

УДК 669:621.793.6:621.74

**Кондрашова С.Г.<sup>1</sup>, Саприкін Є.В.<sup>1</sup>, Наумик В.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Бердянський машинобудівний коледж НУ «Запорізька політехніка», Бердянськ

<sup>2</sup> Національний університет «Запорізька політехніка», Запоріжжя

## **РОЗРОБКА ВИСОКОЕФЕКТИВНОГО СПОСОБУ ДИФУЗІЙНОЇ МЕТАЛІЗАЦІЇ ДЕТАЛЕЙ ХІМІЧНОГО УСТАТКУВАННЯ З СІРОГО ЧАВУНУ І СТАЛІ**

Одним з найважливіших завдань машинобудівної промисловості на сучасному етапі є підвищення надійності і довговічності деталей машин в умовах дії високих температур і тисків, агресивних середовищ, змінних навантажень і так далі. Забезпечити набуття необхідних властивостей за рахунок створення нових сплавів методами об'ємного легування не завжди можливо або недоцільно з економічною або технологічною точок зору. Окрім цього, через дефіцит нікелю, хрому, молібдену і так далі виробництво корозійностійких і окалиностійких сталей складає менше 1% від усієї металопродукції. Тому останніми роками все більше уваги приділяється розробці захисних покриттів, що забезпечують сталям і сплавам підвищені фізико-хімічні і механічні властивості, що дозволяє вирішувати завдання заміни дорогих високолегованих хромонікелевих сталей дешевшими вуглецевими. Це в першу чергу відноситься до покриттів на основі кремнію, хрому, титану, алюмінію, які забезпечують сталям і сплавам підвищену корозійну стійкість, зносостійкість, жароміцність [1, 2].

Захист поверхневого шару шляхом дифузійного легування виявляється не лише ефективним, але іноді і єдиним способом отримання необхідних властивостей виробу, оскільки тільки при цьому способі має бути досягнута абсолютна суцільність шару і висока концентрація легуючих елементів в поверхневому шарі, що особливо важливо для захисту виробів в агресивних середовищах.

За результатами проведених досліджень встановлено, що експлуатаційні властивості деталей з сірого чавуну (корозійна стійкість, жаростійкість, опір зносу) можуть бути підвищені (у 10...15 разів) за рахунок дифузійного насичення поверхневого шару одним або декількома елементами з групи: Cr, Ti, Cd, Al, Mn, Si.

Встановлено, що рівень експлуатаційних характеристик деталей з сірого чавуну, підданих дифузійній металізації, визначається сукупністю параметрів насиченого шару: глибиною, фазовим складом, характером розподілу фаз, пористістю, а також структурою шару підшару.

Серед відносно доступних солей  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{NH}_4\text{F}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NaF}$  та ін., вживаних в якості активатора, в сумішах для дифузійної металізації сірого чавуну, якісні шари, що забезпечують набуття високих експлуатаційних властивостей, можна отримати при дозованому введенні в насичену суміш солей  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{NH}_4\text{F}$ .

За отриманими математичними моделями побудовано діаграми «властивість дифузійного шару – склад суміші», які дають можливість визначити оптимальний склад суміші, що насичує, для отримання заданого рівня властивостей дифузійного покриття на сірому чавуні.

Встановлено, що найбільш високий рівень експлуатаційних властивостей деталей з сірого чавуну досягається після хромування титанування в сумішах 10...13% активаторів, що містять  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , чи  $\text{NH}_4\text{F}$ . Для отримання безпористого силіційованого шару в якості активатора слід застосовувати суміш солей  $\text{NH}_4\text{Cl}$  і  $\text{NH}_4\text{F}$  у пропорції 1:1 при загальному їх вмісті в суміші ~4% (по масі), що насичує.

Показано, що ефективність дифузійного титанування о підвищується при введенні в суміш, що насичує, алюмінію. При в титануючу суміш, що насичує, 8...10% алюмінію, на поверхні сірого чавуну формується шар, корозійна стійкість якого в 10 разів, а окалиностійкість – в 5...7 разів перевищує стійкість сталі X18H10T.

При дифузійному хромуванні сталі та сірого чавуну додаткове підвищення корозійної стійкості може бути досягнуте за рахунок введення в суміш, що насичує,  $\text{FeMn}$  та  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Після хромування в суміші що містить ~15%  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  та ~3,5%  $\text{FeMn}$ , корозійна стійкість сталі в 2,5 разу, а сірого чавуну в – 6 разів, перевищує корозійну стійкість сталі X18H10T.

Встановлено, що хромування в суміші, що містить поряд з основними компонентами ~3,5%  $\text{FeMn}$  призводить до додаткового підвищення зносостійкості сталі в 10...15 разів, а сірого чавуну – в 30...35 разів, в порівнянні з шаром, отриманим в хромуючій суміші без феромарганцю.

### Список літератури

1. Багатокомпонентні дифузійні покриття на основі титану, алюмінію та кремнію на нікелі / В. Г. Хижняк, Т. В. Лоскутова, О. Е. Дацюк, О. В. Хижняк // Наукові вісті НТУУ «КПІ»: науково-технічний журнал. – 2015. – № 1(99). – 79 – 84.

2. Фазовий і хімічний склад дифузійних титаноалюмохромових покриттів. / О. Е. Дацюк, В. Г. Хижняк, Т. В. Лоскутова та ін.. // Журн. нано- та електрон. фізики. –2018. – 10. – № 3. – С. 03015-2 – 03015-4.

УДК 621.74.669.13.

**В. М. Кропівний, О. В. Кузик, А. В. Кропівна**

Центральноукраїнський національний технічний університет, Кропивницький

### **ПІДВИЩЕННЯ МОДИФІКУЮЧОЇ ДІЇ МАГНІЮ ПРИ ОТРИМАННІ ЧАВУНУ З ВЕРМИКУЛЯРНИМ ГРАФІТОМ**

Одним зі шляхів підвищення ефективності модифікуючої дії магнію при одержанні чавуну з вермикулярним графітом (ЧВГ) методом модифікування всередині ливарної форми (МВЛФ) є додаткове введення в розплав елементів, що мають у порівнянні з магнієм більше хімічне спорідненення до сірки і кисню. Це дозволяє зменшити кількість магнію, що зв'язується в міцні хімічні сполуки, підвищити його вміст і однорідність розподілу між структурними складовими чавуна в процесі кристалізації. Результати термодинамічних розрахунків рівноваги металургійних реакцій десульфурзації, розкислення і карбідоутворення свідчать про те, що даним умовам відповідають кальцій та рідкоземельні метали.

Обробка розплаву лігатурами з кальцієм через сильне ошлакування пов'язана з рядом технологічних труднощів, що посилюються при МВЛФ. Більш технологічним є введення в розплав з магнієвою лігатурою рідкоземельних металів, позитивний вплив яких на формоутворення компактного графіту відомий з практики одержання високоміцних чавунів. При цьому з економічної точки зору більш ефективним є застосування церієвих лігатур, що містять 25...35% рідкоземельних металів.

Визначення оптимального складу механічної модифікуючої суміші для МВЛФ лігатури ФСМг6 (ТУ 14-5-134-2005) з добавкою лігатури ФС30РЗМ30 (ТУ 14-5-136-81) проводили на розплавах, що містили до 0,01% S. Досліджували обробку розплаву сумішшю з вмістом лігатури ФС30РЗМ30 у кількості від 5 до 50% до масі.

Наявність у складі модифікуючої суміші 5% лігатури ФС30РЗМ30 забезпечило при модифікуванні якісні зміни в характері структуроутворення виливків, щодо результатів обробки розплавів однієї лігатури ЖКМ-2. Обробка розплаву такою