

В.Е. Сошкин (Генеральный директор ООО «Волокнистые огнеупоры», г. Тольятти),  
В.С. Байздренко (главный конструктор КБ печей, ООО «Волокнистые огнеупоры», г. Тольятти)

## ООО «Волокнистые огнеупоры». Футеровка крышек тепловых агрегатов новыми огнеупорными материалами

В состав промышленных тепловых агрегатов (печей, сушил, стенов разогрева сталеразливочных и промежуточных ковшей) входят элементы конструкции, называемые крышками и заслонками. Их основное назначение – обеспечить доступ в рабочее пространство печей во время проведения технологических операций (завалка шихты, загрузка, выгрузка и кантовка металла). Окна и проемы печей, закрываемые заслонками, позволяют также вести наблюдение за нагреваемой садкой, состоянием футеровки стен и свода печи, работой горелок. Конструкция крышек и заслонок печей, как правило, состоит из металлического каркаса, выполненного из листовой стали или профильного проката. Иногда металлоконструкция изготавливается цельнолитой или собирается из нескольких литых элементов. Изнутри металлический каркас-оболочка футеруется огнеупорным материалом, который должен обладать достаточной огнеупорностью и хорошими теплоизоляционными свойствами.

В черной металлургии на крышках стенов разогрева промежуточных ковшей (установки МНЛЗ) монтируются горелки, устанавливаются каналы для отвода продуктов горения. Футеровка таких крышек также должна обеспечивать эффективную теплозащиту и предотвращать перегрев металлоконструкции, увеличивая ресурс ее работы. Эти требования в полной мере относятся к крышкам стенов для сушки и разогрева сталеразливочных ковшей. Эффективность теплозащиты во многом зависит от качества футеровки крышек, выполняемой из огнеупорных бетонов, шамотных изделий и новых материалов – волокнистых огнеупоров.

Металлоконструкции и, особенно, футеровка крышек в высокотемпературных тепловых агрегатах работают в тяжелых условиях.

Неблагоприятное влияние на футеровку оказывают:

- высокая технологическая температура, мощные конвективные и лучистые тепловые потоки;
- резкие перепады температур (термоудары), возникающие при открывании и закрывании крышек;
- динамические ударные нагрузки, обусловленные работой механических приводов открывания и перемещения крышек и заслонок.

Материалы футеровки должны быть устойчивы к негативному воздействию вышеперечисленных факторов, а также:

- обеспечивать снижение потерь тепла за счет низких значений теплопроводности и теплоемкости;
- иметь небольшую плотность, способствуя уменьшению массы футеровки и снижению мощности механизмов приводов перемещения крышек, ослабляя динамику механических нагрузок;
- надежно крепиться на каркасе крышки или заслонки;

Показана эффективность работы огнеупорных материалов для высокотемпературной изоляции элементов конструкций металлургических агрегатов производства компании ООО «Волокнистые огнеупоры». Показаны преимущества материала войлок «мокрый», который применяется для футеровки крышек в высокотемпературных тепловых агрегатах. Описаны волокнистые огнеупорные плиты, используемые для футеровки тигельных плавильных печей, а также для изготовления крышек для тиглей и желобов.

**Ключевые слова:** волокнистые огнеупоры, войлок «мокрый», футеровка тигельных плавильных печей.

\*\*\*

**Soshkin V.E., Bayzdrenko V.S.** «Fibrous refractory materials» ltd. Lining with new refractory materials of thermal unit covers

The article shows the efficiency of application of refractory materials produced by «Fibrous refractory materials» ltd for the high-temperature insulation of metallurgical unit elements. The article gives the advantages of «wet» felt, which is used for the lining of covers of high-temperature thermal units. Fibrous refractory plates, used for the lining of crucible melting furnaces and in the manufacture of covers for crucibles and troughs, are described.

**Key words:** fibrous refractory materials, «wet» felt, lining of crucible melting furnaces.

- обеспечивать технологичность монтажа футеровки и простоту ее промежуточных ремонтов.

Всеми вышеперечисленными свойствами, необходимыми для создания эффективных теплограждений, обладают волокнистые огнеупоры, в частности, материал известный как войлок «мокрый».

Разработанный, запатентованный и производимый на ООО «Волокнистые огнеупоры» войлок «мокрый» является материалом, основу которого составляют алюмосиликатные волокна на неорганической связке со специальной пропиткой. Войлок «мокрый» сочетает свойства хорошего огнеупорного материала и прекрасного теплоизолятора. При огнеупорности 1770 С температура применения составляет от 1200°С (материал марки ВР) до 1350°С (материал марки ВРП). Коэффициент теплопроводности при 1000°С равен 0,23 Вт/м<sup>2</sup>В°С, т.е. в 5 раз ниже, чем у полновесного шамота марки ШБ (1,22 Вт/м<sup>2</sup>В°С).

Уникальной особенностью войлока является пластичность и гибкость его листов в состоянии поставки, обеспечиваемая волокнистой структурой материала, и входящей в его состав пропиткой. Это свойство позволяет использовать войлок для «окутывания» поверхностей сложной формы. По окончании монтажа теплоизоляция, выполненная из войлока «мокрого», сушится, после которой материал приобретает жесткость, охватывая базовую поверхность и повторяя ее форму.

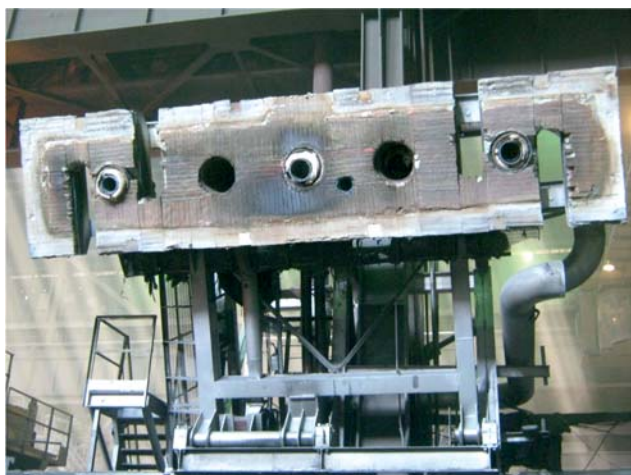


Рис. 1. Крышка стэнда разогрева промковшей в эксплуатации. Компаня «ЕВРАЗ», конверторный цех НТМК

Плотность войлока «мокрого» после просушки зависит от марки материала и находится в диапазоне от 320 кг/м<sup>3</sup> (для материалов ВР-300, ВРП-300) до 420 кг/м<sup>3</sup> (для ВР-400, ВРП-400). Это в 5–6 раз меньше, чем у шамотного кирпича.

Следует отметить высокое значение степени черноты войлока ( $\varepsilon = 0,91–0,94$ ), что интенсифицирует лучистый теплообмен от футеровки крышки к нагреваемому материалу при высоких температурах. Эффект особенно проявляется на стэндах разогрева промежуточных ковшей МНЛЗ, где поверхность футеровки крышек может иметь внушительные размеры, а высокая технологическая температура разогрева способствует интенсификации передачи тепла излучением.

Для футеровки крышек и заслонок тепловых агрегатов специалистами фирмы разработана оригинальная технология с применением специальной крепежной арматуры и огнеупорных клеев нескольких марок, с разной температурой применения. Арматура разрабатывается отдельно для каждой крышки с учетом особенностей ее конструкции. В целях обеспечения продолжительной работы тепловой изоляции выбираются оптимальные размеры крепежа, его материал и схема монтажа теплозащиты.

В перечень подготовительных и основных работ по футеровке крышек, выполняемых техническим персоналом компании, входят:

- анализ исходных данных, полученных от заказчика (конструкция каркаса крышки, толщина существующей футеровки, температура эксплуатации крышки, особенности рабочего режима);
- согласование с заказчиком предложений, если таковые появляются, о частичной модернизации металлоконструкции или новых проектных решений (технический проект);
- выбор марки материала для футеровки с соответствующей рабочей температурой и плотностью;
- выполнение теплового и прочностного расчетов, на основании которых определяется толщина футеровки, глубина залегания крепежной арматуры и подбираются варианты ее конструкции;
- разработка конструкторской документации на элементы крепежа;
- разработка технологии ведения футеровки;
- выполнение технико-экономического анализа;



Рис. 2. Крышка шахтной термической печи, футерованная войлоком «мокрым». Компаня «ЕВРАЗ», Колесо-бандажный цех НТМК

- подготовка коммерческого предложения;
- после заключения договора производится поставка материалов, крепежной арматуры и технической документации;
- на месте выполняется шефмонтаж с обучением технического персонала и исполнителей работ.

За сравнительно небольшой период своей деятельности компания «Волокнистые огнеупоры» добилась определенных успехов и приобрела опыт в практической реализации технических решений по устройству теплозащиты на агрегатах металлургии и машиностроения.

На рис. 1 показана крышка промежуточной ковши МНЛЗ-2, футерованная материалом ВРП-350. После запуска крышки в эксплуатацию специалистами комбината отмечено, что:

- материал ВРП-350 обладает монтажной технологичностью и высокими теплоизолирующими свойствами, что обеспечивает сохранность крепежных скоб и самой металлоконструкции крышки;
- стойкость футеровки из ВРП-350 на крышке промковша составила более 5 месяцев без ремонта. При ранее используемом материале и способе монтажа теплозащиты межремонтный срок эксплуатации футеровки составлял лишь 1 месяц.

В настоящее время ведутся совместные работы по совершенствованию технологии футеровки и снижению трудоемкости монтажных работ.

На рис. 2 показана крышка шахтной термической печи Колесо-бандажного цеха НТМК. Примененный для футеровки войлок «мокрый» на крышках  $\varnothing 3000$  мм и 3800 мм с толщиной теплоизоляции 100 мм позволил стабилизировать температурное поле в рабочем пространстве печи, значительно повысить качество нагрева и исключить брак при термообработке деталей.

После проведения испытаний работы шахтной печи с новой крышкой специалистами комбината сделаны следующие заключения:

- результаты испытаний показали, что разница в перепаде температур нагретых изделий и в пространстве печи уменьшилась в 3 раза, а температура кожуха крышки снизилась с 680–700 до 110–120°C;
- качество нагрева металлопродукции значительно улучшилось;
- уменьшился расход топлива на 20–25%;



Рис. 3. Крышки желоба для передачи расплава алюминия. ООО «МордовВторСырье», г. Саранск

- на основании положительных результатов на НТМК принято решение о футеровке всех крышек войлоком ВРП-350 производства ООО «Волокнистые огнеупоры», что практически реализовано. Ожидаемый эффект около 5 миллионов рублей.

В настоящее время ведется совместная работа специалистов компании «Волокнистые огнеупоры» с проектировщиками металлургического комбината по созданию принципиально новой конструкции крышки, которая позволит улучшить показатели тепловой работы печи, снизить трудоемкость монтажа футеровки и увеличить ресурс ее работы.

Для машиностроительных и металлообрабатывающих предприятий, производящих алюминиевое литье, компания «Волокнистые огнеупоры» производит огнеупорные материалы для футеровки тигельных плавильных печей, а также крышки для тиглей и желобов. Крышки изготавливаются из волокнистых огнеупорных плит ПВ-400 (ПВ-450). Для придания дополнительной жесткости плиты армируются жаростойкой сталью, либо устанавливаются в легкий стальной каркас, выполняемый по чертежам КБ компании. Обладая высокими теплоизоляционными свойствами, волокнистая футеровка плавильных печей, а также крышки тиглей позволяют экономить до 30% электроэнергии.

На рис. 3 показаны крышки, установленные на желобе для передачи жидкого алюминия от плавильных печей к миксеру (ООО «МордовВторСырье», г. Саранск).

На рис. 4 показана крышка шахтной термической электропечи ОКБ-827, футерованная войлоком ВР-350 (ЗАО «Завод Киров-Энергомаш», Санкт-Петербург).

Это одна из первых работ проведенных компанией по внедрению волокнистых огнеупорных материалов, получившая одобрение и признание у производителей.

#### Техническая характеристика печи

Проектная мощность печи	230 кВт
Макс. температура эксплуатации	1150°C
Диаметр крышки	3600 мм
Толщина футеровки	300 мм
Количество теплосмен в сутки	3



Рис. 4. Футеровка крышки электропечи ОКБ-827. ЗАО «Завод Киров-Энергомаш», Санкт-Петербург

Ранее крышки ОКБ-844 футеровались традиционными шамотными материалами марки ША. Масса футеровки составляла более 6 т. Масса футеровки крышки печи ОКБ-827, выполненной из керамоволокнистого «мокрого» войлока марки ВР-300 с последующей сушкой в течение 7 дней, составляет 910 кг.

За время эксплуатации (с начала мая 2007 г. по настоящее время) следов температурной эрозии поверхности футеровки крышки не обнаружено.

Применение высокотемпературной керамоволокнистой теплоизоляции ВР-300 вместо шамотной футеровки крышки электропечи ОКБ-827 позволило:

1. Уменьшить теплотери через крышку – температура наружной поверхности стальной обшивки крышки не превышает 50°C.
2. Сократило на 3 часа время вывода печи на рабочую температуру (900 – 1150°C), что существенно увеличило производительность печи.

Комплекс «Редуктор» продолжает сотрудничество с ООО «Волокнистые огнеупоры» и рекомендует керамоволокнистые материалы производства ООО «Волокнистые огнеупоры» для более широкого практического применения.

На рис. 5 показана крышка стэнда разогрева сталеразливочных ковшей (ОАО «ЧМК», г. Челябинск). Футеровка из войлока «мокрого» и технология ее крепежа позволила значительно повысить эксплуатационный ресурс крышки.

В декабре 2009 г. ООО «Волокнистые огнеупоры» зафутеровало крышку ВТУ№3 в ЭСПЦ-6 ОАО «ЧМК». В данной футеровке применили «мокрый» войлок мар-



Рис. 5. Крышка стэнда разогрева сталеразливочных ковшей в работе. ОАО «МЕЧЕЛ» – Челябинский металлургический комбинат, ЭСПЦ-6

ки ВРП-350. В настоящее время (9 апреля 2012 г.) футеровка ВТУ№3 находится в работе, и состояние ее оценивается как удовлетворительное.

Рекомендовано Управлению материально-технического снабжения ОАО «ЧМК» проработать вопрос об использовании огнеупорных материалов для крышек УВТН производства ООО «Волокнистые огнеупоры» на других установках.

Компания ООО «Волокнистые огнеупоры» производит качественные огнеупорные материалы для высокотемпературной изоляции элементов конструкций металлургических агрегатов. Высококвалифицирован-

ные специалисты решают инженерные задачи, относящиеся к производству новых материалов с улучшенными свойствами, к технологии монтажа футеровки, к разработке чертежной документации, связанной с внедрением волокнистых огнеупоров на промышленных агрегатах и проведением шеф-монтажных работ и авторского надзора.

Все большее количество предприятий России, ближнего и дальнего зарубежья, убедившись в достоинствах наших материалов и в качестве выполняемых работ, выражают готовность и согласие к долгосрочному и взаимовыгодному сотрудничеству.

Н.Феклин (ООО «Динус-Сталь», г.Луганск, feklin.nickolai@yandex.ua)

## Технологические приемы конструирования сложных форм при ВПФ

Качество отливок и их себестоимость напрямую зависят от разработанной технологии. К сожалению, для метода вакуумно-пленочной формовки (ВПФ) мало наработано необходимых технологических приемов по конструированию форм, да и то, что есть «на местах» тщательно скрывают профессионалы. Попробуйте зайти на литейные предприятия, имеющие более-менее современное оборудование и технологии – вас не пустят, за редким исключением, особенно если узнают, что Вы литейщик. По меньшей мере, странно – ведь обмен опытом только обогащает наши знания.

В этой статье попробую рассказать о тех инновациях, которые мы применяли у себя при создании форм и моделей методом ВПФ.

Одной из главных задач, поставленных на нашем предприятии, был максимальный уход от использования традиционных стержней, тем самым заранее пытались предотвратить возможные проблемы от их использования, и, конечно же, снизить себестоимость литья.

Какие же приемы использовали мы?

Рассмотрим на примере отливки «Корпус буксы», кстати, очень интересный пример в плане получения экономического эффекта из-за больших объемов литья и применяемой устаревшей технологии. Стандартные технологии получения данной отливки подразумевают использование 3-4-х стержней, два из которых формируют, так называемые «челюсти», из-за наличия которых при ВПФ невозможно производить свободный разъем полуформы и модели.



Рис. 1. Модель отливки «Корпус буксы»



Рис. 2. Модель с применением крепления «ласточкин хвост»

В статье приведены инновации, применяемые при изготовлении форм и моделей методом вакуумно-пленочной формовки.

**Ключевые слова:** вакуумно-пленочная формовка, полуформа, стержень, отливка.

\*\*\*

**Feklin N.** Technological methods of complicated molds designing using Vacuum molding (V-process)

The article contains innovations applied in the production of molds and patterns using V-process.

**Key words:** V-process, half-mold, core, casting.

1. Используя известный прием крепления – «ласточкин хвост» для съемных элементов, мы решили вопрос разъема полуформы и модели с последующим удалением «челюстей» из внутренней части полуформы (рис. 1, 2).
2. Существующие специальные пленки позволяют производить облицовку сложных моделей. При изготовлении же отливки «Корпус буксы» модельные элементы «челюстей» облицовывались плохо. Нами были применены специальные приспособления, позволяющие в процессе облицовки производить предварительную вытяжку пленки в сторону «челюстей», что привело к стабильному положительному результату.
3. Получение внутреннего болвана модели «Корпус буксы», с учетом имеющихся деформационных возможностей специальных пленок, не представляло никаких трудностей. Для поддержания равномерного вакуума в болван был дополнительно введен вакуумный фильтр.

Данная технология хорошо зарекомендовала себя при формировании всего лишь одной модели. Что же необходимо для формирования одновременно нескольких моделей? Для этого нами были разработаны варианты технологий, предназначенные для массовых отливок с вертикальным и горизонтальным расположением моделей, при этом