

**Б. П. Крикунов, В. М. Замуруев, В. Е. Попов, А. В. Дорофеев, Д. В. Колесников, Е. В. Дмитриев, А. Т. Яковенко** (Филиал «Металлургический комплекс» ЗАО «Донецксталь – Металлургический завод»)

## **Совершенствование способа восстановления теплоизоляционного слоя огнеупорной футеровки куполов доменных воздухонагревателей\***

**Н**а металлургических заводах и комбинатах Украины используется более 60 % воздухонагревателей с выносной камерой горения.

Огнеупорная футеровка купола воздухонагревателя перекрывает большое пространство в зоне высоких температур и от ее стойкости во многом зависит срок службы кожуха и всего аппарата.

Кладка купола опирается на кладку радиальных стен. Стены достаточно высокие (25-35 м) и после разогрева существенно удлиняются (150-200 мм). Чтобы кладка купола не упиралась в кожух, между ними оставляют компенсационное пространство для свободного роста огнеупорной футеровки (200-500 мм). Рассчитать точно величину этого пространства при проектировании трудно, поэтому свободный остаточный объем после разогрева определяют эмпирически [1].

Опора купола на радиальные стены приводит к перекоосу его кладки и образованию трещин. Радиальные стены по периметру имеют неодинаковую температуру – в месте примыкания камеры горения она выше, в остальной части ниже, и тоже неодинакова вследствие неравномерного распределения продуктов горения по насадке. Разные температуры вызывают разный рост кладки по периферии купола и появление сдвигов и трещин (шириной до 60-80 мм). Трещины, как правило, распространяются и в радиальные стены и являются одной из основных причин преждевременного износа теплоизоляции и перегрева купольной части кожуха [2].

Известны следующие способы выполнения компенсационного слоя огнеупорной футеровки купола воздухонагревателей:

– заполнение части компенсационного слоя динасовой огнеупорной футеровки купола легковесным динасовым кирпичом (в два оката толщиной 65 и 150 мм), теплоизоляция кожуха купола торкрет-

Внедрена технология восстановления компенсационного слоя и теплоизоляции огнеупорной футеровки купола доменных воздухонагревателей с внутренней камерой горения огнеупорным муллитокремнеземистым фетром, что позволило без потерь тепла футеровкой на ремонте снизить температуру кожуха купола и повысить температуру горячего дутья до заданных пределов

массой толщиной 65 мм и засыпка пустоты в кладке мертелем или асбестовой крошкой [3];

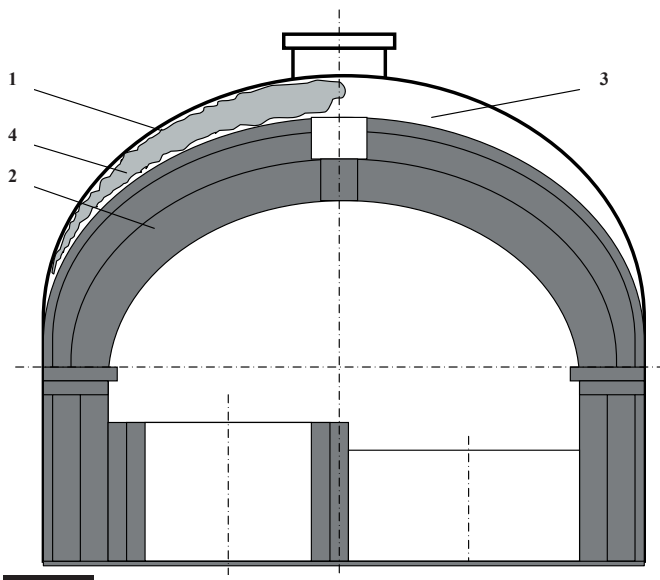
– заполнение компенсационного слоя в период строительства высокотемпературных воздухонагревателей каолиновыми матами или ватой [4];

– ремонт компенсационного слоя огнеупорной футеровки купола, включающий разборку и извлечение огнеупорной составляющей из кожуха воздухонагревателя [5].

Недостатком известных способов ремонта является то, что при циклической работе воздухонагревателей при переходе с газового периода (2 ч) на дутьевой период (1 ч) и обратно, при котором давление под футеровкой купола изменяется от 0,1 до 300 кПа, происходит постепенное выдувание мертеля из кладки, ухудшение газоплотности кладки, проникновение горячего дутья в компенсационный слой, разрушение теплоизоляции купола, в результате чего появляются перегревы кожуха, покраснение металла и, как следствие, остановка воздухонагревателя на капитальный ремонт. Кроме того, эти способы ремонта длительные, дорогие и приводят к снижению температуры дутья.

Создать одинаковую и равномерную температуру футеровки купола воздухонагревателя с внутренней камерой горения невозможно, прежде всего, из-за конструктивных недостатков, поэтому при перегреве кожуха купола выше допустимой температуры за счет локального износа теплоизоляции необходимо обдувать участки кожуха сжатым воздухом или периодически восстанавливать разрушенный компенсационный слой на горячем ремонте воздухонагревателей. При обдувке локальных мест перегрева кожуха купола требуется большое количество сжатого воздуха. Так, при охлаждении трех куполов воздухонагревателей потребовалось около 450 тыс. м<sup>3</sup> в месяц.

\* В работе принимали участие В. С. Черников, А. Н. Рубцов, Д. В. Комков, М. И. Знобишин



**Рис.** Футеровка воздухонагревателя с заполнением компенсационного зазора между огнеупорной футеровкой и кожухом огнеупорным муллитокремнеземистым фетром марки МКРФ-100: 1 – кожух купола; 2 – футеровка купола и изоляции; 3 – свободное пространство между кожухом купола и изоляцией купола при строительстве воздухонагревателя (компенсационный слой); 4 – муллитокремнеземистый фетр марки МКРФ-100, уложенный во время ремонта

Способ восстановления компенсационного слоя огнеупорной футеровки воздухонагревателей (рисунок) реализуется в доменном цехе ЗАО «Донецксталь – Metallургический завод» следующим образом: измеряется поле температуры кожуха купола и выявляются наиболее

**Таблица 1**  
**Технические характеристики огнеупорного фетра марки МКРФ-100**

Наименование	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	100
Температура применения матов, °С:	
– максимальная	1260
– длительная	1150
Теплопроводность при 600 °С, Вт/(м·К)	0,28
Химический состав, %:	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + SiO <sub>2</sub>	50,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + SiO <sub>2</sub>	49,0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,0

**Таблица 2**  
**Результаты измерений температуры кожуха до и после ремонта компенсационного слоя огнеупорной футеровки купольного пространства**

Наименование	Воздухонагреватели ДП № 1		
	№ 1	№ 2	№ 3
Срок эксплуатации, год	2	4	7
Количество мешков теплоизоляции, шт/кг	1/15	6/90	12/180
Температура, °С:			
– дутья	1100/1120*	1100/1120*	1100/1120*
– кладки купола (наружная)	330	350	350
– кожуха купола	160-300/80	165-240/90	300-240/100

\* числитель – температура до укладки компенсационного слоя, знаменатель – после укладки компенсационного слоя

опасные места перегрева; подготавливается материал для восстановления компенсационного и теплоизоляционного слоев – мешки с огнеупорным теплоизоляционным муллитокремнеземистым фетром марки МКРФ-100, содержащие по 10-15 кг огнеупорного фетра; сокращается расход отопительного газа до уровня дежурного газа – 7-10 тыс. м<sup>3</sup>/ч; открывается крышка центрального люка купола; осматривается полусфера огнеупорной футеровки купола для определения места укладки и количества мешков с фетром; заполняется компенсационное пространство путем укладки мешков с огнеупорным фетром, после чего люк закрывают и повышают расход топлива.

Предлагаемый способ имеет следующие преимущества:

- максимальное использование тепла, запасенное воздухонагревателем;
- кратковременность замены компенсационного слоя подкупольного пространства;
- возможность неоднократно использовать способ за компанию агрегата;
- небольшой расход теплоизоляционного материала – фетра;
- отсутствие сложных механизмов и специальной оснастки;
- достаточно быстрое восстановление компенсационного слоя купола и высокая экономическая эффективность.

Технические характеристики огнеупорного муллитокремнеземистого фетра марки МКРФ-100 (ГОСТ 23619), применяемого для восстановления компенсационного теплоизолирующего слоя при проведении горячих ремонтов купола воздухонагревателей № 1, 2 и 3 доменной печи № 1 объемом 1033 м<sup>3</sup>, приведены в табл. 1.

В табл. 2 приведены результаты измерений температуры кожуха, из которой видно, что после ремонта температура кожуха купола снизилась с 150-200 °С до 80-100.

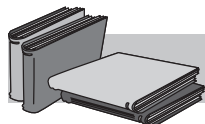
Из приведенных в табл. 2 данных видно, что в зависимости от срока эксплуатации воздухонагревателей укладка теплоизоляционного слоя снизила температуру кожуха купола с 160-300 °С до 80-100. Это позволило повысить температуру дутья до заданных пределов (с 1100 °С до 1120) и исключить подачу компрессорного воздуха для охлаждения кожухов воздухонагревателей.

### Выводы

В условиях доменного цеха филиала «Metallургический комплекс» ЗАО «Донецксталь –

Металлургический завод» разработан новый способ восстановления компенсационного теплоизоляционного слоя огнеупорной футеровки купола воздухонагревателей с внутренней камерой горения с использованием огнеупорного муллитокремнеземистого фетра марки МКРФ-100 в мешках 10-15 кг, плотно прилегающих к наружной поверхности футеровки купола и друг к другу.

Внедрение способа восстановления компенсационного теплоизолирующего слоя футеровки купола воздухонагревателей позволило снизить температуру кожуха с 160-300 °С до 80-100, повысить температуру дутья, исключить подачу сжатого воздуха на обдув кожуха купола воздухонагревателей и сократить потери тепла кладкой купола.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Казанцев Е. И., Яковенко А. Т., Красавцев И. Н. Исследование температурного роста стен доменных воздухонагревателей // *Сталь*. – 1974. – № 2. – С.106-108.
2. Питак Н. В., Гиньяр Е. А., Усатилов И. Ф. Разрушение воздухонагревателей и мероприятия по их устранению // *Огнеупоры*. – 1972. – № 1. – С. 23-32.
3. Яковенко А. Т., Красавцев И. Н. Реконструкция доменных воздухонагревателей на Донецком металлургическом заводе // *Сталь*. – № 3. – 2005. – С. 203-205.
4. Доменные воздухонагреватели (конструкции, теория, режимы работы) – М.: Металлургия, 1982. – С.11-12.
5. А.с. 2000112913, Россия. Способ ремонта воздухонагревателей доменной печи – 03.2002. – С. 20.

### Summary

B. Krikunov, V. Zamuruyev, V. Popov, A. Dorofeyev, D. Kolesnikov, E. Dmitriyev, A. Yakovenko

#### Improving ways to restore heat-insulating layer of refractory lining cupolas blast stoves

The technology of recovery of compensatory and thermal insulation layer of the refractory lining of the dome blast stoves with internal combustion chamber refractory mulllito-silica felt, thus no loss of heat to the lining repair to reduce the temperature of the dome shell and raise the temperature of hot blast to the prescribed limits

### Анотація

Б. П. Крикунов, В. М. Замуруєв, В. Є. Попов, А. В. Дорофєєв, Д. В. Колесніков, Є. В. Дмитрієв, А. Т. Яковенко

#### Вдосконалення способу відновлення теплоізоляційного шару вогнетривкої футерівки куполів доменних повітрянагрівачів

Упроваджена технологія відновлення компенсаційного шару і теплоізоляції вогнетривкої футерівки куполу доменних повітрянагрівачів із внутрішньою камерою горіння вогнетривким мулітокремнеземним фетром, що дозволило без втрат тепла футерівкою на ремонті знизити температуру кожуха куполу та підвищити температуру гарячого дуття до заданих меж

### Ключевые слова

Доменный воздухонагреватель, теплоизоляционный слой, огнеупорная футеровка, купол, муллитокремнеземистый фетр

## Вниманию авторов!

С 2009 г. в соответствии с требованиями ВАКа все статьи, поступающие в редакции научных журналов, должны обязательно проходить рецензирование, иметь **ключевые слова, аннотации, фамилия, имя, отчество и название статьи** – на русском, украинском и английском языках.

Объем статьи – не более 10 стр., рисунков – не более 5.