

УДК 662.741.3.044.2

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ КОКСОВЫХ БАТАРЕЙ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Парфенюк А.С., Костина Е.Д., Третьяков П.В., Алексеева О.Е.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Власов Г.А., Кауфман С.И.

(Авдеевский КХЗ, Авдеевка, Украина)

*Рассмотрены вопросы экологической безопасности коксовых батарей двух принципиально различных конструкций. Показаны преимущества коксовой батареи из крупноразмерных бетонных блоков.*

Высокая концентрация промышленных предприятий в Донецко-Приднепровском регионе и связанное с этим состояние окружающей среды обуславливают необходимость обеспечения должного технического уровня, надежности и долговечности промышленных агрегатов. Это сопряжено с быстрым старением основных фондов промышленных предприятий и низкими темпами их обновления и восстановления, ростом затрат на ремонты, в результате чего увеличиваются частота и тяжесть последствий от аварий и экологический ущерб окружающей среде.

В связи с газопылевыми и тепловыми выбросами такие агрегаты представляют опасность для окружающей среды и обслуживающего персонала, особенно по причине старения и разрушения выбросоопасных элементов конструкции коксовых батарей (рис. 1). Эти элементы по функциональному назначению и особенностям условий эксплуатации являются наиболее нагруженными и ответственными зонами тепловых агрегатов. Влияние внутренней и внешней среды, различных термических и механических нагрузок на стыковочные узлы способствует быстрому износу и потере работоспособности. В коксовой батарее количество стыковочных узлов исчисляется тысячами, а протяженность контакта уплотнительных устройств только для дверей коксовых печей составляет около двух тысяч метров. Разрушения элементов узлов приводит к нарушению герметичности и затруднениям при эксплуатации батареи, существенному ухудшению качества кокса, а иногда к авариям с экономическим и экологическим ущербом.

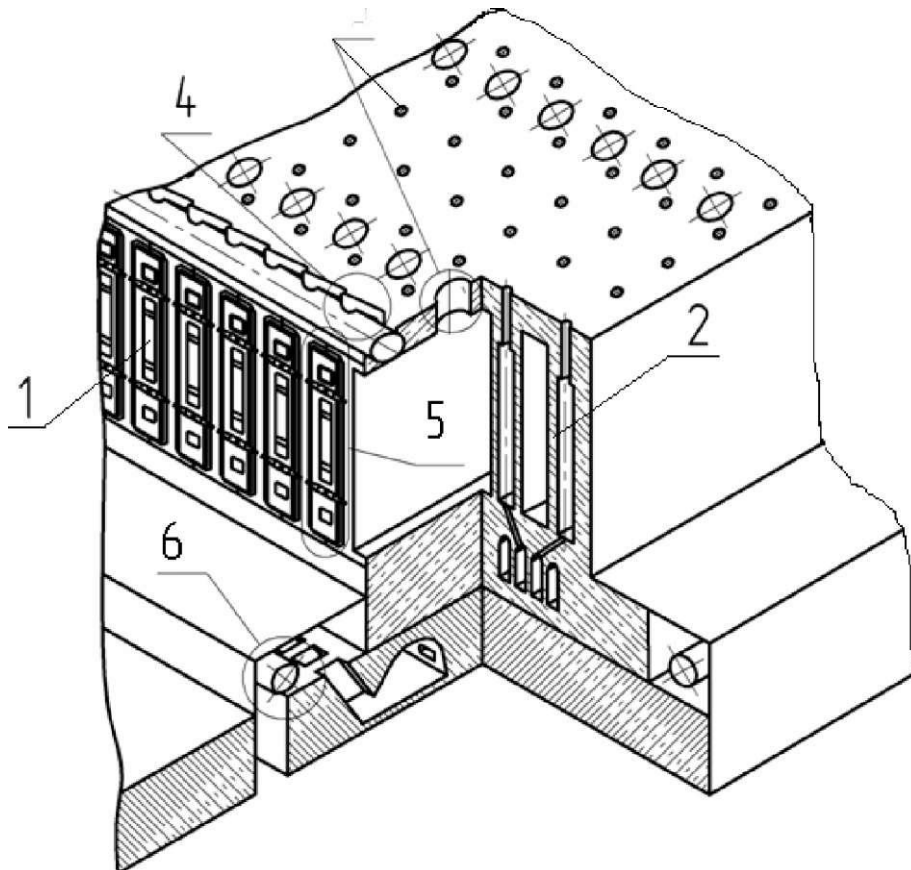
Удельные выбросы на многих производствах составляют 6 - 10 кг/т, даже на относительно обновленных предприятиях более 2 кг/т произведенного кокса. Эмиссии из коксовых печей рассматривают как наиболее токсичные из всех промышленных загрязнителей воздуха и составляют большую часть вредных выбросов на металлургических производствах.

Загрязнение происходит при загрузке угольной шихты, выдаче и тушении кокса. Источниками эмиссий являются утечки через сквозные дефекты кладки обогривательных простенков из дверей, крышек загрузочных люков и стояков. Высокие температуры протекающих процессов и их периодические колебания, контакт элементов конструкции с агрессивными рабочими средами, различные силовые нагрузки и другие негативные факторы приводят к разрушению огнеупорной футеровки и стыковочных узлов, что влечет за собой негативные последствия: нарушение гидравлического и температурного режимов работы агрегата; повышение скорости износа огнеупорной кладки, нарушение режимов работы других элементов конструкции агрегата и обслуживающих машин; снижение качества продукции; повышение затрат на восстановительные работы и ремонты; разгерметизацию кладки и выброс в атмосферу вредных газообразных веществ.

В результате статистических исследований повреждений кладки простенков коксовых печей выявлены общие характеристики и последовательность возникновения дефектов, закономерности развития трещин, сколов, раковин и сквозных дефектов. Определены повреждения и их

характеристики, при которых происходит появление сквозных дефектов, резко ухудшающих экологическую обстановку:

- образование сквозных трещин происходит при достижении величины раскрытия кромок трещин 30 мм и достигают высоты до 3000 мм;
- образование сквозного дефекта на месте существующего скола к следующему осмотру состояния кладки происходит при достижении его размеров 50\*50 мм глубиной 60 мм;
- вероятность образования провала в кладке к следующему периодическому осмотру в районе раковины площадью 2500 см<sup>2</sup> и глубиной более 60 мм возрастает до 0,62.



- Рисунок 1 -. Выбросоопасные зоны и элементы коксовой батареи: 1 - двери коксовых печей; 2 - обогревательные простенки; 3 - загрузочные люки и смотровые шахточки; 4 - стояки, газосборники, газоотводящие люки; 5 - элементы придверной зоны; 6 - элементы газоподводящей арматуры

С целью предотвращения появления сквозных дефектов и продления срока службы кладки простенков определены критические значения размеров дефектов, при достижении которых необходимо их устранение, которые для трещин составили: длина

- 1,8 м, раскрытие кромок - 10-15 мм, глубина - 40 мм; для сколов: количество сколов на поверхности кладки площадью 0,2 м<sup>2</sup> (эквивалентно площади кладки в пределах одного вертикала высотой в 4 ряда) - 6 сколов, площадь сколов - 30 см<sup>2</sup>, глубина сколов - 30 мм.

Представляет интерес сопоставительный анализ характера повреждений традиционной мелкоштучной кладки и крупноблочной кладки из огнеупорного бетона, которая эксплуатировалась на Стахановском КХЗ. В крупноблочной кладке преимущественно развиваются трещины, возникающие при пуске батарей в эксплуатацию, поэтому стадия сушки-разогрева таких батарей очень важна для дальнейшей их службы. Многошовность мелкоштучной кладки способствует появлению критических дефектов в головках простенков: «столбиков», выпадений отдельных кирпичей и провалов.

Одной из причин роста трещин и образования сколов является выкрашивание мертеля материальных швов, длина и количество которых обусловлено конструкцией кладки. Нарушение целостности поверхности кладки вследствие выкрашивания швов ведет к появлению открытых («голых») углов кирпичей, что способствует росту термических напряжений в теле кирпичей, а это, в свою очередь, приводит к образованию сколов глубиной до 60 мм (более половины ширины кирпича).

Образование и накопление сколов происходит, начиная с 3-4-го года эксплуатации печного фонда. Для традиционной кладки основные зоны их расположения - это заплечики, пустые швы, а также кромки трещин.

В крупноблочной кладке сколы образуются, в первую очередь, на заплечиках головочных блоков и в швах, в значительно меньшей степени - на кромках трещин. Однако количество и протяженность материальных швов в крупноблочной кладке на порядок меньше, чем в мелкоштучной кладке.

Накопление и увеличение размеров сколов приводит к образованию раковин. В кладке простенков из традиционных динасовых огнеупоров в 70-80 % случаев раковины расположены под газоотводящим люком и 30-40 рядов в зоне 1-3 отопительных каналов. Поперечный размер эрозионных раковин к третьему году эксплуатации достигает 500 мм, и к восьмому-девятому годам службы кладки 800-1000 мм при глубине до 50 мм. Данный вид дефектов является главной причиной образования критических повреждений - провалов кладки, особенно в верхней части камер коксования из-за более низких сжимающих нагрузок от вышележащего массива кладки и динамических нагрузок от движения углезагрузочной машины.

В крупноблочной кладке размеры раковин к десятому году службы простенков не достигли и половины размеров раковин в традиционной кладке.

Основной причиной их образования было не увеличение количества и размеров сколов, а развитие первоначальных дефектов, возникших на стадии изготовления и при транспортировке блоков (пустотность, неоднородности распределения компонентов огнеупорного материала).

- общее количество дефектов для мелкоштучной кладки не менее чем на 20 % превосходит общее количество дефектов для крупноблочной кладки при одинаковом сроке эксплуатации;
- сопоставление состояния печного массива батарей показало, что после семи лет эксплуатации в традиционной кладке характерными являются наиболее опасные дефекты - столбики, сколы и раковины, в крупноблочной преобладают трещины при отсутствии опасных дефектов;
- интенсивность образования дефектов для крупноблочной кладки на различных этапах эксплуатации ниже примерно в 2-4 раза, чем для традиционной динасовой кладки;
- важно, что трещины в крупноблочной кладке, как правило, не способствуют развитию сколов и не являются источником образования "столбиков" и провалов, т.к. в крупноблочной кладке такие виды дефектов практически отсутствуют.

Статистические данные процесса разрушения различных типов кладки свидетельствуют о том, что конструкция простенка из крупных огнеупорных блоков является более надежной. Следует вывод о том, что применение крупных блоков в конструкциях простенков полностью себя оправдывает и имеет преимущества не только при монтаже, но при эксплуатации в результате уменьшения количества и интенсивности появления дефектов и, как следствие, снижения затрат на горячие ремонты и пере кладку простенков.

Объективно оценивая все достоинства и недостатки новых крупноблочных коксовых батарей из огнеупорного бетона, следует признать их вполне перспективными, особенно при условии улучшения качества материала, а, главное, точности изготовления конструктивных элементов. В пользу высокой стойкости крупноблочной кладки свидетельствуют тяжелые условия эксплуатации простенков из-за постоянных термических ударов непосредственно на нагретые поверхности блоков при герметизации дверей влажной уплотнительной смесью. Такой метод уплотнения был вынужденным из-за отсутствия брони и рам, армирующих головки

простенков данной конструкции. Но в итоге динасокварцитовые блоки выдержали форсированные испытания при весьма жестких условиях эксплуатации.

Можно считать доказанными практикой преимущества этих батарей: индустриализация изготовления блоков и монтажа кладки, более высокая статическая прочность и жесткость простенков, лучшая газоплотность крупноблочной кладки за счет устранения многошовности, достаточная стойкость материалов в среде коксования и при воздействии циклических перепадов температур, хорошие теплофизические свойства, даже в сравнении с современными коксовыми батареями из высокоплотного динасового огнеупора и, главное, эти батареи имеют ресурс больше, чем у существующих коксовых батарей из мелкоштучных огнеупоров.

#### Список литературы:

1. Парфенюк А.С., Третьяков П.В., Костина Е.Д. О разрушении кладки коксовых батарей из крупных огнеупорных бетонных блоков и традиционных динасовых огнеупоров // Кокс и химия. 2004, № 8. С.25-27.
2. Парфенюк А.С., Третьяков П.В., Власов Г. А., Кауфман С.И. Техническое состояние кладки коксовых батарей - важный фактор экологичности коксохимического предприятия // Машиностроение и техносфера XXI века. Сборник научных трудов международной научно-технической конференции в г. Севастополе 13-18 сентября 2004 г. - Донецк, 2004. - Т. 3 - С. 24-27.
3. Третьяков П.В., Алексеева О.Е., Парфенюк А.С. Оценка экологической безопасности тепловых агрегатов // Науков1 пращ ДонНТУ. Сер1я: Х1м1я і х1м1чна технолопя. - Донецьк, 2004. - Випуск 77. - С. 103-106.