



УДК 669.721

Поступила 16.10.2017

## СТАЛРАЗЛИВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

## NEW-GENERATION STAINLESS STEEL SYSTEMS FOR METALLURGICAL PRODUCTION

*В. И. ЗОЛОТУХИН, А. Г. ГОЛОВКО, Е. И. ГОРДЕЕВ, Д. А. ПРОВоторов, НПП «Вулкан-ТМ»,  
г. Тула, Россия, Алексинское шоссе, 34. E-mail: viz101@bk.ru*

*V. I. ZOLOTUKHIN, A. G. GOLOVKO, E. I. GORDEEV, D. A. PROVOTOROV, SPE «Vulkan-TM»,  
Tula City, Russia, 34 Alexinsky highway. E-mail: viz101@bk.ru*

*В статье рассматриваются вопросы разработки устройств для механизации и автоматизации управления потоком металла – шиберных затворов сталеразливочных ковшей нового поколения производства «Вулкан-ТМ», история развития их производства.*

*Показаны различные технические решения, лежащие в основе создания шиберных затворов серии «VT», инновационные решения, используемые при построении структурно-компоновочных схем затворов, их конкурентные преимущества.*

*Описаны конструкция и принцип действия новой разработки – устройства газодинамической защиты струи металла от вторичного окисления.*

*The article deals with the development of devices for mechanization and automation of metal flow control – steel-pouring ladles sliding gates of the new generation of Vulkan-TM production, the history of their production.*

*The various technical solutions underlying the creation of the sliding gates of the «VT» series, innovative solutions used in design of the sliding gates layouts and their competitive advantages are shown.*

*The design and operation principle of the new development – the device for gas-dynamic protection of the metal stream from secondary oxidation is described.*

**Ключевые слова.** *Сталеразливочные системы, неформованные огнеупоры, линии производства порошковой проволоки, трайб-аппараты, шиберные затворы, шиберные плиты, устройство защиты металла от вторичного окисления.*

**Keywords.** *Steel casting systems, unmolded refractories, cored wire production lines, wire-feeding machine, slide gates, slide gate plate, metal protection device from secondary oxidation.*

Научно-производственное предприятие «Вулкан-ТМ», продукция которого широко известна в металлургической и литейной отраслях промышленности, в 2017 г. отметило свой 20-летний юбилей. История развития предприятия на всем протяжении своего существования отражала тенденции развития и возникающих потребностей отечественной металлургии и литейного производства, так как НПП «Вулкан-ТМ» всегда шло в ногу со временем, а иногда и опережало его в создании передовых инноваций.

Идеей создания предприятия была разработка устройств для механизации и автоматизации управления потоком металла – шиберных затворов сталеразливочных ковшей.

С самых первых дней создания предприятия велась разработка шиберного затвора с пружинным механизмом прижима огнеупорных плит, которые в России до того момента не производились. Лишь на некоторых металлургических заводах использовали затворы с жестким болтовым прижимом шиберных плит, как правило, созданные конструкторскими бюро этих же предприятий.

Начав с инновационных перспективных разработок, НПП «Вулкан-ТМ», создав собственную производственную и научно-техническую базу, на протяжении 20 лет продолжает успешно сочетать накопленный опыт, новые идеи и научные достижения при создании импортозамещающих и импортоопережающих конструкций.

Предприятие неоднократно становилось победителем конкурсов грантов с государственной поддержкой проектов, направленных на развитие стратегически значимых отраслей народного хозяйства.

В настоящее время основными направлениями производственной деятельности НПП «Вулкан-ТМ» являются:

- проектирование, производство и осуществление комплектной поставки современных сталеразливочных систем;
- производство неформованных огнеупоров, мертелей, бетонов, масс;
- производство оборудования для внепечной обработки и повышения качества чугуна и стали – продувочных донных пробок и узлов, линий производства порошковой проволоки, трайб-аппаратов;
- производство смесителей интенсивного действия.

В основе создания шибберных затворов серии «ВТМ» лежали различные технические решения, обуславливающие конкурентные преимущества, которые всегда отвечали требованиям своего времени. Инновационные решения, используемые при построении структурно-компоновочных схем затворов, заслужили признание потребителей, что подтверждено высоким уровнем надежности и прежде всего безаварийностью сталеразливочных систем.

Однако единой универсальной схемы компоновки затвора не было, практически каждая модель имела свою компоновочную схему, способ передачи усилия на шибберные плиты (рычажный, балансирный), количество используемых упругих элементов и различные способы фиксации плит.

Такое многообразие конструктивных исполнений вполне удовлетворяло самым различным условиям эксплуатации и обслуживания, но в связи с возросшей к тому времени потребностью металлургических предприятий в повышении многоплавочности огнеупоров возникла необходимость поиска технических решений, обеспечивающих надежную работу затвора при использовании многоплавочных шибберных плит. Требовалось более равномерное распределение нагрузки на плиты и повышение надежности опорно-прижимного механизма в условиях термоциклических нагрузок.

Решением, отвечающим новым эксплуатационным требованиям, стала разработка рычажно-балансирной схемы прижима плит с использованием двух вынесенных из зоны высокотемпературного нагрева жаропрочных упругих элементов.

Параллельно с разработкой новой схемы прижима плит разрабатывалась технология производства жаропрочных тарельчатых пружин, проводились научные исследования на всех этапах технологической цепочки. В результате удалось создать жаропрочные упругие элементы для всех моделей затворов, имеющих гарантированную стойкость в начале 1000 плавов, а после усовершенствования технологии достигнута стойкость 2500 плавов.

К 2012 г. НПП «Вулкан-ТМ» насчитывало порядка 7–8 серийно-выпускаемых моделей затворов, адаптированных под различные типы шибберных плит и их стойкость: затворы серии ВТМ – для низко- и среднестойких плит (до трех плавов), затворы серии ВТ – для многоплавочных плит. Также расширению номенклатуры затворов способствовало увеличение типоразмеров плит, активно поставляемых из-за рубежа и отсутствие возможности использования в одном затворе плит различных конфигураций. К этому моменту часть предприятий-потребителей продолжало использовать затворы серии ВТМ, на других были успешно проведены испытания затворов серии ВТ и начаты их серийные поставки («НСММЗ», г. Ревда, «УГМК-Сталь», г. Тюмень).

Концепции построения шибберных затворов нового поколения серии ВТ основаны на использовании как зарекомендовавших себя решений, так и принципиально новых. Технические решения широко апробированы на 16 литейных и 34 металлургических предприятиях.

НПП «Вулкан-ТМ» разработало линейку унифицированных шибберных затворов: для ковшей до 30 т – компактный затвор ВТ-30, для ковшей от 30 до 160 т – затворы ВТ-50 и ВТ-60/80, для большегрузных ковшей до 380 т – затвор ВТ-90.

В настоящее время номенклатура серийно-выпускаемых моделей затворов сокращена, это связано с переходом на выпуск унифицированных затворов серии ВТ, а предприятия, работающие на различных затворах серии ВТМ, постепенно были переоснащены унифицированными затворами нового поколения.

Принципиальная компоновочная схема затворов серии ВТ оптимальна для использования многоплавочных огнеупоров. Достижение «золотой середины» в поиске оптимальных компоновочных схем шибберных затворов было характерно для большинства ведущих европейских производителей затворов, таких, как «Interstop», «Vesuvius» и др. Их принципиальные схемы не претерпели каких-либо серьезных

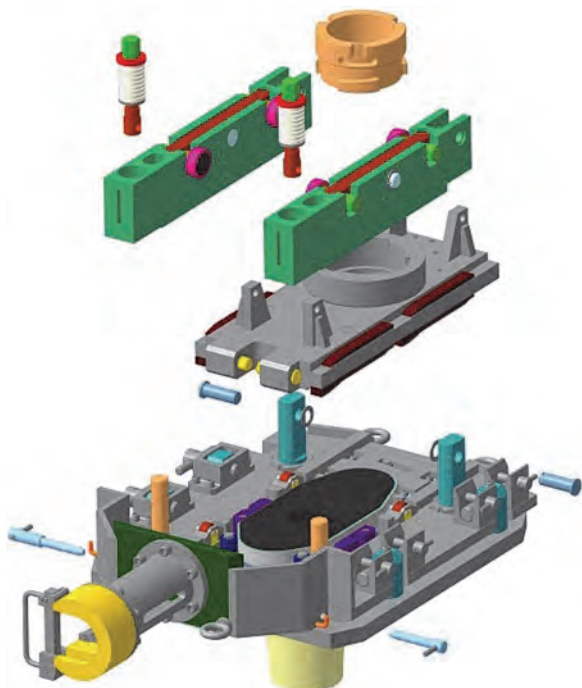


Рис. 1. Схема модульной компоновки шиберного затвора серии VT-60/80P

бедителем ряда тендеров («УГМК-СТАЛЬ», «КМК-Темпо» и др.) с участием ведущих западных фирм-производителей шиберных затворов.

Новая модель шиберного затвора модели VT-60/80 для ковшей емкостью до 160 т имеет универсальный механизм крепления шиберных плит различных типоразмеров. Он позволяет переходить на плиту другого типоразмера без снятия затвора с ковша, время такой переналадки затвора не превышает среднего времени его обслуживания при смене шиберной керамики. Крепление плиты не требует обязательного наличия ответных элементов на ее обечайке. Запатентованный механизм фиксации плит прост и удобен в обслуживании, не предполагает использования каких-либо дополнительных оригинальных приспособлений.

Концепция модульного построения компоновочной схемы затвора (рис. 1), сложившаяся вначале развития фирмы и ставшая традиционной особенностью всей модельной линейки затворов производства НПП «Вулкан-ТМ», также используется в новой модели затвора VT-60/80P и даже более выражена, чем ранее.

Данный затвор имеет компоновку типа «книжка», функционально затвор разбит на унифицированные блоки, которые могут меняться непосредственно на ковше, при этом их модернизация или доработка не требует каких-либо доработок всего затвора в целом. Замена элементов конструкции блоками позволяет существенно сократить время обслуживания затвора на ковше. Наиболее изнашиваемые в процессе работы затвора элементы поставляются заказчику в комплекте ЗИП. К ним относятся байонетные гайки, подвижные каретки, траверсы, опорные ролики и др.

Для различных условий эксплуатации разработаны две модификации затвора: с вертикальным размещением на ковше (рис. 2, а) и горизонтальным размещением на ковше (рис. 2, б). Конструкция затвора позволяет устанавливать его на уже имеющиеся посадочные места и может быть легко адаптирована под существующие на предприятиях системы привода.

Инновационные универсальные механизмы крепления шиберных плит в затворе адаптированы под большинство наиболее распространенных типоразмеров плит. Для адаптации к посадке плит, имеющих существенные отличия в геометрии, поджимающая плиту скоба выполнена либо быстросъемной для быстрой переналадки затвора на другой типоразмер плиты, либо для компенсации разницы в габаритах могут быть использованы быстросъемные компенсаторы. На рис. 3 представлен вариант установки двух различных конфигураций плит 1 и 2 в посадочных местах шиберного затвора с использованием одной универсальной скобы 3 и быстросъемных компенсаторов 4.

Идея преодоления зависимости от использования одного типоразмера плит в шиберном затворе является достаточно актуальной в настоящее время. Известные европейские производители сталеразливочных

изменений за последние 5 лет и более, так как подтвердили свою оптимальность, а их доработки происходят в основном на уровне усовершенствования систем крепления шиберных плит.

Новые конструкции современных сталеразливочных систем серии VT основаны на адаптированности затвора к использованию шиберных плит различных типоразмеров и производителей.

Для шиберной разливки переход на использование плит других типоразмеров всегда означал лишь одно – необходимость смены модели шиберного затвора, в лучшем случае его кардинальную доработку, не всегда удовлетворяющую условиям габаритных ограничений и возможности сохранения посадочных мест. Очевидно, что все связанные с этим изменения характеризуются соответствующими затратами средств и времени.

Шибберные затворы серии VT – это не только альтернатива поколению затворов серии ВТМ, а прежде всего затворам ведущих фирм-производителей, таких, как «Interstop», «Vesuvius» и др. Затвор серии VT-60/80 не только не уступает им в функциональном плане, но и имеет ряд существенных преимуществ, что обосновывает его предпочтительность. В настоящее время затвор стал победителем ряда тендеров («УГМК-СТАЛЬ», «КМК-Темпо» и др.) с участием ведущих западных фирм-производителей шиберных затворов.

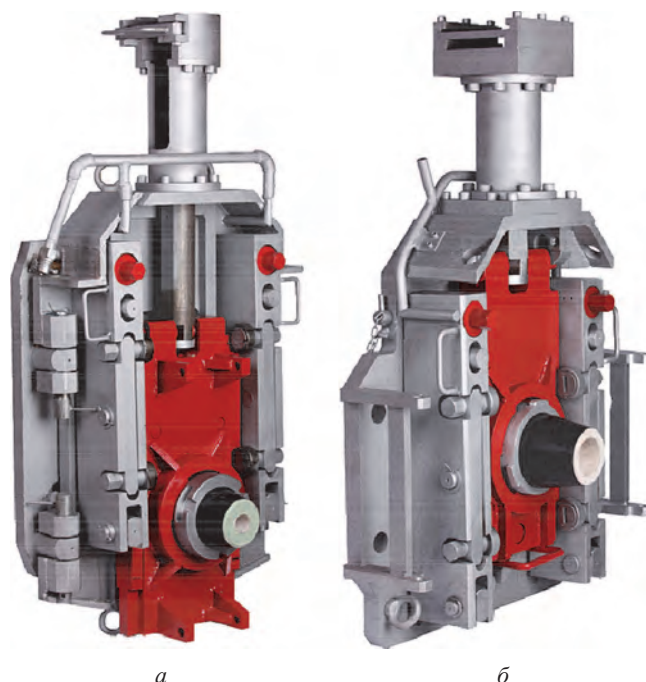


Рис. 2. Унифицированные шиберные затворы серии VT-60/80: *а* – модель VT-60/80P с вертикальным размещением на ковше; *б* – модель VT-60/80M с горизонтальным размещением на ковше

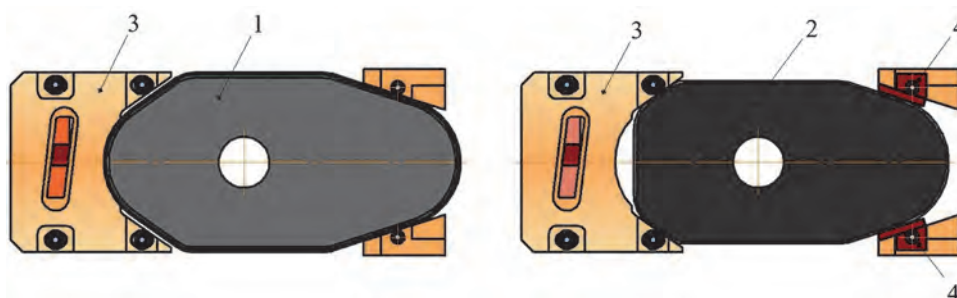


Рис. 3. Схема универсального крепления шиберных плит различных типоразмеров в шиберном затворе

вочных систем, такие как «Interstop», «Vesuvius», «Кноллинг» и др., являясь также и производителями шиберной керамики, используют в своих моделях запатентованные решения по креплению шиберных плит в металлических обечайках, обязательно имеющих конструктивные элементы (пазы, выступы), соответствующих ответным частям посадочных мест. Очевидным является то, что в таких затворах никак не могут быть использованы плиты других поставщиков, что, в свою очередь, обязывает потребителя к закупке шиберной керамики одноименного поставщика.

Если говорить об использовании импортных затворов на российском рынке, то такая привязка к одному производителю существенно сказывается на удельных затратах на 1 т разливаемой стали, ставит потребителя в жесткую зависимость и изначально лишает каких-либо альтернатив.

Количество поставщиков шиберных плит в разы увеличилось за последние пять лет и такая тенденция продолжает сохраняться. Среди ведущих производителей высококачественных шиберных плит такие страны, как Китай, Индия, Испания и др., которые предлагают плиты в широком ценовом диапазоне, но заведомо ниже тех, к которым привязаны европейские шиберные затворы. Принимая во внимание, что в последнее время прогресс в качественных характеристиках предлагаемых плит также стремительно шагнул вперед (стойкость до 10 плавов), не трудно предположить, что эксплуатационные характеристики шиберных плит будут меняться в сторону увеличения их ресурсов работы. В этом отношении потенциальная адаптированность затвора к вновь появляющимся типам плит с улучшенными эксплуатационными характеристиками является весьма дальновидным решением.

Использование в одном затворе различных шиберных плит дает возможность потребителю осуществлять расширенный технико-экономический анализ на этапе планирования, в результате которого может проводиться оценка эффективности применения плит различных конфигураций, поставщиков и имею-

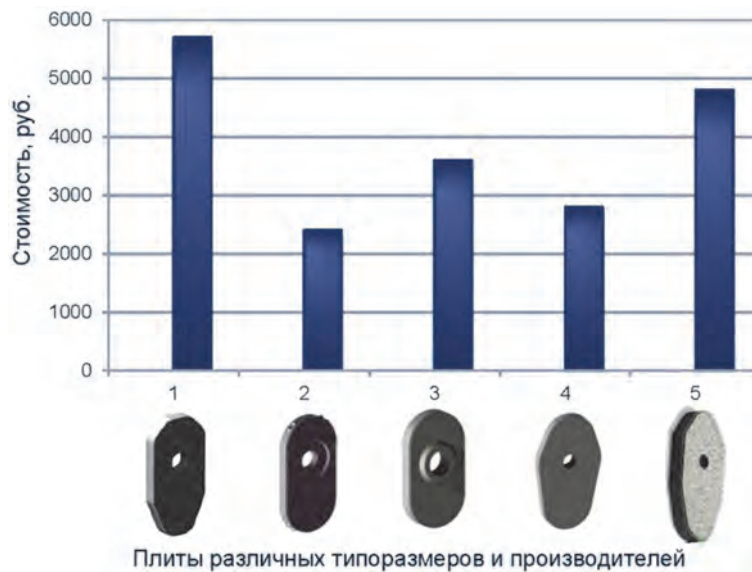


Рис. 4. Сравнительная диаграмма для проведения технико-экономического обоснования применения шиберных плит

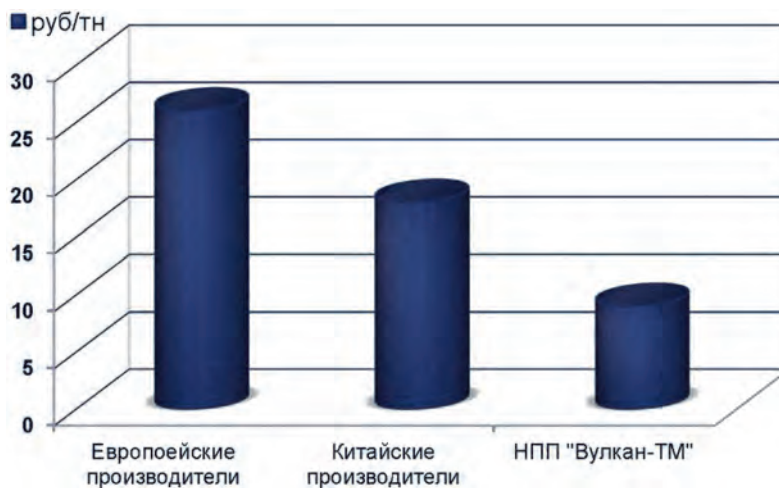


Рис. 5. Удельные затраты на шиберный припас

щих разные ценовые и эксплуатационные показатели (рис. 4). При такой комплексной оценке может быть обоснована целесообразность применения как многоплавочных плит, так и плит с невысокой стоимостью.

Наряду с предварительной технико-экономической оценкой целесообразности применения в затворе тех или иных плит существует возможность оценки эффективности их эксплуатации в период проведения промышленных испытаний затвора. После проведения такого комплексного анализа выбор потребителя останавливается на варианте с оптимальным сочетанием «цена-качество». Как показывает опыт, в конечном итоге потребитель отдает предпочтение одному, максимум двум типоразмерам плит.

На 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. Предприятие использует дифференциальный подход к каждому заказчику и разрабатывает конфигурацию и материалы на продукцию для конкретных условий эксплуатации.

В настоящее время НПП «Вулкан-ТМ» выпускает огнеупорные изделия со стойкостью, сопоставимой с основными мировыми поставщиками огнеупоров, такими, как «RHI», «Interstop» и «Vesuvius». Стоимость не уступающей по качеству шиберной керамики значительно ниже импортных аналогов, что отмечено потребителями в снижении удельных затрат на 1 т разливаемой стали (рис. 5).

Качественное сырье, а также рекомендации по его оптимальному использованию от ведущих производителей, таких, как «Алматис», позволяют находить новые решения для улучшения качества виброформованных огнеупоров.

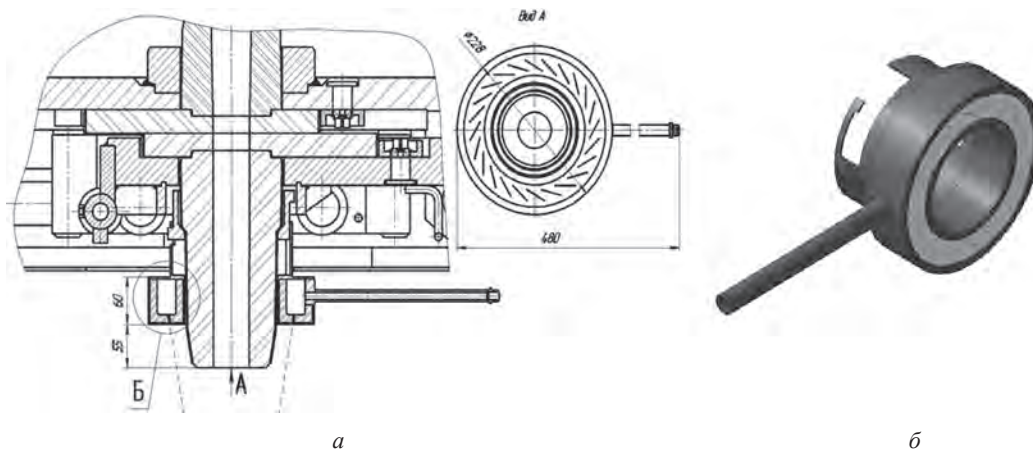


Рис. 6. Устройство газодинамической защиты металла от вторичного окисления: *a* – схема установки устройства на шиберном затворе; *б* – модель устройства

К новейшим уникальным разработкам НПП «Вулкан-ТМ», завоевавшим признание потребителей, относится устройство газодинамической защиты металла от вторичного окисления (рис. 6). Разработанное устройство монтируется на шиберном затворе путем защелкивания на байонетной гайке во время межплавочного обслуживания сталеразливочного ковша. Продувка аргоном осуществляется весь период разливки плавки. Стойкость системы защиты составляет до 7 плавков. Износ системы обуславливается накоплением металла на продувочные щели и растрескиванием огнеупорного кольца.

Представленный обзор импортозамещающего оборудования и инновационных разработок НПП «Вулкан-ТМ» отражает тенденции развития и роль накопленного опыта и потенциала в освоении вновь возникающих направлений производственной деятельности, всегда тесно связанных с актуальными потребностями металлургических и литейных производств.