УДК 621.747

д.т.н. Еронько С. П.,
Ющенко М. В.,
Мечик С. В.,
Антонов А. Ю.,
Якуша В. Н.
(ДонНТУ, г. Донецк, ДНР, *ersp@meta.ua)*

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ СИСТЕМ ДОЗИРОВАННОЙ ПОДАЧИ ШЛАКООБРАЗУЮЩИХ СМЕСЕЙ В КРИСТАЛЛИЗАТОРЫ СЛЯБОВЫХ МНЛЗ

Представлены конструктивные схемы новых эффективных систем дозированной подачи шлакообразующих смесей в кристаллизаторы слябовых машин непрерывного литья заготовок, использование которых позволяет повысить качество поверхности отливаемой заготовки, сократить на 15–20 % расход дорогостоящей ШОС и улучшить условия труда разливщиков стали.

Ключевые слова: *кристаллизатор, слябовая заготовка, шлакообразующая смесь, расход.*

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Современная технология непрерывной разливки качественных сталей на высокопроизводительных машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) предполагает ввод в кристаллизаторы шлакообразующих и утеплительных смесей, химические и физические свойства которых подобраны опытным путем с учетом сечения отливаемой заготовки, марочного состава и скорости разливки металла.

Эффективность использования таких смесей в значительной мере зависит от равномерности их подачи на зеркало расплава.

В настоящее время в сталеплавильных цехах отечественных и зарубежных металлургических предприятий подачу смеси в кристаллизатор осуществляют, как правило, вручную.

При таком способе ввода сыпучего материала в порошкообразном или гранулированном виде практически невозможно обеспечить равномерность толщины слоя и постоянство состава образующегося шлакового расплава, что влечет за собой нестабильность процесса теплопередачи через гарнисаж и ухудшение условий формирования корочки заготовки в кристаллизаторе, а в конечном итоге — образование поверхностных дефектов [1–3].

Постановка задачи.

Необходимость решения отмеченной проблемы обусловила начало работ по созданию систем механизированной подачи шлакообразующих и утеплительных смесей в кристаллизаторы МНЛЗ. Эффективность функционирования систем дозированной подачи ШОС оценивают обеспечиваемой ею степенью равномерности распределения на зеркале металла вводимых порошкообразных или гранулированных материалов, надежностью работы в тяжелых условиях и удобством эксплуатации при ограниченном свободном пространстве. Поэтому исследования, связанные с совершенствованием оборудования данного класса, направлены на улучшение отмеченных оценочных показателей эффективности его применения.

Изложение материала и его результаты.

Первая отечественная установка для ввода ШОС в полость кристаллизатора в непрерывном режиме с регулируемым расходом была разработана, спроектирована и изготовлена по заказу ООО НПК «Солотвин» на кафедре механического оборудования заводов черной металлургии Донецкого национального технического университета в 2008 году. Положительные результаты ее промышленного примене-

ния в течение 3-х лет в конвертерном цехе Алчевского металлургического комбината на одной из слябовых МНЛЗ легли в основу дальнейших разработок, внедренных на слябовых МНЛЗ № 5 и № 6 Мариупольского металлургического комбината «Азовсталь». Указанные три установки отличались компоновочными схемами, что обусловлено различиями конструктивного исполнения машин непрерывного литья заготовок, для которых они разрабатывались, но вместе с тем имели одинаковый механизм дозированной выдачи ШОС из питающего бункера и ее транспортировки к кристаллизатору. Установки включали расположенную вдоль широкой стенки кристаллизатора раму, неподвижно закрепленную на тележке промежуточного ковша или снабженную ходовыми колесами и меющую возможность перемещения по направляющим балкам, расположенным на рабочей площадке (рис. 1). В процессе работы установки тележка 2 с помощью цепного привода 5 совершала возвратно-поступательное движение по раме 1 относительно кристаллизатора и перемещала бункер 4, оснащенный в нижней части шнековым питателем 3 с наклонным подающим носком. При этом требуемой равномерной толщины слоя ШОС на зеркале металла достигали путем согласования скорости движения тележки и объемной подачи сыпучего материала из бункера [4, 5].

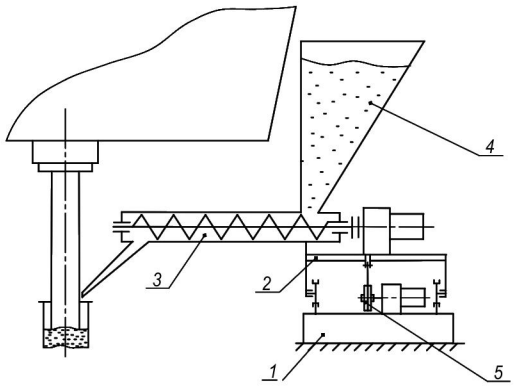

Рисунок 1 Схема установки для подачи ШОС в кристаллизатор слябовой МНЛЗ

Результаты промышленного использования систем подачи шлакообразующих смесей с жесткими шнеками свидетельствуют о том, что они обеспечивают требуемую степень равномерности распределения вводимого материала любого состава, благодаря чему сокращается его расход на 15–20 %. Вместе с этим были установлены осложнения, связанные с их эксплуатацией. Так, из-за необходимости перемещения установки в узком проеме между стенкой промежуточного ковша и металлоконструкциями его стенда ограничивался допустимый объем ее бункера, что требовало периодической загрузки в него смеси по ходу разливки. В случае изменения толщины отливаемой заготовки требуется сдвиг направляющих балок вместе с тележкой и бункером относительно вертикальной оси погружного стакана, находящегося в центре кристаллизатора, а это связано с выполнением дополнительной регулировки системы.

Поэтому было предложено принципиально новое решение, позволившее устранить отмеченные недостатки. На рисунке 2 показана схема установки, предназначенной для применения на МНЛЗ, производящей слябовую заготовку шириной до 2,3 м. При этом подающий носок 7 закреплен на каретке 4, имеющей возможность возвратно-поступательного перемещения на роликах 5 по горизонтально расположенной балке 6, представляющей собой зубчатую рейку. Перемещение каретки 4 обеспечивает закрепленный на ней мотор-редуктор 2 с зубчатой шестерней 3 на выходном валу, находящейся в зацеплении с зубьями рейки. Балка 6 с помощью жестко связанного с нею кронштейна 10 шарнирно закреплена в средней своей части на одном конце несущей поворотной консоли 12, второй конец которой установлен в шарнирных опорах на металлоконструкции 1. Кронштейн 10 с помощью тяги 11 связан с элементом 13 металлоконстукции 1. При этом размеры элемента 13, тяги 11, кронштейна 10 и поворотной консоли 12 по-

добраны таким образом, что они в совокупности образуют параллелограммный механизм, благодаря чему балка 6 имеет возможность плоско-параллельного движения в горизонтальной плоскости относительно широкой стенки кристаллизатора 9, в который из промежуточного ковша через погружной стакан 8 поступает жидкая сталь.

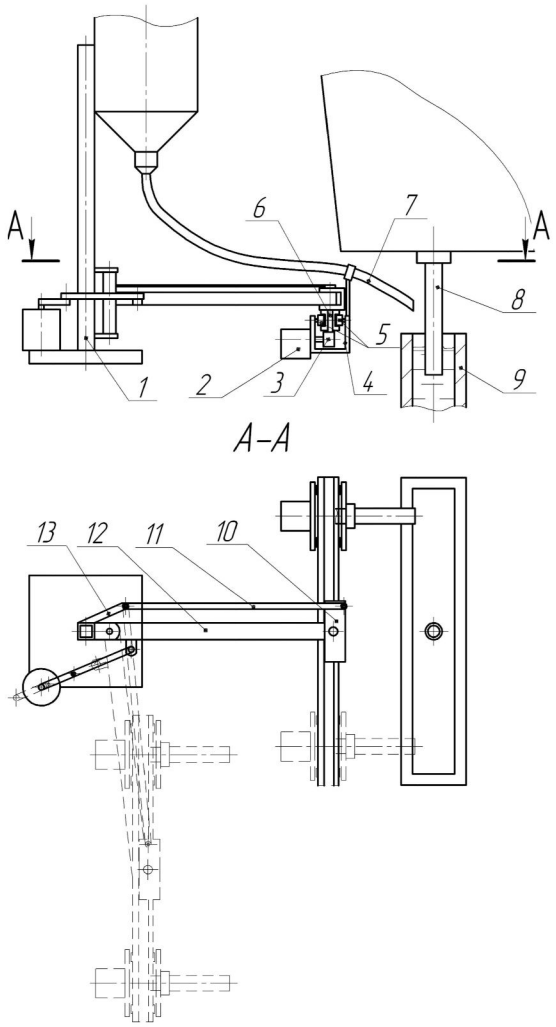

Рисунок 2 Схема установки с гибким спиральным шнеком

Такой рычажный механизм упрощает настройку установки при переходе на другое сечение отливаемой заготовки, а также с помощью специального привода обеспечивает в случае необходимости быстрый перевод дозирующей системы из рабочей позиции в положение парковки, освобождая место персоналу на рабочей площадке для беспрепятственного выполнения соответствующих операций по обслуживанию разливочного устройства промежуточного ковша или устранению возникших неполадок в его работе.

С учетом того, что за рубежом в настоящее время эксплуатируется несколько слябовых машин непрерывного литья заготовок сверхкрупного сечения [6], при создании дозирующей системы, предназначенной для работы в условиях производства слитков, ширина и толщина которых превышает соответственно 2,5 и 0,3 м, была принята конструктивная схема (рис. 3), предполагающая наличие двух носков, подающих шлакообразующую смесь раздельно на зеркало металла в кристаллизаторе в зоны, разграниченные погружным стаканом.

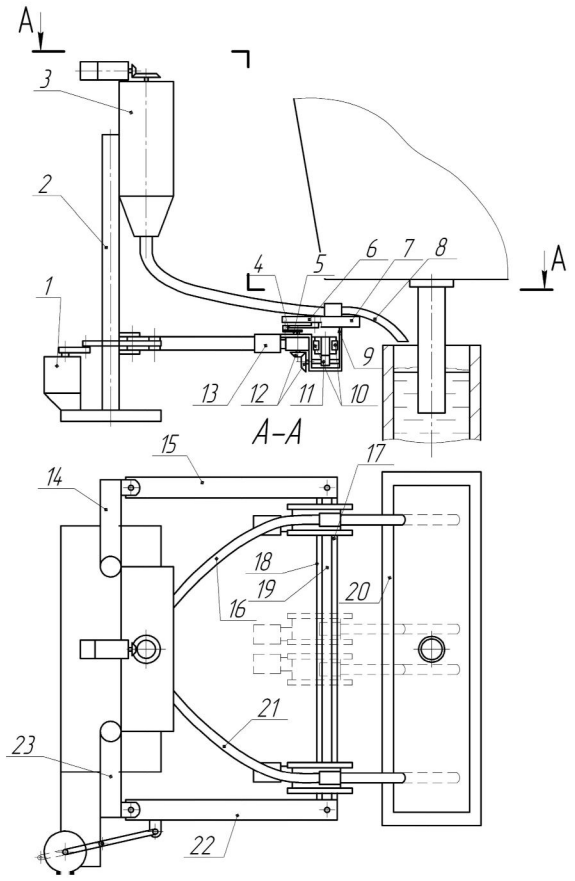

Рисунок 3 Схема установки, обеспечивающей подачу ШОС в кристаллизатор сверхкрупного сечения

Причем каждый из носков совершает движение одновременно в двух направлениях — вдоль и поперек кристаллизатора. Это позволяет повысить равномерность распределения ШОС по всей свободной поверхности стали в кристаллизаторе и снизить скорость перемещения кареток, на которых установлены подающие носки. Разработанная система включает зубчатую рейку 19, смонтированную на двух поворотных консолях 15 и 22 вдоль широкой стенки кристаллизатора 20 и снабженную двумя направляющими 17 и 18, на которые опираются двумя парами роликов 10 две каретки 9, имеющие возможность относительного продольного перемещения на расстояние 0,4–0,45 ширины сляба с помощью привода, состоящего из самотормозящегося червячного мотор-редуктора 13 с двумя хвостовиками выходного вала, расположенного вертикально. Нижний хвостовик посредством конической зубчатой передачи 12 связан с валом-шестерней 11, находящейся в зацеплении с зубьями рейки, а верхний хвостовик снабжен кривошипом 5, который с помощью шатуна 4 соединен с планкой 6, несущей подающий носок 8 и имеющей возможность поперечного перемещения относительно каретки, а значит, и кристаллизатора, в двух горизонтальных направляющих 7. Оба подающих носка посредством гибких металлорукавов 16 и 21 связаны с питающим бункером 3, неподвижно закрепленным на двух стойках 2, снабженных кронштейнами 14 и 23, которые в совокупности с поворотными консолями 15, 22 и зубчатой рейкой 19 образуют параллелограммный механизм, благодаря чему рейка при помощи привода 1 может совершать плоскопараллельное перемещение относительно широкой стенки кристаллизатора 20 для отвода от него в положение парковки. Дозированная выдача шлакообразующей смеси одновременно двумя спиральными дозаторами осуществляется от одного привода, включающего мотор-редуктор с регулированной частотой вращения выходного вала, на котором установлена шестерня, находящаяся в зацеплении с двумя зубчатыми колесами, вращающими вертикальные трансмиссионные валы, жестко связанные нижними концами со спиралями гибких металлорукавов [7].

Результаты проведенных стендовых испытаний опытно-промышленных образцов разработанных систем с гибкими спиральными шнеками свидетельсьтвуют о том, что они обеспечивают устойчивую подачу как гранулированных, так и порошкообразных смесей и позволяют осуществлять регулирование их расхода в широких пределах. Благодаря тому, что в этих дозирующих системах рассредоточенная подача ШОС на зеркало металла в кристаллизаторах прямоугольного сечения больших размеров реализуется без применения громоздких и совместно движущихся шнековых питателей и бункеров-накопителей, удалось в 2-3 раза снизить требуемую мощность приводов механизмов их перемещения, а также повысить гибкость и универсальность систем как в отношении облегчения встраивания в существующие компелексы оборудования эксплуатируемых машин непрерывного литья заготовок, так и в снятии ограничений по используемым шлакообразующим смесям, имеющим разные механические свойства.

Выводы и направления дальнейших исследований.

Таким образом, благодаря выполненным разработкам потенциальному потребителю предложены эффективные системы, обеспечивающие высокоточную дозированную подачу в непрерывном режиме шлакообразующих и утеплительных смесей в кристаллизаторы слябовых МНЛЗ. При их использовании снижается доля ручного труда на разливочных участках сталеплавильных цехов, улучшается качество поверхности непрерывнолитого слитка и рационально расходуются дорогостоящие шлакообразующие смеси.

Библиографический список

1. Куклев, А. В. Практика непрерывной разливки стали [Текст] / А. В. Куклев, А. В. Лейтес. — М. : Металлургиздат, 2011. — 432 с.

2. Комплексное использование высокоосновных теплоизолирующих, шлакообразующих рафинировочных и разливочных смесей при высокоскоростной разливке на слябовой МНЛЗ [Текст] / О. Б. Исаев, В. В. Акулов, А. И. Троцан и др. // Черная металлургия: бюл. — ОАО «Черметинформация», 2007. — № 7. — С. 25–31.

3. Разработка ШОС для нестационарных режимов разливки на сортовых МНЛЗ [Текст] / Д. Б. Фойгт, А. В. Шукан, А. Н. Иванов и др. // Сталь. — 2009. — № 4. — С. 25–27.

4. Разработка устройства для непрерывной подачи шлакообразующей смеси в кристаллизаторы слябовой МНЛЗ [Текст] / С. П. Еронько, С. В. Шлемко, В. В. Акулов и др. //Черная металлургия: бюл. — ОАО «Черметинформация», 2009. — № 4. — С. 36–38.

5. Еронько, С. П. Расчет и конструирование системы дозированной подачи шлакообразующей смеси в кристаллизатор МНЛЗ при производстве слябов сверхкрупного сечения [Текст] / С. П. Еронько, М. В. Ющенко, С. В. Шлемко // Металлургические процессы и оборудование. — 2011. — № 1. — С. 10–17.

6. Смирнов, А. Н. Перспективы развития технологии и оборудования непрерывного литья заготовок для плоского проката [Текст] / А. Н. Смирнов, В. М. Пильгаев // Металлургические процессы и оборудование. — 2009. — № 2. — С. 13–18.

7. Еронько, С. П. Системы нового поколения дозированной подачи шлакообразующих смесей в кристаллизаторы МНЛЗ [Текст] / С. П. Еронько, М. В. Ющенко, С. В. Мечик // Черная металлургия: бюл. — ОАО «Черметинформация», 2014. — № 3. — С. 87–92.

© Еронько С. П.
© Ющенко М. В.
© Мечик С. В.
© Антонов А. Ю.
© Якуша В. Н.

Рекомендована к печати д.т.н., проф. каф. ММК ДонГТУ Харламовым Ю. А., д.т.н., проф. каф. МОЗЧМ ДонНТУ Ченцовым Н. А.

Статья поступила в редакцию 10.01.17.

д.т.н. Єронько С. П., Ющенко М. В., Мечік С. В., Антонов А. Ю., Якуша В. М.
(ДонНТУ, м. Донецьк, ДНР)

РОЗРОБКА ЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМ ДОЗОВАНОЇ ПОДАЧІ ШЛАКОУТВОРЮВАЛЬНИХ СУМІШЕЙ У КРИСТАЛІЗАТОРИ СЛЯБОВИХ МБЛЗ

Представлені конструктивні схеми нових ефективних систем дозованої подачі шлакоутворювальних сумішей у кристалізатори слябових машин безперервного лиття заготовок, використання яких дозволяє підвищити якість відлитої заготовки, скоротити на 15 – 20% витрати дорогої ШУС і покращити умови праці розливальників сталі.

Ключові слова: *кристалізатор, слябова заготовка, шлакоутворювальна суміш, витрати.*

Doctor of Technical Sciences Yeronko S. P., Yushchenko M. V., Mechik S. V., Antonov A. Yu., Yakusha V.N. *(DonNTU, Donetsk, DNR)*

DEVELOPMENT OF EFFECTIVE SYSTEMS OF DOSING FEEDING OF SLAG-FORMING MIXTURES INTO CRYSTALIZERS OF SLAB CCMs

The constructive schemes of new effective systems for the dosing feeding of slag-forming mixtures (SFM) to the crystallizers of slab continuous casting machines are presented. Their use makes it possible to improve the surface quality of the cast billet, to reduce by 15-20% the cost of the expensive SFM and to improve the working conditions of the steel pourers.

Key words: *crystallizer, slab billet, slag-forming mixture, consumption.*