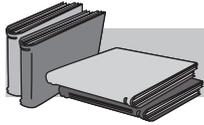


Вывод

Таким образом, обеспечивая низкое содержание серы, фосфора и цветных металлов (менее 0,01 % их

общей концентрации), а также кремния (< 0,05 %), применяя вакуумно-углеродное раскисление и доливку слитков, можно отливать крупные слитки улучшенного качества, имеющие высокую физическую и химическую однородность.



ЛИТЕРАТУРА

1. Ефимов В. А. Разливка и кристаллизация стали – М.: Металлургия, 1976. – 552 с.
2. Скобло С. Я., Казачков Е. А. Слитки для крупных поковок – М.: Металлургия, 1973. – 248 с.
3. Жульев С. И., Фоменко А. П., Титов К. Е. и др. Слитки для крупных поковок // Сталь. – 2005. – № 11. – С. 41-44.
4. Баранова В. Н., Скок Ю. А., Ефимов В. А., Лубенец Г. А. Исследование структуры кузнечного слитка массой 142 т // Процессы литья. – 1995. – № 2. – С. 28-38.
5. Flemings M. C. Principles of Controls of Soundness and Homogeneity of Large Ingots // Scand. J Metallurgy. – № 5. – 1976. – P. 1-15.
6. Терзьян П. Г., Лихач А. А., Кравченко В. М. и др. Влияние редкоземельных элементов на строение слитка низколегированной стали // Разливка стали в слитки и их качество. – № 2. – М.: Металлургия, 1973. – С. 66-69.
7. Офенгенден А. М. Увеличение выхода годного из слитка спокойной стали // Пути улучшения качества слитка. Материалы совещания. – Ч. 2. – М.: Черметинформация, 1965. – С. 95-99.
8. Соколов В. Е., Микульчик А. В., Гринь В. Е. Исследование 28,5-тонного слитка, отлитого с углеродным раскислением в вакууме // Усовершенствование процессов разливки стали: Труды 8 научно-техн. конф. – М.: Металлургия, 1981. – С. 74-75.
9. Влияние химического состава стали на качество металла крупных слитков / В. С. Дуб, Е. Ф. Зорькин, Э. Ю. Колпишон, Н. А. Хлямов // Формирование стального слитка: Сб. науч. тр. – М.: Металлургия, 1986. – С. 48-50.
10. Некоторые итоги исследований, связанных с освоением производства крупных и сверхкрупных слитков / В. Е. Ключарев, В. С. Дуб, Ю. В. Соболев и др. // Процессы разливки стали и качество слитка: Сб. науч. тр.- К.: ИПЛ АН УССР, 1989. – С. 12-16.
11. Соболев Ю. В., Дуб В. С., Ключарев В. Е. и др. Отливка кузнечных слитков массой 360-420 т на ПО "Ижорский завод" // Процессы разливки, модифицирования и кристаллизации стали и сплавов: Сб. науч. тр. – Ч. 2. – Волгоград, 1990. – С. 95-97.
12. Уразилъдеев А. Х., Буковнев В. В., Агеев П. Я. и др. Ликвация примесей цветных металлов в процессе кристаллизации стальных слитков // Проблемы стального слитка: Труды 6-й конф. – М.: Металлургия, 1976. – С. 142-145.
13. Morikawa H., Nakagawa Y., Maeda K. A study of the solidification of heavy carbon steel ingot // Proc. Int. Conf. Sci. and Steel. – Tokyo. – 1971. – P. 343-344.

УДК 621.746.244

С. П. Еронько, С. В. Мечик, С. А. Бедарев (Донецкий национальный технический университет), С. В. Шлемко, С. В. Шостак (ООО «Солотвин»)

Разработка устройств для дозированной подачи порошкообразных гранулированных материалов в кристаллизаторы машин непрерывного литья заготовок

Использование шлакообразующих и утеплительных смесей, вводимых в кристаллизаторы МНЛЗ, как известно, способствует улучшению качества производимой непрерывнолитой заготовки. Эффективность использования таких смесей

в значительной мере зависит от равномерности их подачи на зеркало металла в строгом соответствии с объемным расходом жидкой стали, поступающей в кристаллизатор. Неравномерная присадка порошкообразных смесей во время вытягивания заготовки приводит к ухудшению условий смазки стенок гильзы кристаллизатора, что может стать причинами прорыва металла, подвисания слитка и развития дефектов на его поверхности [1-3].

На большинстве МНЛЗ металлургических предприятий Украины подачу смесей осуществляют вручную в дискретном режиме, визуально контролируя поведение слоя материала на зеркале металла. При таком способе ввода смеси трудно достичь необходимой равномерности

с учетом данных модельных исследований процесса дозированной подачи шлакообразующих и утеплительных смесей в кристаллизаторы разработаны технические решения, направленные на реализацию непрерывной подачи смеси с расходом, строго соответствующим скорости вытягивания заготовки

ее распределения по всему поперечному сечению кристаллизатора, поскольку в данном случае определяющее значение имеет субъективный фактор [4]. Кроме того, на слябовых машинах с шириной заготовки более 1 м ручной способ присадки порошковых материалов сопряжен с интенсификацией труда разливщиков.

Повышение требований к качеству непрерывнолитой заготовки и стремление исключить влияние человеческого фактора на эффективность технологических операций, осуществляемых во время разливки, явились главными предпосылками начала работ по созданию систем механизированной подачи шлакообразующих и утеплительных смесей в кристаллизаторы МНЛЗ [5, 6].

За рубежом ощутимых успехов в этой области

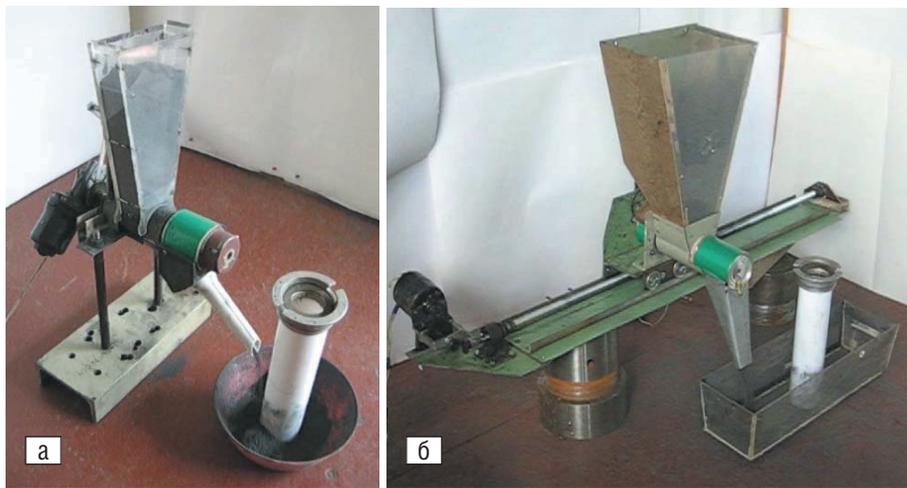


Рис. 1. Действующие модели дозирующих устройств: а – для блюмовых МНЛЗ; б – для слябовых МНЛЗ

достигла французская фирма «SERT», предлагающая потенциальному потребителю автоматический подающий механизм «DAPSERT», который можно использовать для ввода как порошкообразных, так и гранулированных материалов в кристаллизаторы сортовых и блюмовых машин непрерывного литья заготовок. Система включает питающий бункер, шнековый дозатор и комплект насадок, обеспечивающих равномерное распределение подаваемых материалов на зеркале металла в кристаллизаторе. Данная система осуществляет присадку смеси в дискретном режиме предварительно отмеренными порциями. Ориентировочная цена одного комплекта на один ручей составляет от 60 до 80 тыс. долларов (США) [7].

На кафедре механического оборудования заводов черной металлургии Донецкого национального технического университета по инициативе руководства ООО «СОЛОТВИН» в настоящее время ведутся работы по созданию отечественных образцов оборудования подобного класса.

С учетом результатов выполненного сопоставительного анализа достоинств и недостатков известных зарубежных аналогов разработаны технические решения, направленные на реализацию непрерывной подачи смеси, с расходом, строго соответствующим скорости вытягивания заготовки.

С целью проверки правильности принятых конструктивных решений и выявления «узких мест» еще на стадии проектирования опытно-промышленных образцов дозирующих систем изготовили в масштабе 1:2 их действующие модели, позволившие имитировать различные варианты подачи порошкообразных смесей.

На рис. 1, а показана модель дозирующего устройства, обеспечивающего присадку смесей в кристаллизаторы МНЛЗ для отливки заготовок круглого (диаметром до 400 мм) и квадратного (400x400 мм) сечений. В состав устройства входит питающий бункер, к нижней части которого примыкает горизонтально расположенный шнековый дозатор, приводимый в действие мотором-редуктором с регулируемой частотой вращения выходного вала. Благодаря примененной в устройстве кинематической схеме, все его механизмы, выполняющие операции по обрушению порошкообразного материала в бункере, дозированной подаче смеси в кристаллизатор и

ее равномерному распределению по поверхности металла, функционируют от одного электромеханического привода. В зарубежных аналогах для этих целей используются несколько отдельных механизмов, требующих подвода электроэнергии и сжатого воздуха. Равномерного распределения смеси по всему поперечному сечению кристаллизатора достигают за счет того, что во время работы дозирующей системы подающий носок совершает качание относительно вертикальной оси погружного стакана.

Второй вариант дозирующего устройства, действующая модель которого показана на рис. 1, б, разработан для слябовой МНЛЗ. В нем также предусмотрено использование только одного энергоносителя при минимальном числе исполнительных механизмов. Равномерность распределения порошкообразного материала по сечению кристаллизатора, длина которого превышает ширину в 5-8 раз, обеспечили путем установки питающего бункера и шнекового дозатора на самоходную тележку, имеющую возможность перемещения с заданной скоростью параллельно продольной оси отливаемой заготовки.

Моделирование процесса дозированной подачи порошкообразных смесей с помощью разработанных систем позволило установить геометрические параметры питающих бункеров, при которых снижается вероятность образования пустот в толще материала, подобрать оптимальные соотношения размеров элементов дозаторов и их рабочих параметров, способствующих стабилизации расходных характеристик.

С учетом данных модельных исследований процесса дозированной подачи шлакообразующих и утеплительных смесей в кристаллизаторы спроектирована, изготовлена и в настоящее время проходит стендовые испытания установка, предназначенная для применения в условиях эксплуатации промежуточного ковша слябовой МНЛЗ конвертерного цеха Алчевского металлургического комбината (рис. 2). Она рассчитана на подачу смеси в кристаллизатор для отливки сляба шириной до 1,8 м.



Рис. 2. Общий вид опытно-промышленного дозирующего устройства

Таблица
Техническая характеристика дозирующей системы

Максимальная ширина кристаллизатора обслуживаемой МНЛЗ, м	1,8
Объем питающего бункера, м ³	0,1
Обеспечиваемый расход смеси, кг/мин	0,5-2,0
Допускаемый размер частиц материала подаваемой смеси, мм	7
Скорость перемещения тележки, м/с	0,14
Полная масса установки, кг	200

При необходимости перехода на другой размер сляба ход тележки уменьшают путем изменения расположения концевых выключателей. Дистанционное управление работой дозирующей системы может осуществляться как в ручном, так и автоматическом режимах.

Плавное регулирование в широких пределах массового расхода подаваемых порошкообразных материалов обеспечено за счет применения в электрической схеме управления привода шнекового дозатора преобразователя частоты «Lenze» ESMD371L4TXA, позволяющего при необходимости изменять скорость вращения вала асинхронного двигателя.

Результаты лабораторного тестирования дозирующей системы, во время которого при различной частоте вращения шнека осуществляли контроль динамики изменения массы шлакообразующей смеси, выдаваемой из бункера в приемную емкость, а также формы слоя

порошкообразного материала, образующегося на плоской поверхности при продольном перемещении тележки дозатора, свидетельствуют о высокой степени равномерности дозирования, которая обеспечивается разработанным устройством. На рис. 3 приведены графики изменения во времени массы дозируемого материала, поступающего в приемную емкость при заданной производительности установки, а на рис. 4 – характерный вид формирующихся слоев смеси.

Однако следует отметить то, что промышленное использование предложенной дозирующей системы осложнено дефицитом свободного места на рабочей площадке в зоне размещения промежуточного ковша.

Вывод

Таким образом, для успешного применения на отечественных металлургических предприятиях систем дозированного ввода шлакообразующих и утеплительных смесей в кристаллизаторы МНЛЗ необходима организация взаимодействия специалистов соответствующих отделов конструкторских бюро, которые занимаются проектированием основного и вспомогательного оборудования машин непрерывного литья заготовок с целью резервирования установочных мест для размещения дозирующих устройств различного конструктивного исполнения.

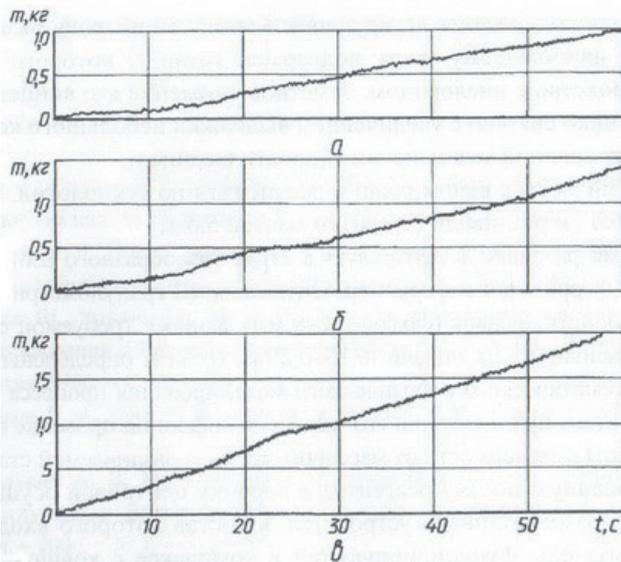
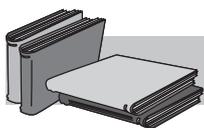


Рис. 3. Графики изменения массы дозируемой смеси при различных расходах



Рис. 4. Вид формируемых слоев смеси при различном ее расходе



ЛИТЕРАТУРА

1. Лейтес А. В. Защита стали в процессе непрерывной разливки. – М.: Металлургия, 1984. – 200 с.
2. Процессы непрерывной разливки / А. Н. Смирнов, В. Л. Пилюшенко, А. А. Минаев и др. – Донецк: ДонНТУ, 2002. – 536 с.
3. Машины непрерывного литья заготовок. Теория и расчет / Л. В. Буланов, Л. Г. Корзунин, Е. П. Парфенов и др. – Екатеринбург: Уральский центр ПР и рекламы, 2003. – 320 с.
4. Дождиков В. И., Паршин В. М., Бережанский В. Е. и др. Теплопередача в примениковой части кристаллизаторов для отливки слябов

// Проблемы стального слитка: Сб. научных трудов. – Киев: АН СССР, 1988. – С. 212.

5. Дождиков В. И., Шейнфельд И. И., Бережанский В. Е. Комплексное исследование условий контакта непрерывного слитка со стенками кристаллизатора // Непрерывная разливка стали: Сб. научных трудов ЦНИИЧермет. – М.: Metallurgy, 1989. – С. 32-43.

6. Соколов В. В., Фойгт Д. Б., Липень В. В. и др. Опробование автоматизированной подачи порошковой ШОС в кристаллизатор сортовой МНЛЗ // Сталь. – 2004. – № 5. – С. 37-38.

7. Sert-Metal Flow Control //commercial @ sert-metal.com. www.sert-metal.com.

УДК 621.745.55

Т. М. Титова (Днепродзержинский государственный технический университет)

О целесообразности позднего микролегирования стали в процессе формирования непрерывнолитой заготовки в кристаллизаторе МНЛЗ

Введение. Повышение качества стали и обеспечение все возрастающих требований промышленности и техники к уровню физико-механических и эксплуатационных характеристик металла представляют основную цель, стоящую перед металлургами на протяжении всего периода существования отрасли. В условиях рыночной экономики проблема, оставаясь по сути прежней, несколько трансформирована и сводится к снижению себестоимости и повышению конкурентоспособности выпускаемой металлопродукции. В технологической цепи производства решение ее осуществляется, фактически, на сталеплавильной стадии. На современном этапе развития сталеплавильной технологии (при основной в мире и постоянно увеличивающейся в Украине доли непрерывной разливки) изменение идеологии подхода к производству стали, которое выражается в поэтапном и последовательном осуществлении операций в различных агрегатах с перенесением основных по доводке расплава в установки внепечной обработки и промежуточный ковш, позволяет достичь более высокого уровня качественных показателей непрерывнолитой заготовки (НЛЗ).

Однако, несмотря на обеспечение соответствующей подготовки расплава к разливке, качество стали определяется непосредственно в предкристаллизационный период и при переходе металла из жидкого состояния в твердое, которое осуществляется в процессе формирования НЛЗ в кристаллизаторе. Анализ и учет особенностей гидродинамики движения расплава, тепломассопереноса и физико-химических процессов, происходящих на стадии затвердевания, позволяет разработать соответствующие мероприятия по усовершенствованию технологии разливки, конструкции машины и кристаллизатора. При этом особое значение в обеспечении высоких качественных показателей НЛЗ приобретают методы внешнего воздействия на затвердевающий расплав (электромагнитная, вибрационная обработка расплава и пр.). Согласно современным представлениям

Разработан и опробован достаточно простой и технологичный способ ввода активных реагентов с порошковой лентой в кристаллизатор МНЛЗ. Результаты выполненных исследований свидетельствуют о том, что позднее микролегирование стали в процессе затвердевания НЛЗ позволяет повысить эффективность модифицирования и степень усвоения присадок

именно технология определяет качество конечной металлопродукции. Современные разработки [1] свидетельствуют о том, что даже материалы с одинаковыми размерами зерна могут различаться по свойствам, если они получены разными способами. Поэтому не безразлично, с помощью каких средств будет достигнуто получение качественной металлопродукции. Понятно, что при выборе технологии в каждом конкретном случае следует исходить, прежде всего, из ее эффективности, экономичности и экологических норм.

Постановка проблемы, цель и задачи работы. В ряду имеющихся в арсенале средств воздействия на расплав ввод модификаторов в виде порошковой ленты представляет собой технологически простой, экономически выгодный и достаточно эффективный метод повышения качества стали. Согласно классификации методов модифицирования, предложенной в работе [2], речь идет о термодинамическом модифицировании типовыми модификаторами.

Цель настоящей работы состоит в представлении ранее полученных нами результатов по промышленному опробованию технологии ввода порошковой ленты с РЗЭ в кристаллизатор и привлечении внимания соответствующих специалистов металлургических предприятий к технологичному и эффективному варианту модифицирования стали в процессе непрерывной разливки. В выполненной работе было поставлено несколько задач, в том числе, поиск рациональных режимов ввода порошковой ленты в кристаллизатор и оценка эффективности процесса микролегирования на основании анализа качества слябов, толстолистового проката и уровня физико-механических свойств металла.

Методика проведения экспериментов. Опытное-промышленное опробование позднего ввода РЗЭ в трубную сталь марки 09Г2ФБ произведено в условиях