

2. Кочо В.С. Кипение жидкого металла в ванне сталеплавильной печи [Текст] / В.С. Кочо // Сталь. 1945. – №2 – 3. – С. 55–60.
3. Меджибожский М.Я. Основы термодинамики и кинетики сталеплавильных процессов [Текст] / М.Я. Меджибожский. - Киев; Донецк: Вища школа, 1986. – 280 с.
4. Варенцов А. А. О термодинамическом анализе процессов перемешивания расплавов [Текст] / А. А. Варенцов, Е. А. Капустин // Изв. АН СССР. – Металлы. – 1983. - № 6. - С. 23–32.
5. Яковлев Ю.Н. Математическая модель обезуглероживания жидкой стали с учетом микро- и макропереноса [Текст] / Ю.Н. Яковлев, Л.В. Камкина // Вестник Приазовского государственного технического университета. – Вып. № 7. Мариуполь. – ПГТУ, 1999. – С. 63–71.
6. Яковлев Ю.Н. Математическая модель окисления углерода при вакуумной обработке стали в ковшах [Текст] / Ю.Н. Яковлев, А. Г. Величко, Л.В. Камкина // Вестник Приазовского государственного технического университета. – Вып. № 10. Мариуполь. – ПГТУ, 2000. – С. 45 – 52.
7. Иванов А. В. Моделирование процессов перемешивания в ваннах металлургических агрегатов при барботаже / А. В. Иванов, Ю. Н. Яковлев // Теория и практика металлургии. – 1998. - № 2. -С. 12–15.

Рецензент: Б.М. Бойченко  
д-р техн. наук, проф., НМетАУ

Статья поступила 02.12.2010

УДК 669.431.6.

Мешалкин А.П.<sup>1</sup>, Анкудинов Р.В.<sup>2</sup>, Колбин Н.А.<sup>3</sup>

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДУТЬЕВОГО И ШЛАКОВОГО РЕЖИМОВ  
КОНВЕРТЕРНОЙ ПЛАВКИ ПРИ РЕГЛАМЕНТИРОВАННОМ ВВОДЕ  
КОМПЛЕКСНЫХ ДОБАВОК МНОГОЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

*В статье рассмотрено влияние шлакообразования на дутьевой режим конвертерной плавки при использовании комплексных шлакообразующих на основе техногенных отходов.*

**Ключевые слова:** кислородный конвертер, дутьевой режим, шлакообразование, техногенные отходы.

*Мешалкин А.П., Анкудинов Р.В., Колбин Н.А. Вдосконалення дутьєвого та шлакового режимів конвертерної плавки при регламентованому введенні комплексних домішок багатогоцілового призначення. У статті розглянуто вплив шлакоутворення на дутьєвий режим конвертерної плавки при використанні комплексних шлакоутворюючих на основі техногенних відходів.*

**Ключові слова:** кисневий конвертер, режим дуття, шлакоутворення, техногенні відходи.

*A.P. Mishalkin, R.V. Ankudinov, N.A. Kolbin. Improvement of blowing and slag-regimes of converter process with regulated entering of complex additions, that are multi-purpose. The article considers the influence of slag-making on blowing regim in converter process by using complex slag-making components based on man-made waste.*

**Keywords:** oxygen converter, blowing, slag-making, man-made wastes.

**Постановка проблемы.** Наиболее эффективным направлением совершенствования кислородно-конвертерного процесса, остается оптимизация дутьевых режимов, обеспечивающая в агрегатах с существующими способами продувки ванны, наряду с регулируемым рассредоточением вдуваемого кислорода, процессы шлакообразования, определяющие завершенность ос-

<sup>1</sup> канд. техн. наук, доцент, Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

<sup>2</sup> канд. техн. наук, доцент, Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

<sup>3</sup> канд. техн. наук, доцент, Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

новых металлургических реакций и конечные результаты плавки. Значительное внимание уделяется вопросам использования в конвертерном переделе отходов производства, обеспечивающих ускорение шлакообразования, ресурсосбережение, улучшение экологической обстановки в промышленно развитых регионах Украины.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Известны различные способы интенсификации шлакообразования в конвертере:

1. присадка в конвертер твердого шлака [1];
2. использование жидкого синтетического шлака [2];
3. использование отработанной угольной футеровки электролизеров алюминиевого производства [3];
4. применение флюса ожеженного, содержащего углерод, оксиды железа и магния [4], железифлюса [5], ожеженной извести [6];
5. вдувание в конвертере комбинированного дутья через верхнюю фурму порошкообразного марганецсодержащего сырья, в том числе в составе смесей с углеродсодержащими и флюсующими материалами [7], через донную – «черной извести» [8], использование фурм многоцелевого назначения [9] и многие другие.

При всей значимости активного воздействия дутья на процессы шлакообразования необходимо оценивать возможное и реальное их влияние на гидродинамические параметры продуваемой ванны, определяющие условия массо- и теплопереноса в конвертерной ванне, процессы образования и выноса всплесков жидкой фазы, условия работы верхней водоохлаждаемой кислородной фурмы, обеспечивающей эффективное использование кислорода дутья, интенсивное перемешивание ванны и требуемую окисленность шлака.

**Цель статьи** - на основе анализа особенностей режимов дутья и шлакообразования обосновать необходимость применения разработанных опытных материалов с регулируемым составом и назначением, регламент их ввода в конвертер и экспериментально оценить влияние шлакообразования на дутьевой режим конвертерной плавки.

**Изложение основного материала.** Повышение эффективности дутьевого и шлакового режимов конвертерной плавки с присадкой шлакообразующих компонентов в ванну или вводом в струе окислительного газа в заданный момент времени и для решения конкретной задачи может быть достигнуто на основе оценки их взаимного влияния по ходу плавки. Актуальным, требующим проведения дальнейших исследований, является создание рациональных технологий и эффективных технических решений по разработке исходных составов, способов подготовки и использования материалов для улучшения шлакообразования и рафинирования в конвертере и при внепечной обработке.

Большая роль в решении поставленной задачи отводится разработке материалов на основе техногенных отходов собственного и других производств, с более полным использованием внутреннего потенциала полезных свойств отходов различных производств.

Многообразие способов и приемов ведения шлакового режима требует более глубокого анализа его влияния на гидродинамику продуваемой газом ванны, процессы образования всплесков жидкой фазы, условия работы верхней водоохлаждаемой кислородной фурмы. Наиболее эффективным способом регулирования процесса шлакообразования, целью которого является раннее образование основного, активного по отношению к сере и фосфору шлака, является изменение параметров продувки, влияющих на условия внедрения и взаимодействия кислородной струи с ванной. В настоящем исследовании разработаны составы, способы подготовки и применения комплексных шлакообразующих многоцелевого назначения из трудноутилизуемых отходов и экспериментально определен наиболее рациональный дутьевой режим при использовании комплексных материалов с регулируемым содержанием извести, углерода и оксидов железа.

Анализ результатов исследования поведения конвертерной ванны при изменении положения фурмы над уровнем спокойной ванны по ходу продувки свидетельствует о снижении ее стойкости, увеличении степени зашлакованности, затрудняющей эксплуатацию фурмы и регулирование дутьевого режима по ходу плавки. Причиной этих негативных последствий является нестабильность гидродинамики продуваемой ванны, вызванная периодическим изменением условий внедрения в ванну высокоскоростной струи, окисления примесей в объеме жидкой ванны и взаимодействия дутья с ванной при изменении основных параметров дутья.

В условиях кратковременности продувки конвертерной ванны трудно обеспечить раннее формирование активного основного шлака, путем растворения загружаемой в конвертер куско-

вой извести. Ускорение растворения извести обычно достигается продувкой при повышенном положении кислородной фурмы для обогащения формирующегося шлака оксидами железа и марганца. Установлено, что при подъеме фурмы на 30–40 калибров время полного смешения ванны увеличивается на 20–25% с соответственным снижением скорости циркуляции жидкой фазы в основном циркуляционном контуре. Циклическое перемещение места протекания реакций окисления, примесей ванны кислородом с образованием продуктов их реагирования ухудшает условия тепло- и массопереноса от реакционной зоны в объем ванны. При перемещениях фурмы зафиксировано также значительное увеличение высоты сплошного всплеска жидкой фазы над уровнем спокойной ванны, вспенивание шлака, что вызвано изменением глубины внедрения реакционной зоны, конечной скорости выхода газообразных продуктов и кинетических закономерностей реакции окисления углерода.

Эта нестабильность гидродинамики ванны приводит к замедлению шлакообразования, плавления лома, снижает скорости протекания металлургических реакций и ухудшает условия работы кислородной водоохлаждаемой фурмы. В основном влияние дутьевого и шлакового режимов на основные текущие и конечные показатели конвертерного процесса оценивается отдельно без учета возможного взаимного их влияния.

Исходя из отмеченных негативных последствий изменения дутьевого режима плавки, разработаны составы, способы получения комплексных шлакообразующих на основе трех техногенных отходов: пыли и шлама сталеплавильного производства, пылевидных отходов производства извести и углеродсодержащих отходов растительного происхождения. Основанием для разработки комплексного шлакообразующего является экспериментальное подтверждение эффективности использования в качестве десульфуратора и дефосфоратора двухкомпонентного полупродукта, полученного совместным обжигом лигнина и пыли газоочистки производства извести, в виде брикетов или введением опытного порошкообразного материала в струе несущего газа [8].

Исследованы в лабораторных условиях (25кг конвертер) режимы шлакообразования при использовании комплексных материалов содержащих регулируемые, в зависимости от выполняемых функций и периода продувки ванны, количества углерода (5–50%), извести или известняка (30–50%) и оксидов железа (5–50%). Установлена возможность стабилизации гидродинамической обстановки конвертерной ванны с постоянным на протяжении всего продувочного периода положением фурмы (40–60 калибров). Это достигается при регламентированном вводе опытных брикетированных или порошкообразных присадок с регулируемыми, по ходу продувки, составом и назначением. При этом глубина внедрения кислородной струи составляет около 0,5 глубины жидкой ванны.

Использование опытных комплексных шлакообразующих обеспечило стабильную гидродинамическую обстановку в ванне, относительно раннее формирование шлака с основностью 2,6 - 3,0 и содержанием оксидов железа 12,4–15,2%, снизило расход извести и плавикового шпата (~ на 6 -8 %) без увеличения расхода чугуна на плавку. Использование в составе комплексных шлакообразующих известняка при частичной или полной замене извести свидетельствуют об эффективности этого мероприятия, позволяющего использовать выделяющиеся объемы  $\text{CO}_2$  для дополнительного перемешивания и «промывки» шлака.

### **Выводы**

1. Основным и наиболее эффективным направлением использования трудноутилизуемых мелкодисперсных отходов является их предварительная комплексная тепловая или восстановительно-тепловая обработка, исходный состав которых определяется ожидаемыми или прогнозируемыми свойствами получаемого полупродукта и его назначением.
2. При использовании брикетированного опытного материала в качестве шлакообразующего, при 50 и 100 % замене кусковой извести, достигнуто раннее наведение высокоосновного шлака и получена возможность проведения реакций удаления из металла серы и фосфора до их более полного завершения.
3. При необходимости повышения в стали содержания углерода по ходу или в конце конвертерной плавки установлена высокая эффективность науглероживания металла опытным материалом с повышенным содержанием углерода.
4. Экспериментально установлена возможность стабилизации гидродинамики ванны, регулирования скорости шлакообразования, с достижением заданной интенсификации основных металлургических реакций, в зависимости от решаемых по ходу конвертерной плавки задач.

**Список использованных источников:**

1. Цыкин Л.В. Интенсификация шлакообразования в конвертерной ванне при использовании твердого конечного шлака / Л.В. Цыкин // Тепломассообмен в ваннах сталеплавильных агрегатов. - М., 1985. - С. 95-97.
2. Пак Ю.Н. Передел низкомарганцовистого чугуна с использованием в конвертере конечного шлака / Ю.Н Пак., П.И. Югов, С.Д. Зинченко // Черная металлургия. – 1986. - №8. - С. 48.
3. Использование комплексных флюсов, содержащих отходы производства алюминия / Смирнов Л.А., Демидов К. Н., Челпан С.М. [и др.] / Тр. I Конгресса сталеплавильщиков. - М., 12-15 окт. 1992. М.: ОАО «Черметинформация». – 1993. –С. 181-184.
4. Демидов К. Н. Выплавка стали в конвертерах с использованием флюсов с высоким содержанием оксидов магния / К. Н. Демидов, А. М. Ламухин, О. Ф. Шатилов // Новые огнеупоры. – 2005. - №5. – С. 13-21.
5. Смирнов Л.А. Разработка комплексной схемы утилизации железосодержащих отходов / Л.А. Смирнов, В.А. Кобелев, В.Н. Потанин // Сталь. – 2001. - №1.- С. 89-90.
6. Соколова Т.Г. Интенсификация шлакообразования в кислородно-конвертерном процессе / Т.Г. Соколова, В.П. Хайдуков, В.П. Трубников // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2006. - №7. – С. 151-152.
7. Чернятевич А.Г. Варианты продувки конвертерной ванны с жидкофазным восстановлением добавок марганецсодержащего сырья / А. Г Чернятевич, Е.Л. Мастеровенко, Е.Н Сигарев // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2006. - №7. – С. 112-117.
8. А. Величко, А. Мешалкин, Л. Камкина. Nove technologie i osiagniecia w metalurgii i inzynierii materialowej. Chstochowa: Wydawnictwo Politechnicznej, 2008. - p. 345-349.- ISBN 978-83-7193-372-1.
9. Меркер Э.Э. Энергосберегающий режим продувки конвертерной ванны кислородом / Э.Э. Меркер, Г.А. Карпенко, А.А. Кожухов // ОАО «Черметинформация». Бюллетень «Черная металлургия». - 2007. - №6.- С. 82-84.

Рецензент: К.Г. Низяев  
д-р техн. наук, проф., НМетАУ

Статья поступила 02.12.2010

УДК 54:669.154

Скребцов А.М.\*

**ЯДЕРНЫЕ И ПЕРИФЕРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АТОМОВ СИСТЕМЫ  
ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА И ИХ СОВМЕСТНОЕ ВЛИЯНИЕ  
НА ХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВА**

*Химические и физические свойства элементов, как считали до последнего времени в науке, определяются строением внешних электронных оболочек атомов. Впервые показано, что электронные слои и ядра атомов в одинаковой степени влияют на свойства элементов (Правило Скребцова А.М.).*

**Ключевые слова:** атом, электронные оболочки, протоны, нейтроны, удельный заряд ядра, свойства элементов, металлургические процессы.

**Скребцов О.М. Ядерні і периферичні властивості атомів системи елементів Д.І. Менделєєва і їх спільний вплив на хімічні і фізичні властивості речовини.** Хімічні і фізичні властивості елементів, як вважали до останнього часу в науці, визначаються будовою зовнішніх електронних оболонок атомів. Вперше показано, що електронні шари і ядра атомів однаковою мірою впливають на властивості елементів (Правило Скребцова О.М.).

**Ключові слова:** атом, електронні оболонки, протоны, нейтрони, питомий заряд ядра, властивості елементів, металургійні процеси.

\* д-р техн. наук, профессор, ГВУЗ «Приазовской государственной технической университет», г. Мариуполь