

властивостей чавуну, працюючого в умовах тертя та зношування. У тому випадку, якщо графіт викришується в процесі тертя, починає працювати шар, що сформувався під включеннями, що викришилися. М'які складові згладжують на поверхні нерівності, що утворилися.

Поверхневий шар для чавуну із пластинчастою та кулястою формою графіту складається з декількох підшарів, верхній з яких містить в основному більш м'які складові. Нижній підшар, прилеглий до металевої основи чавуну містить переважно тверді складові. Розподіл хімічних елементів змінюється за товщиною шару. Максимальна концентрація Мо, N, С спостерігається у верхніх шарах. Вказана будова поверхневого шару чавуну забезпечує при низьких значеннях коефіцієнту тертя підвищену зносостійкість і покращену припрацьовуваність [3].

Таким чином, зменшення інтенсивності зношування чавуну може бути досягнуте застосуванням комплексної обробки з дифузійним насиченням поверхні в середовищі водяної пари декількома елементами, у тому числі сіркою, азотом та іншими. При зазначеній обробці формується шар, який містить одночасно м'які і тверді складові, що сприяє поліпшенню припрацьовуваності, зносостійкості та зменшенню коефіцієнта тертя.

1. Timofeeva, L.A/ Surface modification of machine parts made of iron– carbon alloys operating under conditions of friction and wear / L.A. Timofeeva, S.S. Timofeev, A.Y. Dyomin et al. // J. of friction and wear. – 2018. Vol. 39, No. 3, pp. 283–289.

2. Тимофеева Л.А., Устенко О.В., Цап О.І., Волошина Л.В. Підвищення експлуатаційних показників фрикційних клинів шляхом формування покриттів зі спеціальними властивостями//Збірник наукових праць УкрДУЗТ, –Харків: УкрДУЗТ. – 2019. -Випуск 185. – с.88-95. (НБД Index Copernicus)

3. Тимофеева Л. А., Тимофеев С. С., Волошина Л. В., Колесник М. А. Підвищення трибологічних властивостей поверхневого шару чавуну за допомогою оброблення в середовищі перегрітої пари водяного розчину солей. Вісник ХНАДУ, вип. 94, 2021. С.123-127. DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2021.94.0.123

УДК 669.056.9

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКРИТТІВ МУЛЬТИФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

RESEARCH OF MULTIFUNCTIONAL COATINGS

*Д.т.н., проф. С.С. Тимофеев¹,
аспірант М.А. Колесник,¹*

¹Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

*Dr. Sc. (Tech.), professor S.S. Timofeev¹
post graduate M.A. Kolesnyk¹*

¹Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)

В процесі експлуатації поверхні деталей транспортного призначення втрачають свої вихідні експлуатаційні властивості, що веде до виникнення

відмови механізму або системи в цілому. Тому розробка технологій підвищення експлуатаційних властивостей деталей та вузлів прицевійних пар тертя при їх виготовленні та відновленні є актуальною проблемою.

Існуючі технології відновлення властивостей поверхонь тертя згаданих вище механізмів, не задовольняють повністю вимоги до деталей, де незначний знос викликає збій в роботі всього механізму в цілому і навіть системи до якої він конструкційно входить, виконуючи певні функції.

Тому актуальною є розробка нових підходів, які полягають в тому щоб застосовувати термічну обробку і хіміко-термічну обробку в одному технологічному циклі, а також будуть забезпечувати екологічну чистоту технологічного процесу, не потребуватимуть складного обладнання. До таких технологічних процесів відносяться формування багат шарових покриттів на основі окислення [1].

Сутність формування багат шарових покриттів на основі технологічного процесу окислення полягає в тому, що в залежності від умов експлуатації деталей для обробки підбираються солі, до складу яких входять різні хімічні елементи. З цих солей готується водний розчин, який застосовується при проведенні гартування та високого відпуску, для покращення експлуатаційних властивостей поверхневих шарів деталей тертя.

В залежності від хімічного складу солі на поверхні деталей в результаті проведеного процесу окислення утворюються, крім оксидів заліза, також оксиди елементів, що входять до складу солей. Згідно проведеним металографічним та рентгеноструктурним дослідженням зразків, оброблених з застосуванням окислення солями різного хімічного складу, характерною особливістю утворених покриттів є те, що шар покриття, який знаходиться безпосередньо біля матриці основного металу, складається з тих елементів, які містяться в основному металі а також з хімічних елементів які входять до складу соляного розчину. Середній шар покриття містить в своєму складі елементи першого шару і хімічні елементи з насичуючого середовища. Останній шар, поверхневий, містить в своєму складі тільки елементи насичуючого середовища. Наприклад, у високолегованій сталі міститься хром, то оксиди хрому були виявлені у всіх шарах покриття, але найбільша їх концентрація біля матриці основного металу. Якщо до складу солі входить мідь, то в результаті окислення таким розчином, як показав рентгеноструктурний аналіз покриттів, утворюються оксиди шпінельного типу, а також міститься мідь.

Тому, технологічний процес формування багат шарових покриттів на основі окислення дає можливість застосування різних хімічних речовин, які розчинні у воді і використання для формування покриттів заданої структури і з певними властивостями, які визначаються виходячи з умов експлуатації деталей транспортного призначення.

Для підтвердження результатів дослідження, були виготовленні зразки з матеріалів пар тертя масляного шестеренного насосу та прицевійних пар тертя двигунів, та оброблені за наведеною технологією [2, 3]. Зразки пройшли лабораторні та експлуатаційні випробування. Результати випробувань показали,

що припрацювання деталей з такими покриттями відбувається в 2-3 рази швидше, також одержали стабільне значення коефіцієнту тертя на протязі випробувань, температура масла в зоні контакту не змінювалася [4].

До переваг даної технології також віднесемо значне скорочення часу на обробку деталі порівняно з традиційними технологіями ХТО; забезпечення насичення у важкодоступних місцях; відносно невелика собівартість, ресурсозбереження і екологічна чистота, завдяки низькій концентрації насичуючих елементів у розчині.

1. Timofeeva, L.A/ Surface modification of machine parts made of iron– carbon alloys operating under conditions of friction and wear / L.A. Timofeeva, S.S. Timofeev, A.Y. Dyomin et al. // J. of friction and wear. – 2018. Vol. 39, No. 3, pp. 283–289.
2. Тимофеева, Л.А. Визначення технологічних параметрів процесу обробки в залежності від експлуатаційних властивостей покриття / Л.А. Тимофеева, Л.В. Волошина // Вісник НТУ «ХП». Серія нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХП», 2012. – № 66. – С. 20–23.
3. Волошина, Л.В. Визначення та оптимізація параметрів нової технології залежно від заданих властивостей покриття / Л.В. Волошина // Зб. наук. праць УкрДАЗТ. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 134. – С. 224–229.
4. Волошина, Л.В. Аналіз технологічних параметрів процесу нанесення зносостійкого покриття / Л.А. Тимофеева, Л.В. Волошина, П.М. Гордієнко // Зб. наук. праць УкрДУЗТ. – Харків: УкрДУЗТ, 2017. – Вип. 170. – С. 13–19.

УДК 621.729.92

СТРУКТУРА ШТАМПОВОЇ СТАЛІ К390 ПІСЛЯ ОБРОБКИ ЛАЗЕРНИМ ПРОМЕНЕМ

THE STRUCTURE OF COLD-WORK TOOL STEEL K390 AFTER LASER BEAM TREATMENT

*докт. техн. наук В.Г. Єфременко¹, PhD И. Петришинец²,
канд. техн. наук В.І. Зурнадзхи¹, PhD Пухи В.²,*

канд. техн. наук Чабак Ю.Г.¹, канд. техн. наук Єфременко Б.В.¹

¹*«Приазовський державний технічний університет» (м. Маріуполь, Україна)*

²*«Інститут матеріалознавства» (м. Кошице, Словаччина)*

*Efremenko V.G., Petryshynets I., Zurnadzhy V.I.,
Puchy V., Chabak Yu.G., Efremenko B.V.*

¹*«Pryazovskyi State Technical University» (Mariupol, Ukraine)*

²*«Institute of Materials Research» (Kosice, Slovakia)*

В роботі досліджено вплив лазерної обробки на структуру (рис. 1) і твердість порошкової сталі К390 (Buhler), яку використовують для виготовлення штампів холодного штампування [1, 2]. Хімічний склад сталі; 2,3 % С; 0,5 % Si; 4 % Cr; 1,8 % Мо; 8-9 % V; 0,8-1,0 % W; 1-1,5 % Со.