

РАЗЛИВКЕ СТАЛИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ШИБЕРНЫХ СИСТЕМ В РОССИИ — 45 ЛЕТ

Первый патент на создание шиберного затвора получил в 1885 г. американец Д. Д. Левис [1], но в тот период не существовало ни оборудования, ни огнеупоров, ни технологий для реализации предложенного автором изобретения — технологического процесса разлива металла. В 1961 г. фирма Benteler Stahlwerke (Германия) приступила к испытанию скользящего затвора на опытном оборудовании (1-т ковш). Эта же фирма в 1964 г. впервые в мире провела разливу металла через шиберный затвор. В создании затворов принял участие также изготовитель огнеупоров — фирма Stocker und Kunz. По мнению специалистов Германии, разлива стали с применением шиберных систем входит в пятерку ведущих изобретений в черной металлургии [2]. Массовое производство шиберных затворов началось в конце 70-х годов прошлого века в Японии, практически одновременно началась организация производства шиберных затворов в Европе и США. У истоков создания нового направления в разливе стали стояли швейцарская фирма Interstop, американская Flocon, японская Kurosaki.

В СССР шиберные затворы начали активно внедряться с 1973 г. Впервые разлива ста-

ли с применением шиберных систем была внедрена в 1976 г. на Новолипецком металлургическом комбинате (НЛМК). За счет замены стопорных устройств шиберными затворами комбинат получил огромный экономический эффект, связанный с возможностью внедрения новых марок металла (автолист марки 08Ю, металл для трубной промышленности марки 09Г2Ф и др.), со снижением потерь металла из-за «некрытия» стопоров, с повышением безопасности в процессе разлива металла. У истоков внедрения разлива стали с применением шиберных систем стояли С. В. Колпаков, С. З. Афонин, Н. Д. Карпов, Г. Н. Ролдугин (НЛМК), специалисты ВНИИметмаша (В. Т. Тимофеев, И. И. Зегер и другие) [3].

За создание разливочного оборудования и огнеупоров для производства металла в сталеплавильных цехах с агрегатами большой единичной мощности в 1978 г. директору НЛМК С. В. Колпакову и нескольким специалистам (О. Л. Бондаренко, А. М. Поживанову, Н. Д. Карпову, Ю. Г. Савватееву, А. Т. Чемерису), а также специалистам в области огнеупоров: Д. И. Гавришу, начальнику ВПО «Союзогнеупор», И. В. Григорьеву и В. К. Стурману — директору и начальнику ЦЗЛ

Внуковского завода огнеупорных изделий (ВЗОИ), А. К. Карклиту, директору Всесоюзного государственного института научно-исследовательских и проектных работ огнеупорной промышленности, — была присуждена Государственная премия СССР в области техники.

Благодаря внедрению шиберных затворов усилилось влияние лабораторий службы огнеупорных материалов на техническое развитие большинства крупных металлургических предприятий. За период совершенствования разлива стали с применением шиберных систем сформировалась большая группа квалифицированных специалистов по службе огнеупоров. Среди них: Э. А. Вислогузова (НТМК), В. Г. Овсянников (ММК), А. В. Присяжников (ЗСМК), Г. И. Шуляков (НЛМК), С. Г. Просвиров (ОЭМК) и другие. Знание специфики собственного металлургического производства позволяло этим специалистам совместно с производителями огнеупоров обеспечить их быстрое и эффективное внедрение [4]. В развитии нового способа разлива стали можно выделить 4 этапа.

ЭТАП 1 — создание разлива стали с применением шиберных систем и период экстенсивного развития (1976–1990 гг.)

На этом этапе конструировали шиберные затворы, разрабатывали технологии разлива стали, подбирали необходимые огнеупоры, создавали системы организации производства и внедрения разработок в металлургии. Силами металлур-



В. А. Кононов
E-mail: kvant2404@mail.ru

гических предприятий в России было изготовлено большое количество конструкций шибберных затворов «жесткого» типа с болтовым или пружинным сжатием.

Характерные особенности этапа 1:

- огромные темпы внедрения нового способа разлива стали. С 1976 по 1985 г. фактически все крупные металлургические предприятия СССР были переведены на новый способ разлива. В стране было организовано необходимое производство огнеупорных изделий и материалов для обеспечения разлива. В 1985 г. СССР занял 1-е место в мире по выплавке стали (152 млн т), опередив лидеров мирового производства металла — Японию и США;

- при жестком планировании объема выплавки стали не было жесткой технической политики. Каждое металлургическое предприятие создавало свою собственную конструкцию шибберного затвора. Было разработано и внедрено 49 конструкций затворов с незначительными различиями в размерах отдельных частей. Это приводило к повышенным затратам у смежников и перебоям в производстве огнеупоров с невыполнением графика поставок;

- низкий уровень качества создаваемых шибберных систем. Шибберные затворы и запасные части к ним изготавливали во вспомогательных ремонтных цехах металлургических предприятий. Находясь в структурном подчинении в составе своего крупного предприятия, эти небольшие цехи поставляли сравнительно дешевые шибберные затворы, разработанные заводскими конструкторами. Преимущества этих подразделений — быстрая поставка продукции при аварийных ситуациях, тесные связи с руководством и обслуживающим персоналом головного предприятия. Однако отсутствие специализированных проектных органи-

заций и оборудования, которым обладали только специализированные машиностроительные предприятия, не позволяло получать высокий уровень качества шибберных затворов. Стойкость шибберных затворов жесткого типа на большинстве предприятий составляла 50–80 разливок;

- новый способ разлива внедряли в основном на крупных металлургических предприятиях, которые имели сталеразливочные ковши вместимостью 50–350 т и установки МНЛЗ. Для предприятий с небольшими ковшами (5–50 т) не были разработаны небольшие по размерам затворы и огнеупоры;

- ведущими разработчиками шибберных систем в мире являлись швейцарская фирма Interstop, американская Flocop и японская Kurosaki. В большинстве стран государство активно поддерживало отечественных разработчиков шибберных систем и огнеупоров [5].

ЭТАП 2 — развал СССР и экономические кризисы (1990–2010 гг.)

В начале этого этапа в СССР началось строительство миниметаллургических заводов с участием зарубежных фирм. Были построены Белорусский металлургический завод (БМЗ) в 1985 г. и Волжский трубный завод (ВТЗ) в 1987 г. При их строительстве были приобретены зарубежные шибберные затворы и огнеупоры для разливочного узла. Плиты для шибберных затворов имели металлическую оболочку и гарантированную стойкость 2 плавки. Из-за отсутствия отечественных металлических оболочек БМЗ был вынужден перейти на сборку плит с помощью мертеля, в результате чего многие преимущества поставленной по импорту технологии и продукции были утрачены [6]. Аналогичная ситуация возникла с заменой продукции итальянской фирмы Sanac на

продукцию ВТЗ; оболочки для плит пытались создать местные специалисты.

Затем произошел развал СССР, и многие металлургические предприятия стали ведущими предприятиями своих стран. В экономике Украины металлургия в 1990 г. обеспечивала 11 % ВВП. В 2000 г. после падения ВВП металлургия обеспечивала 27,4 % ВВП, а доля металлургии в объеме производства составляла 40 % валютных поступлений. К сожалению, к 2020 г. эта доля снизилась до 2,3 %, и вся металлургия страны в настоящее время находится в упадке.

Характерные особенности этапа 2:

- попытки координации со странами СЭВ в области изготовления шибберных затворов. В начале этого этапа по программе СЭВ в Румынии было организовано производство «жестких» затворов (200 шт.) для некоторых предприятий СССР. В связи с развалом СССР поставки этих уже морально устаревших конструкций прекратились. Попытки МЧМ СССР организовать централизованное изготовление шибберных затворов на машиностроительных предприятиях России закончились безрезультатно;

- улучшение конструкции затворов с использованием новых элементов. Были созданы затворы типа «книжка», в которых начали использовать упругие элементы. Вместо серийных сварных конструкций применяли литые модели. Для создания усилия сжатия вместо болтов начали применять витые, тарельчатые или газонаполненные пружины. Изменение конструкции затворов способствовало повышению их стойкости до 500 плавков и создало условия для более безопасного обслуживания с сокращением сроков замены огнеупоров;

- создание затворов для малой металлургии и литейной промышленности. Созданная компания «Шиббер» привлекла специалистов-конструкторов

из ВПК (А. А. Алпатов) для конструирования шибберных систем для малой металлургии. Первый в России современный затвор типа «книжка» с пружинными витыми элементами был разработан ОАО «Шиббер» и внедрен в 1998 г. в мартеновском цехе металлургического завода «Петросталь» (Кировский завод, Санкт-Петербург). Затем в 2002 г. на современный шибберный затвор было переведено ЗАО «Южно-Уральские машиностроительные заводы». Большую лепту во внедрение нового затвора конструкции РУС-60 с упругими элементами тарельчатого типа внес главный металлург предприятия И. В. Судоргин [3]. В 2003 г. на разливку стали с применением затвора конструкции РУС-60 был переведен металлургический завод им. А. К. Серова. В 2003 г. был создан затвор конструкции РУС-40 для 5–30-т ковшей, который был внедрен на металлургическом заводе «Серп и Молот», на Оскольском заводе металлургического машиностроения (2004 г.), на предприятии «Русполмет» (2012 г.);

- массовое закрытие отдельных металлургических предприятий из-за многочисленных кризисов. Многие небольшие металлургические предприятия длительное время пытались выжить на существующем рынке, однако даже внедрение современных шибберных затворов не помогло улучшить ситуацию. Были закрыты металлургические заводы «Серп и Молот», Сулинский (Ростовская обл.), Чусовской (Пермский край) и др.

ЭТАП 3 — глобализация рынка и частичная стабилизация отечественного производства (2010–2021 гг.)

За этот период в России было построено несколько мини-металлургических заводов с современной технологией разливки стали. На предприяти-

ях были внедрены шибберные затворы ведущих западных производителей с огнеупорами европейского и китайского производства. На этом этапе произошла глобализация мирового рынка, началось активное проникновение в Россию ведущих производителей шибберных систем. В настоящее время зарубежные шибберные затворы работают на 24 ведущих металлургических предприятиях России.

Расширение импорта было обусловлено следующими факторами:

- предоставлением европейскими банками кредитов для реконструкции металлургических предприятий России. Обязательным условием контракта являлась гарантия последующей закупки у зарубежного производителя в течение 1–3 лет не только шибберных затворов, но и огнеупорных изделий;
- предоставлением полного комплекта услуг и внедрением шибберной системы «под ключ» с поставкой шибберных затворов, огнеупоров для разливочного узла, гидравлического привода и проведением пусконаладочных услуг. Для оперативного предоставления услуг зарубежные фирмы привлекали квалифицированных специалистов из стран СНГ (ММЗ, БМЗ и др.) с опытом работы с шибберными системами.

Характерные особенности этапа 3:

- высокий технический уровень предлагаемых разработок. До 2000 г. зарубежные фирмы предлагали технически устаревшие конструкции шибберных затворов, после 2000 г. начали предлагать самые передовые разработки.

Компания RHI Magnesita Interstop AG поставляет на российский рынок шибберные затворы конструкции CS; затвор последнего поколения конструкции S внедрен на предприятии «Тулачермет» в конце 2018 г.;

- использование компьютерных технологий для проектирования и создания шибберных затворов. Один из лидеров рынка шибберных затворов — корпорация Vesuvius, которая использует в процессе создания затворов современные цифровые технологии и математические методы. С помощью компьютерных технологий были разработаны шибберные затворы LG21–LG24. Исследования в области оптимизации формы плиты для шибберного затвора провела компания RHI Magnesita Interstop AG. На основе этих исследований был разработан шибберный затвор конструкции S.

В настоящее время для разработки шибберных систем работают более 30 фирм из 15 стран. На рынке шибберных систем появились новые лидеры, которые контролируют определенную часть рынка. Корпорация Vesuvius вышла на рынок в начале 2000 г. и, практически поглотив фирму «Флокон», стала основным конкурентом ведущих производителей (Interstop, Krosaki и др.). В 2011 г. австрийская группа RHI приобрела 100 % акций Interstop. Вместе с корпорацией Vesuvius они практически контролируют более 85 % рынка шибберных затворов. К ведущим фирмам можно отнести Krosaki Harima и Shinagava Refractories Co. (Япония), Knollinger (Германия), Sirma и Sanac (Италия), Deguisa (Испания), Intermetal Slide Gate System (Индия), DRG Comercial de Refractorios, Ltd (Бразилия) и российские компании «Шиббер» и НПП «Вулкан-ТМ» (рис. 1).

Компания «Шиббер», созданная в 1993 г., производит в основном затворы конструкций РУС-60М и РУС-40М для ковшей малой и средней вместимости и в настоящее время осуществляет серийные поставки продукции более чем 25 металлургическим и литейным предприятиям России. Основные элементы шибберных затворов изготавливают на отечественных литей-

ных предприятиях, обработку производят на специализированных предприятиях, удовлетворяющих требованиям современного машиностроения. Изготовление, наладку и «холодное» опробование затворов на специальных стендах осуществляет фирма «Руста» (г. Тула), которая занимается также обработкой шибберных затворов на машиностроительных предприятиях и изготовлением гидравлического оборудования.

Установка шибберных затворов у потребителя и отработка технологии разливки проводятся при участии специалистов компании «Шибер». Большой вклад в развитие шибберных систем внесли специалисты компании: А. А. Алпатов, С. М. Губенко, В. А. Кононов, Л. М. Сафронова, И. И. Кузнецов, Н. В. Кононов, Н. С. Кулюкин, Б. В. Раков, Р. Ф. Файрушина и другие. При внедрении и поставке продукции компания «Шибер» активно работает с отраслевыми институтами (МИСиС, РХТУ имени Д. И. Менделеева, СПбГТИ (ТУ) и др.). Современные шибберные затворы производит также НПП «Вулкан-ТМ», созданное в 1997 г. на базе тульского филиала ОАО «Шибер». На предприятии работают квалифицированные специалисты: В. И. Золотухин, А. Г. Головкин, Е. И. Гордеев и другие; некоторые из них стали кандидатами наук;

– разработка перспективных полностью автоматических затворов. Ведущий производитель шибберных затворов Interstop создает для Швеции полностью автоматизированную систему обслуживания ковшевого станда (очистка канала, замена плит и стакана, закрытие затвора при выходе из строя плиты шибберного затвора, установка гидроцилиндров и др.), а также автоматизированную систему, основным узлом которой является стандартный промышленный робот.

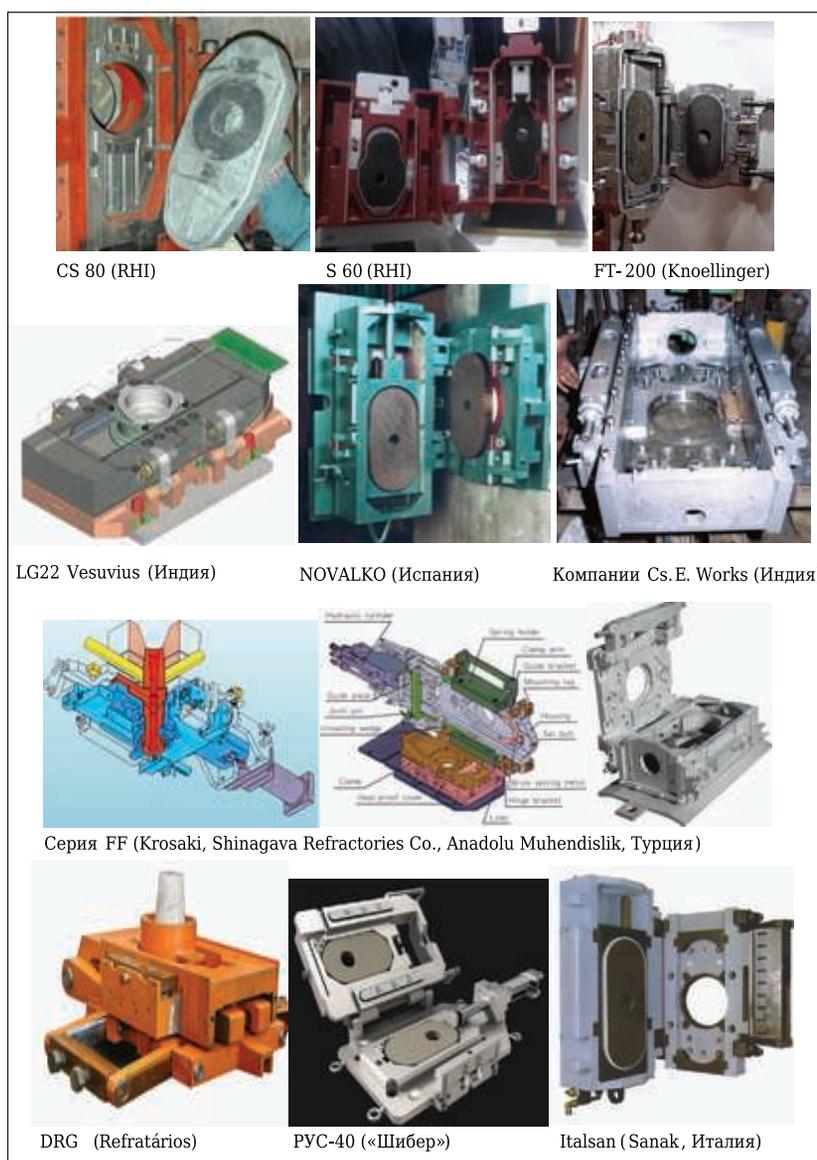


Рис. 1. Современные шибберные затворы ведущих фирм

РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИКИ ДЛЯ ШИББЕРНЫХ ЗАТВОРОВ ЗА 45 ЛЕТ

Разливка стали с применением шибберных систем оказала огромное влияние на развитие всей огнеупорной промышленности России и значительно усилила авторитет огнеупорщиков у потребителя. При изготовлении керамики для шибберных затворов впервые начали применяться технологии других отраслей (пропитка плит шибберных затворов, алмазное шлифование, сверление и т. д.). Были внедрены современные методы нераз-

рушающего контроля качества плит, обеспечивающие отбраковку изделий по показателям разнородности структуры, наличия посторонних включений и др.

В процессе развития разливки стали с применением шибберных систем в СССР можно выделить несколько этапов развития производства огнеупоров. Перевод отечественной металлургии на современные методы разливки стали потребовал создания специализированных огнеупорных производств. Отсутствие на первом этапе технологии и

оборудования для производства потребовало консолидации усилий разных отраслей. Общее руководство процессом внедрения огнеупоров для новой технологии разливки стали было возложено на Министерство металлургии и ВПО «Союзогнеупор» (Д. И. Гавриш, Н. Ф. Бугаев, Н. А. Сидоренко и другие).

На этапе 1 (1976–1990 гг.) происходили разработка технологий огнеупоров, организация производства и внедрение разработок на металлургических предприятиях.

- С учетом территориального расположения объектов металлургии и наличия технического потенциала были определены огнеупорные предприятия, занимающиеся производством изделий для разливки стали через шибберные системы. Основным производителем комплекта огнеупоров (плиты и стаканы) являлось ведущее предприятие страны — комбинат «Магнезит», существующие мощности которого могли обеспечить продукцией большинство металлургических предприятий. Для разработки технологии плит главным был выбран Внуковский завод огнеупорных изделий (ВЗОИ), у которого были квалифицированные кадры и более оперативные возможности внедрения плит у основного заказчика — НЛМК. Сначала намечалась отработка технологии на ВЗОИ, а затем быстрая передача ее элементов на комбинат «Магнезит».

- На ВЗОИ в 1974 г. был организован новый цех по производству плит периклазового состава. Большой вклад в создание цеха и его развитие внесли И. В. Григорьев, В. К. Стурман, В. А. Кононов, Г. А. Кадилов, Л. В. Беседина, Н. П. Фещенко, А. К. Савкин и другие. Специалисты завода перерабатывали конструкцию типовых плоскошлифовальных станков марок ЗБ722 и ЗД756 и начали обрабатывать на них с помо-

щью алмазного инструмента плиты; специальные алмазные круги были разработаны заводом совместно с ВНИИАлмазом. Для обжига плит были сконструированы собственные периодические печи с температурой обжига до 1750 °С. Даже в период интенсивного роста производства и массового внедрения огнеупорных изделий для шибберных систем на первом месте было качество продукции. Первые плиты были изготовлены в 1974 г. и поставлены на НЛМК. Первые ковшевые стаканы и стаканы-коллекторы для испытаний изготовил в 1974 г. комбинат «Магнезит». Производство плит на ВЗОИ было отмечено в 1977 г. Государственным знаком качества СССР.

- Комбинат «Магнезит» выделил участок в ЦМИ-2 по производству плит для шибберных затворов на основе собственного плавленного периклаза. На действующих мощностях было организовано производство ковшевых стаканов и стаканов-коллекторов. Дополнительно были организованы мощности для получения плавленного периклаза. Большой вклад в создание производства огнеупоров для шибберных затворов внесли К. В. Симонов, В. В. Загнойко, А. М. Чукай, О. Ф. Шатилов, В. Н. Коптелов, О. Ф. Фролов и другие).

- Семилукскому огнеупорному заводу (СОЗ) было поручено организовать производство плит высокоглиноземистого состава. Внедрение разработок производилось под руководством В. И. Энтина, Г. Е. Карася и Н. М. Анжеурова. Специалисты Всесоюзного института огнеупоров (ВИО) Е. А. Шерман и А. Е. Жуковская предложили создать технологию производства муллитокорундовых плит из высокоглиноземистого шамота с содержанием Al_2O_3 более 90 %. В состав плит вводили модифицирующие добавки (Cr_2O_3 , ZrO_2 , MgO и др.), что позволи-

ло повысить качество плит и обеспечить разливку рельсовой стали на НТМК.

Разработка технологии огнеупоров для шибберных затворов была поручена специалистам ВПО; была создана специальная лаборатория во главе с А. А. Кортелем [7]. В создании плит на основе плавленного периклаза принимали участие А. А. Кортель, А. Л. Дурмашкин, Л. Я. Фридман, Л. А. Рейнов, А. Р. Николаев и другие, в разработку технологии плит высокоглиноземистого состава основной вклад внесли А. Е. Жуковская, Е. А. Шерман, И. И. Козелкова и другие.

В процессе внедрения впервые в СССР создавались творческие коллективы из представителей заказчика, ученых и производителей огнеупоров. Например, во внедрении технологии производства плит для шибберных затворов на НЛМК активно участвовали специалисты огнеупорной лаборатории: В. Н. Курдюков, В. Д. Рязанцев, О. И. Жаркова, Л. Г. Тюшекова и другие. Процесс внедрения плит проходил практически круглосуточно, что позволило на раннем этапе оперативно устранять отдельные недоработки.

В 1976–1980 гг. начался перевод большинства предприятий черной металлургии на разливку стали с применением шибберных систем; появился ажиотажный спрос на огнеупорные изделия. Окончательное внедрение новой технологии разливки стали закончилось в конце 1984 г. Для выплавки 163 тыс. т металла в 1988 г. в СССР было произведено 15200 т огнеупорных плит. Удельный расход плит в 1988 г. превышал 100 г/т стали. Однако ассортимент плит был ограниченным: в отличие от развитых стран в СССР для разливки всех марок металла предлагались плиты в основном из плавленного периклаза.

В период 1985–1990 гг. особое внимание развитию раз-

ливки стали с применением шибберных систем уделяли специалисты ВПО «Союзогнеупор» Ю. Д. Сагалевич, Н. П. Скрыбин, В. Д. Шедогубов, В. А. Кононов и руководители комбината «Магнезит» Я. Г. Гапонов, Е. П. Мезенцев и другие.

Характерные особенности этапа 1:

- огромные темпы роста производства огнеупоров для разливки (от 42 т в 1976 г. до 15200 т в 1984 г.);

- ограниченность ассортимента производства плит с преобладанием изделий периклазового состава;

- отсутствие унификации производства плит (49 типоразмеров);

- активное участие металлургов во внедрении многих разработок [8].

На этапе 2 (1990–2010 гг.) изменения, связанные с «перестройкой» страны и распадом СССР, оказали негативное влияние на развитие новой технологии разливки стали. После ввода в эксплуатацию мини-заводов (БМЗ и Волжского трубного завода) огнеупорные предприятия не смогли обеспечить современный уровень качества плит из-за отсутствия металлических оболочек, которые стали обязательным элементом плит и стаканов-коллекторов. Огнеупорные предприятия не справлялись с изготовлением плит для разных конструкций шибберных затворов, которые массово создавали металлургические предприятия без согласования с производителями огнеупоров. ВПО «Союзогнеупор» сумело в трудной борьбе с металлургами провести унификацию типоразмеров плит. В реальном производстве остались 10 типоразмеров плит вместо 49 видов плит. Это снизило количество дорогостоящих пресс-форм и способствовало улучшению экономического положения огнеупорных предприятий [9].

В период 1990–2010 гг. Россия сильно отстала от передовых стран в разливке стали с применением шибберных систем. За рубежом уже создали углеродсодержащие огнеупоры многократного применения. Эпидемия кризисов в России (1998 и 2008 гг.) практически привела к развалу огнеупорной промышленности страны. После приватизации новые собственники предприятий не вкладывали в их развитие никаких инвестиций, в результате чего из 16 предприятий отрасли перестали работать 10. Прекращено производство плит на ВЗОИ и СОЗ; прекратил существование Санкт-Петербургский институт огнеупоров (бывший ВИО). Часть сотрудников, несмотря на противодействие хозяев и бегство ведущих специалистов в другие организации, продолжили свою деятельность под эгидой Инженерного центра СПБИО (специалисты центра А. Е. Жуковская и И. Г. Козелкова пытались помочь находившемуся в стадии банкротства СОЗ в создании технологии корундографитовых плит со стойкостью 2–3 плавки). УкрНИО стал принадлежать Украине, а от ВостИО осталось несколько подразделений, связанных с обслуживанием огнеупорных предприятий Урала. Отрасль лишилась научного и технологического обслуживания.

Характерные особенности этапа 2:

- отсутствие инвестиционной политики у большинства новых владельцев приватизированных огнеупорных предприятий;

- практическое прекращение совместной технической политики огнеупорных и металлургических предприятий в области шибберных систем;

- отставание в разливке стали по новой технологии от ведущих стран.

На этапе 3 (2010–2021 гг.) на отечественном рынке остался

единственный производитель керамики для шибберных затворов — комбинат «Магнезит». К сожалению, ассортимент плит, производимых лидером огнеупорного производства России, имеет ограниченное применение и может эффективно использоваться только для разливки ответственных марок стали. Стойкость плит 1–2 плавки, несмотря на поставку плит в металлических оболочках. Предприятие за счет наличия в Китае нескольких совместных предприятий начало активно закупать китайские плиты. Неплохой результат получил комбинат от совместной работы с германской фирмой Knoellinger по обеспечению плитам ЗСМК. Однако на комбинате для производства плит имеются собственные мощности, которые можно было бы без больших затрат использовать для создания собственного производства современных корундографитоцирконовых плит после проведения небольшой реконструкции и необходимых НИР.

Кризис в экономике многих стран активизирует ведущие зарубежные фирмы на рынке России. На многих металлургических предприятиях страны уже внедрены импортные шибберные затворы и огнеупоры. Даже компании RHI Magnesita Interstop AG и Vesuvius осуществляют поставки плит из Китая.

Характерные особенности этапа 3:

- активное внедрение зарубежных шибберных затворов ведущих фирм на предприятиях России;

- поставка зарубежных плит из Китая на большинство металлургических предприятий;

- улучшение качества поставляемых зарубежных плит (корундографитоцирконовых и др.) за счет использования непосредственными производителями современных технологий;



Рис. 2. Эволюция формы плит для шиберных затворов: 1 — плита прямоугольная; 2 — овальная с выступающим фальцем; 3 — со скошенными углами; 4 — в оболочке с вкладышем из ZrO_2 ; 5 — в оболочке со скругленными углами и вкладышем из ZrO_2 ; 6 — в оболочке со скошенными скругленными углами; 7 — со скошенными углами в металлическом бандаже; 8 — в оболочке формы «капелька» с подводом аргона; 9 — со скошенными углами и вкладышем из ZrO_2 ; 10 — в оболочке фирмы Vesuvius; 11 — в оболочке фирмы Interstop для затвора CS; 12 — в оболочке фирмы Interstop для затвора S

– поставка плит современной формы («капелька», «гроб», со скошенными закругленными углами и др.) в металлических оболочках (рис. 2).

Разливка стали с применением шиберных затворов длительное время является локомотивом прогресса и обеспечивает развитие огнеупорной промышленности. В настоящее время внедряются новые раз-

работки, связанные с развитием нанотехнологий, внедрением новых композиционных материалов и использованием плазменных технологий. Однако благодаря заложенному в годы СССР потенциалу предприятий и появлению новых специалистов с современным мышлением процесс развития огнеупоров для разливки стали в России продолжается.

Библиографический список

1. **Кононов, В. А.** Основные направления развития шиберных систем в металлургии / В. А. Кононов, А. А. Алпатов // Бюл. Черная металлургия. — 2006. — № 7. — С. 53–59.
2. **Бааске, А.** Огнеупорные материалы: разработки, тенденции, доступность / А. Бааске, Д. Дюберс, Р. Фандрих [и др.] // Черные металлы. — Сентябрь 2011. — С. 33.
3. **Кононов, В. А.** Разливка металла через современные шиберные затворы / В. А. Кононов, А. А. Алпатов, Н. В. Кононов [и др.] // Сталь. — 2002. — № 3. — С. 54–56.
4. **Кононов, В. А.** Modern slide valve systems for steel casting / V. A. Kononov, A. A. Alpatov // Refract. Ind. Ceram. — 2006. — Vol. 47, № 4. — P. 201–203.
5. **Кононов, В. А.** Современные шиберные системы для разливки стали / В. А. Кононов, А. А. Алпатов // Новые огнеупоры. — 2006. — № 8. — С. 15–17.
6. **Скрябин, Н. П.** Огнеупоры: спад перед подъемом / Н. П. Скрябин, В. А. Кононов // Металлы Евразии. — 2000. — № 2. — С. 58.
7. **Кононов, В. А.** Основные направления развития шиберных систем в металлургии / В. А. Кононов, А. А. Алпатов // Бюл. Черная металлургия. — 2006. — № 7. — С. 53–59.
8. **Кононов, В. А.** Development of a method for unfired periclase composite plates for steel teeming ladle gate valves / V. A. Kononov, S. I. Nikolayuk, V. K. Sturman, N. G. Aleinikov // Refractories. — 1984. — Vol. 25, № 5/6. — P. 357–359.
9. **Кононов, В. А.** Разработка технологии периклазовых составных плит для шиберных затворов сталеразливочных ковшей / В. А. Кононов, С. И. Николаюк, В. К. Стурман, Н. Г. Алейников // Огнеупоры. — 1984. — № 6. — С. 32–34.
10. **Кононов, В. А.** Конкуренция на рынке производства огнеупоров / В. А. Кононов // Новые огнеупоры. — 2007. — № 5. — С. 71–74.
11. **Сагалевич, Ю. Д.** Состояние и перспективы развития производства новых эффективных видов огнеупорных изделий / Ю. Д. Сагалевич, В. А. Кононов // Огнеупоры. — 1990. — № 5. — С. 1–6. ■

Получено 30.03.21

© В. А. Кононов, А. А. Алпатов, Н. В. Кононов, Б. В. Раков, 2021 г.