

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ
ГОРЯЧИХ РЕМОНТОВ КЛАДКИ
ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРОСТЕНКОВ
THE EVALUATING OF THE EFFECIENCY OF
HOT REPAIRS OF THE HEATING WALLS
MASONRY**

© 2013 Худокормов А.П., Жилавый П.В.
(ПАО «АКХЗ»),
Шульга И.В., к.т.н., Фидчунов А.Л., к.т.н.
(ГП «УХИИ»)

Khudokormov A.P., Zhylavyj P.V.
(PJSC "AVDIIVKA COKE"),
Shulga I.V., PhD in technical sciences,
Fidchunov A.L., PhD in technical sciences
(SE "UKHIN")

В статье приведены данные изменения технологических и экологических характеристик коксовой батареи № 9 после перекладки поточным методом всех простенков батареи на глубину до четырех вертикалов.

The article presents the data of changes of technological and environmental characteristics of coke oven battery number 9 after the relaying by in-line method of all battery heating walls to a depth of four verticals.

Ключевые слова: огнеупорная кладка, разовая загрузка, ампераж выдачи печей, отопительная система, сырой коксовый газ, прососы, загрязняющие вещества.

Keywords: refractory masonry, a single charge, amperage of oven pushing, the heating system, raw coke oven gas, leakage, contaminants.

Коксовая батарея № 9 на ПАО «АКХЗ» системы ПВР с нижним подводом и регулированием коксового газа и воздуха введена в эксплуатацию 14 января 1980 г. В 1990 г. был произведен капитальный ремонт батареи с перекладкой камер коксования до косоходной зоны. В последующие 20 лет батарея эксплуатировалась в тяжелых условиях: имели место частые изменения периодов коксования с амплитудой от 17 до 65 ч, а также изменения марочного состава шихты – временами до 20 раз в месяц. Это влекло за собой колебания температурного режима коксования и не могло не сказаться на состоянии кладки коксовых печей.

В марте 2010 г. в результате обследования кладки батареи были выявлены следующие характерные дефекты по зонам (рис. 1):

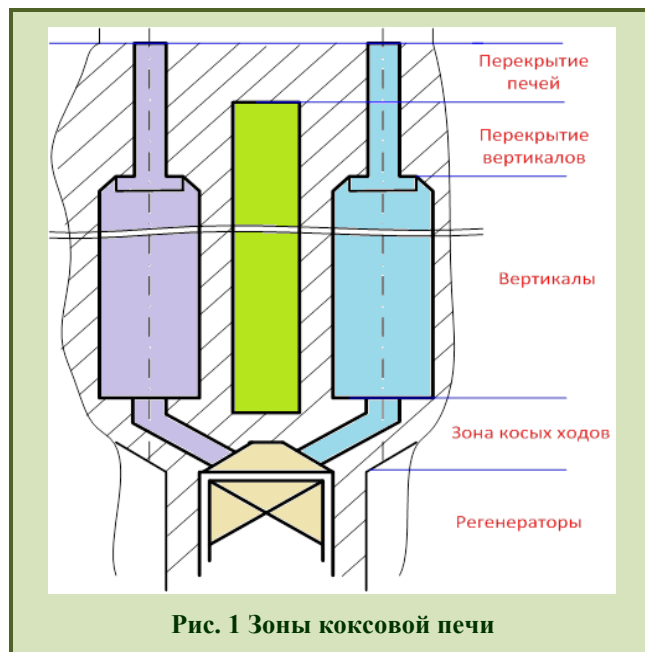
1. *Перекрытия печей* – трещины в газоотводящих и загрузочных люках, трещины в перекрытии камеры, обрушения *перекрытия вертикалов*.

2. *Вертикалы*: заужение кладки из-за выдвигения кирпичей в камеру в районе 31-го и 32-го вертикалов; раковины с образованием сквозных провалов в отопительную систему; вертикальные трещины (на всю высоту камер) с раскрытием кромок до 40-45 мм; сетка трещин; сколы заплечиков глубиной до 40 мм и шириной до 100-120 мм; нарушение рубашки динасового кирпича из-за фрезеровки стен камер коксования с целью увеличения их ширины.

3. *Зона косых ходов* – замусоренность косых ходов, заграфичивание выходных отверстий дюзовых каналов, заплавление косых ходов дюзовых каналов.

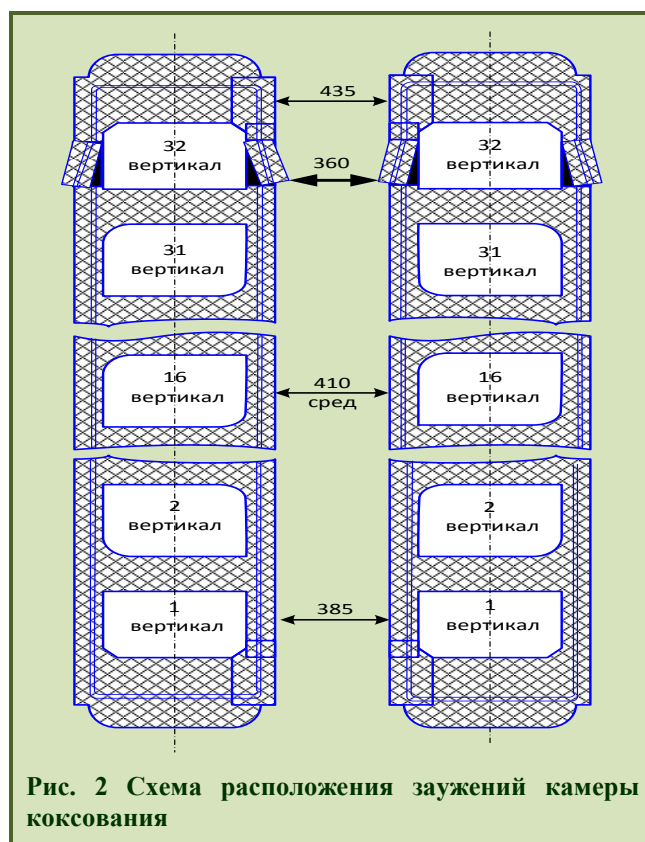
4. *Регенераторы* – ошлакование и заплавление ячеек насадки регенераторов.

За 20 лет эксплуатации после ремонта батареи (в 1990 г.) зафиксирован 131 провал в кладке коксовых печей. Кроме того, в связи с разрушением перекрытий вертикалов крайние вертикалы вскрывались по несколько раз для чистки пода. Все это обусловило появление несерийных печей и общий повышенный износ кладки.



После проведенного обследования, в основном по причине наличия заужений камер коксования по всей их высоте на коксовой стороне батареи до 360 мм против 435 мм проектных (на холодную камеру), загрузка 14 печей была снижена до 2,8 бункера при среднем недогрузе на камеру до 1,5 т сухой шихты (рис. 2, 3).

С 18.11.2010 г. на батарее проводились коксования шихты с большим содержанием (до 80 %) малоусадочных американских углей. Несмотря на принятые меры (снижение уровня загрузки печей, снижение уровня температур в обогревательных простенках) на батарее наблюдалось резкое увеличение среднего ампеража выдачи печей на 40 % (в некоторых случаях до 500-600 А). В это же время на батарее был зафиксирован 21 случай забуривания печей и 26 случаев провалов простенков, что привело к засыпанию и выходу из строя крайних вертикалов простенков и в значительной мере нарушило режим обогрева камер коксования в этих зонах.



Ситуация стабилизировалась после того, как был изменен марочный состав шихты. Однако, разрушающее воздействие на кладку простенков малоусадочных шихт привело к тому, что на 01.12.2010 г. 16 печей грузилось на 2,5 бункера (недогруз одной камеры составлял 3,5 т) и 8 камер грузились на два бункера (недогруз одной камеры составлял 7 т). Таким образом, снижение производительности батареи по причине недогрузки печей составило 49,8 тыс. тонн (расчет для периода коксования 19,7 ч).

С 5 декабря 2012 г. по 25 января 2013 г. на батарее № 9 были проведены ремонты с перекладкой поточным методом (без остановки работы) двух крайних вертикалов с машинной стороны и четырёх вертикалов с коксовой стороны. Положительный результат, проявившийся сразу после ремонта, выразился в увеличении разовой загрузки камеры шихтой с 26,06 до 28,32 т сухой шихты (среднее значение), см. рис. 4. Вторым положительным итогом проведенного ремонта явилось существенное уменьшение среднего ампеража выдачи с 330-340 до 260-280 А.

В условиях жестких действующих требований контролирующих органов к выбросам загрязняющих веществ, а также с учетом их планируемого ужесточения в новом природоохранном законодательстве (ввод в действие с 2014 г.) особое значение приобретает экологический аспект эффективности проводимых ремонтов.



Рис. 3 Схема недогруза печей по состоянию на 1 июля 2010 г

Одним из общепризнанных критериев оценки состояния отопительной системы является объем прососов сырого коксового газа в обогревательные простенки. Оценку значения этого показателя проводили на основании данных по составу проб, отобранных из дымовой трубы при подаче газа на обогрев батареи и при отсутствии подачи в соответствии с методикой, изложенной ранее [1].

В этой методике количество кислорода, израсходованного на батарее на сжигание газа прососов, определяется разницей между содержанием кислорода в атмосферном воздухе (21 %) и воздухе, прошедшем отопительную систему при отключении батареи от обогрева ($O_{2н}$).

Обогрев коксовой батареи № 9 осуществлялся коксовым газом следующего состава (объемные доли, %): H_2 – 59,4; O_2 – 0,9; CH_4 – 24,8; N_2 – 4,0; C_mH_n – 2,6; CO – 6,0; CO_2 – 2,3. Стехиометрический расчет горения этого газа дал следующее выражение для определения валовых выбросов продуктов горения на дымовую трубу:

$$V_{пг} = V_r(3,78 + 4,248(\alpha - 1)) \quad (1)$$

где $V_{пг}$ – валовые выбросы сухих продуктов горения отопительного коксового газа на дымовую трубу, $м^3/ч$;

V_r – расход отопительного газа на обогрев батареи, $м^3/ч$;

3,78 – стехиометрическое количество сухих продуктов горения при сжигании 1 $м^3$ отопительного коксового газа, $м^3/м^3$;

4,248 – стехиометрическое количество воздуха, требуемое для сжигания 1 $м^3$ отопительного газа, $м^3/м^3$;

α – коэффициент избытка воздуха, подаваемого в отопительную систему.



Рис. 4 Схема недогруза печей после ремонта

Исходные данные для расчета объема прососов приведены в табл. 1.

Параметры работы батарей

Загрузка сухой шихты, т/печь	КБ – 9
Выход газа из сухой шихты, м ³ /т	28,32
Расход газа на обогрев, м ³ /ч	342,72
Период коксования, ч	15300
Коэффициент избытка воздуха α на дымовой трубе	21,17
Объемная доля кислорода в пробе на дымовой трубе при отсутствии подачи газа на обогрев, %	2,03
	19,9

Расчет объема прососов по замеру на дымовой трубе выполнялся согласно следующему алгоритму (для условий работы батареи после выполнения ремонтов).

1. Производство батарей сырого коксового газа:

$$V_9 = 28,32 \times 65 \times 342,72 / 21,17 = 29800 \text{ м}^3/\text{ч};$$

2. Поступление воздуха на батарею:

$$15300 \times 4,248 \times 2,03 = 131939 \text{ м}^3/\text{ч};$$

3. Расход кислорода на сжигание прососов:

$$131939 \times (21 - 19,9) \times 0,01 = 1451,4 \text{ м}^3/\text{ч};$$

4. Объем прососов определяется по отопительному газу для стехиометрического расхода кислорода на сжигание 1 м³ газа, составляющего:

$$4,248 \times 0,21 = 0,892 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

$$1451,4 / 0,892 = 1627,1 \text{ м}^3/\text{ч};$$

5. Доля прососов (П) в % от образующегося коксового газа составит:

$$П = \frac{1627,1}{29801} \times 100 = 5,5 \text{ \%}.$$

Проведенная ранее предварительная (при слабо заграфиченном стыковочном шве) оценка объема прососов на коксовой батарее № 9 составила 7,4 %. На коксовой батарее № 8, принятой в качестве базы для сравнения, прососы составляли 14,6 %. Параллельно с оценкой объема прососов проводилось определение содержания загрязняющих веществ в выбросах на дымовую трубу батареи № 9. Полученные данные приведены в табл. 2.

Таблица 2

Содержание загрязняющих веществ в выбросах дымовой трубы коксовой батареи № 9 ПАО «АКХЗ»

Батарея №9	O ₂ , %	α	CO, ppm	NO, ppm	CO, мг/м ³	NO _x , мг/м ³	Пыль, мг/м ³
Октябрь 2011	12,0	2,34	446	210	972	767	215
Апрель 2013	13,6	2,8	322	78	860	341	154
Июнь 2013	10,8	2,03	430	116	829	366	132

Из изложенного можно сделать вывод о технико-экономической и экологической эффективности проведенного ремонта кладки батареи № 9.

Технико-экономическая эффективность заключается в увеличении производительности батареи за счет увеличения разовой загрузки шихтой камеры коксования и увеличения срока эксплуатации батареи за счет снижения ампеража выдачи.

Экологическая эффективность (еще не окончательно оцененная вследствие неполного заграфичивания стыковочного шва) проявляется в уменьшении выбросов на дымовую трубу оксидов углерода и пыли кокса. Некоторое увеличение концентрации оксида азота объясняется снижением периода коксования с 24 ч 45 м в апреле 2013 г. до 21 ч 17 м в июне 2013 г., что обусловило повышение уровня температур в обогревательных простенках батареи и образование термических оксидов азота. Об эффективности заграфичивания стыковочного шва свидетельствуют данные о прососах. Так, за период с апреля по июль 2013 г. прососы снизились с 7,4 до 5,5 % даже несмотря на то, что в это время по независимым от цеха причинам период коксования колебался от 20 до 27 ч. В дальнейшем, при обеспечении стабильного периода коксования на уровне 20-21 ч, заграфиченность стыковочного шва улучшится и концентрация загрязняющих веществ в выбросах из дымовой трубы еще более снизится.

Полученные результаты позволяют рекомендовать проведение аналогичных работ на других батареях завода, эксплуатирующихся значительное время, – в частности, на батареях №№ 7 и 8.

Библиографический список

1. Фидчунов А.Л. О методике оценки прососов сырого коксового газа в отопительную систему коксовых батарей / А.Л.Фидчунов, И.В.Шульга, Ю.С.Васильев, Н.С.Кириенко // Углекислотный журнал – № 6 – 2007. – С. 20-25.

Рукопись поступила в редакцию 06.08.2013