

**ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОКСОВЫХ
БАТАРЕЙ НА УДЛИНЕННЫХ ПЕРИОДАХ
КОКСОВАНИЯ**

© 2012 Золотарев И.В., к.т.н.,
Шлепаков С.Л.,
Кулик-Форостяный А.А.
(ЧАО «МАКЕЕВКОКС»),
Темченко Ю.Ф.
(ГП «Коксохимстанция»),
Шульга И.В., к.т.н.,
Торяник Э.И., к.т.н. (ГП «УХИИ»)

В статье обобщен опыт работы коксовых батарей №№ 1,2 ЧАО «МАКЕЕВКОКС» на периодах коксования 24-39 ч.

The operational experience of coke oven batteries № № 1,2 at JSC "MAKEEVKOKS" for 24-39 hours coking periods are summarized in the article.

Ключевые слова: коксование угля, коксовая батарея, период, отопительные простенки, крайние вертикалы.

В соответствии с инструкцией ГП «Коксохимстанция» [1] пуск новых коксовых батарей и регулировку их обогрева начинают с продолжительности периодов коксования 24 ч, т.е. периоды от 15 до 24 ч относятся к нормативным режимам коксования. Эксплуатация коксовых батарей на периодах коксования от 24 до 35 ч считается работой на удлинённых периодах [2]. Работа на периодах свыше 35 ч (имеется практика работы на периодах до 100 ч) считается работой на сверх удлинённых (аварийных) периодах. В действующей инструкции [3] основное внимание уделяется сохранению кладки коксовых батарей в условиях отсутствия поставок угловых концентратов на определенный срок.

В практике работы коксохимических предприятий периодически возникает необходимость изменения периодов коксования по различным причинам [4]. Работа на сверхдлинных периодах наиболее вероятно во время экономических кризисов [5, 6].

Для рационализации параметров технологического режима коксовых батарей при работе на удлинённых периодах коксования (24 ч и выше) и для уточнения имеющихся рекомендаций на ЧАО «МАКЕЕВКОКС» были проведены исследования температурного и гидравлического режимов обогрева коксовых батарей, графиков загрузки печей и выдачи кокса на коксовых батареях №№ 1, 2, уровня и равномерности прогрева кокса, давления коксового газа в газосборниках и отопительных газопроводах батарей и пр.

Коксовые батареи №№ 1 и 2 однотипные, комбинированные (с узкими регенераторами), с боковым подводом коксового газа; в простенке 28 вертикалов. В каждой батарее 39 камер, высота печей – 6 м, средняя ширина камеры – 410 мм, уровень обогрева – 1000 мм.

Общезвестно, что основной проблемой при работе коксовых печей на удлинённых периодах коксования является снижение температуры в крайних вертикалах, которое может приводить к «бурению» кокса и, как следствие, к повышению износа огнеупорной кладки в

этой зоне. По инструкции, на печах с боковым подводом коксового газа на обогрев в газораспределительные каналы (корньюры) устанавливаются «плотинки». На большегрузных батареях №№ 1 и 2 «плотинки»

устанавливаются за 1-м, 2-м, 27-м и 28-м вертикалами на периодах коксования 24 ч и выше. Значения изменения температуры в крайних вертикалах до и после установки «плотинок» приведено в табл. 1.

Таблица 1

Наличие «плотинок» (+ - наличие, - - отсутствие)	Период кокования, ч	Температура в крайних вертикалах, °С					
		машинная сторона (МС)			коковая сторона (МС)		
		сред- нее	min	max	сред- нее	min	max
Коксовая батарея № 1							
-	24	1016	920	1080	1074	970	1220
+	25	1011	870	1170	1059	990	1220
+	26	1036	850	1150	1101	890	1230
+	27	987	810	1120	1076	990	1200
+	28	990	880	1110	1095	900	1150
+	39	938	810	1080	1014	850	1110
Коксовая батарея № 2							
-	24	949	900	1030	1075	1030	1120
+	25	1008	880	1140	1085	1040	1140
+	26	1094	970	1200	1114	1050	1200
+	27	992	910	1080	1070	1010	1120
+	28	1024	830	1170	1075	1000	1160
+	39	913	770	1020	993	920	1070

Из данных табл. 1 видно, что аккуратная и квалифицированная установка «плотинок» из шамотного раствора предотвращает резкое падение температуры в крайних вертикалах на удлинённых периодах коксования. «Плотинки» устанавливались таким образом, чтобы

20-25 % сечения корньюра диаметром 105 мм оставались свободными. Для дополнительного прогрева крайних вертикалов на сверхдлинном обороте печей 39 ч печи грузились угольной шихтой через один час после выдачи.

Таблица 2

Период кокования, ч	Средние значения α			
	коковая батарея № 1		коковая батарея № 2	
	МС	КС	МС	КС
16	1,49	1,57	1,36	1,46
18	1,61	1,78	1,58	1,57
20	1,64	1,67	1,54	1,72
25-26	1,70	1,93	2,06	2,06
30-39	1,78	1,95	2,11	2,07

В связи с необходимостью подачи дополнительного воздуха на горение коксового газа в крайних и предкрайних

вертикалах (после установки «плотинок») на батареях при работе на удлинённых периодах коксования поддерживался повышенный

коэффициент избытка воздуха α – 1,7-2,1. Это достигалось путем изменения степени раскрытия пластин на воздушных отверстиях газоздушных клапанов. Средние значения α при различных периодах коксования приведены в табл. 2.

Из-за минимальных значений расхода коксового газа на обогрев при удлиненных периодах коксования (2-2,5 тыс. м³/ч на сторону) и вследствие необходимости поддерживать давление коксового газа на обогрев в распределительных газопроводах диаметром 500 мм на уровне ≥ 500 Па (50 мм вод. ст.), в газоподводящую арматуру (диаметр диафрагмы 36 мм) устанавливаются регулировочные цилиндры увеличенного диаметра – от 30 до 32 мм. При периоде коксования 28 ч и выше интервал между кантовками обогрева по батареям увеличивается до 30 мин и вводится кантовочная пауза продолжительностью до 7 мин. Такая продолжительность паузы в условиях коксового цеха является максимально возможной, чтобы не допустить одновременного кантования двух батарей (при интервале между кантовками 30 мин).

Для предотвращения появления избыточного давления на входе в газораспределительные каналы под обогревательными простенками были проведены замеры разрежения в корнюрах на периодах коксования 26 и 34 часа при установленных «плотинках». Величина разрежения при включенном газе на обогрев на обеих батареях на этих периодах оказалась примерно одинаковой – 30-45 Па (3,0-4,5 мм вод. ст.).

Были проведены осмотры коксового пирога и замеры его температуры после снятия дверей камер коксования перед выдачей. Температура пирога измерялась ИК-пирометром «Термоскоп 300-2С-ВТО» на уровне 2,5 м от пода камеры. Перед замером скалывалось 150-200 мм наружного слоя коксового пирога для определения реальной температуры кокса. Из 29^{шт} осмотренных

печей с обеих сторон батарей на подавляющем их большинстве (26) кокс прогрев нормально; на одной печи зафиксирован перегрев кокса в районе крайнего вертикала с машинной стороны; на двух печах отмечен существенный недогрев кокса; минимальная температура, зафиксированная в процессе замера температуры коксового пирога – 910 °С, максимальная – 1080 °С. Замер и осмотр производился при работе батарей на периоде коксования 26 ч и при следующих значениях температуры в крайних вертикалах: МС батарей № 1 – 1040 °С, МС батарей № 2 – 1062 °С; КС батарей № 1 – 1087 °С, КС батарей № 2 – 1100 °С.

Замеры температур вдоль обогревательных простенков показали неодинаковое распределение температур (рис. 1, 2).

Необходимо отметить, что батарея № 1 была введена в эксплуатацию в 2001 году и последний раз регулировалась в 2004 г., батарея № 2 эксплуатируется с 2008 г., ее наладка закончена в декабре 2010 г. Диаметр горелок в крайних вертикалах на обеих батареях одинаковый: с машинной стороны 32,0 мм, с коксовой стороны 32,5 мм, на крайних вертикалах установлены диффузорные горелки.

Существенная разница в форме кривых является результатом расстановки горелок в вертикалах. На батарее № 2 установлены горелки меньшего диаметра в 11-м, 14-м, 15-м, 18-м и 19-м вертикалах на 1-3 мм, в остальных вертикалах диаметр горелок идентичный с батареей № 1. Отличия обусловлены тем, что регулировку батарей № 2 выполняли для условий производства доменного кокса улучшенного качества марки «Премнум», для чего требуется работа на повышенных периодах коксования 18-20 ч. Регулировку же батареи № 1 проводили ранее, исходя из продолжительности периода коксования 16 ч.

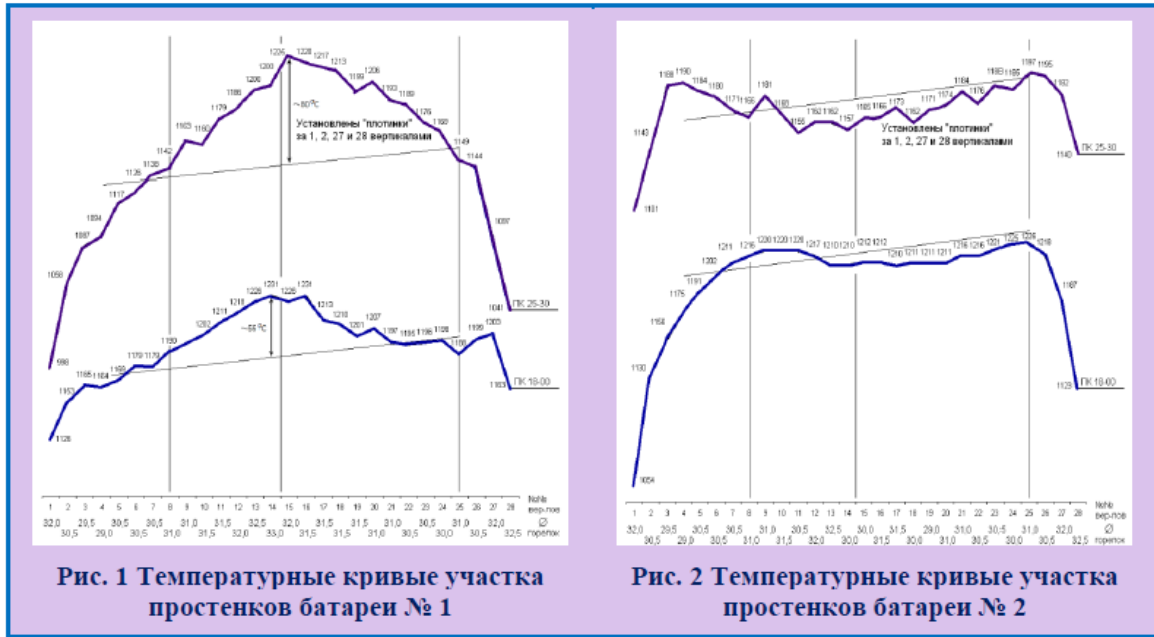


Рис. 1 Температурные кривые участка простенков батареи № 1

Рис. 2 Температурные кривые участка простенков батареи № 2

Проведены замеры давления «сырого» коксового газа и его температуры в подсводном пространстве камер коксования для выяснения возможности поступления холодного коксового газа из газосборника в подсвод камеры коксования. Отбор давления и температуры производили через машинный загрузочный люк (батареи №№ 1 и 2 эксплуатируются с одним газосборником с машинной стороны), замер температуры – на уровне 1300 мм от верха батареи (высота перекрытия камер коксования – 1050 мм),

отбор давления – на уровне 450 мм от верха батарей, средняя высота подсводного пространства после загрузки – 550 мм. Одновременно фиксировались показания приборов давления в газосборнике и отсос газа из газосборника. Замеры производились в течение всего периода коксования, первые два часа – через 30 мин, в дальнейшем через каждый час. Результаты замеров на одной из камер коксования батарей № 1 приведены в табл. 3.

Таблица 3

Интервалы периода коксования, ч	Среднее значение давления в подсводном пространстве, Па	Температура в подсводном пространстве, °С	Среднее значение давления в газосборнике, Па	Среднее значение разряжения в прямом газопроводе (отсос газа), Па
0-5	193	735-745	188	961
6-17	167	745-792	186	834
18-20	129	793-800	186	814
21-24	124	797-817	185	775
25-26	114	812-814	176	912

Примечание: общая продолжительность периода коксования – 26 ч 15 мин, заданное давление в газосборнике – 186 Па (19 мм вод. ст.), температура в газосборнике – 81 °С.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

- примерно на 17-18 часу периода коксования газовыделение из угольной загрузки в печи практически прекращается;
- охлаждения подсводового пространства камеры коксования не происходит.



Коксовые батареи №№ 1 и 2, из-за малого количества печей, имеют единый, «сквозной» график выдачи кокса (серийность выдачи – 5-2). До периода коксования 24 часа включительно выдача ведется по нормальному графику с двумя циклическими остановками. На периодах коксования 25-30 ч график выдачи составляется с пятью циклическими остановками и с выдачей по четыре печи на каждой батарее, 30-35 ч – пять циклических остановок с выдачей по две печи на каждой батарее. На периодах свыше 35^{ти} часов выдача ведется без циклических остановок по одной печи на каждой батарее.

При таком графике интервал времени между загрузками печей на одной батарее достигает 60 мин. Такие графики выдачи приняты в коксовом цехе для того, чтобы минимально сократить время между загружаемыми печами одной батареи и не допустить падения давления газа в газосборнике какой-либо батареи.

Температура стен камер перед загрузкой шихты должна быть не ниже 900 °С. Загрузка коксовых печей угольной шихтой с одним газосборником, как правило, ведется с выпуском шихты из бункеров загрузочного вагона по одному бункеру – вначале с машинной стороны, затем с коксовой и потом – из среднего люка (в последнее время – преимущественно с применением гидронинжекции). Высота загрузки обеспечивает уровень подсводового пространства 400-450 мм. При периодах коксования более 24 ч уровень загрузки печей понижают до высоты подсводового пространства 600-700 мм с целью увеличения объема газов и дополнительного прогрева подсводового пространства. Гидронинжекцию газов загрузки по инструкции применяют до периодов коксования 28 ч, чтобы уменьшить подсос воздуха в камеры коксования и снизить обезграфичивание кладки. Но при больших периодах коксования (более 36 ч) и нехватке коксового газа в системе завода, по итогам совещания в коксовом цехе гидронинжекция была восстановлена, т.к. через открытые стояки при загрузке печей на 4^х батареях (около 4-5 печей в час) терялось до 2000 м³/ч коксового газа.

Выводы

1. Начиная с периода коксования 25 ч уровень температур в крайних вертикалах 1000-1050 °С обеспечивает прогрев кокса в этой зоне камер коксования. Уровень температур в крайних вертикалах 950-1000 °С при периодах коксования более 30 ч также обеспечивает прогрев кокса в «головках» коксового пирога.

2. Квалифицированная установка «плотнок» в газораспределительные каналы (корнюры) и грамотно подобранный гидравлический режим обогрева батарей, позволяющий добиться полного сгорания избыточного коксового газа в крайних вертикалах, обеспечивают уровень температур в крайних вертикалах 1000-1100 °С при периодах коксования свыше 25 ч.

3. На коксовой батарее № 1, имеющей расстановку горелок в вертикалах для периода коксования 16 ч, существенно перегрета середина простенков, причем с повышением периода коксования разница температур между контрольными и средними вертикалами увеличивается. На коксовой батарее № 2, где выполнена регулировка обогрева с расстановкой горелок на период коксования 18-20 ч, в целом распределение температур вдоль простенков в удовлетворительном состоянии. Отмечается незначительное уменьшение температуры в средних вертикалах простенков на больших периодах коксования (26 ч), связанное, очевидно, с установкой «плотнок» в корнюры. В целом, расстановку горелок на батарее № 2 можно считать более универсальной для различных периодов коксования и принять как базовую при дальнейшей реконструкции коксовых батарей ЧАО «МАКЕЕВКОКС».

4. Нормативную величину разрежения в газопроводах прямого коксового газа и давления в отопительных газопроводах для коксовых батарей, работающих на удлинённых периодах, необходимо поддерживать путем изменения работы газодувных машин, согласно дополнению к технологическому регламенту работы машзала цеха улавливания, поскольку при больших диаметрах газопроводов и малом количестве коксового газа в системе управление режимом с помощью регулировочных дросселей и задвижек на коксовых батареях мало эффективно, а при малых зазорах между регулировочными

цилиндрами и диафрагмами в газоподводящей арматуре возможно их перекрытие отложениями конденсата.

5. Загрузку камер коксования угольной шихтой необходимо вести при обязательном прогреве стен камер коксования выше 900 °С. Для увеличения выхода коксового газа на периодах коксования выше 30-35 ч. высоту подсводового пространства увеличивают до 500-700 мм.

Библиографический список

1. Инструкция ВКХС № 32-83 ИР по регулированию обогрева коксовых печей. – Харьков, 1983.

2. Инструкция ГКХС № 04-94 К «Технологические приемы графитообразования в камерах коксования с целью герметизации их в условиях работы коксовых батарей на удлинённых периодах коксования. Харьков, 1994.

3. Инструкция ВКХС № 06-91 К по выводу коксовых батарей на горячую консервацию и последующим их вводом в эксплуатацию. Харьков, 1991.

4. Золотарев И.В. Опыт эксплуатации печного фонда коксовых батарей на ОАО «Ясиновский коксохимический завод» / И.В.Золотарев, Ф.И.Батула, И.Н.Вечера [и др.] // Кокс и Химия. – 2003. – №11. – С. 36-42.

5. Швецов В.И., Сухоруков В.И. Проблема эксплуатации и сохранности коксового печного фонда в условиях экономического кризиса. 1. Состояние печного фонда и меры по его стабилизации / В.И.Швецов, В.И.Сухоруков // Кокс и химия. – 2010. – № 2. – С. 22-32.

6. Золотарев И.В. Опыт работы коксохимического предприятия Украины в период нестабильных рыночных условий / И.В.Золотарев, Е.И.Котляров, С.В.Золотарев [и др.] // Кокс и химия. – 2012. – № 3. – С. 36-42.

Рукопись поступила в редакцию 09.07.2012