

На рис. 1 сопоставлены значения рассчитанных по уравнениям (1 и 2) экспериментальных значений теплоёмкости и теплопроводности для различных групп ферросплавов хрома.

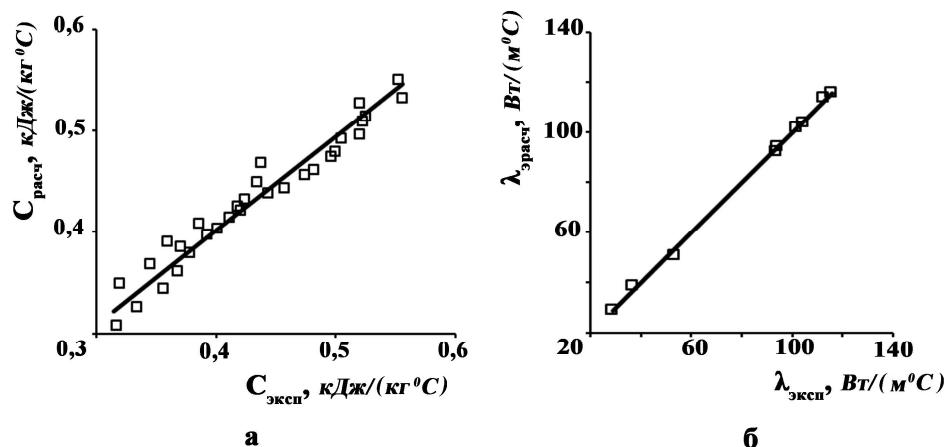


Рисунок 1. Сопоставление расчетных и экспериментальных значений теплоемкости (а) и теплопроводности (б) основных групп промышленных марок феррохрома.

Полученные результаты показали принципиальную возможность использования физико-химической модели металлических расплавов для прогнозирования важнейших теплофизических свойств основных групп как промышленных марок феррохрома, так и других типов ферросплавов.

### Список литературы

1. Приходько Э.В. Физико-химические критерии для оценки степени микронеоднородности металлических расплавов / Э.В. Приходько, А.Ф. Петров // *Металлофизика и новейшие технологии*. – 1998. – Т. 20. – № 7. – С. 64-74.

УДК 669.15-194.2:621.365

**С.Н. Подгорный**

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

### **ОПРОБОВАНИЕ ПРЯМОГО ЛЕГИРОВАНИЯ СТАЛИ ХРОМОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕДНОГО ХРОМСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ**

Выплавка легированных хромом сталей, в том числе и коррозионностойких, сегодня реализуется только за счет применения стандартных хромистых ферро-

сплавов, производство которых в Украине отсутствует. Использование импортных даже углеродистых ферросплавов обуславливает существенное повышение себестоимости металла, также как и применение дорогостоящих низкоуглеродистых марок феррохрома даже в небольших количествах при доводке химического состава стали.

Единственные разведанные запасы хромовых руд в Украине на Побужье сегодня практически не разрабатываются. Относительно низкое содержание в них хрома (27-30%) при высоком железе ( $Cr/Fe \leq 0,9$ ) и мелкофракционный гранулометрический состав после обогащения делает их непригодными для выплавки углеродистого феррохрома в рудовосстановительных печах.

По нашему мнению прямое легирование стали хромом с применением бедных концентратов или иных относительно высокохромистых пылевидных материалов может быть экономически целесообразно только в случае реализации при электроплавке стали углетермических процессов взамен силико- или алюмотермии.

Установлено, что в период плавления шихты в дуговых сталеплавильных печах создаются необходимые термодинамические и кинетические условия восстановления оксидов хрома углеродом с использованием тепла печных газов без дополнительных затрат электроэнергии.

С целью проверки возможности осуществления и оценки экономической эффективности прямого легирования хромом в условиях сталелитейного цеха ПАО «Армопром» г.Миргород в дуговой печи ДСП – 3М было проведено 2 балансовые плавки с применением Побужского хромового концентрата (ПХК) Липовеньковского месторождения и пыли газоочисток (ПГ) производства феррохрома Актюбинского завода ферросплавов. Оба материала имеют фракцию менее 400 мкм, что определило необходимость их брикетирования.

В качестве восстановителя использовали низкосернистый антрацит ( $S=0,65\%$ ,  $C=85-90\%$ ), а так же углеродистые материалы (до 30 % SiC).

Существенным отличием текущих плавков для товарного литья из конструктивных сталей марок 15ХЛ и 15Х1М1ФЛ (ГОСТ 978-83) от балансовых является скачивание до 50% шлака окислительного периода без восстановления из него хрома из-за необходимости получения стандартной по фосфору стали. Тем не менее, в этих плавках достигнут даже более высокий уровень использования хрома, особенно при использовании брикетов, где в качестве восстановителя использовали углеродистые материалы, содержащие до 30 % карбида кремния, это обусловлено не только участием кремния в восстановлении оксидов концентрата в процессе нагрева

и плавления шихты, но и блокирующим характером его влияния на окисление хрома в начале периода обезуглероживания, так как его концентрация значительно выше, чем в остальных плавках. Чему способствует и относительно высокая концентрация углерода. Первоочередное окисление кремния способствует разогреву ванны благодаря началу интенсивного обезуглероживания также опережает окисление хрома.

Кроме этого положительная роль углеродистых материалов содержащих SiC по сравнению с антрацитом проявляется в их гранулометрическом составе (максимальная фракция – 1мм, против – 5мм у антрацита) и в значительно меньшей концентрации серы (0,30 % против 0,65 % мас.). Первое обуславливает более развитую поверхность контакта концентрата с восстановителем, а второе – существенно облегчает десульфурацию стали, снижает количество шлака восстановительного периода и тем самым косвенно повышает сквозное извлечение хрома.

Показана принципиальная возможность прямого легирования конструкционных сталей хромом до 2 % мас. путем присадки в шихту электроплавки брикетов из бедных концентратов Побужского месторождения и альтернативных хромсодержащих материалов с восстановителем. Лучшие показатели усвоения хрома ( $\eta_{Cr} > 80$  % отн.) достигаются при использовании в качестве восстановителя углеродистых материалов содержащих в своем составе SiC, при этом установлены наиболее оптимальные способы ввода хромсодержащих брикетов при выплавке конструкционных сталей типа 15ХЛ, 15Х1М1ФЛ в электродуговой сталеплавильной печи типа ДСП-3М.

УДК 669.184-669.14.018.8

**С.Н.<sup>1</sup> Подгорный, А.Ю.<sup>2</sup> Садовник**

<sup>1</sup> – Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск;

<sup>2</sup> – ООО «Газогислородные технологии»

## **РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ МЕТОДОМ ГКР**

Технологическая революция в производстве коррозионностойких сталей произошла в начале 60-х годов прошлого столетия. Суть которой заключалась в пространственном разделении энергетического (плавление) и технологического (рафинирование) периодов плавки. Появляются новые процессы VOD и AOD, стремительно растет доля выпускаемых специальных сталей – особонизкоуглеродистых с повышенной коррозионной стойкостью.