

## ОПЫТ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВООРУЖЕНИЯ СТЕНДОВ СУШКИ ФУТЕРОВКИ ЧУГУНОВОЗНЫХ КОВШЕЙ.

В.Т. Рязанов<sup>1</sup>, В.А. Хохлов<sup>1</sup>, С.С. Шульгин<sup>1</sup>, Ю.М. Оганесян<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ОАО «Научно-исследовательский институт металлургической  
теплотехники» (ОАО «ВНИИМТ»)  
(г. Екатеринбург, Россия)

<sup>2</sup> ООО «Системы комплексной автоматизации технологий – Урал»  
(г. Екатеринбург, Россия)

*Техническое перевооружение стенов сушки чугуновозных ковшей с наливной кварцевой футеровкой позволило осуществлять сушку в автоматическом режиме строго по заданному графику с высокой равномерностью нагрева поверхности футеровки по сечению и высоте ковша. Ресурс эксплуатации футеровки увеличен в 2 раза, а расход газа за цикл сушки сокращен в 5 раз.*

**Ключевые слова:** чугуновозный ковш, стенд сушки ковшей, футеровка ковша, газовая горелка, автоматика.

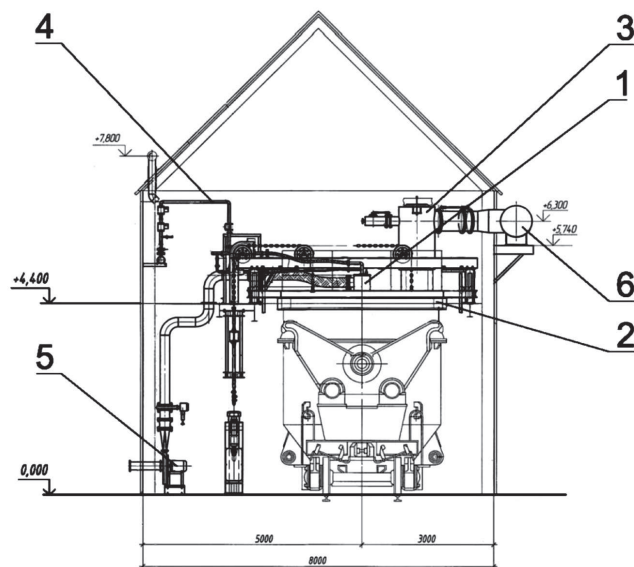
*The technical rearmament of drying stands for hot iron ladles with pumped quartzite lining has allowed automatic drying on firmly set schedules ensuring highly uniform heating of the lining surface across the ladle cross-section and height. The service life of lining has been increased twofold, with gas usage per drying cycle reduced by a factor of five.*

**Keywords:** hot iron ladle; ladle drying stand; ladle lining; gas-burner; automation.

На ОАО «ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат», (г. Нижний Тагил Свердловской области) с августа 2011 г. после техперевооружения, выполненного ОАО «ВНИИМТ» в качестве Генподрядчика, успешно эксплуатируется комплекс из трех стенов сушки 140-тонных чугуновозных ковшей с наливной кварцевой футеровкой. Целью работы являлось повышение ресурса эксплуатации футеровки за счет строгого соблюдения технологического графика сушки и обеспечения равномерности температуры по всей внутренней поверхности ковша (это особенно важно для монолитных футеровок), а также сокращение расхода топлива за цикл сушки.

Комплекс стенов для сушки (до 800–900 °С) футеровки чугуновозных ковшей позволяет выполнять сушку футеровки каждого ковша по индивидуальному графику одного, двух или трех ковшей одновременно. В состав комплекса входят три однотипных стенов – крышки (механизированного свода), расположенных в линию над осью ж/д пути (рис. 1). Футерованные ковши на стенов подаются на ж/д лафете.

Внутри помещения сушки футеровки ковшей расположена сплошная, общая для всех стенов, площадка на отметке + 4400 для опирания крышек ковшей, рам подъемников крышек, а также для обслуживания оборудования стенов. Крышки стенов зафиксированы на опорных металлоконструкциях при помощи механизмов подъема, траверс и цепных тяг, обеспечивающих их перемещение вдоль вертикальной оси с ходом 360 мм от уровня горловины ковша на лафете и 400 мм от уровня площадки. В рабочем положении крышка ложится на горловину ковша. В нерабочем состоянии, когда под



Поз.1 - Горелка

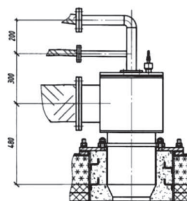


Рис. 1. Стенд сушки футеровки чугуновозных ковшей:  
 1 – горелка; 2 – крышка стенда; 3 – дымоприемный стакан; 4 – газопровод; 5 – дутьевой вентилятор;  
 6 – дымовой коллектор

данной крышкой нет ковша, крышка ложится опорами на площадку. Уплотнение сливного носка производится на участке в депо ремонта футеровки.

В центре крышки стенда установлена газовая горелка (рис. 1, поз. 1). Крышка со стороны, противоположной месту подачи газа и воздуха на горелку, оснащена футерованным внутри вертикальным патрубком отвода дымовых газов из ковша. Над патрубком подвижной крышки также вертикально стационарно установлен дымоприемный стакан системы дымоудаления, что обеспечивает подвижное телескопическое соединение при опускании и подъеме крышки ковша. Из каждого приемного стакана горячие дымовые газы поступают в коллектор на всас дымососов и далее в дымовую трубу; регулирование температуры отходящих дымовых газов осуществляется разбавлением их атмосферным воздухом, поступающим в дымоотвод как через кольцевой зазор патрубка крышки и дымоприемного стакана, так и через специальный патрубок, оснащенный регулируемыми клапанами.

Отбор газа от внутрицехового газопровода осуществляется врезкой общего для всех трех стендов газового коллектора; разводка газа от коллектора к каждой горелке трех стендов осуществляется стальными трубопроводами. Соединение стационарных газопроводов с горелками, установленными в центре подвижных крышек, выполнено металлорукавами. Подвод газа (первичного и вторичного) к горелке осуществляется двумя ветвями. Подача воздуха к горелкам осуществляется вентиляторами.

Горелка обеспечивает сжигание природного газа в широком диапазоне изменения расхода газа и коэффициента избытка воздуха, а также создает высокоскоростную струю теплоносителя (факела) с температурой от 130 до 1500 °С. Максимальная тепловая мощность составляет 3 МВт.

Розжиг горелки производится с помощью зажигательной свечи периодического действия. Контроль наличия факела осуществляется ионизационным датчиком (контрольным электродом) или частотным фотодатчиком.

В процессе сушки в низкотемпературной области графика (до 400–500 °С) первичный газ, подаваемый в горелку, сжигается с частью воздуха во внутренней камере горения; продукты сгорания смешиваются с остальным воздухом; полученный теплоноситель с температурой приблизительно 130–500 °С высокоскоростной струей вдувается в объем ковша. Дальнейшее повышение температуры теплоносителя осуществляется подачей в горелку вторичного газа, сжигание которого происходит уже в объеме ковша в виде скоростного факела.

В соответствии с принятой концепцией технологии сушки горелка должна создавать высокоскоростную струю теплоносителя с различной температурой, обеспечивая: с одной стороны – требуемый температурный напор, необходимый для заданного графиком темпа нагрева футеровки во всем диапазоне сушки от 30–50 °С до 800–900 °С, а с другой стороны – равномерность нагрева футеровки по сечению и высоте ковша во всем требуемом диапазоне температур сушки за счет реализации осесимметричного контура циркуляции и интенсивного омывания газами днища и стенок ковша, создаваемого высокоскоростной струей теплоносителя. Приблизительно постоянная аэродинамическая мощность струи теплоносителя обеспечивается постоянным расходом воздуха, а переменная температура теплоносителя достигается регулированием расхода газа на горелку.

Управление работой стендов осуществляется с автоматизированного рабочего места оператора. АРМ выполнено на базе персонального компьютера и специализированного программного обеспечения «Siemens».

В производственном помещении расположены шкафы местного управления (по одному на каждый стенд), на которые выведены основные показатели технологического процесса, а также кнопки розжига/останова горелок и управления подъемом/опусканием крышек стендов.

В контроллере можно запрограммировать девять температурных графиков и вести автоматический процесс сушки по любому из них. Примененная схема автоматики обеспечивает возможность также и ручного управления процессом сушки.

Управление розжигом горелки и контроль за процессом горения осуществляется со щитов местного управления, либо дистанционно – с АРМ оператора.

АСУ ТП верхнего уровня предусматривает фиксацию в базе данных следующих параметров с привязкой даты и времени:

- расход природного газа;
- расход воздуха;
- давление газа перед горелкой;
- давление воздуха перед горелкой;
- температура футеровки;
- температура дымовых газов на отводящем патрубке крышки;
- температура дымовых газов на входе в дымосос;
- положение дроссельных заслонок системы разбавления дымовых газов;
- разрежение в рабочем пространстве ковша;
- индивидуальный учет ковшей.

Оборудование позволяет осуществлять автоматическое управление работой системы сушки футеровки чугуновозных ковшей без постоянного присутствия обслуживающего персонала в помещении.

Автоматика газовой безопасности обеспечивает отключение подачи газа одновременно с включением аварийной световой и звуковой сигнализации в помещении производственного участка и операторской при следующих обстоятельствах:

- На горелку стенда:
  - в любом положении крышки кроме рабочего;
  - при открытом проходе (калитке) на рабочую площадку крышки;
  - повышении или понижении давления газа сверх допустимого;
  - повышении или понижении давления воздуха сверх допустимого;
  - погасании факела горелки;
  - повышении давления под крышкой ковша сверх допустимого;
  - снижении ниже допустимого разрежения в системе дымоудаления;
  - исчезновении электрического напряжения на участке;
  - отсутствии напряжения в цепях питания первичных приборов АСУ.
- В помещении стендов сушки:
  - возникновении пожара в помещении;
  - исчезновении электрического напряжения на участке;
  - загазованности помещения  $\text{CH}_4$  или  $\text{CO}$  сверх допустимого.

Футерованный чугуновозный ковш в депо ремонта мостовым краном устанавливается на ж/д лафет и с помощью лебедки подается по тупиковому ж/д пути на один из стендов. Лафет устанавливается ковшом по центру крышки и в таком положении фиксируется башмаками.

После постановки ковша на стенд крышка стенда вручную оператором с местного пульта управления механизмом подъема опускается в рабочее положение на горловину ковша. Дальнейшие операции по запуску дутьевого вентилятора данного стенда, запуску дымососа и регулированию заданного разрежения под крышкой стенда, выполнению теста на герметичность узла безопасности на газопроводе, розжигу горелки и осуществлению сушки и разогрева футеровки по заданному графику осуществляются в автоматическом режиме после нажатия кнопки «Пуск».

Отключение подачи газа на горелку осуществляется вручную командой «стоп».

Опыт наладки и эксплуатации стендов на ОАО «ЕВРАЗ НТМК» показал следующее.

Автоматика безопасности стенов работает надежно, обеспечивая аварийное отключение газа или блокировку его подачи на горелку во всех случаях, предусмотренных проектом. Автоматика управления может быть легко настроена на любой заданный график сушки, позволяет оперативно корректировать и восстанавливать режим после вынужденных остановок процесса и перестановок ковшей.

Автоматика регулирования в точности поддерживает температуру футеровки в полном соответствии с заданным графиком. По показаниям пирометра, визированного на днище ковша, максимальное отклонение температуры футеровки от заданной не превышает 1,0 %. Температура газов под крышкой стенов по показаниям штатной термопары во всем диапазоне сушки ниже температуры днища на величину не более 1,5 % во всем температурном диапазоне сушки от 50 до 900 °С. Это позволяет вести процесс только по показаниям термопары без применения пирометра.

Полученные результаты показывают, что выбранная технология сушки обеспечивает высокую равномерность обогрева поверхности футеровки по сечению и высоте ковша, а система автоматического регулирования обеспечивает высокую точность ведения процесса по заданному графику. Кроме того, вследствие высокой равномерности температурного поля в полости ковша появляется возможность осуществлять регулирование процесса не только по показаниям пирометра, т.е. по температуре днища, но также по температуре под крышкой стенов, измеряемой термопарой.

Мнемосхемы КИПиА как всего комплекса стенов, так и каждого стенов в отдельности (рис. 2) очень физичны и дают оператору полное представление о текущем процессе сушки и работе оборудования, что позволяет оператору быстро и адекватно реагировать на возможное возникновение нестандартных ситуаций.

На дисплей АРМ оператора выводится (рис. 3) заданный график сушки (линия темно-зеленого цвета) и реальная температура футеровки, поддерживаемая автоматикой в процессе регулирования (красная кривая), текущий общий расход природного газа на стенов (синяя кривая).

На дисплей можно вывести и другие важные параметры работы горелки: давление перед горелкой природного газа: первичного – зеленая кривая и суммарного – коричневая кривая, а также воздуха – голубая кривая.

В целом разработанная конструкция стенов и система управления и процессом сушки просты и удобны в эксплуатации.

До технического перевооружения сушка чугуновозных ковшей осуществлялась двухпроводными горелками; при этом горловина ковшей не закрывалась футерованными крышками. Средний за цикл сушки расход природного газа составлял приблизительно 240–250 м<sup>3</sup>/ч. Максимальный расход газа достигал 720–750 м<sup>3</sup>/ч. Ресурс эксплуатации футеровки составлял 240–250 наливов чугуна.

После технического перевооружения по проекту ОАО «ВНИИМТ» средний за цикл сушки расход газа составляет 40–45 м<sup>3</sup>/ч, а максимальный расход газа не превышает 155–156 м<sup>3</sup>/ч. Ресурс эксплуатации футеровки увеличен до 500 наливов.

### **Выводы**

Техническое перевооружение стенов сушки чугуновозных ковшей позволило обеспечить высокую равномерность температурного поля по всей внутренней поверхности футеровки в течение всего процесса сушки, сократить расход природного газа на цикл сушки приблизительно в 5 раз и увеличить ресурс эксплуатации футеровки ковшей в 2 раза.

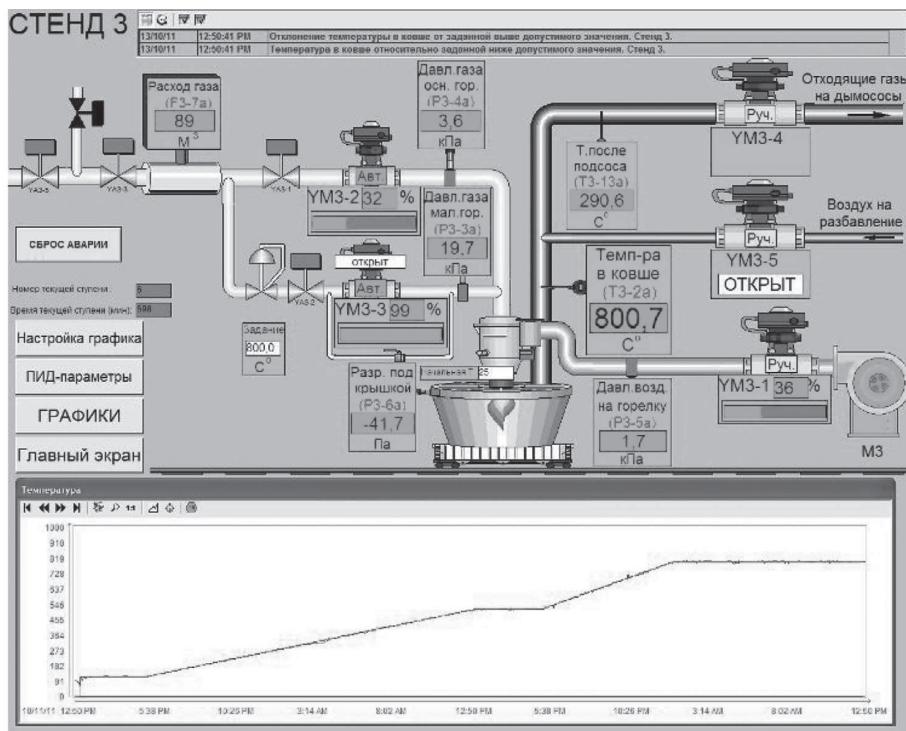


Рис. 2. Мнемосхема работы стенда

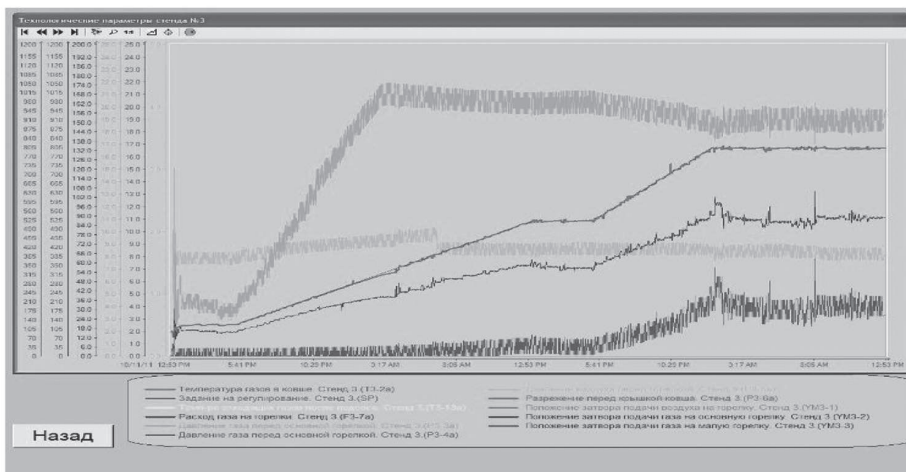


Рис. 3. График сушки футеровки и параметры работы горелки

## Контактная информация

Данная статья опубликована в сборнике докладов международной научно-практической конференции «Современные научные достижения металлургической теплотехники и их реализация в промышленности», посвященной 95-летию основания кафедры ТИМ, УрФУ и 85-летию основания Научно-исследовательского института металлургической теплотехники ОАО «ВНИИМТ», прошедшей в Екатеринбурге 17–18 сентября 2015 г.

Научно-исследовательский институт металлургической теплотехники (ОАО «ВНИИМТ») предлагает эффективные технологии переработки металлургического сырья и энергоэффективные печные агрегаты для металлургии и машиностроения.

Если Вас заинтересовала информация, представленная в данной статье Вы можете обратиться по следующим координатам.

ОАО «Научно-исследовательский институт металлургической теплотехники»  
(ОАО «ВНИИМТ»)

620137, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Студенческая, д. 16

Генеральный директор

Зайнуллин Лик Анварович

Тел. +7 (343) 374-03-80

Факс.: +7 (343) 374-29-23

Email: [aup@vniimt.ru](mailto:aup@vniimt.ru)

[www.vniimt.ru](http://www.vniimt.ru)

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина  
Институт материаловедения и металлургии  
Кафедра «Теплофизика и информатика в металлургии»

## **Современные научные достижения металлургической теплотехники и их реализация в промышленности**

**Сборник докладов международной  
научно-практической конференции  
«Современные научные достижения металлургической  
теплотехники и их реализация в промышленности»,  
посвященной 95-летию основания кафедры ТИМ,  
УрФУ и 85-летию основания ОАО «ВНИИМТ»**

**Екатеринбург, 17–18 сентября 2015 г.**



Екатеринбург  
2015



УДК 669.04:004(06)  
ББК 34.303-12я431(0)

**Рецензенты:**

д-р техн. наук, проф. **А.Н. Дмитриев** (гл. науч. сотр., Институт металлургии Уральского отделения РАН);

д-р техн. наук, проф. **Е.В. Торопов** (профессор кафедры «Промышленная теплоэнергетика», ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет))

**С 56 Современные научные достижения металлургической теплотехники и их реализация в промышленности:** Сборник докладов международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию основания кафедры ТИМ, УрФУ и 85-летию основания ОАО «ВНИИМТ» (Екатеринбург, 17–18 сентября 2015 г.); Под ред. Г.М. Дружинина, Л.А. Зайнуллина, В.В. Лаврова, Н.А. Спирина, Ю.Г. Ярошенко. – Екатеринбург, 2015. – 436 с.

ISBN 978-5-9907151-1-0

В сборник включены доклады, представленные на международной научно-практической конференции «Современные научные достижения металлургической теплотехники и их реализация в промышленности» (17–18 сентября 2015 г.), посвященной 95-летию основания кафедры «Теплофизика и информатика в металлургии», УрФУ и 85-летию основания НИИМТ ОАО «ВНИИМТ». Доклады отражают становление двух научных центров, организатором которых был видный металлург-теплотехник Н.Н. Доброхотов. Это становление двух коллективов – кафедры и института – прослеживается в докладах, отразивших результаты научно-исследовательских работ ученых вузов и НИИ, предприятий и организаций России, стран ближнего и дальнего зарубежья по современным проблемам металлургической теплотехники черной и цветной металлургии. Тематика докладов конференции отражает динамику сотрудничества кафедры УрФУ и НИИМТ ОАО «ВНИИМТ», достижения специалистов в области теплотехники агломерационного и доменного производства, теплотехники нагревательных печей для нагрева металла и агрегатов для термообработки. Отражены также методы и способы эффективного использования энергетических ресурсов, информационные технологии в металлургии, а также актуальные проблемы экологии и управления тепловыми режимами технологических агрегатов в металлургии, машиностроении, промышленности строительных материалов.

Материалы сборника представляют интерес для специалистов, занимающихся решением теплотехнических проблем в металлургии и других отраслях промышленности, а также могут быть полезны студентам высших учебных заведений.

УДК 669.04:004(06)  
ББК 34.303-12я431(0)

Редакционная коллегия: д.т.н. Г.М. Дружинин, д.т.н. Л.А. Зайнуллин, д.т.н. В.В. Лавров, д.т.н. Н.А. Спирин, д.т.н. Ю.Г. Ярошенко.

Все статьи в номере опубликованы при финансовой поддержке Правительства Российской Федерации (Постановление № 211, контракт № 02.А03.21.0006).

All the articles were financially supported by the Government of the Russian Federation (Act 211, contract no. 02.A03.21.0006).

Ответственность за содержание предоставленных материалов несут авторы докладов. Воспроизведение сборника или его части без ссылки на издателя запрещается.

ISBN 978-5-9907151-1-0

© Уральский федеральный университет, 2015  
© Авторы статей, 2015