

**ВЛИЯНИЕ СОСТОЯНИЯ КЛАДКИ НА
ЭКСПЛУАТАЦИЮ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ КОКСОВОЙ БАТАРЕИ**

**THE INFLUENCE OF THE STATE OF MASONRY AT
THE EXPLOITATION AND ENVIRONMENTAL
CHARACTERISTICS OF THE COKE OVEN BATTERY**

© 2014 Васильев Ю.С. д.т.н.,
Фидчунов А.Л. к.т.н.,
Шульга И.В. к.т.н. (ГП «УХИИ»)

Vasiliev Yu.S., PhD in technical sciences,
Fidchunov A.L. PhD in technical sciences, Shulga
I.V., PhD in technical sciences
(SE "UKHIN")

В работе описаны типичные разрушения огнеупорной кладки коксовых батарей, а также особенности эксплуатации таких батарей. Показана необходимость своевременного проведения ремонтов кладки для улучшения условий и продления срока эксплуатации батарей, а также снижения выбросов загрязняющих веществ.

This paper describes the typical examples of destructing of the refractory masonry of coke batteries as well as operational characteristics of these batteries. The necessity has been shown of timely repairs of masonry to improve conditions and extending the battery life, as well as reducing pollutant emissions.

Ключевые слова: коксовая батарея, огнеупорная кладка, гидравлический и тепловой режим, качество кокса, выбросы загрязняющих веществ, ремонты.

Keywords: coke oven battery, refractory masonry, hydraulic and thermal conditions, coke quality, pollutant emissions, repairs.

Опыт работы крупнейшей коксовой батареи в Украине показывает, что после 10-15 лет их эксплуатации, как правило, требуется проведение работ по ремонту огнеупорной кладки для обеспечения удовлетворительных эксплуатационных характеристик. Критерием эффективности проводимых ремонтных работ является обеспечение равномерного прогрева коксуемой загрузки по высоте и длине печи для производства кокса требуемого качества и для выполнения требований природоохранного законодательства.

Типичными видами разрушений кладки коксовых батарей в различных зонах являются:

а) *перекрытия печей*: трещины в газоотводящих и загрузочных люках, в перекрытии камеры, обрушения *перекрытия вертикалов*;

б) *вертикалы*: выдвигание кирпичей в камеру в районе крайних и предкрайних 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 поверхности динасового кирпича;

в) *зона косых ходов*: замусоренность косых ходов, заграфичивание выходных отверстий дюзовых каналов, заплавление косых ходов и дюзовых каналов;

г) *регенераторы*: ошлакование и заплавление ячеек насадки.

Локализация зон типичных разрушений показана на рис. 1.

Одним из негативных результатов разрушений кладки является снижение разовой загрузки камеры шихтой – гл. обр. в связи с заужением камер по всей высоте, преимущественно на коксовой стороне, что уменьшает производительность батарей. Кроме того, из-за нарушения кладки неизбежно ухудшаются условия обогрева и нарушается гидравлический режим коксовой батареи.

В соответствии с основными положениями гидравлического режима, разработанными в 30-е годы 20-го века Р.З.Лернером [1], давление газов в любой точке камеры коксования от начала загрузки шихтой до выдачи кокса всегда должно быть выше атмосферного и выше, чем в сопряженной с ней точке отопительной системы. В этом случае поток газов через греющую стенку будет стремиться в одном направлении – из камеры в вертикал. Выполнение этого условия обеспечивается подбором правильной комбинации величины давления в газосборнике и под крышками смотровых лючков в шахточке вертикала.

Гидравлический режим коксовых батарей устанавливается так, чтобы величины давления в камере и разрежения в отопительной системе исключали возможность перетоков в камеру атмосферного воздуха и продуктов сгорания из отопительной системы. При этом разность давлений между камерой и отопительной системой должна обеспечивать эффективное «заграфичивание» трещин и температурных швов, что является необходимым условием газоплотности кладки.

В течение периода коксования давление в камере постоянно меняется в зависимости от интенсивности выделения паро- и газообразных продуктов из шихты. При неправильном гидравлическом режиме происходит попеременное движение вначале парогазовых продуктов из камеры в отопительную систему, а затем продуктов сгорания в обратном направлении. Это приводит к разрушению кладки (к прогарам). Такой режим работы запрещен правилами технической эксплуатации [2].

В случае обратного направления потока (из вертикала в камеру коксования), поступающий в камеру избыточный кислород продуктов горения (5-8 % по объему) вызывает разграфичивание швов огнеупорной кладки, подгорание кокса, оплавление и ошлакование кладки простенка и преждевременное ее разрушение. С другой стороны, перетоки из камеры в отопительную систему обуславливают потери газа и химических продуктов коксования, нарушают режим обогрева печей и вызывают оплавление отдельных участков кладки, – как правило, в зоне косых ходов.

Давление в отопительной системе не остается строго постоянным и меняется за время между кантовками в связи с изменениями температуры в регенераторах, колебаниями тяги, которые еще не успевают полностью компенсироваться регуляторами, и т.д. Все эти колебания, происходящие одновременно во всей отопительной системе, примерно одинаковы и практически не сказываются на величине разности давлений между сопряженными точками замера на восходящем и нисходящем потоках.

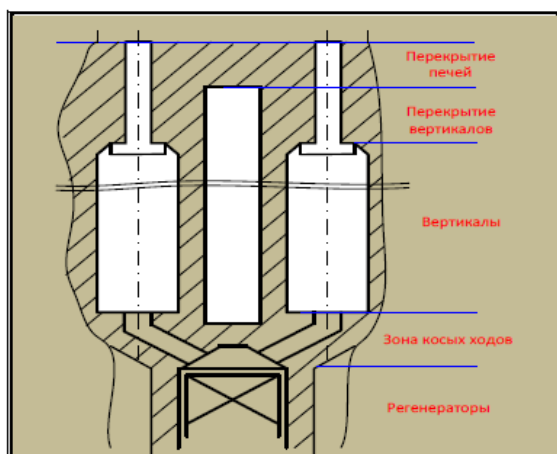


Рис. 1 Зоны кладки коксовой батареи, подверженные разрушениям

Разность между давлением в верхних частях регенераторов, работающих на восходящем и нисходящем потоках, определяется гидравлическим сопротивлением косых ходов и расположенной над ними пары вертикалов со всеми ее элементами (горелками, рециркуляционными и перевалочными окнами и т.д.). Если это сопротивление по всем простенкам одинаково, то одинаково и количество поступающего в них воздуха (однако различно поступление газа по длине простенка, что обусловлено конусностью камеры коксования). Поэтому, чтобы обеспечить равномерное поступление воздуха во все отопительные простенки (кроме крайних), устанавливается одинаковое разрежение вверху всех регенераторов (кроме крайних) на восходящем и нисходящем потоках. На основании замеров значений разрежения в глазках регенераторов при необходимости корректируют величину коэффициента избытка воздуха и температуру в контрольных вертикалах.

На новых батареях одинаковые значения разрежения на восходящем потоке получаются при одинаковом раскрытии воздушных сечений в газоздушных кла-

панах. На старых печах, в связи с нарушением кладки регенераторов и косоходной зоны, для регулирования раздачи воздуха в простенки требуется индивидуальная расстановка пластин.

В печах, имеющих нарушения кладки косоходной зоны в виде оплавлений, сужений сечений либо частичных или полных перекрытий упавшими огнеупорами отверстий косоуго хода, затрудняется возможность обеспечения постоянства гидравлического режима в отдельных простенках, а также и по длине всей батареи. При этом разная величина подпора, например, под лючками контрольных вертикалов, свидетельствует либо о поступлении в эти вертикалы разных количеств воздуха (разные коэффициенты избытка воздуха α) из-за разных сечений косых ходов, либо о разной степени перекрытия дросселем («бабочкой») сечения канала для продуктов горения в газоздушных клапанах. И в том, и в другом случае будут иметь место нарушения технологического режима. Так, уменьшение поступления воздуха в простенок ниже коэффициента избытка 1,3 приводит к неполному сгоранию газа, увеличению содержания в продуктах горения оксида углерода CO и может потребовать удлинения периода коксования для обеспечения требуемой готовности кокса, т.к. увеличение расхода газа, подаваемого на обогрев, при недостаточном количестве воздуха на его сжигание не приводит к желаемому увеличению температуры в вертикалах.



Рис. 2 Распределение давления под крышкой смотрового лючка (ось Y) по длине батареи (ось X)

Рост значения подпора под лючком за счет увеличения раскрытия пластин, а, следовательно, и сечения канала в газо-воздушном клапане, также является нарушением нормального режима работы, поскольку уменьшает рециркуляцию, ухудшает равномерность обогрева по высоте печи и ведет к недогреву верха коксуемой загрузки и, как следствие, ухудшает качество производимого кокса.

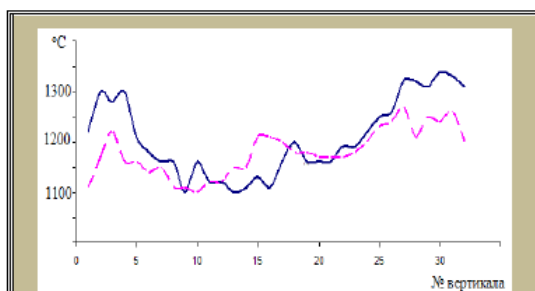


Рис. 3 Распределение температуры по длине простенка

Разрушение кладки батарей обуславливают нарушения равномерности распределения воздуха по отопительным простенкам батарей, как видно по изменению давления в шахточке вертикала под крышкой смотрового лючка по длине батарей (рис. 2). Нарушение поступления воздуха в отопительные каналы также приводит к колебаниям температур пода вертикала и распределения воздуха по длине простенка (табл. 1), как свидетельствуют исследования проведенные на одном из коксохимических заводов Украины.

Фактическое распределение температуры по длине простенка для этих условий представлено на рис. 3. Как видно, распределение температур весьма далеко от требований ПТЭ.

Таблица 1
Давление под крышкой смотрового лючка, температура на поду вертикала и распределение воздуха по длине простенка

| Вертикал | Температура на поду вертикала, °С | | Коэффициент избытка воздуха α | | Давление под крышкой смотрового лючка, Па | |
|----------|-----------------------------------|------|--------------------------------------|------|---|----|
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 1 | 1220 | 1110 | | | | |
| 2 | 1300 | 1170 | 1,8 | 1,3 | 25 | 18 |
| 3 | 1280 | 1200 | 2,14 | 3,7 | 25 | 24 |
| 4 | 1300 | 1160 | 1,25 | 1,9 | 24 | 18 |
| 5 | 1210 | 1160 | 1,95 | 2,2 | 21 | 25 |
| 6 | 1180 | 1140 | 2,28 | 2,21 | 20 | 16 |
| 7 | 1160 | 1150 | 2,2 | 2,47 | 20 | 22 |
| 8 | 1160 | 1110 | 2,3 | 1,8 | 17 | 18 |
| 9 | 1100 | 1110 | 2,25 | 2,7 | 17 | 20 |
| 10 | 1160 | 1100 | 2,16 | 2,1 | 15 | 15 |
| 11 | 1120 | 1120 | 2,2 | 1,87 | 20 | 19 |
| 12 | 1120 | 1120 | 2,12 | 2,16 | 19 | 15 |
| 13 | 1100 | 1150 | 2,16 | 2,1 | 18 | 25 |
| 14 | 1110 | 1150 | 2,1 | 2 | 12 | 17 |
| 15 | 1130 | 1210 | 2,3 | 1,2 | 18 | 20 |
| 16 | 1110 | 1210 | 2,14 | 1,16 | 25 | 21 |
| 17 | 1160 | 1200 | 1,32 | 1,36 | 26 | 22 |
| 18 | 1200 | 1180 | 1,29 | 1,57 | 32 | 25 |
| 19 | 1160 | 1180 | 2 | 1,25 | 28 | 24 |
| 20 | 1160 | 1170 | 1,3 | 1,77 | 30 | 26 |
| 21 | 1160 | 1170 | 1,25 | 1,55 | 26 | 22 |
| 22 | 1190 | 1170 | 1,65 | 1,41 | 25 | 26 |
| 23 | 1190 | 1180 | 1,41 | 1,33 | 25 | 24 |
| 24 | 1220 | 1200 | 1,55 | 2,4 | 27 | 28 |
| 25 | 1250 | 1230 | 1,9 | 1,25 | 21 | 25 |
| 26 | 1260 | 1240 | 1,84 | 1,55 | 27 | 30 |
| 27 | 1320 | 1270 | 1,9 | 1,9 | 27 | 30 |
| 28 | 1320 | 1210 | 1,5 | 1,3 | 30 | 30 |
| 29 | 1310 | 1250 | 2,4 | 0 | 25 | 30 |
| 30 | 1340 | 1240 | 2,15 | 2,7 | 30 | 30 |
| 31 | 1330 | 1260 | 1,12 | 1,01 | 25 | 30 |
| 32 | 1310 | 1200 | | | | |

Таблица 2
Значения величины коэффициента избытка воздуха в некоторых газоздушных клапанах по сторонам батарей

| Машинная сторона | | | Коксовая сторона | | |
|------------------|--------------------|----------|------------------|--------------------|----------|
| ГВК, № | O ₂ , % | α | ГВК, № | O ₂ , % | α |
| 2 | 7 | 1,5 | 2 | 10,6 | 2 |
| 6 | 7,7 | 1,57 | 7 | 2 | 1,1 |
| 11 | 5,2 | 1,32 | 8 | 1,2 | 1,06 |
| 17 | 9,8 | 1,87 | 9 | 5,8 | 1,38 |
| 39 | 5,4 | 1,34 | 11 | 13,8 | 2,54 |
| 41 | 7,9 | 1,6 | 12 | 7,9 | 1,6 |
| 43 | 6,9 | 1,48 | 16 | 3,5 | 1,2 |
| 47 | 5,5 | 1,35 | 17 | 5,8 | 1,38 |
| 48 | 4,5 | 1,27 | 18 | 3,7 | 1,21 |
| 48 | 4,3 | 1,25 | 26 | 7,2 | 1,52 |
| 54 | 9,4 | 1,8 | 27 | 14,4 | 3,18 |
| 57 | 6,1 | 1,4 | 43 | 1,9 | 1,09 |
| 58 | 8,6 | 1,7 | 47 | 2,2 | 1,11 |
| 59 | 9,2 | 1,77 | 49 | 0,7 | 1,03 |
| 61 | 7 | 1,5 | 58 | 2,5 | 1,13 |
| 68 | 6 | 1,48 | 59 | 9,6 | 1,94 |
| 71 | 8,8 | 1,72 | 62 | 5,8 | 1,38 |
| | | | 71 | 8 | 1,61 |
| Среднее | | 1,52 | | | 1,36 |

Таблица 3
Давление под крышкой смотрового лючка, температура на поду вертикала и распределение коэффициента избытка воздуха по длине простенка

| Вертикал | Температура на поду вертикала, °С | | | Значение коэффициента избытка воздуха, α | | | Давление под крышкой смотрового лючка, Па | | |
|----------|-----------------------------------|------|------|---|------|------|---|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 1220 | 1110 | | | | | | | |
| 2 | 1300 | 1170 | | 1,8 | 1,3 | | 25 | 18 | |
| 3 | 1280 | 1200 | 1110 | 2,14 | 3,7 | 4,11 | 25 | 24 | 25 |
| 4 | 1300 | 1160 | 1150 | 1,25 | 1,9 | 3,7 | 24 | 18 | 28 |
| 5 | 1210 | 1160 | 1170 | 1,95 | 2,2 | 2,6 | 21 | 25 | 30 |
| 6 | 1180 | 1140 | 1125 | 2,28 | 2,21 | 1,02 | 20 | 16 | 30 |
| 7 | 1160 | 1150 | 1170 | 2,2 | 2,47 | 2,87 | 20 | 22 | 32 |
| 8 | 1160 | 1110 | 1190 | 2,3 | 1,8 | 1,56 | 17 | 18 | 28 |
| 9 | 1100 | 1110 | 1190 | 2,25 | 2,7 | 2,35 | 17 | 20 | 33 |
| 10 | 1160 | 1100 | 1205 | 2,16 | 2,1 | 1,25 | 15 | 15 | 31 |
| 11 | 1120 | 1120 | | 2,2 | 1,87 | | 20 | 19 | |
| 12 | 1120 | 1120 | 1230 | 2,12 | 2,16 | 1,73 | 19 | 15 | 38 |
| 13 | 1100 | 1150 | 1215 | 2,16 | 2,1 | 2,00 | 18 | 25 | 38 |
| 14 | 1110 | 1150 | 1200 | 2,1 | 2,0 | 1,53 | 12 | 17 | 37 |
| 15 | 1130 | 1210 | 1240 | 2,3 | 1,2 | 1,03 | 18 | 20 | 37 |
| 16 | 1110 | 1210 | 1270 | 2,14 | 1,16 | 1,0 | 25 | 21 | 38 |
| 17 | 1160 | 1200 | 1295 | 1,32 | 1,36 | 1,48 | 26 | 22 | 38 |
| 18 | 1200 | 1180 | | 1,29 | 1,57 | | 32 | 25 | 42 |
| 19 | 1160 | 1180 | 1290 | 2 | 1,25 | 1,75 | 28 | 24 | 45 |
| 20 | 1160 | 1170 | 1290 | 1,3 | 1,77 | 1,66 | 30 | 26 | 45 |
| 21 | 1160 | 1170 | 1310 | 1,25 | 1,55 | 1,90 | 26 | 22 | 43 |
| 22 | 1190 | 1170 | 1290 | 1,65 | 1,41 | 1,42 | 25 | 26 | 41 |

Продолжение таблицы 3

| 1 | 2 | | | 3 | | | 4 | | |
|----------|------|------|------|------|------|------|----|----|----|
| 23 | 1190 | 1180 | 1285 | 1,41 | 1,33 | 1,40 | 25 | 24 | 48 |
| 24 | 1220 | 1200 | 1250 | 1,55 | 2,4 | 1,09 | 27 | 28 | 45 |
| 25 | 1250 | 1230 | | 1,9 | 1,25 | | 21 | 25 | 48 |
| 26 | 1260 | 1240 | | 1,84 | 1,55 | | 27 | 30 | 47 |
| 27 | 1320 | 1270 | 1175 | 1,9 | 1,9 | 2,35 | 27 | 30 | 48 |
| 28 | 1320 | 1210 | 1150 | 1,5 | 1,3 | 1,68 | 30 | 30 | 46 |
| 29 | 1310 | 1250 | 1080 | 2,4 | 0 | 1,87 | 25 | 30 | 50 |
| 30 | 1340 | 1240 | 1125 | 2,15 | 2,7 | | 30 | 30 | 47 |
| 31 | 1330 | 1260 | | 1,12 | 1,01 | | 25 | 30 | |
| 32 | 1310 | 1200 | | | | | | | |
| Ср.1-16 | 1173 | 1148 | 1190 | 2,09 | 2,06 | 2,06 | 20 | 20 | 33 |
| Ср.17-32 | 1243 | 1209 | 1231 | 1,64 | 1,49 | 1,66 | 27 | 27 | 45 |

Таблица 4

Температурные и регулировочные характеристики исследуемой батареи

| Просте- нок №№ | Средняя температура полупростенка, °С | | Отклонение фактического значения средней температу- ры от заданной, °С | | Степень раскрытия канала для продуктов горения в газоздуш- ном клапане (воздуш- ный регенера- тор/газовый регенера- тор), % | | Необходимое изменение продолжительности коксо- вания для обеспечения одинаковой готовности кокса, ч | |
|----------------------|--|------|--|------|---|---------|---|------|
| | м.с. | к.с. | м.с. | к.с. | м.с. | к.с. | м.с. | к.с. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 2 | 1238 | 1262 | -25 | -19 | 80/95 | 100/100 | +0,8 | +0,6 |
| 3 | 1238 | 1262 | -25 | -19 | 95/85 | 100/100 | +0,8 | +0,6 |
| 4 | 1245 | 1264 | -18 | -16 | 95/100 | 100/100 | +0,6 | +0,5 |
| 5 | 1219 | 1244 | -44 | -36 | 75/85 | 100/100 | +1,5 | +1,2 |
| 6 | 1219 | 1244 | -44 | -36 | 100/95 | 100/100 | +1,5 | +1,2 |
| 7 | 1219 | 1244 | -44 | -36 | 50/65 [#] | 70/100 | +1,5 | +1,2 |
| 8 | 1216 | 1232 | -47 | -48 | 90/100 | 100/90 | +1,6 | +1,6 |
| 9 | 1219 | 1232 | -47 | -48 | 70/85 | 80/80 | +1,6 | +1,6 |
| 11 | 1219 | 1244 | -44 | -36 | 90/90 | 70/100 | +1,5 | +1,2 |
| 12 | 1216 | 1232 | -47 | -48 | 85/55 | 100/55 | +1,6 | +1,6 |
| 13 | 1266 | 1271 | +3 | -9 | 90/85 | 100/100 | -0,1 | +0,3 |
| 14 | 1266 | 1271 | +3 | -9 | 70/80 | 70/70 | -0,1 | +0,3 |
| 15 | 1281 | 1265 | +18 | -15 | 95/100 | 70/70 | -0,6 | +0,5 |
| 16 | 1256 | 1280 | -7 | 0 | 45/65 | 70/80 | +0,2 | 0 |
| 17 | 1256 | 1280 | -7 | 0 | 50/80 | 80/100 | +0,2 | 0 |
| 18 | 1256 | 1280 | -7 | 0 | 70/80 | 60/90 | +0,2 | 0 |
| 19 | 1256 | 1280 | -7 | 0 | 55/65 | 70/80 | +0,2 | 0 |
| 21 | 1251 | 1287 | -12 | +7 | 45/80 | 70/90 | +0,4 | -0,2 |
| 22 | 1251 | 1287 | -12 | +7 | 85/90 | 80/90 | +0,4 | -0,2 |
| 23 | 1277 | 1265 | +14 | -15 | 30/80 | 90/90 | -0,5 | +0,5 |
| 24 | 1226 | 1224 | -37 | -56 | 80/40 | 60/90 | +1,2 | +1,9 |
| 25 | 1267 | 1228 | +4 | -52 | 95/80 | 100/50 | -0,1 | +1,7 |
| 26 | 1200 | 1255 | -63 | -25 | 90/90 | 50/70 | +2,1 | +0,8 |
| 27 | 1257 | 1245 | -6 | -35 | 30/55 | 50/60 | +0,2 | +1,2 |
| 28 | 1223 | 1265 | -40 | -15 | 60/65 | 80/50 | +1,3 | +0,5 |
| 29 | 1250 | 1272 | -13 | -8 | 45/75 | 60/60 | +0,4 | +0,3 |
| 31 | 1245 | 1224 | -18 | -56 | 70/65 | 50/50 | +0,6 | +1,9 |

Продолжение таблицы 4

| | | | | | | | | |
|----|------|------|------|------|---------|---------|------|------|
| 32 | 1238 | 1208 | -25 | -80 | 40/85 | 100/70 | +0,8 | +2,7 |
| 33 | 1192 | 1134 | -71 | -150 | 95/55 | 70/50 | +2,4 | -5 |
| 34 | 1112 | 1212 | -150 | -68 | 95/65 | 100/50 | +5 | +2,3 |
| 35 | 1250 | 1271 | -13 | -9 | 55/60 | 100/90 | +0,4 | +0,3 |
| 36 | 1210 | 1262 | -53 | -18 | 50/100 | 90/80 | +1,8 | +0,6 |
| 37 | 1265 | 1260 | +2 | -20 | 70/55 | 70/50 | -0,1 | +0,7 |
| 38 | 1232 | 1270 | -31 | -10 | 50/45 | 80/60 | +1,0 | +0,3 |
| 39 | 1254 | 1258 | -9 | -22 | 75/75 | 50/50 | +0,3 | +0,7 |
| 41 | 1282 | 1312 | +19 | +32 | 75/60 | 50/50 | -0,6 | -1,0 |
| 42 | 1283 | 1288 | +20 | +8 | 85/80 | 50/30 | -0,7 | -0,3 |
| 43 | 1258 | 1258 | -5 | -22 | 45/85 | 50/50 | +0,2 | +0,7 |
| 44 | 1256 | 1270 | -7 | -10 | 85/85 | 50/50 | +0,2 | +0,3 |
| 45 | 1235 | 1259 | -28 | -20 | 60/65 | 100/70 | +1,0 | +0,7 |
| 46 | 1206 | 1223 | -57 | -57 | 100/75 | 80/80 | +1,9 | +1,9 |
| 47 | 1243 | 1190 | -20 | -90 | 70/70 | 50/60 | +0,7 | +3,0 |
| 48 | 1243 | 1208 | -20 | -72 | 80/65 | 80/50 | +0,7 | +2,4 |
| 49 | 1206 | 1216 | -57 | -64 | 55/85 | 60/50 | +1,9 | +2,1 |
| 51 | 1198 | 1195 | -65 | -85 | 60/85 | 50/50 | +2,2 | +2,8 |
| 52 | 1206 | 1242 | -57 | -38 | 85/85 | 60/100 | +1,9 | +1,3 |
| 53 | 1223 | 1252 | -40 | -28 | 55/55 | 60/70 | +1,3 | +0,9 |
| 54 | 1185 | 1223 | -81 | -57 | 85/60 | 90/70 | +2,7 | +1,9 |
| 55 | 1180 | 1204 | -83 | -76 | 85/45 | 100/100 | +2,8 | +2,5 |
| 56 | 1200 | 1231 | -63 | -49 | 85/100 | 80/100 | +2,1 | +1,6 |
| 57 | 1182 | 1204 | -81 | -79 | 95/90 | 80/80 | +2,7 | +2,5 |
| 58 | 1169 | 1208 | -94 | -75 | 90/95 | 70/70 | +3,1 | +2,5 |
| 59 | 1195 | 1200 | -68 | -80 | 90/90 | 100/100 | +2,3 | +2,7 |
| 61 | 1164 | 1226 | -100 | -54 | 90/75 | 100/70 | +3,3 | +1,8 |
| 62 | 1185 | 1194 | -78 | -86 | 80/75 | 100/90 | +2,6 | +2,9 |
| 63 | 1182 | 1204 | -81 | -76 | 75/45 | 70/70 | +2,7 | +2,5 |
| 64 | 1245 | 1222 | -18 | -58 | 90/90 | 100/90 | +0,6 | +1,9 |
| 65 | 1215 | 1192 | -48 | -88 | 95/55 | 90/70 | +1,6 | +2,9 |
| 66 | 1159 | 1190 | -104 | -90 | 100/100 | 100/100 | +3,5 | +3,0 |
| 67 | 1166 | 1208 | -97 | -72 | 75/100 | 100/100 | +3,2 | +2,4 |

Разрушение кладки коксовой батареи и обусловленная этим низкая газоплотность отопительной системы приводят к появлению прососов не только сырого коксового газа в вертикалы, но и отопительного в регенераторы нисходящего потока, что искажает фактическую картину поступления воздуха в вертикалы и сгорания там газа. Подтверждением этому является сопоставление данных по величине коэффициента избытка воздуха, приведенных в табл. 2 и 3. Происходит кажущееся уменьшение избытка воздуха на участке от вертикала нисходящего потока к подовому каналу вследствие сжигания газа прососов в этой зоне отопительной системы.

Неравномерность поступления воздуха в вертикалы и прососы отопительного газа приводят к неравномерности поля температур по всей батарее и, как следст-

вие, нарушают равномерность обогрева коксуемой загрузки по длине и высоте печей, что обуславливает разную готовность кокса к концу периода коксования (табл. 4)

Обеспечение заданного качества кокса требует высокой равномерности обогрева коксуемой загрузки по длине и высоте печи. Для этого необходимы соблюдение заданного распределения температур по длине простенков, постоянство коэффициента избытка воздуха во всех (кроме крайних) вертикалах простенка и среднебатарейное значение величины этого коэффициента 1,4-1,5.

По данным табл. 4 среднебатарейная температура полупростенков машинной и коксовой стороны составляет соответственно 1226 и 1239 °С, то есть ниже заданного значения на 37 и 41 °С. Для достижения при

этом необходимой готовности кокса требуется увеличение периода коксования на $\frac{1263-1226}{30} = 1,23$ ч для машинной стороны, и $\frac{1280-1239}{30} = 1,36$ ч для коксовой стороны батарей, исходя из того, что для большерузных печей изменение периода коксования на 1 ч эквивалентно соответствующему изменению температур в отопительной системе на 30 °С [3]. С учетом того, что для обеспечения низкой реакционной способности CRI и высокой послереакционной прочности CSR кокса его температура должна быть на уровне 1100 °С [4], необходимо увеличить период коксования минимум на 1,5 ч.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что состояние кладки коксовой батарей существенно влияет на условия ее эксплуатации, а также на качество выпускаемого кокса. Для обеспечения удовлетворительного технического состояния кладки требуется правильное планирование ремонтов и их своевременное выполнение в полном объеме. Причем для обеспечения полноты загрузки камер, производительности батарей и нормальных условий выдачи кокса в первую очередь необходимы ремонты батарей выше косоходной зоны. Когда же вопрос касается равномерности обогрева и возможности регулирования температурного и гидравлического режима, необходимо рассматривать вопрос о ремонте батарей вплоть до уровня регенераторов.

Таблица 5

Изменение выбросов загрязняющих веществ из дымовой трубы коксовой батареи № 9 ПАО «АКХЗ»

| Батарея №9 | CO, мг/м ³ | NO _x , мг/м ³ | Пыль, мг/м ³ |
|-------------|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| 2011 г | 1100 | 760 | |
| Апрель 2013 | 860 | 341 | 154 |
| Июнь 2013 | 829 | 366 | 132 |

Технико-экономическая эффективность ремонта выше косоходной зоны заключается в увеличении производительности батарей за счет увеличения разовой загрузки шихтой камеры коксования и удлинения срока эксплуатации батарей за счет снижения ампеража выдачи. Экологическая эффективность проявляется также в снижении выбросов оксидов азота, углерода и пыли из дымовой трубы. Это иллюстрируется данными работы батареи № 9 ПАО «АКХЗ», на которой в 2012 г был проведен большой объем ремонтов (табл. 5).

Об эффективности заграфичивания стыковочного шва свидетельствуют данные о прососах, согласно которым в период с апреля по июль 2013 г. величина прососов снизилась с 7,4 до 5,5 % даже при колебаниях в это время по независимым от цеха причинам периода коксования в пределах от 20 до 27 ч. При обеспечении периода коксования на уровне 19-20 ч заграфиченность стыковочного шва улучшится, что приведет к снижению концентрации загрязняющих веществ в выбросах из дымовой трубы.

Выводы

1. Обеспечение удовлетворительного технического состояния кладки батарей на протяжении всего срока ее службы является необходимым условием эффективной эксплуатации коксовых батарей. Для достижения этой цели необходим систематический мониторинг состояния кладки, результаты которого должны использоваться для планирования ремонтов.

2. Полнота загрузки камер коксования, нормальные условия выдачи кокса и заданная производительность коксовой батареи в течение всего срока ее эксплуатации обеспечивается при своевременном и полном выполнении ремонтов огнеупорной кладки выше косоходной зоны.

3. Равномерность прогрева коксуемой засыпи по всему объему камеры, обеспечение рационального температурного и гидравлического режимов коксования, а также уровень негативного воздействия на окружающую среду в пределах допустимого достигаются при своевременных ремонтах коксовых батарей вплоть до уровня регенераторов.

Библиографический список

1. Лернер Р.З. О гидравлическом режиме коксовых печей / Р.З.Лернер // *Кокс и химия*. – 1998. – № 4. – С. 7-10.
2. Правила технической эксплуатации коксохимических производств. – Харьков: Гипрококс, 2001. – 309 с.
3. Вольфовский Г.М. Газовщик коксовых печей / Г.М.Вольфовский, Л.П.Мироненко, А.А.Кауфман – М: Металлургия, 1989. – 189 с.
4. Филатов Ю.В. Теория и практика применения доменного кокса улучшенного качества / Ю.В.Филатов, Е.Т.Ковалев, И.В.Шульга [и др.] / – К.: Наукова думка, 2011. – 128 с.

Рукопись поступила в редакцию 21.03.2014

