

непрерывной заготовки. Данное воздействие формируются с помощью легкоиспаряющихся добавок, вводимых в расплав в процессе разлива. Весьма быстрое и интенсивное испарение вводимых добавок образует фронт избыточного давления, который распространяясь во всем объеме слитка воздействует на растущие ветви дендритов. В результате интенсивного воздействия происходит обламывание дендритов. После обламывания дендритов конвективные потоки уводят осколки дендритов в жидкую сердцевину заготовки, а оставшиеся дендриты деформируются, тем самым уплотняя корковую зону заготовки. Выведенные в жидкую сердцевину осколки дендритов, впоследствии, служат дополнительными центрами кристаллизации.

Данное воздействие позволяет ограничить рост дендритного каркаса, что в свою очередь положительно сказывается на структуре готового полупродукта в виде непрерывно литой заготовки. Дополнительное перемешивание жидкой сердцевины улучшает усреднение химического состава металла заготовки.

Комплекс эффектов, которые оказывает ударно-импульсное воздействие, позволяет увеличить прочность корковой зоны, что в свою очередь снижает вероятность образования дефектов и возникновения прорыва металла, который обычно возникает за счет малой прочности корочки заготовки. Дополнительное обламывание ветвей дендритов благоприятно сказывается на формировании структуры заготовки, образуя новые центры кристаллизации непосредственно в среде расплава.

УДК 669.18

**В. С. Мамешин, С. В. Журавлева**

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

## **ОБОБЩЕННАЯ ОЦЕНКА ГЛУБИНЫ ПРОНИКНОВЕНИЯ ЗВУКОВЫХ СТРУЙ В ЖИДКОСТЬ**

Целью работы была оценка глубины проникновения газовой струи в жидкость для различных способов подвода дутья и создание статистических моделей, базирующихся на полной силовой характеристике струи. В черной и цветной металлургии ряд технологических процессов базируется на продувке жидкости неизотермическими газовыми струями. Подача газа может осуществляться 3

способами: сверху, снизу и сбоку, при этом преследуются две противоположные цели: с одной стороны глубина проникновения должна быть, как можно больше, а с другой - ограничивается опасностью воздействия на огнеупорную футеровку либо возможностью пробоя ванны.

При проведении физического моделирования процесса продувки, большинство исследователей [1-5] использовали при описании результатов число Архимеда, которого недостаточно для полной силовой характеристики струи. Критерием позволяющим оперировать полной силовой характеристикой струи является безразмерный импульс струи [1].

Для проведения сравнительного анализа были заданы одинаковые начальные условия продувки. Принимали, что продувка ведется через одно цилиндрическое сопло. Давление дутья изменялось от 1 до 4 ати, продуваемая жидкость — вода, вдуваемый газ — кислород.

Уравнения регрессии, описывающие усредненные длины газовой струи в жидкости, в зависимости от способа подвода дутья и комплекса

- для продувки сверху:

**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**

**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**

**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.** (1)

- для продувки сбоку:

**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**

**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.** (2)

- для продувки снизу:

**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**

**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.** (3)

Изменение длины газовой струи в жидкости, для различных способов подвода дутья, происходит практически симбатно. Наложение значений длин струи для вертикальной и боковой продувки, при малых расходах газа, может быть связано, с тем что, авторы различных исследований использовали различные методики для определения длины струи и при малых размерах струи это приводит к разночтению получаемых результатов. В целом же, учитывая симбатный характер изменения

кривых и, сравнивая значения множителей перед комплексом **Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.** в уравнениях (1 - 3), можно сказать, что при прочих равных условиях, решающие влияние на длину газовой струи в жидкости оказывают, архимедовы силы. Соответственно, при продувке снизу, они складываются с динамическим напором, при продувке сверху – вычитаются, а при боковом подводе дутья – действуют ортогонально. При этом, влияние силы Архимеда на длину струи в жидкости, составляет 17-23%.

Учитывая вышесказанное обобщенное статистическое уравнение описывающее глубину проникновения газовой струи в жидкость с учетом способа подачи дутья будет иметь вид:

**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.** (4)

где **Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.** — угол наклона сопла к вертикали, град (при продувке сверху **Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**, продувке снизу **Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**).

**Выводы.** Проведенный анализ влияния способа подачи дутья на глубину проникновения газовой струи в жидкость с использованием полной силовой характеристики струи показал, что влияние силы Архимеда составляет 17-23%. Было предложено обобщенное уравнение описывающее глубину проникновения газовой струи в жидкость с учетом способа подачи дутья.

### Список литературы

1. *Марков Б.Л.* Методы продувки мартеновской ванны - М.: Metallurgia, 1975. – 280 с.
2. *Казанцев И.Г.* Исследование динамики газообразной струи втекающей в жидкость // Термическая и пластическая обработка металлов: Сб. науч. тр. Ждановского металлургического института. В.2. – М.: Metallurgizdat, 1952. - С.56-68.
3. *Фролов В.А.* Глубина проникновения газовой струи в жидкость при горизонтальном вдувании газа // Изв. ВУЗов. Черная металлургия. -1967.- № 3. - С. 37-40.
4. Особенности взаимодействия донных кислородно-топливных струй с конвертерной ванной/ *Е.В. Протопопов, А.Г. Чернятевич, Д.А. Лаврик, Е.Л. Мастеровенко* // Изв. ВУЗов. Черная металлургия. - 2002.- № 10. - С. 14-17.
5. *Паниотов Ю.С., Иващенко В.П., Тараканов А.К., Мамешин В.С., и др.* Гидродинамика ванны агрегата Ромелт. // Труды XII международной научн. техн.

конференции «Теория и практика сталеплавильных процессов». Днепропетровск, 2006.– С.272-275.

УДК 504.064.3:669

**О. В. Матухно<sup>1</sup>, О. В. Саввін<sup>1</sup>, В. В. Тимощенко<sup>2</sup>**

Національна металургійна академія України, Дніпропетровськ<sup>1</sup>  
Дніпропетровський професійний залізничний ліцей, Дніпропетровськ<sup>2</sup>

## **АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ РАДІО-ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СИРОВИНИ, МАТЕРІАЛІВ ТА ПРОДУКТІВ МЕТАЛУРГІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА**

Екологічна безпека сировини, матеріалів та продуктів металургійного виробництва складається з ряду показників, одним з найвагоміших, наряду з хімічним складом, є їх радіаційний фон (або рівень радіаційного забруднення).

Опубліковані останніми роками роботи радіологічної спрямованості торкаються питань радіологічної обстановки на підприємствах чорної металургії, а також контролю рециклінгу радіоактивно забрудненого металобрухту [1-3]. Важливим є також питання визначення радіоактивності початкових матеріалів для плавки, відвальних шлаків, та оцінка останніх як можливого техногенно-посиленого джерела випромінювання природного походження.

Задачею спеціалістів (як технологів-металургів, так і підрозділів охорони навколишнього природного середовища та охорони праці) є зведення ризику радіаційного забруднення до мінімуму. Це можливо за рахунок впровадження сучасних технологій радіаційного моніторингу основних металургійних виробництв. Відповідно до законодавства України (Закон України «Про металобрухт», «Вимоги державних санітарно-екологічних правил і норм по радіаційній безпеці при проведенні операцій з металобрухтом» (ДСЕПІН 6.6.1.-079/211.3.9 001-02), «Норми радіаційної безпеки України» (НРБУ-97) та ін.), радіаційному контролю піддаються як вихідна сировина і матеріали (металобрухт, вапняк, чавун і ін.), так і вироблювана продукція (металопрокат, доменний шлак, залізовмісна і шламо-колошниковий пил).

Радіаційний контроль металопродукції включає [3]: вимірювання потужності дози іонізуючого випромінювання вхідного металобрухту і готової продукції за допомогою радіометрів-дозиметрів; визначення питомої активності природних радіонуклідів радію-226, торію-232, калію-40, а також ефективної сумарної питомої