

**РЕЗУЛЬТАТИ МЕТАЛОГРАФІЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКРИТТЯ ІЗ ВОДНОГО РОЗЧИНУ АЛЮМОХРОМФОСФАТНОЇ СОЛІ**

*L. Voloshyna*

**RESULTS OF METALLOGRAPHY RESEARCH OF COVERAGE ARE FROM WATER SOLUTION OF ALUMINIUMCHROMEPHOSPHATE OF SALT**

З часом деталі та вузли поступово зношуються, які б гарантії при цьому не надавали виробники на свої вироби. Наслідками зносу є скорочення терміну служби виробів, погіршення їх експлуатаційних властивостей, несправності і поломки всієї системи. У більшості випадків внаслідок зносу руйнується тільки робоча поверхня деталі, яку можна захистити нанесенням шару матеріалу зі спеціальними властивостями [1].

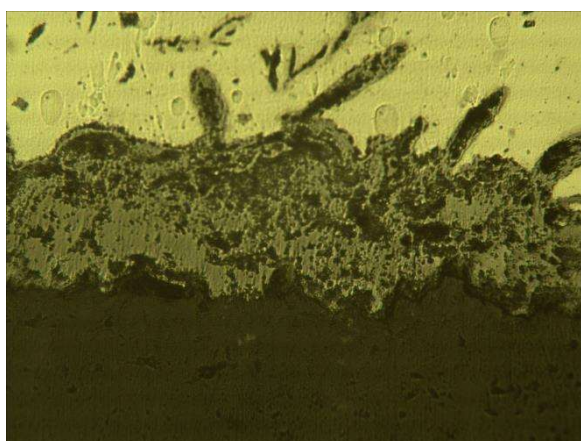
Пропонується застосування водного розчину алюмохромфосфатної солі (АХФС) [2] з використанням технології обробки деталей у парогазовому середовищі для підвищення триботехнічних властивостей пари тертя шестірня – корпус масляного насоса системи змащення двигунів внутрішнього згоряння. Обробка поверхні матеріалів здійснювалася перегрітою парою водного розчину АХФС при температурі  $600 \pm 20^\circ\text{C}$  з наступним охолодженням в маслі [3]. Для детального вивчення одержаних у результаті запропонованої обробки структур покриття проведені металографічні дослідження оброблюваних зразків. Проведені металографічні дослідження зразків після насичення поверхні металу перегрітою парою водного розчину алюмохромфосфатного з'єднання. Дослідження проводилися на зразках, виготовлених зі сталі 40Х та сірого чавуну, на мікротвердомірі ПМТ-3 та на мікроскопі „НЕОРНОТ 2” на прямих та косих шліфах до травлення поверхні та після (рисунок). Рентгеноспектральний

аналіз зразків проводився на скануючому вакуумному кристал-дифракційному спектрометрі „Спрут”-В в діапазоні довжин хвиль  $0,4 \div 11 \text{ \AA}$ . Результати аналізу показали, що після нанесення покриття на поверхні зразків виявили наявність таких хімічних елементів як алюміній  $\text{Al}=0,5 \%$ ; фосфор  $\text{P}=1,37 \%$ ; хром  $\text{Cr}=0,47 \%$ . Дослідження фазового складу зразків виконувалося на рентгенівському дифрактометрі ДРОН-4. Як показали результати дослідження, основними фазами (кристалічними) на сталевих і на чавунних зразках є  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  та  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Насамперед потрібно звернути увагу на фон, який збільшується з зростанням кута дифракції, що характерно для матеріалів, які мають в своєму складі значний відсоток аморфної складової.

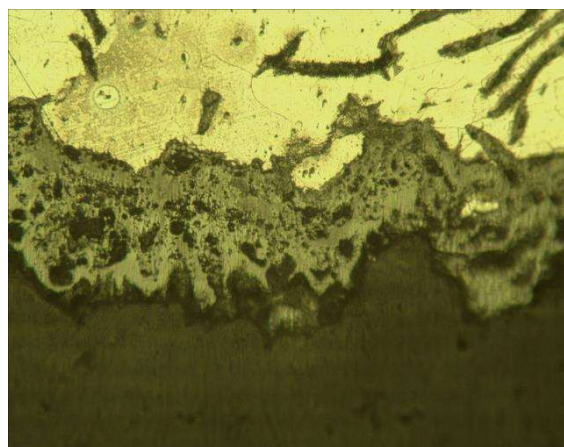
Враховуючи хімічний склад покриття, не можна виключати наявності фази  $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ , яка за своїми параметрами дуже близька до  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Сліди  $\alpha\text{-Fe}$  також можна спостерігати на цих рентгенограмах. Це випромінювання від основи зразка. Сліди інших кристалічних фаз практично відсутні. Із вищенаведеного можна зробити висновок, що покриття має аморфну структуру. При нанесенні покриття відбуваються процеси, які ведуть до утворення оксидів ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) та шпінелей ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ). Визначення товщини нанесеного поверхневого шару проводилося на косих мікрошліфах на твердомірі ПМТ-3. Товщина замірялася послідовно в різних точках поверхні зразків, потім

перераховувалися показники, одержані в результаті вимірювання, в мікрометри – це були показники товщини покриття на косому мікрошліфі. Після чого одержані величини перераховувалися в реальні товщини покриттів на зразках. В результаті вимірювання та розрахунків середня товщина покриття склала приблизно 30 мкм, що, як показали дослідження, достатньо для забезпечення заданих

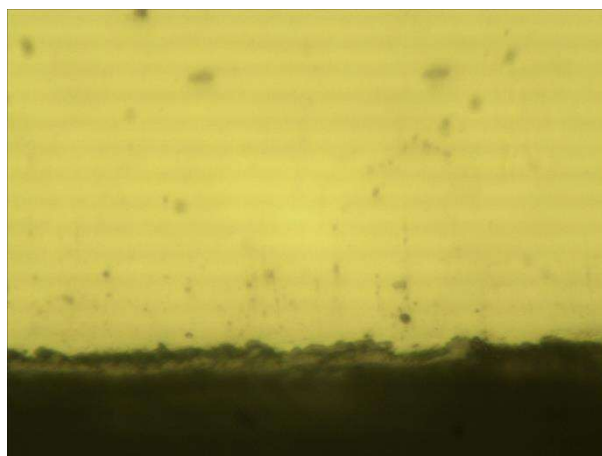
властивостей. Після нанесення покриття були проведені дослідження впливу утворених в результаті обробки покриттів на триботехнічні властивості пари тертя, а саме зносостійкість, значення коефіцієнта тертя, припрацьовуваність. Випробування проводилися на машині тертя СМЦ-2 в маслі М10Г2, зі зміною навантаження від 490 до 1961 Н, при фіксованому значенні часу випробування.



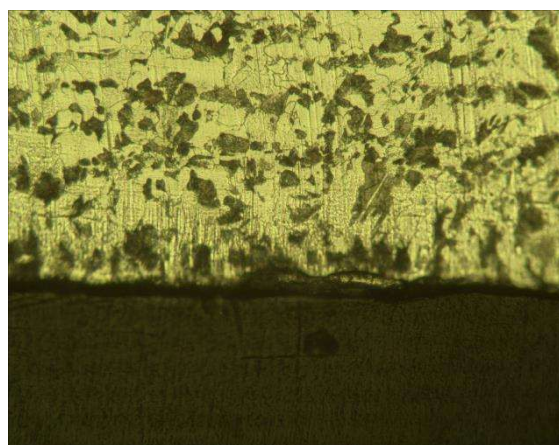
а (× 200)



б (×200)



в (×1000)



г (×200)

Рис. Мікроструктура досліджуваних зразків:  
а – мікроструктура чавуна з покриттям до травлення (косий шліф), б – мікроструктура чавуна з покриттям після травлення (косий шліф), в – мікроструктура сталі з покриттям до травлення, г – мікроструктура сталі після травлення

Результати металографічного аналізу показали, що покриття має аморфну структуру. При нанесенні покриття відбуваються процеси, які ведуть до утворення оксидів ( $Fe_2O_3$ ) та шпінелей ( $Fe_3O_4$ ). Виходячи з проведеного аналізу результатів дослідження впливу покриття із водного розчину алюмохромфосфатного з'єднання на триботехнічні властивості пари тертя із залізвуглецевих сплавів можна зробити висновок, що відбувається підвищення зносостійкості пар тертя у 3,8 разу за рахунок утворення на поверхні деталей аморфних структур, оксидів ( $Fe_2O_3$ ) та шпінелей ( $Fe_3O_4$ ); також спостерігається скорочення періоду припрацювання пари тертя; значне скорочення часу на обробку деталі порівняно з традиційними технологіями ХТО; забезпечення дифузійного насичення у важкодоступних місцях; відносно невелика собівартість, ресурсозбереження і

екологічна чистота завдяки низькій концентрації насичуючих елементів.

#### *Список використаних джерел*

1. Повышение износостойкости восстановленных деталей транспортных двигателей [Текст] / Л.А. Тимофеева, С.С. Тимофеев, И.И. Федченко, А.Ю. Демин // Трение и износ: сб. науч. трудов. – Гомель: ИММС НАН Беларуси, 2016. – Т. 37. – № 6. – С. 699-704.
2. Огнеупорные изделия, материалы и сырье [Текст]: справочник /под ред. А.К. Каркалита. – М.: Металлургия, 1991.
3. Спосіб хіміко-термічної обробки деталей із металів та сплавів [Текст]: пат. України № 45841А: В22F3/24 / Тимофеева Л. А., Проскуріна Л. В., Тимофеев С. С., Федченко І. І.; заявник та патентовласник УкрДАЗТ. - № 2001075170; заявл. 19.07.2001; опубл. 15.04.2002, Бюл. №4.