



*Developments of steel-pouring systems of new generation and grogs to them are presented to NPP «Vulcan-TM».*

В. И. ЗОЛОТУХИН, Е. И. ГОРДЕЕВ, А. Г. ГОЛОВКО, Д. А. ПРОВОТОРОВ, ООО НПП «Вулкан-ТМ»

УДК 669.

## СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И РАЗЛИВКИ СТАЛИ ДЛЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ И ЛИТЕЙНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Научно-производственное предприятие «Вулкан-ТМ» более 15 лет занимается разработкой сталеразливочных систем нового поколения и огнеупоров к ним, учитывая современные потребности металлургических и литейных производств. Прочно занять свои позиции на рынке сталеразливочного оборудования НПП «Вулкан-ТМ» смогло во многом за счет выпуска инновационных продуктов, отличающихся своей конкурентоспособностью, имеющих высокую степень наукоемкости и новизны. НПП «Вулкан-ТМ» осуществляет поставку своей продукции более чем на 15 предприятий РФ и ближнего зарубежья [1].

Разработка и производство конкурентоспособной, в том числе импортозамещающей продукции, является основным направлением деятельности предприятия. Шиберные затворы серий ВТМ и ВТ для сталеразливочных ковшей емкостью от 2 до 370 т (рис. 1) зарекомендовали себя как продукция, не уступающая по качеству и функциональным возможностям затворам ведущих фирм-производителей на европейском рынке, таких, как «Interstop» и «Vesuvius».

Комплектная поставка сталеразливочных систем серии ВТ включает в себя шиберные затворы серии ВТ; виброформованные огнеупорные изделия (стаканы-коллекторы, гнездовые блоки, гнездо-

вые стаканы, шиберные плиты); стартовые смеси; огнеупорные пасты (мертели).

Последняя разработка НПП «Вулкан-ТМ» – шиберный затвор серии ВТ-60/80 (рис. 2) с комплектом многоплавочных огнеупоров для ковшей емкостью до 160 т прошел испытания и успешно эксплуатируется на ЗАО «НСММЗ» (г. Ревда), в настоящее время ведутся его серийные поставки.

Данный затвор имеет модульную конструкцию и компоновку типа «книжка», он удобен в обслуживании. Замена элементов конструкции блоками позволяет сократить время обслуживания затвора на ковше. Принципиальной особенностью является оригинальный механизм фиксации шиберных плит, позволяющий работать на плитах различных типоразмеров и производителей, что служит бесспорным преимуществом и позволяет переходить со временем к использованию вновь появляющихся плит с другими эксплуатационными характеристиками, исключая необходимость переоснащения парка затворов, или каких-либо доработок в их конструкциях [1].

Для разных условий эксплуатации разработаны две модификации затвора: с боковым и вертикальным открытием. Конструкция затвора позволяет устанавливать его на уже имеющиеся посадочные места и может быть легко адаптирована



Рис. 1. Унифицированные шиберные затворы серии ВТ

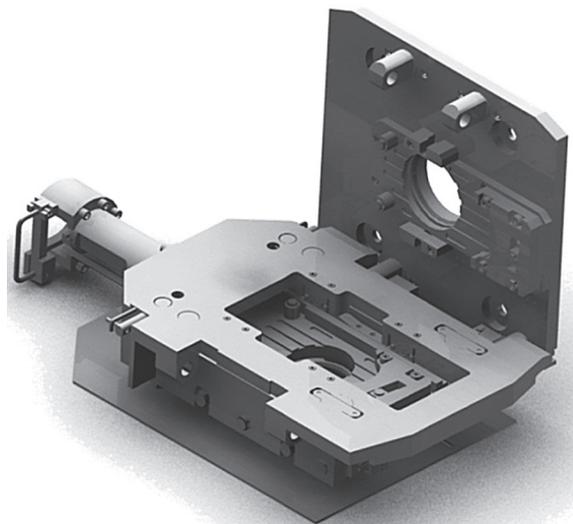


Рис. 2. Шиберный затвор серии ВТ-60/80

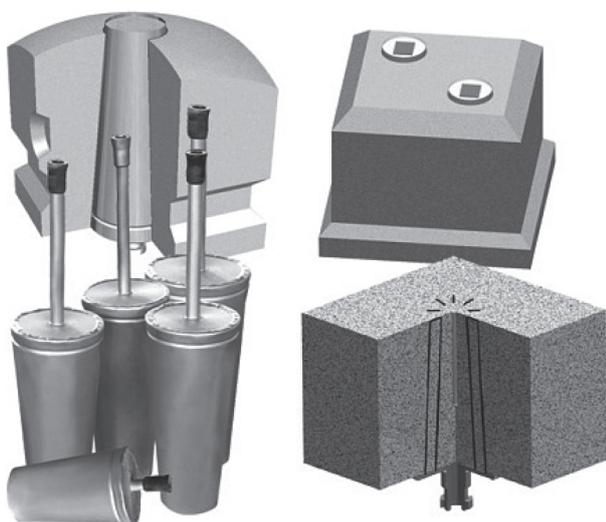


Рис. 3. Удельные затраты на шиберный припас (на 1 т разливаемой стали)

под использование существующих на предприятиях систем привода.

Оригинальным решением для всех затворов серии ВТ является механизм прижима, имеющий два пружинных блока, состоящих из жаропрочных тарельчатых пружин, вынесенных из зоны высокотемпературного нагрева.

Основные преимущества использования сталеразливочных систем серии ВТ:

- широкий спектр применяемости: УНРС, сифонная разливка, литейные производства;
- сокращение затрат времени на обслуживание ковша;
- оптимизация ковшевой логистики;
- ликвидация шиберной мастерской;
- увеличение выхода годного металла;
- сокращение энергозатрат до 25%;
- сокращение удельных затрат по сравнению с инофирмами в 1,5–2,0 раза.

В НПП «Вулкан-ТМ» более десяти лет налажено производство и поставка формованных бетонных огнеупорных изделий для шиберной разливки: стакан-коллектор в металлической обечайке, гнездовой стакан, гнездовые блоки различных типов и модификаций. Наше предприятие использует дифференциальный подход к каждому заказчику и разрабатывает конфигурацию и материалы на продукцию непосредственно для тех условий эксплуатации, которые необходимы на конкретном предприятии.

Освоен выпуск шиберных огнеупорных изделий с различными эксплуатационными характеристиками как для заводов с низким коэффициентом использования (металлургические заводы, где применяются шамотные футеровки и не требуется высокая стойкость шиберных огнеупоров), так и для высокотехнологичных предприятий, где требуются высокостойкие огнеупорные изделия. В настоящее время НПП «Вулкан-ТМ» выпускает огнеупорные изделия со стойкостью, сопоставимой с основными мировыми поставщиками огнеупоров, таких, как «RHI», «Interstop» и «Vesuvius».

Одно из наиболее значимых преимуществ использования сталеразливочных систем серии ВТ60/80 – оптимальное сочетание «цена-качество», что наиболее отчетливо отражается в удельных затратах на 1 т разливаемой стали. На рис. 3 показаны диаграммы удельных затрат на огнеупорные комплекты ведущих фирм-производителей при прочих равных условиях эксплуатации, стойкости огнеупоров и т. д. [2].

С целью расширения поставок огнеупорной продукции НПП «Вулкан-ТМ» освоило более пяти лет назад производство и поставки таких высокотехнологичных изделий, как продувочные донные узлы и продувочные пробки (рис. 4). Предприятие осуществляет поставки данного вида продукции на ряд металлургических предприятий России и стран СНГ.

В последнее время разработана и испытана новая конструкция продувочной донной пробки с по-

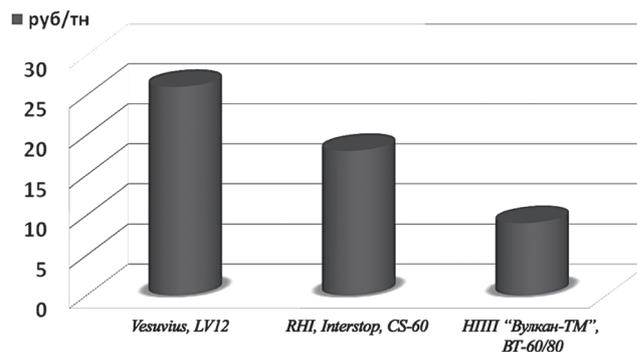


Рис. 4. Продувочные пробки и узлы

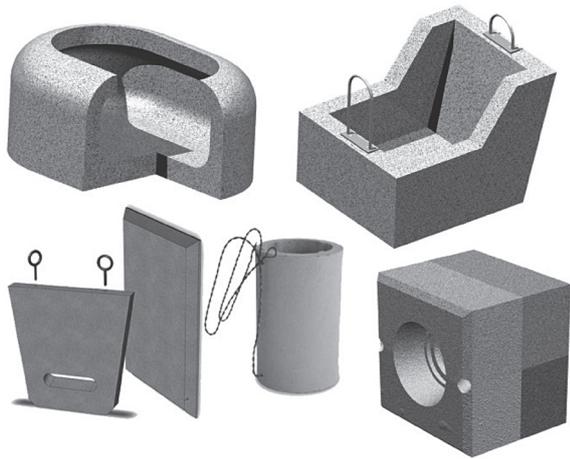


Рис. 5. Формованные огнеупоры, припас для разлива металлов

ристой вставкой, позволяющей избежать эффекта «обратного давления» при мгновенном снятии давления, подаваемого в пробку, а также снизить возможность засора продувочных щелей из-за некачественного аргона.

За последний год освоено производство блок-дозаторов для промежуточных ковшей, что позволяет металлургическим предприятиям осуществлять комплексную закупку продукции и, как следствие, сокращать расходы на логистику. Поставляемые блок-дозаторы для промковшей имеют стойкость 14–20 плавков.

Предприятие «Вулкан-ТМ» является также поставщиком неформованных огнеупорных материалов с широким диапазоном применения. Ведутся поставки огнеупорных смесей и масс в широком ценовом и качественном исполнении и эксплуатируемые в промковшах, сталковшах и других термоагрегатах. Диапазон эксплуатационной температуры огнеупорных смесей и масс составляет 1000–1800 °С. НПП «Вулкан-ТМ» предлагает смеси и массы от низкоглиноземистых ( $Al_2O_3$  от 35%) до высокоглиноземистых ( $Al_2O_3$  до 96%). По стойкости и технологичности при использовании данные материалы находятся на уровне с предлагаемыми материалами европейских фирм-производителей огнеупорных бетонов. Предлагаемые материалы используются как в металлургическом, так и литейном производстве.

Учитывая возрастающий интерес к формованным огнеупорным изделиям со стороны потребителей, наше предприятие за последний год освоило производство огнеупорных изделий по индивидуальным проектам заказчиков. К данному типу продукции относятся такие изделия, как турбостоп, монолитная футеровка малых (до 1 т) ковшей, различные типы и конфигурации горелочных камней, футеровка закалочных печей и др. (рис. 5).

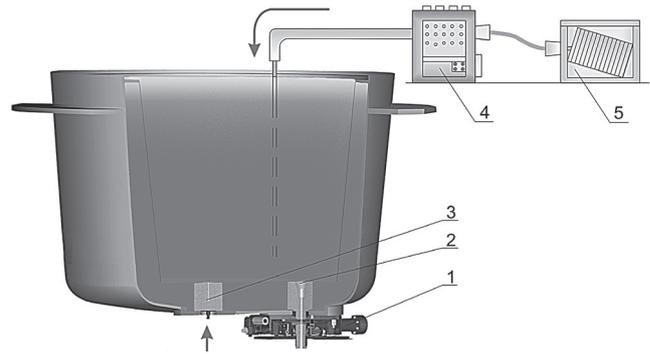


Рис. 6. Схема технологического комплекса внепечной обработки повышения качества стали: 1 – шибберный затвор серии ВТ; 2 – стартовая смесь; 3 – продувочная пробка; 4 – трайб-аппарат; 5 – бунт порошковой проволоки

Технический центр разрабатывает оригинальную оснастку для формования таких изделий, что значительно расширяет возможности получения изделий, необходимых заказчику как по физико-химическим показателям, так и конфигурации.

Одним из перспективных направлений развития ООО НПП «Вулкан-ТМ» в настоящее время является поставка материалов и изделий для цветной металлургии. Предприятие предлагает для заводов, производящих вторичный алюминий, бетонные желоба, фильтрующие короба, летки и продувочные элементы. Продувочные элементы могут быть выполнены как продувочная пористая пробка, которая устанавливается в фильтрующий короб, либо продувочное устройство, состоящее из огнеупорного наконечника, погружаемого в жидкий алюминий. Благодаря интенсивной продувке алюминия инертными газами с последующим образованием в расплаве мелкопузырьковой системы значительно повышается качество готового алюминия, понижается уровень неметаллических включений, а также структура материала становится изотропной. Все эти факторы в конечном итоге влияют на качество готовых изделий.

Для литейных и машиностроительных цехов разработан технологический комплекс внепечной обработки повышения качества стали (рис. 6), который включает в себя следующее: шибберный затвор с электромеханическим или гидравлическим приводом (с маслостанцией) и комплектом огнеупоров, включая защитную трубу с эластичным термостойким уплотнением; огнеупорные изделия повышенной сложности любой формы и размеров, в том числе, предназначенные для блочной футеровки ответственных участков тепловых агрегатов различного назначения; продувочную фурму для донной продувки металла в сталковше инертным газом; стартовую смесь для засыпки канала ковшевого стакана перед разливкой, порошковую

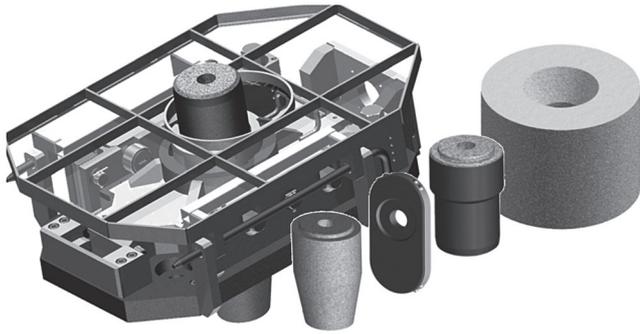


Рис. 7. Шиберный затвор ВТ-30 с комплектом огнеупоров проволоку с различными наполнителями; трайб-аппарат малогабаритный одно-, двух-, трех- и четырехручьевого для подачи порошковой проволоки в ковш [3].

Для шиберной разливки металла в НПП «Вулкан-ТМ» разработаны современные шиберные затворы ВТ-30 линейного типа, которые наилучшим образом адаптированы для производственных условий литейных и машиностроительных предприятий. Они имеют оригинальную улучшенную схему прижима огнеупорных плит, минимальные габариты. Для удобства обслуживания шибера на ковше существует возможность реализовать различные варианты открытия как защитного экрана, так и подвижной каретки (см. таблицу).

**Техническая характеристика шиберных затворов производства НПП «Вулкан-ТМ» для ковшей малой емкости**

Модель затвора	Объем ковша, т	Габариты, мм	Диаметр канала, мм	Максимальный ход подвижной плиты	Область применения
ВТ-30	2–30	670×479×160	25–45	80	Изложницы, МНЛЗ

Затворы серии ВТ-30 (рис. 7) широко зарекомендовали себя на литейных и машиностроительных предприятиях России и стран ближнего зарубежья (ЗАО «Донецксталь-металлургический завод» (г. Донецк), ООО «Юргинский машзавод» (г. Юрга); ГУП «ЛПЗ г. Москвы» (г. Ярцево)).

На ГУП «ЛПЗ г. Москвы» (г. Ярцево, Смоленская область) шиберные затворы серии ВТ-30 работают на 32-тонных ковшах, в настоящее время ведутся их серийные поставки. В затворах используются шиберные плиты производства «Магнезит-Dalmond», их стойкость в процессе работы составляет до 5–6 плавов. Эксплуатация шибера осуществляется при комплексном использовании стартовой смеси SSV-001 и огнеупорной пасты (мертеля) марки ПО-Ш85Х производства НПП «Вулкан-ТМ».

Наряду с шиберными затворами линейного типа НПП «Вулкан-ТМ» специально для литей-

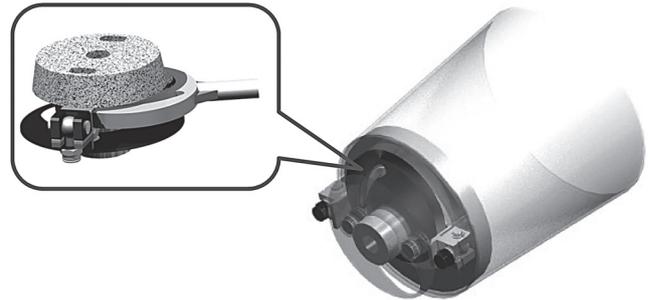


Рис. 8. Затвор поворотного типа для ковша емкостью менее 1 т ных производств разработало конструкции затворов поворотного типа (рис. 8). Преимущества данного типа затворов в том, что они могут быть установлены на ковшах малой емкости (до 1 т). Можно сказать, что, это скорее, «керамический» затвор, основную часть его составляют огнеупоры [4].

Для литейных ковшей большей емкости до сих пор основной проблемой при литье в формы через шиберный затвор является возможное застывание сталеразливочного канала, поэтому в «Вулкан-ТМ» ведутся работы по созданию так называемого «незастывающего» затвора и снижению теплопотерь на существующих шиберах.

С целью оптимизации конструкций незастывающих затворов специалисты фирмы проводят моделирование функционирования шиберных затворов методом конечных элементов с помощью современных прикладных программ.

Параллельно теоретическими исследованиями ведутся работы по обеспечению дополнительного подогрева зоны выпускного отверстия в результате нагрева сопротивлением и индукционным воздействием на расплав.

Для литейных ковшей «Вулкан-ТМ» предлагает монолитные и наборные формованные футеровки различных составов с последующей вклейкой их на огнеупорную пасту (мертель) (рис. 9). По сравнению с традиционной технологией при-

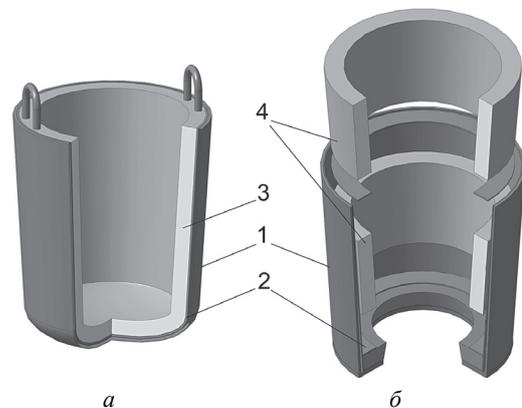


Рис. 9. Схемы новых футеровок литейных ковшей: а – монолитная футеровка; б – наборная футеровка; 1 – ковш; 2 – огнеупорная паста (мертель); 3 – монолитная формованная футеровка; 4 – кольца наборной футеровки

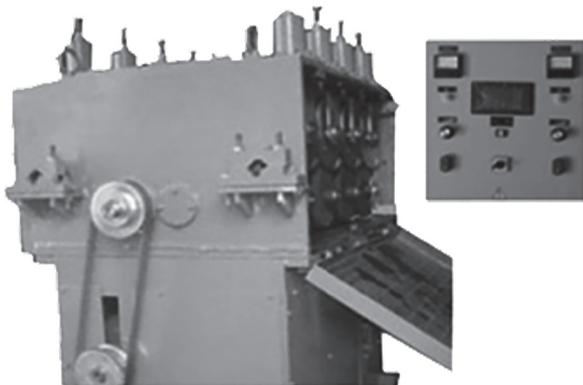


Рис. 10. Двухручьевого трайб-аппарат модели ТАП

менения заливных футеровок использование формованных футеровок дает значительное сокращение времени футеровки, отпадает необходимость в долговременной сушке футеровок по сложному графику (порядка 3–4 дней), снижается зависимость качества футеровки от человеческого фактора, так как качество элементов формованной футеровки гарантирует производитель.

Предлагаемые к поставке в составе технологического комплекса повышения качества металла трайб-аппараты модели ТАП (рис. 10) оснащены полуавтоматическим укладчиком и могут быть использованы для подачи в ковш как порошковой проволоки, так и алюминиевой катанки в одно-, двух-, трех- и четырехручьевого исполнении. В состав трайб-аппарата входят сменные ролики, обрешиненные и термообработанные. Малогабаритный отдельно стоящий шкаф управления имеет дистанционное подключение и может быть установлен в радиусе 100 м. Возможность записи параметров работы трайб-аппарата и относительной плотности пропускаемой проволоки существенно повышает удобство мониторинга и обслуживания [4].

Изготовление порошковой проволоки для модифицирования чугуна и стали может быть налажено непосредственно на предприятии с использованием технологического комплекса (линии) производства порошковой проволоки.

Линии для изготовления порошковой проволоки производства НПП «Вулкан-ТМ» широко востребованы на рынке и уже более 10 лет эксплуатируются на российских предприятиях (ОАО «Ванадий-Тула», ЗАО «Юпитер ЛТД», г. Кострома и др.) с диаметром проволоки 8–18 мм, а также снабжены автоматическим укладчиком, возможностью записи относительной плотности пропускаемой проволоки на электронный носитель информации.

Получаемый бунт может достигать до 1,5 т, его ширина – 800 мм, размер фракции порошкового наполнителя – 0,15–4,0 мм. В качестве порошкового сердечника может использоваться наполни-

тель из различных материалов (силикокальций, ферротитан, графит, ферросиликомагний, пентаоксид ванадия и др.).

В настоящее время ведутся поставки новых моделей трайб-аппаратов с электронным управлением. При этом электронный блок оснащается различными контроллерами, в том числе SIEMENS, использующий протокол PROFINET или PROFIBUS.

Трайб-аппарат работает совместно с бухтоприемником, обеспечивающим синхронную подачу проволоки на различных скоростях, в автоматическом, полуавтоматическом и ручном режимах.

Функциональное преимущество – циклическая подача порошковой проволоки заранее запрограммированными порциями с применением больших скоростей, что позволяет значительно улучшить растворимость легирующих элементов и равномерное распределение их внутри ковша. В итоге получаемая сталь достигает более высокого уровня качества – повышается выход годного металла по химии и механическим свойствам.

В последнее время наблюдается рост спроса на данные модели трайб-аппаратов. Заключены контракты на их поставку как для внутреннего рынка, России, так и зарубежья (Украина, Гватемала).

Еще одной сферой деятельности предприятия является подготовка и поставка изделий для индукционных печей. Это такие изделия, как монолитная футеровка подины печи, футеровка стен печи и современные системы продувки инертными газами металла в индукционной печи. Наше предприятие предлагает к поставке систему, оснащенную продувочными донными пробками щелевого и пористого типов, а также системой подвода аргона к пробкам и непосредственно самой установкой, состоящей из емкостей с аргоном, и магистралью подачи и контроля давления инертного газа (рис. 11).

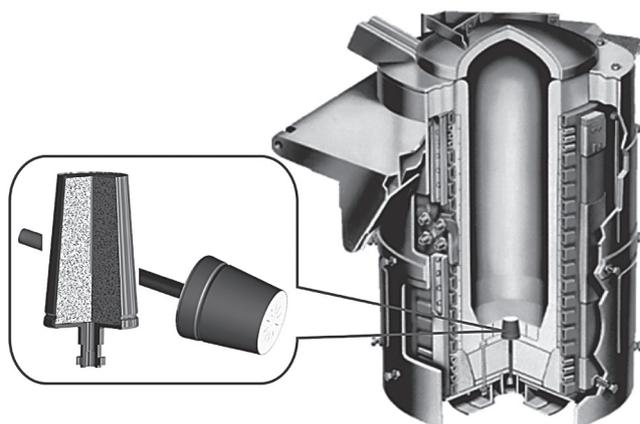


Рис. 11. Донная продувочная пробка на индукционной печи



Рис. 12. Смеситель «СИД50» интенсивного действия

Данные системы прошли апробацию на нескольких литейных заводах в индукционных печах и показали стабильную надежную работу при продувке металла газами. Значительно повышается степень очистки от неметаллических включений, повышается ударная вязкость металла. По сроку службы, а также по технологичности использования данная система сравнима с аналогичными системами, поставляемыми иностранными фирмами.

Предлагаемое оборудование для донной продувки работает на ряде российских предприятий, таких, как ООО «Промтрактор-промлит» (г. Чебоксары), ТСЗ «Титран-экспресс» (г. Тихвин), ОАО «Волгограднефтемаш», ОАО «Металлист» (г. Качканар) и др. Проведены успешные испытания продувочных пробок, установленных с индукционной печи на ОАО «Металлургический завод «Электросталь», ведутся их серийные поставки.

Приготовление бетонных масс различного назначения является ответственной операцией, от качества выполнения которой во многом зависит качество получаемых отливок.

Для приготовления огнеупорных смесей разработан смеситель «Вулкан-ТМ СИД50», предназначенный для получения водного раствора тиксотропной смеси или сухой смеси в режиме сверхинтенсивного действия (рис. 12).

Работа смесителя в режиме сверхинтенсивного действия позволяет снижать количество воды для замеса, что дает возможность уменьшить пористость и улучшить эксплуатационные характеристики готовых смесей и получаемых футеровок. Технические характеристики смесителя: донная выгрузка; объем емкости от 50 до 200 л; масса замеса от 20 до 150 кг; время замеса 4–6 мин; частота вращения месильного органа 400–900 об/мин; частота вращения чаши 15–30 об/мин.

Смеситель оборудован пультом управления с частоторегулируемым электроприводом, что позволило применить плавную регулировку скорости вращения рабочего органа смесителя, плавное торможение и плавный пуск без рывков, автоматическую защиту от механических и электрических перегрузок. Смеситель оснащен стационарной либо съемной емкостью смешивания, выгрузка готовой смеси происходит автоматически.

Анализ результатов эксплуатации смесителя показал, что разработанная конструкция соответствует требованиям современного производства. Производимая на нем смесь обладает высокой степенью однородности и соответствует требованиям качества. Смеситель характеризуется удобством обслуживания, его использование способствует существенному сокращению ручного труда.

В настоящее время НПП «Вулкан-ТМ» обладает всем необходимым потенциалом для успешной модернизации существующих металлургических предприятий и литейных цехов, оснащения вновь вводимых в эксплуатацию производств. Предприятие осуществляет шеф-монтаж, гарантийное обслуживание, проектные и пусконаладочные работы, подготовку и обучение персонала.

### Литература

1. Золотухин В. И., Головкин А. Г., Гордеев Е. И., Провоторов Д. А., Медведев Р. Б. Инновационные разработки сталеразливочных систем НПП «Вулкан-ТМ» для металлургических и литейных производств // Новые огнеупоры. 2011. № 12. С. 3–6.
2. Золотухин В. И., Головкин А. Г., Гордеев Е. И., Провоторов Д. А. Опыт эксплуатации сталеразливочных систем нового поколения и огнеупоров к ним // Новые огнеупоры. 2009. № 1. С. 100–101.
3. Золотухин В. И., Головкин А. Г., Гордеев Е. И., Провоторов Д. А., Ильичев И. А. Современные сталеразливочные системы для литейных и машиностроительных производств // Литейщик России. 2011. № 9. С. 45–49.
4. Золотухин В. И., Головкин А. Г., Гордеев Е. И., Провоторов Д. А. Системы нового поколения для внепечной обработки и беспорочной разливки чугуна и стали // Сб. науч. тр. конф.: «Инновационные способы внепечной обработки чугуна и стали». Донецк: Донецкий нац. техн. ун-т. 2011. С. 42–49.
5. Референц-лист на поставки сталеразливочных систем серии ВТ. ООО НПП «Вулкан-ТМ. 2012.
6. <http://vulkantm.com>.