

весь комплект изношенных пружинных элементов одной операцией. Пружинные элементы могут быть как термодинамического типа (газонаполненные пружинные элементы), так и «тарельчатого» или «витого» типа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие компании обусловило передачу решения определенных задач входящим в нее подразделениям. Такой подход на сегодняшний день зарекомендовал себя как полностью оправданный и обеспечивающий возможность дальнейшего развития по каждому из направлений технической поддержки металлургов-заказчиков. Кроме того, планируется привлекать все более профессиональных сотрудников, имеющих опыт работы в каждом из направлений, а также внедрять наиболее

соответствующие времени технологии на каждом из производств.

Мы надеемся, что комплексные поставки материалов вместе с необходимым оборудованием станут выгодным преимуществом фирмы перед конкурентами, так как сокращают затраты на поиск решения по подбору совместимых материалов и установок. Мы также надеемся, что и при независимых поставках материалов и оборудования наши клиенты останутся довольны европейским качеством продукции и профессиональным обслуживанием опытного и высококвалифицированного персонала. ■

Получено 04.04.13

© В. Гартен, А. Хохлов, В. Уссельманн,
И. Фомина, 2013 г.

К. т. н. С. В. Горосткин¹, В. Гартен²

¹ S&B Industrial Minerals GmbH, г. Оберхаузен, Германия

² VGH AG, г. Швельм, Германия

УДК 621.746.047

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОДАЧИ ШЛАКООБРАЗУЮЩЕЙ СМЕСИ В КРИСТАЛЛИЗАТОР МАШИНЫ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК

Квалифицированный подбор шлакообразующих смесей, как и правильный выбор технологии их применения, оказывают существенное влияние на качество и безопасность разлива. Автоматические системы подачи шлакообразующих смесей позволяют подавать смесь регулярными малыми и точно дозированными порциями, в результате чего улучшается качество поверхности непрерывнолитых слывов, уменьшаются количество металлопродукции, отсортированной по дефектам металлургического происхождения, и расход шлакообразующих смесей.

Ключевые слова: автоматизированные системы подачи шлакообразующих смесей, машина непрерывного литья заготовок, неметаллические включения, дефекты слывов.

Качество непрерывнолитой заготовки и стабильность процесса разлива во многом определяются правильным подбором состава применяемых шлакообразующих смесей, а также равномерностью их подачи в кристаллизатор. Обычной практикой во время разлива является порционная ручная подача шлакообразующих смесей, при этом уровень засыпаемого порошка или гранулята может достигать 20 мм насыпной толщины шлакообразующего материала в кристаллизаторе. Ручная подача шлакообразующих смесей в кристаллизатор может на начальном этапе привести к резкому снижению, а затем к значительному увеличению слоя проплавленного шлака. Снижение толщины проплавленного слоя объяс-

няется охлаждением шлака за счет введения большого количества материала, температура которого соответствует температуре окружающей среды. В дальнейшем за счет увеличения верхнего непроплавленного слоя, который служит, в свою очередь, теплоизоляционным материалом и источником тепла образующегося при сгорании свободного углерода, происходит повышение температуры шлака и, соответственно, понижение его вязкости. При использовании радиоактивного датчика контроля уровня металла в кристаллизаторе увеличение жидкой прослойки шлаковой пленки приводит к снижению уровня мениска металла в кристаллизаторе. Кроме того, низкая вязкость шлака вызывает увеличение его расхода и



Рис. 1. Установка автоматической подачи смеси FluxFeeder-2 (а) с бункером (б) и с распределительными устройствами (в)

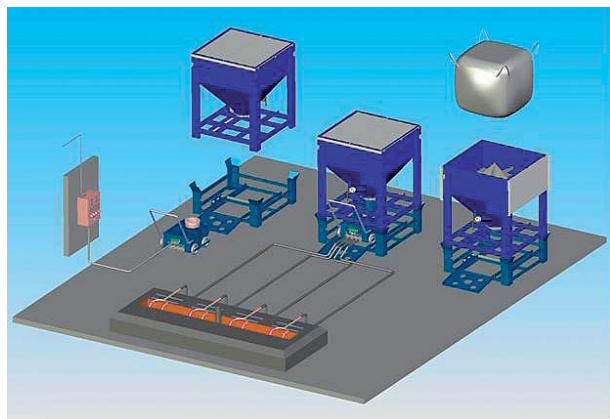


Рис. 2. Схема расположения современной установки автоматической подачи смеси Flux Feeder-3

образование неравномерного теплового потока по периметру кристаллизатора, что в целом негативно влияет на качество непрерывнолитого слитка.

На протяжении многих лет компания «VGH Viktoria Garten Hüttenindustribedarf AG» совместно с компанией «S&B Industrial Minerals GmbH» успешно сотрудничает со многими металлургическими предприятиями России, Украины и Республики Беларусь. Шлакообразующие и утепляющие смеси поставляются на такие крупнейшие металлургические комбинаты, как ОАО НЛМК, ОАО ММК, предприятия группы компаний ОМК, ОАО ЧМК (Мечел), ОАО «ЕВРАЗ НТМК», ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК», ОАО «Северсталь», ПАО «МК «Азовсталь», ОАО «БМЗ — управляющая компания холдинга БМК» и др. Основным производственным сегментом, для которого поставляются шлакообразующие смеси, являются установки для непрерывной разливки слабов толщиной от 90 до 350 мм, а также сортовые и блюмовые установки.

С учетом разнообразия сортов и форматов разливаемой стали, а также с целью достижения высокопроизводительных параметров ее разливки необходимо применение широкого ассортимента шлакообразующих смесей с различными специфическими свойствами.

Наряду с правильным подбором шлакообразующих смесей существенное влияние на качество и безопасность разливки оказывает правильный выбор технологии их применения. При современной разливке огромное значение приобретают автоматизированные системы подачи шлакообразующих смесей, которые позволяют подавать смесь через определенные интервалы малыми и точно дозированными порциями. В настоящее время наиболее гибкими как в отношении возможностей вмонтирования в существующие машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ), так и в отношении универсальности применяемых материалов являются пневматические транспортно-подающие системы. Такие системы могут конструкционно выполняться в виде модульных блоков, расположенных отдельно от запасного бункера, центрального подающего агрегата и кристаллизатора, в который подаются шлакообразующие смеси.

До недавнего времени системы подачи шлакообразующих смесей в МНЛЗ устанавливались на объектах заказчиков при их активном содействии. Для каждого объекта требовался индивидуальный инжиниринг. Опыт работы показывает, что заказчик транспортно-подающих систем ожидает от поставщика оборудования комплексного выполнения работ по введению установки в эксплуатацию «под ключ». При этом оборудование должно полностью изготавливаться и тестироваться на заводе производителя. Затем устройство доставляется на место эксплуатации, и поставщик подключает его к заводским сетям электрообеспечения и подачи сжатого воздуха. В заключение поставщик производит окончательную настройку и тестирование транспортера на месте установки, после чего передает его заказчику в готовом для эксплуатации виде — «под ключ».

Установки автоматической подачи смеси могут поставляться производителем потребителю в полностью собранном виде. Как правило, устройства требуют установки небольшого количества трубопроводов на месте эксплуатации. После поставки к транспортерам необходимо всего лишь подвести электропитание и в зависимости от конструктивного исполнения подключить их к соответствующей сети подачи сжатого воздуха. Автоматические системы подачи шлакообразующих смесей (рис. 1) нашли широкое применение в металлургии и в настоящее время используются более чем на 140 установках непрерывной разливки в Европе и Северной Америке.

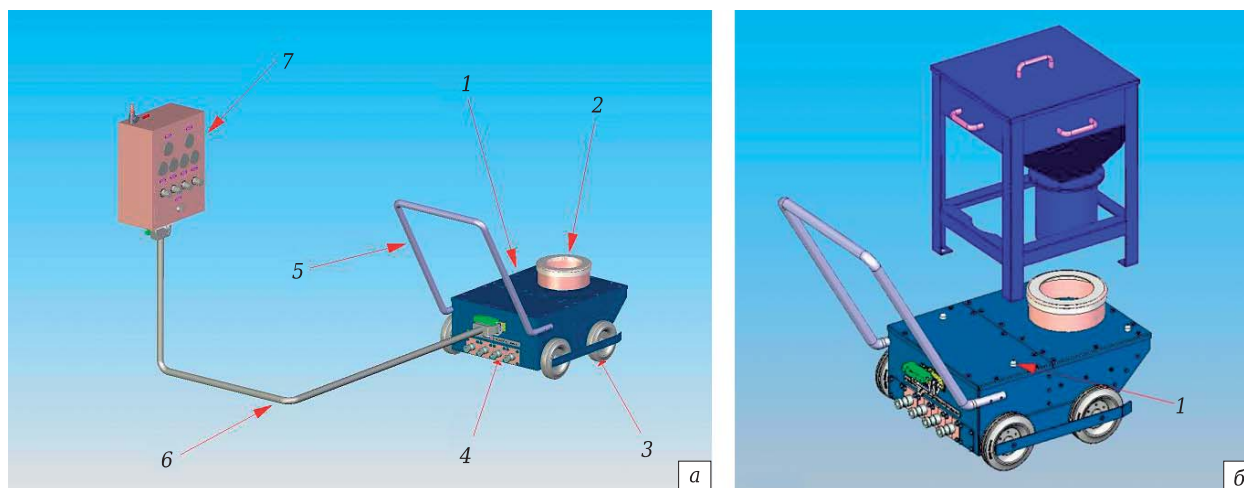


Рис. 3. Установка FluxFeeder-3 (а): 1 — установка; 2 — загрузочный люк; 3 — колеса (4 шт.); 4 — штекер диаметром 25 мм; 5 — поручень; 6 — комплекс дистанционного управления; 7 — панель управления; б — основной агрегат: подключение адаптера для контейнера; для передвижения; для подключения материалапровода; для маневрирования; подключение к системе управления; пневматическое управление

Преимуществом такой системы является возможность расположения бункеров на расстоянии до 30 м от рабочего места. Для данной установки требуется рабочее давление осушенного воздуха не менее 0,6 МПа (6 ат). На рис. 2 представлена современная система автоматической подачи смеси в кристаллизатор FluxFeeder-3, разработанная для МНЛЗ, применяемых в России и государствах ближнего зарубежья. Установка может быть оборудована несколькими линиями (от 2 до 6 на выбор заказчика), по которым могут подаваться гранулированные смеси в один или несколько кристаллизаторов.

Из соответствующего контейнера материал поступает самотеком в приемный бункер установки автоматической подачи смеси Flux Feeder-3. Каждая подающая линия транспортирует гранулы из приемного бункера к соответствующему распределительному устройству посредством одного эжектора под давлением воздуха (азота) от 0,2 до 0,5 МПа (от 2 до 5 ат). В зависимости от вида и размеров кристаллизатора могут быть использованы различные варианты конструкции распределительного устройства, приспособленные к равномерному распределению материала по всей поверхности кристаллизатора. Управление работой установки осуществляется посредством пневматической панели (рис. 3), которая, также по усмотрению заказчика, может быть смонтирована рядом с кристаллизатором или непосредственно на щите управления установки автоматической подачи смеси. Количество гранулята (пропускная способность) для каждой подающей линии можно регулировать отдельно при помощи панели управления. Максимальное расстояние между бункерами и кристаллизатором не должно составлять более 15 м.

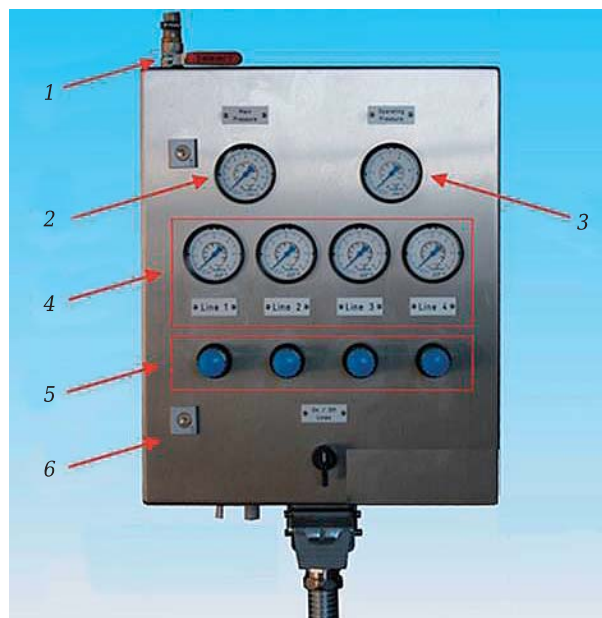


Рис. 4. Панель управления: 1 — шаровый кран 1/2 дюйма и главный кран подвода давления; 2 — манометр и значение питающего давления (1–16 бар); 3 — манометр и значение рабочего давления (1–10 бар); 4 — манометр (деления от 1 до 6) и показатель давления соответствующих линий (1–6 бар); 5 — регулятор давления (деления от 1 до 6) и регуляторы для настройки давления подачи необходимого количества гранулята по линии; 6 — замок двери

Одна из установок автоматической подачи смеси FluxFeeder-3 была поставлена ОАО ММК в августе 2012 г. для проведения испытаний на МНЛЗ № 6 с целью изучения влияния работы системы автоматической подачи гранулированных шлакообразующих смесей на качественные показатели металлопродукции. Для сравнительного анализа работы системы в одной из серий плавов

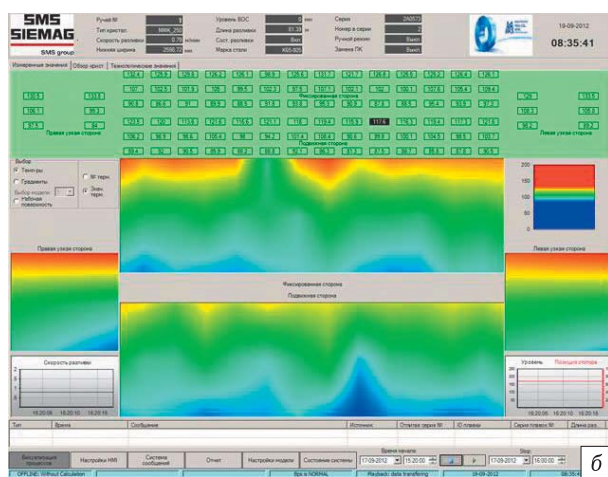
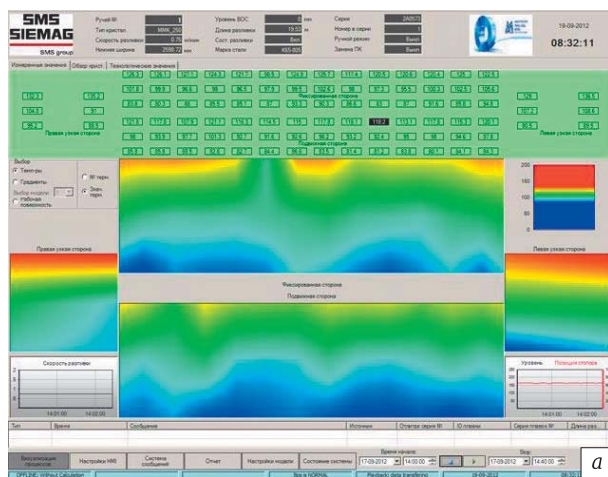


Рис. 5. Тепловые характеристики стенок кристаллизатора при ручной подаче шлакообразующей смеси на первой (а) и второй (б) разливке

в начале разливки смесь подавали ручным способом в течение двух разливок. На рис. 5, а, б представлены показания термодатчиков широких и узких стенок кристаллизатора во время первой и второй разливок соответственно. На рис. 6 представлены показания термодатчиков на третьей разливке с включенной системой автоматической подачи смеси.

Как следует из диаграмм, изображенных на рис. 5 и 6, после включения системы автоматической подачи смеси происходит снижение температур в верхних слоях по узким и широким стенкам кристаллизатора и повышение температур в нижних, что в целом уменьшает перепад температурного поля по высоте кристаллизатора.

В ходе проведенных испытаний в условиях ОАО ММК при использовании установки автоматической подачи смеси было отмечено снижение доли слывов с продольной трещиной. Так, для слывов толщиной 250 мм при скорости разливки 0,9–1,1 м/мин доля слывов с продольной трещиной сократилась на 40 отн. %, а для слывов толщиной 300 мм при скорости разливки не более 0,8 м/мин этот показатель снизился до 70 отн. %. Необходимо отметить, что такой важный показа-

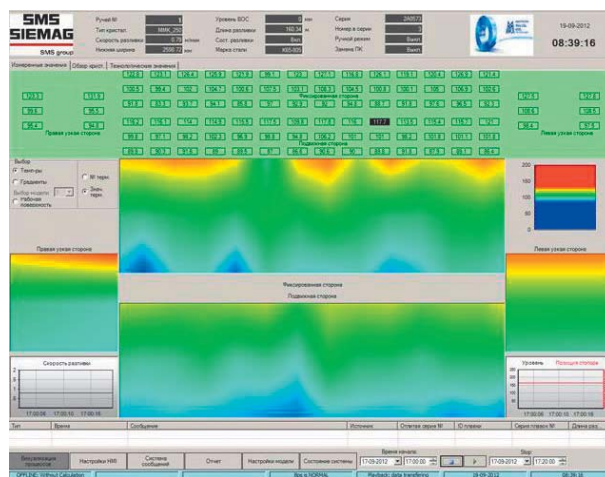


Рис. 6. Тепловые характеристики стенок кристаллизатора при автоматической подаче шлакообразующей смеси на третьей разливке

тель качества металлопродукции, как выход годного, определяется после окончательной обработки металла в прокате. Скрытые внутренние дефекты в виде неметаллических включений способствуют возникновению дефектов в виде плен. Так, по результатам переработки в основном трубного перитектического сортамента доля штрипса, имеющего дефект неметаллических включений, с использованием установки автоматической подачи смеси была значительно снижена. Независимо от толщины исходного слыва при использовании установки автоматической подачи смеси доля штрипса с дефектом снижена в среднем на 30–50 %.

Техническими специалистами ОАО ММК отмечены простота оборудования и его эксплуатации, компактные габариты установки, а также отсутствие необходимости подвода дополнительных энергосистем. Во время эксплуатации установки отмечено также снижение расходного материала, а именно шлакообразующей смеси, на 5–7 отн. %. По результатам положительного опыта эксплуатации установки автоматической подачи смеси запланированы ее дальнейшие испытания на других машинах непрерывного литья заготовок ОАО ММК.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение в технологию разливки системы автоматической подачи смеси FluxFeeder-3 в производственных условиях ОАО ММК на МНЛЗ № 6 позволило улучшить качество поверхности непрерывнолитых слывов, снизить отсортировку металлопродукции по дефектам металлургического происхождения на 30–50 отн. % и расход шлакообразующих смесей на 5–7 отн. %. ■

Получено 20.03.13
© С. В. Горосткин, В. Гартен, 2013 г.