

**РАЗРАБОТКА КРИТЕРИАЛЬНЫХ УРОВНЕЙ
ДАВЛЕНИЯ РАСПИРАНИЯ УГОЛЬНЫХ
ШИХТ ДЛЯ КОКСОВЫХ БАТАРЕЙ ПАО
«АКХЗ»**

**THE DEVELOPING OF CRITERIA LEVELS OF
COAL BLENDS DISTENSION PRESSURE FOR
COKE OVEN BATTERIES OF PJSC "AVDIIVKA
COKE"**

© 2013 Пастернак А.А., Скрипченко Н.П., к.т.н.,
(ПАО «АКХЗ»),
Кузниченко В.М., к.т.н., Сытник А.В., к.т.н.,
Шульга И.В., к.т.н. (ГП «УХИИ»)

**Pasternak A.A.,
Skripchenko N.P., PhD in technical sciences,
(PJSC "AVDIIVKA COKE"),
Kuznichenko V.M., PhD in technical sciences,
Sytnik A.V., PhD in technical sciences,
Shulga I.V., PhD in technical sciences (SE "UKHIN")**

Проанализировано состояние печного фонда, а также приведены допустимые уровни давления распиравания угольных шихт, позволяющих продлить срок эксплуатации коксовых батарей ПАО «АКХЗ».

The state of coring batteries has been analyzed as well as the acceptable levels of distention pressure of the coal blends, allowing to extend the life of coke oven batteries of PJSC "AVDIIVKA COKE".

Ключевые слова: коксовая батарея, камера коксования, огнеупорная кладка, коксовый пирог, ампераж выдачи, угольная шихта, давление распиравания.

Keywords: coke oven battery, coking camera, refractory masonry, coke cake, pushing amperage, coal blend, distention pressure.

При производстве кокса не менее важной задачей, чем достижение высокого качества продукции, является обеспечение сохранности огнеупорной кладки коксовых печей. Особенно важно это для коксовых батарей с большим сроком службы, т.е. сильно изношенных. Ремонты огнеупорной кладки печей сопряжены с большими техническими трудностями, связаны с потерей производства кокса и большими финансовыми расходами.

Из опыта эксплуатации коксовых батарей известен ряд факторов, приводящих к преждевременному износу кладки камер коксования. Основным из них, безусловно, является высокое давление распираания шихты в процессе коксования [1-14], которое препятствует своевременному отходу коксового пирога от греющих стен камер коксования, что создает условия для повышенного ампеража выдачи печей. При наличии серьезных повреждений кладки повышенное давление распиравания шихты приводит к бурению печей при выдаче. К таким повреждениям относятся: сколы, «подрезы», раковины различной глубины, провалы, отдельные кирпичи или группы кирпичей, выступающие в камеру коксования, деформация стен (выпуклости или вогнутости), сужения камер на коксовой стороне, сужения камер кверху, ошлаковывания, стертости подовых кирпичей и др. Избыточные, неравномерные по толщине отложения стенового «графита» также создают механические сопротивления при выдаче коксового пирога, способствуя тем самым тугому ходу или бурению. Как показывает практика, тугой ход или бурение коксового пирога повторяется, как правило, на одних и тех же печах, – наиболее поврежденных.

При высоком давлении распиравания шихты в процессе коксования могут происходить массовые бурения печей, причем до тех пор, пока угольная башня не будет опорожнена для заполнения ее новой, менее распирающей шихтой.

Меры по предотвращению бурений печей, изложенные в «Методических указаниях по предотвращению забуривания кокса в печах» [15], предусматривают установление специального регламента работы для т.н. «больших» печей с тем, чтобы удерживать их в эксплуатации как можно более длительное время. Это удлинение периода коксования с соответствующей корректировкой температурного режима смежных простенков, понижение уровня загрузки камер шихтой (общее или со скосом на коксовую сторону), использование для коксования шихт с как можно меньшим давлением распиравания.

Коксовые батареи №№ 5-9 ПАО «АКХЗ» исчерпали нормативный срок эксплуатации, в разное время они подвергались капитальному ремонту. Ниже приведена характеристика упомянутых батарей.



Коксовый цех №1 – батареи №№ 1-4. Построены в 1963-1966 гг. Четвертая батарея остановлена на перекладку. Батареи №№ 1-3 переложены соответственно в 1997, 2001 и 2008 годах. Ширина камер – 450 мм, высота – 5,0 м, полезный объем – 30,0 м³. Количество печей в батарее – 77. Проектная мощность по коксу 6 % влажности – 690 тыс.т/год, проектный оборот печей – 17,5 ч, фактический – 20,2 ч. Рабочий ампераж выдачи печей находится в диапазоне 140-240 А, который по опыту эксплуатации считается безопасным для кладки печей. Максимальный ампераж выдачи иногда достигает 500 А, что является предвестником бурения отдельных печей. Однако бурения печей по данным батареям практически не наблюдаются. Это можно объяснить как достаточно хорошим состоянием кладки камер коксования, так и преимущественным использованием для коксования шихт с умеренным давлением распираия. Кроме того, при ширине камер коксования 450 мм поперечная усадка коксового пирога больше и, соответственно, его отход от греющих стен камеры больше, чем при ширине камер 410 мм, что облегчает выдачу кокса.

Коксовый цех № 2 – батареи №№ 5, 6. Построены соответственно в 1973 и 1974 гг. В 1988 г. на обеих батареях выполнен ремонт разряда КР-II. Время эксплуатации после ремонта составляет 25 лет, общее время эксплуатации – 40 и 39 лет. Ширина камер коксования – 410 мм, высота – 5,5 м, полезный объем – 30,3 м³. Количество печей в батарее – 65. Проектная мощность по коксу 6 % влажности – 690 тыс. т/год. Проектный оборот – 17,5 ч, фактический – 18,4 ч.

В течение длительного времени эксплуатации камеры коксовых печей претерпели существенную деформацию. Произошло сужение камер на коксовую сторону, причем, на этой стороне ширина их составляет 410-400 мм (по проекту – 435 мм). Кроме того, произошло сужение камер кверху на 15 печах бат. № 5 и на 31 печи бат. № 6. При соблюдении высоты подсводового пространства по ПТЭ (250-350 мм) на многих печах имели место повышенный ампераж (до 400 А) и бурения печей. В связи с этим на всех печах уровень загрузки шихты снижен на 100 мм. Кроме того, 15 печей бат. № 5 и 24 печи бат. № 6 стали загружать с откосом на коксовую сторону 0,7-1,0 м. В настоящее время рабочий ампераж выдачи печей составляет 140-160 А, а максимальный по отдельным печам – 400 А.

Коксовый цех № 3 – бат. №№ 7-8. Построены в 1976 г., возраст 37 лет. На батарее № 8 выполнен ремонт разряда КР-II в 1989 г. Ширина камер – 410 мм, высота – 7,0 м, полезный объем камер бат № 7 – 41,3 м³, бат. № 8 – 41,6 м³. Количество печей в батарее – 65. Проектный оборот печей – 17,5 ч, фактический – 19,6 ч. Проектная мощность по коксу 6 % влажности – 910 тыс. т/год.

Ширина камер на коксовой стороне обеих батарей сильно заужена. В нижней части камер бат. № 7 она составляет в среднем 404 мм, бат. № 8 – 391 мм. Кверху камеры обеих батарей заужены в среднем еще на 20 мм. На всех печах бат. № 7 уровень загрузки шихты «в люке» коксовой стороны снижен на 450 мм, на бат. № 8 – на 650 мм. На ряде печей, для которых наблюдается максимальный ампераж выдачи 600 А, набор шихты в «третий» бункер углезагрузочного вагона уменьшен вдвое. Рабочий ампераж выдачи печей на бат. № 7 составляет до 250 А, на бат. № 8 – до 380 А, максимальный ампераж по этим батареям – до 600 А.

Давление распираия Р углей сырьевой базы коксования ПАО «АКХЗ»

Уголь, марка, ЦОФ, шахта	Технический анализ, %			Пластометрия, мм		Давление распираия, Р, кПа
	A ^d	S _t ^d	V ^{daf}	x	y	
Г, Самсоновская	9,1	2,92	33,2	37	13	3,6
Г, ш. Талдинская Южная	7,0	0,51	40,5	49	11	2,9
Ж, Киевская	9,3	2,07	33,0	-1	26	5,2
Ж, Дуванская	7,9	2,17	32,1	6	23	5,8
Ж, Самсоновская	8,1	2,02	33,1	16	24	5,6
Ж, Постниковская	5,9	2,49	33,5	20	24	4,7
Ж, Велмор (США)	8,3	0,79	29,5	30	18	6,2
Ж, Картер Роуг (США)	9,6	0,73	31,8	25	17	7,5
К, ш/у Покровское	8,2	0,74	28,8	14	14	9,0
К(К-9), Нерюнгринская	10,1	0,24	19,7	18	9	20,8
К, Северная	10,0	0,67	22,5	21	18	12,5
К, Узловская	8,1	1,58	22,8	16	15	14,6
ОС, Покахонтас (США)	7,9	0,84	18,0	10	10	19,7

Коксовый цех № 4 – бат. № 9, построена в 1980 г., ремонт разряда КР-II выполнен в 1990 г., возраст батареи 33 года. Ширина камер – 410 мм, высота – 7,0 м, полезный объем – 41,6 м³. Количество печей в батарее – 65. Проектная мощность по коксу 6 % влажности – 910 тыс. т/год. Проектный оборот – 17,5 ч, фактический – 20,0 ч. Камеры коксования на коксовой стороне были заужены в еще большей мере, чем на бат. № 5-8. В 26-ти камерах в местах максимального заужения производилась механическая теска греющих стен, в результате чего их толщина в этих местах уменьшилась в 2 раза. В 27-ми печах образовались провалы. Это потребовало капитального ремонта. К настоящему времени закончена перекладка камер на глубину двух вертикалов с машинной стороны и на глубину четырех вертикалов с коксовой; провалы в стенах заложены. Полнота загрузки камер шихтой нормализована. Рабочий ампераж выдачи печей составляет 240-320 А, максимальный – 600 А.

Учитывая такое состояние батарей, возникла настоятельная необходимость установления критериальных уровней давления распираия шихт для коксовых батарей ПАО «АКХЗ». Вначале были определены давления распираия всех углей сырьевой базы коксования завода. Исследования проводили на унифицированной лабораторной установке УХИНа (табл. 1) [16].

Следует отметить, что давление распираия американских жирных углей несколько выше, чем украинских. Наименьшее давление распираия из группы углей марки К развивает уголь ш/у Покровское, наибольшее – уголь Нерюнгринской ЦОФ (Россия). Высокое давление распираия проявляет американский уголь Покахонтас, который можно отнести к марке ОС. Наименьшее давления распираия развивают газовые угли.

При подборе угольных шихт содержание газовых углей в них варьировали от 14 до 20 %, жирных – от 54 до 65 %. Коксовые угли были представлены в основном углем ш/у Покровское. Варианты шихт представлены в табл. 2.

Таблица 2

Характеристика исследуемых шихт

Уголь, марка, ЦОФ, шахта	Содержание в шихте, %		
	вариант №		
	1	2	3
Г, ш. Талдинская Южная (РФ)	14	17	20
Ж, Самсоновская	20	20	20
Ж, Постниковская	18	18	9
Ж, Велмор (США)	12	15	16
Ж, Картер Роуг (США)	10	12	15
К, ш/у Покровское	22	14	12
К (К-9), Нерюнгринская (РФ)	-	-	4
ОС, Покахонтас (США)	4	4	4
Технологические показатели:			
x, мм	35	38	38
y, мм	18	19	17
V ^{daf} , %	32,0	32,6	32,2
P, кПа	6,4	5,8	6,8

Анализ полученных результатов показывает, что наименьшее давление распираия развивает шихта вар. 2. Она содержит 65 % жирных углей, которые не отличаются высоким давлением распираия, кроме того в ней содержится 17 % газового угля с высоким выходом летучих веществ и, соответственно, низким давлением распираия. Коксовые угли представлены только углем ш/у Покровское, который характеризуется

относительно невысоким (для марки К) давлением распираания (см. табл. 1). Содержание в шихте высокораспирающего угля марки ОС составляет всего 4 %.

Более высокое, по сравнению с вар. 2, давление распираания шихты вар. 1 объясняется меньшим на 3 % содержанием газового угля и существенно (на 8 %) большим содержанием угля марки К.

Увеличение содержания в вар. 3 газового угля на 6 % по сравнению с вар. 1 и снижение на 10 % содержания угля марки К при одновременном введении 4 % высокораспирающего нерюнгринского коксового угля не позволило снизить давление распираания шихты, а даже несколько повысило его. Поэтому для дальнейшего промышленного коксования на бат. 5-9 принята структура шихты вар. 2, как наиболее безопасной для кладки коксовых печей этих батарей.

Таким образом, исходя из полученных результатов для промышленного коксования на бат. №№ 5-9 ПАО «АКХЗ» принята шихта вар. 2, что позволяет существенно уменьшить количество случаев повышенного ампеража выдачи печей и их бурений. Установлен критериальный уровень давления распираания шихты для этих батарей: $\leq 6,0$ кПа. Исследования шихты вар. 3 на бат. № 1-3 показали, что критериальный уровень для этих батарей не должен превышать 7,0 кПа.

Библиографический список

1. Назаренко Б.Г. Определение и устранение причин тугого хода и бурения коксового пирога / Б.Г. Назаренко, В.К. Бронников // *Кокс и химия*. – 1978. – № 10. – С. 21-24.
2. Szurman E. Der maximal Gasdruck bei der Hochtemperaturverkokung von Steinkohle / E. Szurman, W. Simonis // *Gluckauf – Forschungshefte*. – 1973. – № 34 (2). – S. 68-74.
3. Скляр М.Г. Устойчивость кладки обогревательных простенков коксовых батарей / М.Г. Скляр, Ю.С. Васильев, А.И. Вирозуб [и др.] // *Кокс и химия*. – 1987. – № 4. – С. 14-21.
4. Мироненко Л.И. О некоторых причинах износа кладки коксовых батарей / Л.И. Мироненко, Г.М. Вольфовский, Л.А. Горелов [и др.] // *Кокс и химия*. – 1988. – № 9. – С. 21-27.
5. Голюк А.В. Анализ причин «бурения» кокса / А.В. Голюк, Л.И. Мироненко, Г.М. Вольфовский [и др.] // *Кокс и химия*. – 1988. – № 9. – С. 27-30.
6. Кирьяков Д.И. Нагрузки на кладку обогревательных простенков от давления распираания и серийность коксования / Д.И. Кирьяков // *Кокс и химия*. – 1990. – № 9. – С. 11-13.
7. Швецов В.И. О механизме разрушения обогревательных простенков коксовых батарей / В.И. Швецов, С.Г. Стахеев, В.И. Сухоруков [и др.] // *Кокс и химия*. – 1997. – № 12. – С. 11-16.
8. Mc. Dermott G. A Foren sic Study of Fairfield Coke Battery № 2. / G. Mc. Dermott, R. Rueckl // *Iron and Steelsmelter*. – 1986. – V. 9. – P. 51-59.
9. Ромасько В.С. Измерение и расчет перемещений при изгибе простенка печи как средство контроля состояния кладки при эксплуатации коксовой батареи / В.С. Ромасько // *Кокс и химия*. – 1992. – № 2. – С. 20-22.
10. Эддес В. Исследование факторов ускоренного износа стенок коксовых печей при работе на термopодготовленной шихте / В. Эддес, Д. Казги // *Коксу сакюра*. – 1991. – Т. 40. – № 1. – С. 51-53.
11. Nomura S. The effect of volume change of coal during carbonization in the direction of coke oven width on the internal gas pressure in the plastic layer / S. Nomura, T. Arima // *Fuel*. – 2001. – V. 80. – № 9. – P. 1307-1315.
12. Гагарин С.Г. Механизм генерации давления в печи коксования углей (Обзор) / Сергей Гаврилович Гагарин // *Кокс и химия*. – 2011. – № 6. – С. 11-21.
13. Старовойт А.Г. Определение динамики давления распираания углей и шихт ускоренным методом / А.Г. Старовойт, А.С. Коверя // *Бюл. Черная металлургия*. – ОАО «Черметинформация». – 2006. – № 9. – С. 12-15.
14. Сытник А.В. Влияние технологических факторов на давление распираания насыпной и трамбованной угольной загрузки / А.В. Сытник, В.М. Кузниченко, И.В. Шульга // *Кокс и химия*. – 2012. – № 2. – С. 15-21.
15. Голюк А.В. Методические указания по предотвращению забуривания кокса в печах / А.В. Голюк, Л.И. Мироненко, Г.М. Вольфовский. – Харьков: Главкокс, Всесоюзная коксохимическая станция, 1989. – 10 с.
16. Кузниченко В.М. Лабораторный способ определения давления распираания коксуемой угольной загрузки различной насыпной плотности / В.М. Кузниченко, И.В. Шульга, А.В. Сытник // *Углекимический журнал*. – 2007. – № 3-4. – С. 29-33.

Рукопись поступила в редакцию 23.07.2013