

С.О. Абрамов, к.т.н., доц.,

В.М. Анісімов, д.т.н., доц.,

В.С. Гришин, к.т.н., доц.,

Г.М. Довганюк, асп.,

Національна металургійна академія України

ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ПРЕЦИЗІЙНИХ ДЕТАЛЕЙ ЕЛЕКТРОКЛАПАНІВ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Прецизійні деталі електроклапанів, виготовлені з магніто-м'яких залізо-хромових сплавів повинні задовольняти вимогам експлуатації. У магніто-м'яких сплавів спеціального призначення на залізній, залізо-нікелієвій та залізо-кобальтовій основах високі магнітні характеристики в сполученні з комплексом других властивостей, визначених особливостями їх призначення [1]. Технологічне забезпечення виготовлення таких деталей з оптимальним сполученням основних фізико-механічних, магніто-фізичних, антикорозійних властивостей пов'язано з суттєвими складностями обумовленими комплексним сполученням характеристик, які часто бувають взаємовиключними.

Найвні дані дозволяють зробити висновок, що підвищення експлуатаційних характеристик деталей електроклапанів, рушійних установок орбітальних супутників, а отже, їх життєвого циклу, можливо добитися застосуванням різних технологій їх поверхневої обробки, таких як нанесення спеціальних покриттів, модифікація робочих поверхонь деталей, а також підбором методів обробки для зменшення залишкових напруг. Специфіка оброблюваних деталей (корозійна стійкість, магнітні властивості) потребує розробки спеціальних методів покриття, одним з таких є хромові покриття [2].

Мета досліджень – провести експериментальні дослідження по підвищенню експлуатаційної надійності деталей електроклапанів з магніто-м'яких залізо-хромових сплавів шляхом створення технологічних методів, які формують фізико-механічні, магніто-фізичні та корозійностійкі характеристики поверхневого шару деталей і вузлів.

Одним із самих розповсюджених та затребуваних процесів, що дозволяють вирішувати проблеми захисту поверхневого шару виробів є хромування. Дослідження властивостей та структури електролітичного хромового покриття магніто-м'яких сплавів в традиційних ваннах хромування на основі шестивалентного хрому показали достатньо високу корозійну стійкість і добрі електромагнітні якості. Але відомо, що процес хромування на основі хромової кислоти, відноситься до вищого класу екологічної небезпеки, так як, в якості основних компонентів використовують високотоксичні сполуки шестивалентного хрому. Тому були проведені дослідження альтернативної, безпечної технології хромування на основі солей трьох валентного хрому, зокрема оксалатно-сульфатним електролітом. Якість покриття Cr (III) товщиною 15–20мкм значно поступається стандартному покриттю Cr (VI) через велику кількість глобулярних утворень, поверхні покриттів мають грубий вигляд через неоднорідність осаду, що говорить про недосконалість існуючих технологій. У зв'язку з цим представляє інтерес дифузійне хромування, яке надає виробам опір ерозії, втоми, корозії, високі електромагнітні властивості [3]. Крім цього сприяє захисту навколишнього середовища (відсутність зливів шкідливих електролітів), а також здешевлює виробництво виробів. Для досягнення поставленої мети було досліджено пароплазмовий метод осадження хрому на поверхні магніто-м'яких залізо-хромових сплавів[5].

Експлуатаційні характеристики хромових покриттів, міцність покриття та його зчеплення з підкладкою у значній мірі залежать від підготовки поверхонь (мікрорельєфу, залишкових напружень, тощо) перед осадженням хрому. Були проаналізовані різні способи попередньої обробки поверхонь [4]. При підготовці поверхні обирали методи, коли підкладка знаходиться в активному стані, як можливо більш тривалий час. В такій якості розроблена технологія пароплазмової активації поверхонь прецизійних магніто-м'яких сплавів перед покриттям. Такий спосіб дозволяє усунути дефектний поверхневий шар, поверхневих плівок та сторонніх включень, а також ретельне очищення поверхні від усіх видів забруднень та забезпечує одержання міцно зчеплених покриттів.

Експериментальні дослідження проводились на дослідному устаткуванні кафедри технології машинобудування Національної металургійної академії України, схема якої представлена на рисунку 1.

В якості блока живлення використовувалося джерело повторного електропостачання ІВЕ-245-09 з без трансформаторним мережевим входом, працюючому на частоті перетворення 45–55кГц. Основні технічні дані блока живлення: потужність 600–6000Вт; напруга 100–1350В; струм 0,5–7,0А.

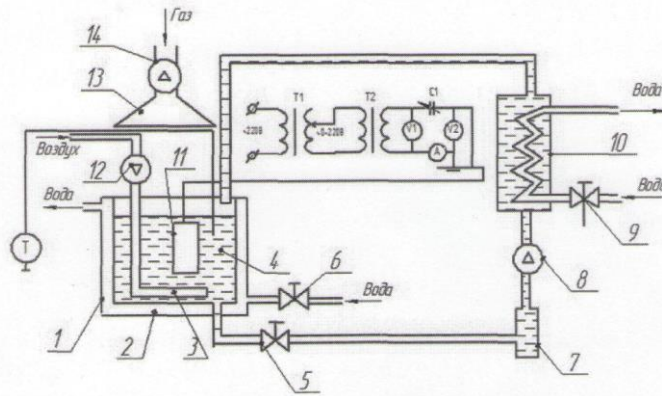


Рис. 1. Функціональна схема устаткування: 1 – гальванічна ванна; 2 – рубашка водяного охолодження; 3 – барботер; 4 – електроліт; 5, 6, 9 – запірні арматура; 7 – фільтр; 8 – водяний насос; 10 – бак з теплообмінником; 11 – деталь; 12 – повітряний компресор; 13 – витяжний зонт; 14 – витяжний вентилятор

Зразки для досліджень виготовлялись у вигляді сталевих дисків з отвором під кріплення зі сплаву 16Х-ВН. Зважаючи на те, що механічні впливи на ці сплави які приводять навіть до незначних пластичних деформацій, або залишковим напругам та погіршують властивості сплаву, треба завершени операцію по підготовці поверхні під покриття проводити безконтактними методами.

Застосування методу паро плазмової підготовки поверхонь зразків з магніто-м'яких сплавів дозволило знизити початкову шорсткість (Ra 0,8–1,0) до потрібної (Ra 0,1–0,2), при цьому можлива обробка деталей складної форми. Значення шорсткості визначалися за допомогою безконтактного інтерференційного 3D профілографа «Micron-alpha» виробництва ТОВ «Мікрон система» Україна, який дозволяє реєструвати топографію поверхні шляхом обробки послідовності інтерференційних даних (картин), реєстрованих цифровою камерою при зміщенні опорного (еталонного) дзеркала.

Осадження Cr на підготовлену поверхню зразка з магніто-м'якого сплаву 16Х-ВН проводилось оксалатно-сульфатним електролітом, який був нагрітий до температури 75⁰С, в інтервалі напруги 40–250В. Найбільш оптимальний та стабільний процес паро плазмового нанесення покриття з хрому на магніто-м'які сплави проходить в інтервалі напруг 180–200В. Металографічні дослідження виявили, що отримані покриття мають щільну структуру та неперервні по всій поверхні.

Дослідження на знос проводилися на машині тертя «Micron-tribo», призначеної для проведення досліджень на тертя та знос по схемі «шар-диск».

Висновки. Проведені експериментальні дослідження по підвищенню експлуатаційної надійності деталей електроклапанів рушійних установок орбітальних супутників з магніто-м'яких залізо-хромових сплавів дозволили розробити комплексну технологію нанесення захисного покриття з використанням пароплазмової технології, яка крім цього дозволяє очищувати та полірувати поверхні без внесення залишкових напруг.

Розроблений технологічний процес дозволяє в умовах екологічної небезпеки отримати характеристики покриття, які задовольняють вимогам експлуатаційної надійності прецизійних деталей електроклапанів рушійних установок орбітальних супутників.

Література:

1. Шишков М.М. Марочник сталей і сплавів: Довідник. Вид 3-є, доповнене. Донецьк, 2000.– 456с.
2. Данилов Р.И., Проценко В.С. Электроосаждения хрома электролитом на основе сполук Cr (III): Обзор // *Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii* 2020, №. 2, . pp. 4–29.
3. [Лайнер В.И.](#) Защитные покрытия металлов. Металлургия, М., 1974.– 559 с.
4. Velychko O.G., Liu T., Abramov S.O., Marchuk I.V., Gryshin V.S. Technological features of the preparation of cluster thermal barrier coatings on copper surfaces of the converter lance tips // *Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii*, Dniepr. Ukrainian State University of Chemical Technology 2020, No. 3, pp. 53–58.
5. Погребняк А.Д., Каверина А.Ш., Калышканов М.К. Электролитно плазменная технология для нанесения покрытий обработки металлов и сплавов // *Физикохимия поверхности и защита материалов*. 2014. Т.50, №1. С. 72–88.