

ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ДЕТАЛЕЙ НАСОСІВ ІЗ СІРОГО ЧАВУНУ ХІМІКО-ТЕРМІЧНОЮ ОБРОБКОЮ

Лалазарова Наталія Олексіївна,

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри технології металів та матеріалознавства
Харківський національний автомобільно-дорожній
університет, Україна

Афанасьєва Ольга Валентинівна,

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри основ електронної техніки
Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна

Омельченко Василь Васильович

магістр
Харківський національний автомобільно-дорожній
університет, Україна

Відцентрові насоси – ефективне та високошвидкісне обладнання для перекачування різноманітних рідин: від чистої води – до сточних вод та хімічно активних речовин, нафти [1]. Передача відбувається завдяки дії відцентрових сил лопастей робочого колеса, що рухається електродвигуном. Однією із слабких ланок, що знижує експлуатаційний час роботи насоса, є вузол кінцевого ущільнення валу, що складається з сальникової набивки і захисної втулки. Основне призначення втулок в комплекті ротора – захищати вал від зносу, корозії та ерозії. Захисні втулки із сірого чавуну марки СЧ21-40 не вдовольняють гарантії згідно ТУ у зв'язку з прискореним поверхневим зносом втулки в зоні роботи сальникової набивки.

Для збільшення строку служби втулок із сірого чавуну з пластинчастим графітом необхідна більш висока зносостійкість поверхневого шару, що може бути досягнуто методами термічної або хіміко-термічної обробки [2, 3]. Високу ефективність мають технології хіміко-термічної обробки. Треба мати на увазі, що захисна втулка – це тонкостінна деталь, тому для зміцнення її поверхні потрібен метод, який не викликає короблення.

Захисні втулки розташовані на валу ротора. Вони працюють в умовах абразивного зносу елементами набивки ущільнення і абразивних частинок, що попадають ззовні у рідину, яку перекачує насос [1].

Втулки виготовляють із сірого чавуну з пластинчастим графітом. Вироби із сірого чавуну піддають різним видам поверхневого зміцнення: індукційному поверхневому гартуванню струмами високої частоти, плазмовій обробці,

азотуванню, нітроцементації, сіліціюванню, алітуванню, хромуванню та ін. [2-4].

В роботі запропоновано для підвищення зносостійкості захисних втулок із сірого чавуну використовувати хіміко-термічну обробку – сульфоціанування.

Сульфоціанування – процес сумісного насичення деталей сіркою, вуглецем та азотом. Сульфоціанування частіше проводять у розплаві солей при температурі 560 – 580 °С [5], що не викликає короблення тонкостінних деталей. При розкладанні солей утворюються атомарні вуглець, азот та сірка, які адсорбуються на поверхні деталі та дифундують у глиб металу. При цьому утворюється зовнішній шар із сульфідів заліза з нітридними включеннями та графітом з малою твердістю. Далі розташовується шар із карбонітридів. Цей метод комплексно вирішує питання підвищення довговічності вузлів тертя ковзання – збільшує зносостійкість за рахунок шару карбонітридів, а стійкість проти задиру – за рахунок м'якого шару із сульфідів заліза.

В якості матеріалу захисної втулки був обраний сірий чавун складу: 3,19 % С, 1,76 % Si, 0,38 % Mn, 0,082 % S, ≤0,21 % P, сліди Cr, 0,16 % Cu. З чавуну виготовляли втулки діаметром 30 мм і шириною 10 мм.

Мікроструктура сірого чавуну в литому стані складається з фериту, перліту, подвійної фосфідної евтектики та пластинчастого графіту (рис. 1, а).



збільшення ×200

а



збільшення ×100

б

Рисунок 1. Мікроструктура чавуну в литому стані (а), фосфідна евтектика і розподіл графітних включень (б)

Перліт має мікротвердість $H_{50} = 1610 - 2100$ МПа, подвійна фосфідна евтектика – $H_{50} = 6440 - 7660$ МПа. Аналіз мікроструктури литого сірого чавуну показав, що вміст фериту в структурі менше 10 %, зносостійкість підвищує наявність фосфідної евтектики.

Втулки піддавали ціануванню при температурі 560 °С в розплаві солей (K_2CO_3 , $CO(NH_2)_2$, Na_2S , видержка при цій температурі варіювалася – 1,45; 2,0; 3,5; 6,0 годин.

Зразки у ванні підвішувалися на глибині 150 мм від поверхні. Після витримки у соляній ванні на протязі 1 години 45 хв при температурі 560 °С карбонітридний

шар не утворився. Утворився тільки шар з сульфідів заліза FeS_2 товщиною 0,025 мм.

Потім зразки помістили на дно ванни на глибину 400 мм і час видержки варіювали – 2, 3,5 і 6 годин.

Дослідження показали, що при всіх видержках утворюється карбонітридний шар (біла смуга внизу) і зверху – шар із сульфідів заліза (рис. 2) тільки різної товщини. Мікротвердість карбонітридного шару $H_{50} = 5500 - 6000$ МПа, мікротвердість шару сульфїду заліза $H_{50} = 750 - 1580$ МПа.



збільшення $\times 500$

Рисунок 2. Мікроструктура чавуну після сульфоціанування при температурі 560°C на протязі 3-х годин 30 хвилин

Товщина зміцненого шару для різних режимів наведена в таблиці 1. Дослідження показали, що збільшення часу видержки з 3-х до 6 годин дуже мало впливає на товщину сульфоціанованого шару: товщина шару збільшилася в 1,015 рази.

Дослідження зносостійкості чавуну проводили за втратою маси віднесеною до часу 15 хв. Дослідження впливу режиму поверхневого зміцнення на зносостійкість сірого чавуну проводили за схемою ролик-колодочка з використанням машини тертя СМЦ-2. Результати випробувань зносостійкості зразків чавуну наведені в таблиці 1. Зносостійкість чавуну в литому стані прийнята за одиницю.

Дослідження показали, що збільшення видержки в 2 рази (до 6 годин) збільшило зносостійкість тільки в 1,01 рази.

Режими ХТО, товщина зміцненого шару, відносна зносостійкість сірого чавуну

Режим ХТО і стан чавуну	Видержка, хв	Загальна товщина шару, мм	Товщина карбонітридного шару, мм	Відносна зносостійкість
Сульфоціанування (на глибині 150 мм)	1 год 45 хв	0,025	-	1,3
Сульфоціанування (на дні ванни)	2 год	0,06	0,008	3,9
Сульфоціанування (на дні ванни)	3 год 30 хв	0,065	0,01	4,8
Сульфоціанування (на дні ванни)	6 год	0,066	0,01	4,85
Сірий чавун в литому стані				1

Тому можна рекомендувати в якості оптимального наступний режим сульфоціанування: видержка при температурі 560 °С на дні ванни на протязі 3 годин 30 хвилин. На оптимальних режимах сульфоціанування на чавуні утворюється шар загальною товщиною 0,065 мм, який складається з карбонітридного шару товщиною 0,01 мм, що забезпечує високу зносостійкість і має меншу крихкість, ніж чисті карбіди або нітриди заліза, і м'якого шару сульфідів заліза, який сприяє зменшенню тертя і схильності до задиру.

На основі проведених досліджень був обраний оптимальний режим поверхневого зміцнення сульфоціануванням захисної втулки із сірого чавуну, яка працює в умовах абразивного зносу при помірних питомих навантаженнях і обмеженого змащування, що дозволяє суттєво збільшити її зносостійкість.

Список літератури

1. Герасимов Г. Г. Гідравлічні та аеродинамічні машини : підручник. Рівне : НУВГП, 2008. 241 с.
2. Чугун: Справочное издание / Под. ред. А. Д. Шермана и А. А. Жукова. М. : Металлургия, 1991. 576 с.
3. Дяченко С. С., Дощечкіна І. В., Мовлян А. О., Плешаков Е. І. Матеріалознавство : підручник. Видавництво Харків : ХНАДУ, 2007. 440 с.
4. Паисов И. В., Паисов И. В. Термическая обработка стали и чугуна. М. : Металлургия, 1970. 264 с.
5. Маттис Г. П. К вопросу о повышении эффективности сульфоцианирования // Тезисы докладов III Всесоюзной научной конференции по химико-термической обработке металлов и сплавов, 30 мая – 1 июня 1977, г. Минск. С. 144–145.