

В. Гартен, А. Хохлов, В. Уссельманн, И. Фомина

Компания «VGH Viktoria Garten Hüttenindustribedarf AG», г. Швельм, Германия

УДК 666.974.2:66.043.1]:621.746.32

КОНЦЕПЦИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ УЧАСТКА ПОДГОТОВКИ СТАЛЕРАЗЛИВОЧНЫХ КОВШЕЙ: ВНЕДРЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОНОЛИТНОЙ ФУТЕРОВКИ, КОМПЛЕКС ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Предлагается к рассмотрению общая концепция участка подготовки к эксплуатации сталеразливочных ковшей, которая включает подбор, поставку огнеупорных материалов и оборудования для выполнения монолитной футеровки ковшей с учетом производственных и эксплуатационных условий предприятий при технической поддержке персонала компании VGH AG на всех технологических этапах.

Ключевые слова: монолитная футеровка сталеразливочных ковшей, модернизация технологического участка, усовершенствование технологического процесса.

Основанная в 1993 г. компания «VGH Viktoria Garten Hüttenindustribedarf AG» является одним из ведущих европейских производителей и поставщиком огнеупорной продукции, оборудования и установок, применяемых для производства стали. Компания предоставляет полный спектр услуг, связанных с огнеупорной продукцией, — от подбора материалов до внедрения в промышленную эксплуатацию различного типа установок и



Рис. 1. Производственное предприятие «theramer GmbH»

металлургического оборудования, а также осуществляет подготовку комплексных решений по огнеупорным материалам, модернизации или полному оснащению металлургических предприятий.

В компанию VGH AG дополнительно входят: дочернее производственное предприятие «theramer GmbH», Центр исследований и контроля качества VGH AG и дочернее конструкторское бюро «Petronix Engineering GmbH».

theramer GmbH — это собственное производство огнеупорных материалов, производственная база для изготовления формованных и неформованных огнеупорных продуктов, а также принятия комплексных решений в области огнеупоров, осуществления индивидуальных и целенаправленных разработок совместно с научными центрами, лабораториями, производителями сырья (рис. 1).

Центр исследований и контроля качества VGH AG — это инновационные технологии, разработка и подбор огнеупорных материалов для индивидуальных эксплуатационных условий, многоступенчатый контроль качества продукции и гарантия качественных показателей материалов (рис. 2).



Рис. 2. Центр исследований и контроля качества VGH AG

Petronix Engineering GmbH — инженерное бюро по конструированию и производству оборудования и специальных машин, основанное в 2009 г. Решение об учреждении инженерного бюро было принято для возможности предоставления клиентам комплексных решений, включая поставку машин, «из одних рук».

Совокупность принятия комплексных решений компанией VGH AG при поддержке команды технических специалистов обеспечивает даль-

нейшее развитие на всех этапах как модернизации существующих условий производства, так и внедрения новых технических решений, направленных на усовершенствование технологических процессов. Развитие металлургии вызывает необходимость поиска все новых, более инновационных подходов к разработке и внедрению комплексных решений с учетом технических, металлургических и экономических факторов.

Как известно, доля неформованных огнеупоров в общем выпуске огнеупоров растет во всем мире. Формованные изделия в футеровке тепловых агрегатов все интенсивнее заменяются бетонами, которые имеют преимущества по таким показателям, как затраты на производство, эффективность укладки, долговечность, экологическая безопасность, расход материалов и др. В результате применения современных высококачественных сырьевых материалов (включая сверхтонкие порошки), новых связующих, эффективных добавок оптимизированного гранулометрического состава и усовершенствованных технологий укладки был достигнут значительный прогресс в развитии неформованных огнеупоров, особенно бетонов. Методы укладки развиваются в направлении удобства, упрощения и повышения эффективности. Ужесточение требований к производству чистых сталей способствует развитию новых типов бетонов, в том числе магниезиальных составов и систем, не содержащих оксидов. Успехи в разработке современных методов укладки и сушки стимулируют внедрение новых проектных решений с применением необходимого для этого оборудования.

Компания VGH AG со своими подразделениями предлагает общую концепцию участка подготовки к эксплуатации сталеразливочных ковшей, включающую подбор и поставку огнеупорных материалов и оборудования для монолитной футеровки с учетом производственных и эксплуатационных условий предприятия и при технической поддержке высококвалифицированного персонала компании на всех этапах.

Технология монолитных футеровок успешно внедрена компанией VGH AG на таких крупнейших металлургических предприятиях России, как ОАО НЛМК, ОАО ММК, ОАО НСММЗ, а также на итальянских металлургических заводах «Ferriera Valsabbia S.p.A.», «Metalcam S.p.A.», «Stefana S.p.A.». Успешная работа по применению бетонов компании VGH AG проводится и на металлургических заводах Украины, где основным критерием при выборе материалов для монолитных футеровок является повышение эксплуатационных свойств бетонов в зависимости от существующих условий производства.

Применение огнеупорных бетонов как на отдельных участках, так и в виде монолитной футеровки в целом имеет ряд преимуществ:

- увеличение продолжительности кампании сталеразливочных ковшей;
- экономия материалов, рабочего времени и рабочей силы;
- отсутствие необходимости применения гнездовых блоков (как шибберного, так и продувочных узлов);
- повышение технологичности процессов ввиду возможности проведения промежуточных ремонтов;
- возможность уменьшения количества эксплуатируемых ковшей;
- уменьшение количества отходов производства после эксплуатации футеровки;
- высокая степень экологической безопасности;
- снижение удельных расходов огнеупоров.

Компания «theramer GmbH» совместно с Центром исследований и контроля качества VGH AG предлагает широкий спектр огнеупорных бетонов: новые низкоцементные высокоглиноземистые, низкоцементные на основе табулярного глинозема, шпинелесодержащие и шпинелеобразующие, а также армированные волокнами из жаропрочной стали. Изготовление футеровок из бетона различных видов осуществляется как методом вибролитья, так и методом литья из саморастекающихся масс.

Из опыта применения огнеупорных бетонов (тиксотропных масс), используемых при выполнении футеровочных работ в сталеразливочных ковшах, предлагается несколько вариантов исполнения:

1. Шлаковая зона (пояс) и стены из формованных изделий, дно из бетона.
2. Шлаковая зона (пояс) из формованных изделий, стены и дно из бетона.
3. Полностью бетонная монолитная футеровка.

Для внедрения бетонных футеровок необходим определенный набор оборудования. С данной задачей справляется инженерное бюро «Petronix Engeneering GmbH». Как правило, требуется следующее оборудование: установки приготовления и заливки бетона, виброшаблоны, погружные вибраторы, современные установки сушки, специальные машины для очистки и ломки отработанного бетонного слоя.

Установка для заливки рабочего слоя футеровки сталеразливочного ковша представляет собой машину для приготовления бетона. Существуют машины циклического и непрерывного действия. Машины циклического действия по сравнению с машинами непрерывного действия (шнековыми) имеют как преимущества, так и недостатки. К преимуществам следует отнести возможность более точного дозирования воды, т. е. на определенное количество массы можно добавить необходимое количество воды, тогда как в машинах непрерывного действия подача воды осуществляется одновременно с проходом материала. Од-

нако исключена возможность проверки влажности тестированием в руке, как при заливке машинной непрерывного действия, при выходе готового бетона. Смеситель установки непрерывного действия можно остановить в любое время, следовательно, она является более экономичной.

При изготовлении монолитной наливной футеровки (стен) применяется виброшаблон для заливки рабочего слоя футеровки сталеразливочного ковша. Виброшаблоны бывают раздвигающиеся с изменяемым диаметром и цельные. Внутри шаблона устанавливаются несколько поясов несбалансированных вибраторов, которые во время заливки поочередно включаются. Регулируемый шаблон оборудован устройствами для сжатия-разжатия и центровки шаблона. После окончания заливки и необходимой выдержки шаблон стягивают, появляется зазор и шаблон извлекают из сталеразливочного ковша. Погружные (пальчиковые) вибраторы применяются только при заливке дна сталеразливочного ковша. Возможно их применение в аварийной ситуации при отказе вибраторов, установленных в шаблоне. При заливке стен с помощью шаблона для равномерного распределения бетона по окружности при стационарной (неподвижной) позиции установки рекомендуется использование поворотного стэнда сталеразливочного ковша.

Использование бетонов и тиксотропных масс для изготовления монолитных футеровок с применением вибрирования повышает их эксплуатационные характеристики в процессе производства. Применение для футеровочных работ саморастекающихся масс и бетонов облегчает сам процесс заливки (возможно их применение без вибрирования), но, соответственно, снижаются качественные показатели вследствие недостаточной плотности рабочего слоя по сравнению с вибролитом.

Кроме того, независимо от выбора исходного материала и методов выполнения монолитной футеровки (по тому или иному варианту) одной из важных составляющих данной технологии является применение современных установок сушки футеровки сталеразливочных ковшей. Установки сушки должны обладать широким диапазоном регулируемых температур с минимальной разницей по объему ковша и точно выдерживать длительный график сушки с медленным подъемом температуры до 800 °С.

Компания VGH AG предлагает комплекс оборудования для участка подготовки сталеразливочных ковшей, в частности для выполнения монолитной футеровки и дальнейшего обслуживания ковшей.

ПРОТОЧНЫЙ СМЕСИТЕЛЬ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ МАРКИ «PETRONIX CM-UN-8002»

Установка предназначена для смешивания и приготовления растворов, а также бетонов из сухих материалов при максимальной зернистости 16 мм.

Комплектация установки:

- бункер для подачи сухого материала;
- смесительная труба длиной 1550 мм с водопроводом;
- абразивоустойчивые дозирующий подающий шнек и смешивающий вал;
- двигатель мощностью 11 кВт;
- щит электроуправления с автоматическим переключателем, расположенным на корпусе установки;
- рампа — подключение для воды R3/4 дюйма с магнитным вентилем, дозирующим вентилем, редуктором давления, реле давления, прибором для измерения количества протекаемого вещества 2500 л/ч и вторичным фильтром для воды, встроенными в корпус установки; требуемое давление воды 0,4 МПа (4 бара);
- станина смесителя.

Шнековый транспортер подает сухой материал в смесительную трубу, где с помощью вала при подаче необходимого количества воды смешивается до получения однородного бетонного раствора.

Путем регулирования количества воды можно получить консистенцию раствора от землисто-влажной до мягкопластичной в зависимости от требований при выполнении футеровки. Смешивающий вал обеспечивает оптимальный замес различных материалов. Готовая смесь поступает из смесительной трубы в установленный транспортный контейнер и затем к соответствующему месту укладки.

РЕГУЛИРУЕМЫЙ ВИБРОШАБЛОН МАРКИ «PETRONIX»

Шаблон (рис. 3) для выполнения монолитной футеровки стен предназначен для создания бетонного слоя футеровки сталеразливочного ковша и оснащен комплектом навесным оборудованием.

• Комплект демпферов для гашения колебаний и средства для их крепления

Комплект предназначен для технического решения проблемы предотвращения «всплывания» шаблона при заливке бетона. Комплект включает 6 демпферов и крепежный материал, соответствующий типу ковша.

• Комплект электровибраторов

Комплект включает в зависимости от геометрических размеров шаблона необходимое количество электровибраторов со следующими техническими параметрами: напряжение 42 В, мощность

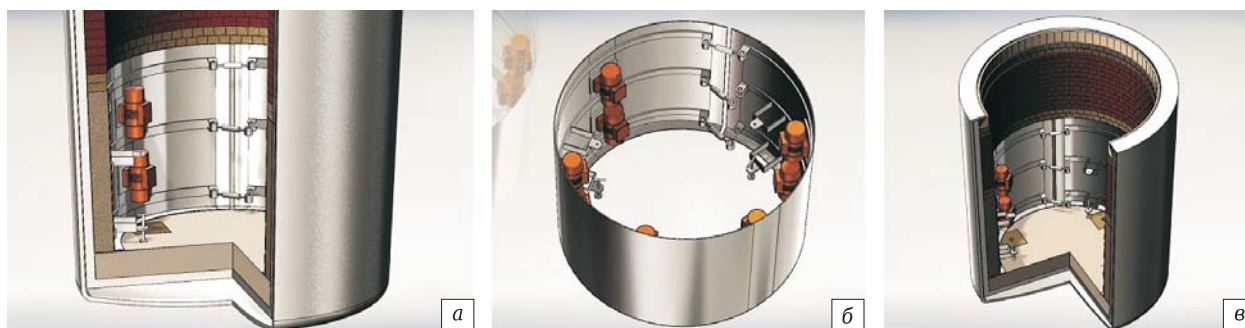


Рис. 3. Регулируемый виброшаблон марки «Petronix» (а) с навесным оборудованием (б, в)

1,0 кВт, ток 19,0 А, частота вращения 6000 об/мин, частота 200 Гц.

Технические параметры преобразователя для электровибратора: первичное напряжение 380 В, вторичное 42 В, мощность 5,5 кВт·А, первичный ток 12,0 А, вторичный 75,6 А, частота вращения 2920 об/мин, первичная частота 50 Гц, вторичная 200 Гц, вид защиты IP 44.

• **Регулировочное приспособление**

Приспособление предназначено для разжима шаблона перед заливкой бетона и для зажима шаблона от затвердевшего слоя футеровки после окончания бетонирования. В состав данного оборудования входит 6 короткоходных цилиндров и 1 гидравлический агрегат.

• **Устройство для освобождения шаблона от затвердевшего слоя футеровки**

Устройство состоит из 4 короткоходных цилиндров простого действия с отводной пружиной. Технические характеристики устройства: максимальные сила давления 293,4 кН, рабочее давление 70 МПа (700 бар) и ход 62 мм, габаритная высота во втянутом состоянии 117 мм, наружный диаметр 101 мм.

Устройство включает также гидравлический ручной насос с максимальным рабочим давлением 70 МПа (700 бар), необходимый объем масла для насоса 2000 см³, объем подачи/ход поршня 0 – 2,4 МПа (24 бар) : 16,28 см³ / 2,5 – 70,0 МПа (25 – 700 бар) : 2,46 см³.

ПОГРУЖНЫЕ ПАЛЬЧИКОВЫЕ ЭЛЕКТРОВИБРАТОРЫ

Предназначены для уплотнения огнеупорного бетона при выполнении монолитной футеровки дна сталеразливочного ковша, а в случае необходимости — стен ковша. Технические параметры: диаметр вибронаконечника 32 – 80 мм, длина баллона 320 мм.

ВЕРТИКАЛЬНЫЙ СТЕНД МАРКИ «PETRONIX PD-L 1017» ДЛЯ СУШКИ И РАЗОГРЕВА ФУТЕРОВКИ СТАЛРАЗЛИВНЫХ КОВШЕЙ

Вертикальная установка (рис. 4) применяется для сушки первичных монолитных футеровок сталеразливочных ковшей и футеровок после проведения промежуточного ремонта. При помощи установки осуществляется мягкий разогрев в автоматическом режиме, ход процессов сушки и разогрева находится под полным автоматическим контролем. Основные принципы работы вертикальной установки:

- максимальная энергоэффективность, наименьшее количество вредных выбросов и высочайший уровень промышленной надежности;
- удобство в эксплуатации благодаря автоматическому контролю хода процесса;
- обеспечение контроля герметичности после каждого выключения горелки, продувка емкости сталеразливочного ковша перед запуском горелки



Рис. 4. Вертикальный стенд марки «PETRONIX» сушки и разогрева футеровки сталеразливочных ковшей

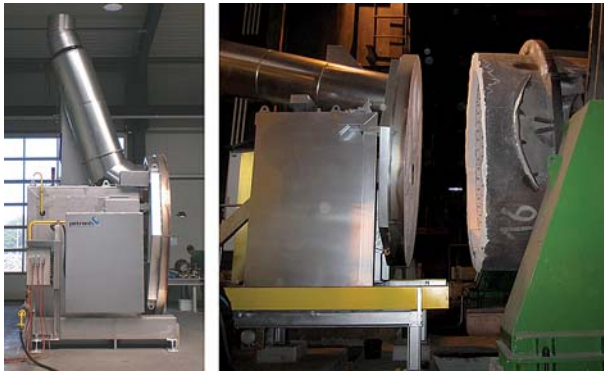


Рис. 5. Горизонтальный стенд марки «PETRONIX» для разогрева футеровки сталеразливочных ковшей

ки, постоянный контроль температуры, протоколирование всех данных цикла разогрева, мониторинг соотношения газ/воздух, контроль превышения температур при помощи двойной термопары, достижение равномерности повышения температуры внутри разогреваемого сталеразливочного ковша в пределах ± 10 °С;

- обеспечение режимов сушки и разогрева в соответствии с заданными программами при помощи дистанционного мониторинга температур пламени на всех работающих горелках.

ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ СТЕНД МАРКИ «PETRONIX P-L-1018» ДЛЯ РАЗОГРЕВА ФУТЕРОВКИ СТАЛЕРАЗЛИВОЧНЫХ КОВШЕЙ

Горизонтальная установка (рис. 5) предназначена для быстрого и высокоэффективного предварительного разогрева сталеразливочных ковшей, участвующих в производственном цикле. Основные принципы работы горизонтальной установки:

- теплоизоляционный экран с бетонным покрытием и изоляционным слоем из спрессованного под большим давлением керамического волокна оснащен карданной подвеской для плотного прилегания к ковшу без зазора между кромкой ковша и экраном;

- сварная конструкция защитного экрана адаптирована под форму сталеразливочного ковша;

- установка снабжена газовой горелкой (3,5 МВт) с оптимизированной эмиссией вредных газов с высоковольтным электродом и блоком мониторинга пламени. Направляющее устройство пламени горелки изготовлено из жаропрочной и устойчивой к переменам температур коррозионно-стойкой стали;

- минимизация потребления газа и наивысшая эффективность достигаются благодаря плотному закрытию сталеразливочного ковша.

В процессе работы оператор с помощью джойстика передвигает нагревательную установку в желаемую позицию разогрева. Передвижение установки в поперечном направлении осуществ-

ляется с помощью электропривода и блоков цельнометаллических колес. Система поперечного передвижения теплового экрана снабжена электроприводом, длина хода 5 м.

Все остальные процессы осуществляются в автоматическом режиме. Включается воздухонагнетатель и активируются пневматические клапаны, обеспечивающие продольное перемещение термоэкрана. Передвижная рама с термоэкраном покидает позицию парковки и передвигает с помощью двух пневматических цилиндров термозащитный экран к окантовке сталеразливочного ковша для его герметичного закрытия. Пневматическое продольное перемещение теплового экрана характеризуется длиной рабочего хода 1 м.

По истечении периода предварительной вентиляции с помощью высоковольтной искры производится зажигание горелки. Управление стехиометрическим соотношением газ/воздух осуществляется с помощью пневматического регулятора, мониторинг этого показателя производится с помощью датчиков давления, показания которых выводятся на сенсорную панель управления. Разогрев футеровки сталеразливочного ковша производится в соответствии с выбранной программой до тех пор, пока оператор не нажмет кнопку «OFF» (выкл.) на панели управления. В течение всего времени работы нагревательного стенда устройством его управления осуществляется непрерывный мониторинг состояния пламени главной горелки. Если пламя гаснет, то устройство управления немедленно показывает это и автоматически останавливает весь процесс разогрева.

УСТАНОВКА МАРКИ «PETRONIX» ДЛЯ ДЕМОНТАЖА ОТРАБОТАННОЙ ОГНЕУПОРНОЙ ФУТЕРОВКИ

Основные характеристики установки: маневренность и гибкость доступа, широкая зона действия манипулятора, отличная ударная мощность, достаточная производительность, безопасность работ.

ШИБЕРНЫЙ ЗАТВОР МАРКИ «PETRONIX SGS-L-20000»

Высокотехническая, надежная, современная шиберная система — новое поколение скользящих шиберных затворов. Шиберный затвор марки Petronix SGS-L-20000 — это безаварийная разливка, повышенная надежность в эксплуатации, удобство в обращении с механизмом и его чистки, сокращение времени на замену и обслуживание, минимум затрат на техобслуживание.

В конструкцию узла добавлена пружинная запорная пластина, которая обеспечивает равномерное распределение запирающего усилия по всей площади огнеупорной плиты при помощи маленького гидравлического цилиндра. Все пружинные элементы жестко прикреплены к этой пластине, что дает возможность заменять сразу

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 разливки. Автоматические системы подачи шлакообразующих смесей позволяют подавать смесь регулярными малыми и точно дозированными порциями, в результате чего улучшается качество поверхности непрерывнолитых слябов, 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 слябов.

Качество непрерывнолитой заготовки и стабильность процесса разливки во многом определяются правильным подбором состава применяемых шлакообразующих смесей, а также равномерностью их подачи в кристаллизатор. Обычной практикой во время разливки 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