

алюминия на 8 %. Интегрированный поэтапный расход алюминия на производство судовой стали марки А 36 в результате применения комплексной внепечной обработки металла с использованием модифицирования карбидом кальция был снижен на 0,22 кг/т. Экономический эффект за счет экономии алюминия в результате модифицирования конвертерной стали А 36 карбидом кальция по результатам опытных плавов составил 1,76 грн/т.

УДК 669.168

**С. Г. Мельник<sup>1</sup>, А. И. Троцан<sup>2</sup>, В. И. Курпас<sup>3</sup>, Л. С. Тихонюк<sup>4</sup>, Б. Ф. Белов<sup>2</sup>,  
И. Л. Бродецкий<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Приазовский государственный технический университет, г. Мариуполь

<sup>2</sup>Институт проблем материаловедения НАН Украины, г. Киев

<sup>3</sup>Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, г. Киев

<sup>4</sup>ММК им. Ильича, г. Мариуполь

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА КОНВЕРТЕРНОЙ СТАЛИ С КОМПЛЕКСНЫМ РАСКИСЛЕНИЕМ**

Результаты термодинамического и кинетического анализов продувки металла в конвертере технически чистым кислородом с содержанием последнего не менее 99,5 % в условиях выплавки стали «с передувом» подтверждают наличие сверхравновесного кислорода в получаемом полупродукте. Экспериментально определяемое количество сверхравновесного, или свободного, кислорода в металле при помощи устройств для контроля окисленности стали УКОС – 1 и «Селох» составляет 0,140 – 0,060 %.

Для удаления кислорода, как в свободном виде, так и в соединениях, из жидкого металла производят раскисление металла добавками раскислителей. Основным раскислителем при производстве стали является алюминий, около 85 % которого «угорает», или безвозвратно теряется, при раскислении. Раскисление, как правило, выполняется присадкой первичного или вторичного алюминия в металл при выпуске из конвертера в сталеразливочный ковш. Эффективность раскисления определяется по остаточному содержанию алюминия в готовой стали.

Вместе с тем разработаны и применяются при выплавке стали другие процессы и материалы, позволяющие снизить затраты на раскисление стали и затраты на

производство стали в целом. Так, например, внепечное вакуумирование стали позволяет понизить содержание кислорода в стали на 40 – 50 %. Если при этом для раскисления стали использовать гранулированный алюминий, то суммарный расход алюминия на раскисление снижается более, чем в 2 раза. Несколько снижает содержание кислорода в металле внепечная обработка его продувкой нейтральным газом. Любое мероприятие, направленное на снижение содержания в стали неметаллических включений (НВ) на основе оксидов, может заменить или дополнить традиционное раскисление ее. Обработка стали в ковше активными шлаковыми расплавами, сформированными из жидких синтетических шлаков или твердых шлакообразующих смесей (ТШС), способствует удалению НВ из металлической в шлаковую фазу, смещая равновесие процесса образования НВ, в том числе оксидов, в сторону образования НВ. При этом в соответствии с принципом Ле-Шателье развивается процесс формирования новых оксидов с участием свободного кислорода, то есть процесс раскисления.

Разработаны и используются другие технологические приемы, связанные с применением материалов, частично замещающих алюминий. Так, использование при внепечной обработке Са – содержащих материалов ( $\text{SiCa}$ ,  $\text{CaC}_2$ ), которые присаживают в жидкий металл в кусковом или порошкообразном виде с применением пневмокамерных питателей, или проволокой при помощи трайб – аппаратов, оказывает дополнительный раскисляющий эффект. Установлено, что при выплавке стали в 160 - т конвертерах внепечное модифицирование стали по технологии, включающей применение карбида кальция  $\text{CaC}_2$ , увеличивает усвоение алюминия на 8 %.

Еще один дополнительный материал применяется при раскислении стали вместо алюминия. Ферроалюминий марки ФА-30 используют в качестве частичной замены вторичного алюминия марки АВ 87, в том числе при предварительном раскислении стали. В связи с различной плотностью алюминия АВ 87 и ферроалюминия ФА-30 и содержанием алюминия в ферроалюминии на уровне 28 – 30 % механизм раскисления по этим двум вариантам был различным. В жидкой стали плотностью порядка  $7000 \text{ кг/м}^3$  ферроалюминий и алюминий ведут себя по-разному. Ферроалюминий ФА-30 плотностью  $5500 - 6300 \text{ кг/м}^3$ , всплывает до границы металла с жидким шлаком, плотность которого составляет  $2900 \text{ кг/м}^3$ , медленнее, чем алюминий, имеющий плотность  $2697 \text{ кг/м}^3$ . Ферроалюминий останавливается и не всплывает в шлаковом расплаве, растворяясь в металле и продолжая оказывать раскисляющее действие на сталь, тогда как алюминий продолжает всплывать в шлаковой фазе до контакта с газовой фазой, раскисляя шлак.

В зависимости от требований к качеству выплавляемой стали могут быть применены различные способы раскисления металла, в том числе не исключается комплексное их использование в сочетании с методами внепечной обработки стали.

УДК 666.91.311

**А.О. Мусіна, О.О. Сігунов, Т.В. Кравченко, А.О. Гура**

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», Дніпро

## **РОЗРОБКА ГАЗОГІПСУ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТАЛІЧНОГО КРЕМНІЮ ТА ФЕРОСИЛІЦІЮ**

Сучасне життя суспільства без ефективного функціонування будівельного комплексу просто неможливе. Рівень його розвитку впливає на формування пропорцій і темпів розвитку галузей господарства, розміщення продуктивних сил і розвиток регіонів. Будівельний комплекс підтримує у належному стані обороноздатність країни, створює передумови для зростання виробництва в усіх галузях господарства.

Окремим сектором в будівництві є виробництво ніздрюватих бетонів, які на ряду з високими будівельними характеристиками мають високі теплозахисні властивості. Енергозберігаючий фактор будівель і споруд в умовах складної енергетичної ситуації в Україні є одним з найважливіших.

Перспективним напрямком в виробництві ніздрюватих бетонів є проектування складів в яких відсутній портландцемент. В цьому зв'язку розробка будівельних сумішей, які вміщують в своєму складі активований газоутворювачем або піноутворювачем будівельний гіпс є актуальною.

Метою даної роботи є розробка технології виготовлення газогіпсу з застосуванням різних газоутворювачів, в тому числі металічного кремнію та феросиліцію.

При виконанні роботи використовувались такі матеріали: гіпс будівельний марки Г-5, вапно ТОВ "Дніпровський завод будівельних матеріалів", алюмінієва пудра, хлорне залізо ( $\text{FeCl}_3$ ), металічний кремній ( $\text{Si}_{\text{мет}}$ ), сульфат алюмінію ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ), феросиліцій ( $\text{FeSi}_2$ ), вапняк ( $\text{CaCO}_3$ ), активатор (їдкий натр), ПАР.

Виготовлені композиції формували у вигляді кубів з ребром 7,07см з тіста нормальної густини ( $\text{В/Г}=0,7$ ).