

Таким образом, применение псевдооживленного слоя при ЛГМ позволяет расширить возможности способа, а также сократить технологический процесс и повысить качество отливок.

### Список литературы

1. Патент 97151 Украины, МПК В22D 27/04. Оpubл. 10.03.2015, Бюл. №5. Способ охлаждения отливок в литейной форме / *Калюжный П.Б., Голофаев А.Н., Гутько Ю.И.*

2. *Зальцман Э.С., Самсонов В.И.* Регулирование остывания отливок в форме путем охлаждения стержней / Сборник «Теплообмен между отливкой и формой» под ред. Вейника А.И. – Минск, Вышэйшая школа, 1967, с. 123-126.

УДК 621.745.55

**М.М. Ямшинський, Г.Є. Федоров, К.С. Радченко**

Национальный технический университет Украины «КПИ», Киев

### ТЕРМОСТІЙКІСТЬ ХРОМОАЛЮМІНІЄВИХ СТАЛЕЙ

Основною характеристикою жаростійких сплавів для роботи в екстремальних умовах є їх окалиностійкість, тобто здатність матеріалу чинити опір утворенню окалини на поверхні виробу в умовах високих температур та агресивних середовищ. Проте, практикою експлуатації жаростійких деталей установлено, що вибір сплаву з високою окалиностійкістю є необхідним, але недостатнім для забезпечення тривалої роботи виробів, оскільки більшість деталей в умовах високих температур працюють з періодичними нагріваннями та охолодженнями, тобто піддаються теплосмінам. Такі деталі виходять із ладу переважно через появу тріщин, які виникають внаслідок зміни температури виробу й накопичення термічних напружин, що перевищують допустимі для даних умов. Крім того, тривала експлуатація жаростійких деталей супроводжується зміною розмірів останніх.

Отже за сучасними уявленнями жаростійкість необхідно розглядати як три властивості металу: окалиностійкість, термостійкість і ростостійкість, а тому розроблення нових жаростійких сталей і сплавів слід виконувати з урахуванням цих характеристик.

Термостійкість сплавів, в основному, залежить від розмірів зерен. Сплави, для яких характерне руйнування межами зерен, менш термостійкі, ніж сплави, в яких тріщини термічної втоми розвиваються в об'ємі зерен.

Характер руйнування деталей від термічної втоми дуже різноманітний і залежить від властивостей матеріалу та умов експлуатації.

Численні теоретичні та експериментальні роботи щодо термостійкості металів і сплавів, в яких наведено спроби зв'язати кількість циклів теплосмін до руйнування деталі з фізичними та механічними властивостями сплавів і параметрами теплового циклу, не дають однозначної відповіді на питання щодо закономірностей розроблення термостійких сплавів.

Типовим характером руйнування від термічної втоми є розтріскування. Він притаманний для деталей теплоенергетичного устаткування, особливо жаростійким вузлам котельних установок, що пов'язано з різким коливанням температур деталей під час зміни теплового режиму роботи котельного агрегату, плановим та аварійним зупинкам теплоенергетичних блоків.

Таким чином під час розроблення нових жаростійких сплавів особливу увагу необхідно приділити забезпеченню матеріалу достатнього опору металу розвитку термічній втомі.

У роботі досліджено вплив хрому, алюмінію та титану на термостійкість хромистих сталей.

Хром підвищує термостійкість жаростійкої сталі внаслідок збільшення в її структурі феритної складової та зниження коефіцієнта лінійного розширення фериту. Крім того феритна структура сталей, які леговані хромом, зменшує негативний вплив на термостійкість напружин II-го роду, які виникають під час  $\gamma \leftrightarrow \alpha$  перетвореннях. Стабілізуванням фериту під час нагрівання-охолодження та низьким коефіцієнтом лінійного розширення і пояснюється краща термостійкість феритної хромистої сталі в порівнянні з хромонікелевими сплавами на нікелевій та кобальтовій основах.

Установлено, що вміст алюмінію до 1,0% покращує термостійкість сталі внаслідок глибокого розкиснення сталі, збільшення стабільної феритної складової, очищення металу від газів і неметалевих включень. Такий вміст алюмінію дещо покращує відносне подовження, що в свою чергу призводить до покращання термостійкості. Подальше підвищення вмісту алюмінію в сталі сприяє зниженню термостійкості приблизно на 10...12% на кожний відсоток алюмінію через збільшення зерен фериту і послаблення міжзеренного зв'язку.

Установлено, що термостійкість хромистої сталі з вмістом алюмінію понад 1,0% майже повною мірою визначається величиною коефіцієнта лінійного розширення. Отже для забезпечення високої термостійкості хромоалюмінієвої сталі з 30...32% хрому, вміст алюмінію необхідно обмежувати на рівні 1,0...1,5%, але для виробів, які працюють за температур вищих 1200 °С вміст алюмінію необхідно підвищувати до 2% з метою покращання її окалиностійкості.

Подрібнення структури та покращання термостійкості хромоалюмінієвої сталі можна досягти додатковим легуванням її титаном. Установлено, що за малих добовок титану (0,1...0,2%) спостерігається погіршення термостійкості сталі ( $\approx 10\%$ ) внаслідок забруднення металу продуктами розкиснення і послаблення міжзеренних зв'язків. Високі стабільні властивості хромоалюмінієва сталь набуває за вмісту титану в межах 0,3...0,5%, зберігаючи високу окалиностійкість металу.

УДК 669.187.28:669.162.275

**Ясинская Е. А., Костяков В. Н.**

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

(044) 424-11-55, email: Alenka-Iexa@yandex.ru

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШЛАКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И ЛИГАТУР ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ХРОМИСТЫХ ЧУГУНОВ**

Одним из перспективных путей экономии легирующих элементов в процессе производства сталей и чугунов является использование шлаковых оксидосодержащих материалов (прямое легирование). В основу технологии прямого легирования сплавов отвальными шлаками положен принцип жидкофазного восстановления ведущего элемента или группы элементов из оксидных материалов. Применение такого способа в практике металлургического производства может существенно уменьшить потребность в дорогостоящих, традиционных ферросплавах, а, следовательно, снизить себестоимость металлопродукции.

В данной работе изучали возможность применения в качестве легирующего компонента шихты отвального сталеплавильного шлака, используя его непосредственно при жидкофазной восстановительной плавке, в сравнении с хромистой лигатурой, предварительно полученной из того же шлака. Для проведения исследований использовали отвальный электросталеплавильный шлак завода "Днепроспецсталь"