даного типу будуть сприяти утворенню складних вторинних структур типу (TiC, TiO, TiCr, TiB, CrB тощо), що значно зменшить інтенсивність зношування трибологічної пари. Не останнім фактором у даному випадку відіграє роль легуючих матеріалів. Дані покриття не містять вольфраму, що є досить позитивним у плані використання дефіцитних матеріалів.

Трибологічні дослідження сталі 40X з цими покриттями показали відносно високу ефективність даних покриттів у плані захисту від зношування. Покриття TiCrC є більш зносостійке у порівнянні з TiCrB₂, що, на нашу думку, пов'язано з утворенням вторинних структур на поверхні тертя. У першому випадку для покриття TiCrC це карбіди та оксиди складових матеріалів тобто TiO, TiC, CrO, CrC і можливо більш складні трьох-чотирьох компонентні структури. У другому для покриття TiCrB₂ на поверхні тертя утворюються бориди та оксиди складових матеріалів, які, очевидно, є дуже крихкими і тому менш зносостійкими при абразивному зношуванні (рис. 4.3, 4.4.).

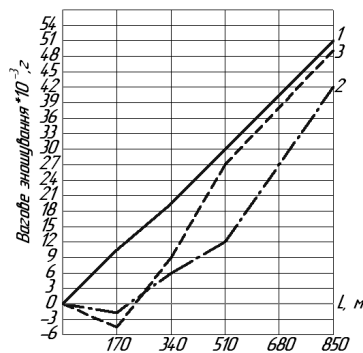


Рис. 4. Залежність вагового зношування сталі 40X від шляху тертя L (питомий тиск 1,2 МПа, швидкість 120 ходів/хв.):
1 – загартована сталь 40X, 2 – EIL TiCrC, 3 – EIL TiCrB₂.

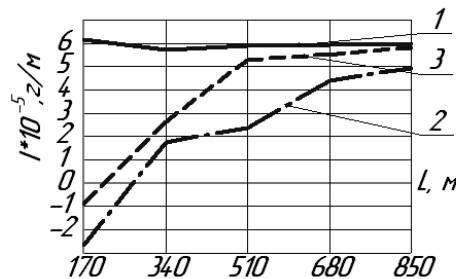


Рис. 5. Інтенсивність зношування:
1 – загартована сталь 40X, 2 – EIL TiCrC, 3 – EIL TiCrB₂.

Висновки. Встановлено, що електроіскрове покриття на основі карбиду титану (TiC) забезпечує високу зносостійкість лише на початковій стадії роботи, а вже після проходження 500 – 700 м шляху тертя відбувається його інтенсивне зношування і при досяганні 850 м шляху його величина зносу дорівнює величині зносу сталі 40Х гартованої СВЧ (0,051г.). Трьохкомпонентні покриття TiCrC (0,048 г на 850 м) та TiCrB₂ (0,048 г на 850 м) є більш зносостійкими у порівнянні з TiC, що, пов'язано з утворенням вторинних структур на поверхні тертя. Для TiCrC це карбіди та оксиди складових матеріалів тобто TiO, TiC, CrO, CrC і більш складні трьох-чотирьох компонентні структури, для TiCrB₂ – бориди та оксиди складових матеріалів, які, очевидно, є дуже крихкими і тому менш зносостійкими при абразивному зношуванні. Застосування в якості електродів для ЕІЛ безвольфрамових твердих сплавів дозволяє отримувати значний вигравш в зносостійкості тільки на початкових етапах зношування (500 м). Це пояснюється відсутністю вольфраму, який, як і в твердих сплавах, виконує роль зв'язки, і забезпечує високий коефіцієнт зчеплення твердих включень з матеріалом основи.

1. Марочник сталей и сплавов / [А. Г. Сорокин, А. В. Колосникова, С. А. Вяткин и др.]; под общ. ред. А. Г. Сорокина. – М.: Машиностроение 1989. – 640 с.
2. Чернець М. Методи прогнозування та підвищення зносостійкості триботехнічних систем ковзання: в 3 т. / М. Чернець, М. Пашечко, А. Невчас. – Дрогобич: Коло 2001. – Т.2: Поверхнєве зміцнення конструкційних матеріалів трибосистем ковзання. – 2001. – 512 с.
3. Антошкин Е. И. Газотермическое нанесение покрытий / Антошкин Е. И. – М.: Машиностроение, – 1974. – 96 с.
4. Машина для испытания материалов на трение 2168 УМТ. Паспорт Го2.779.026ПС. – Иваново: ПО «Точприбор», 1990. – 177с.
5. Кашеев В. Н. Процессы в зоне фрикционного контакта металлов / В. Н. Кашеев. – М: Машиностроение, 1978. – 213 с.
6. Ривкин Э. М. Износостойкость поверхности деталей после электроэрозионного термического упрочнения / Э. М. Ривкин // В сб.: Электрофизические и электрохимические методы обработки. – М.: НИИмаш, 1978, №12. – С. 4-5.

Стаття прийнята до друку 06.04.2015.