

Рис. 3. Разработка реляционного запроса по нескольким базам данных.

Методический подход, связанный с покрытием убытков при производстве строительно-монтажных работ или в процессе эксплуатации объектов повышенной опасности направлен на обеспечение возможности маневрирования финансовыми ресурсами с целью обеспечения инженерной защиты строительных конструкций и возмещения ущерба в случае наступления страховых событий.

УДК 662.741

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ТРЕБУЕМОГО УРОВНЯ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КОКСОВЫХ БАТАРЕЙ

Третьяков П.В., Костина Е.Д., Алексеева О.Е., Котенко Н.С., Комбаров А.П.

(ДонНТУ, Коксохимстанция, Луганская обл. администрация, Донецк, Харьков Украина)

*Рассмотрены актуальные вопросы, связанные с увеличением техногенной нагрузки коксохимического производства на окружающую среду в результате старения и износа печного фонда.*

Коксохимические заводы Украины создают большую техногенную нагрузку. Эта проблема особенно остра в густонаселенном Донбассе и Приднепровье из-за высокой концентрации заводов и, что очень существенно, не только вблизи, но и в черте крупных городов: Донецка, Авдеевки, Макеевки, Мариуполя, Кривого Рога, Днепропетровска, Алчевска, Запорожья и др. Основным источником вредных газопылевых выбросов на коксохимических предприятиях являются коксовые батареи. Коксохимия Украины включает 14 предприятий, имеющих в своем составе 57 действующих коксовых батарей. На территории Российской Федерации расположено 12 коксохимических заводов и производств, печной фонд которых составляет 59 действующих коксовых батарей. Срок службы многих батарей превышает проектные нормативы, составляющие для большинства коксовых батарей 25 лет. Средний срок службы коксовых батарей составляет около 28 лет по Украине и 25 лет в России. Вероятность нанесения ущерба окружающей среде в результате аварий и несанкционированных выбросов в атмосферу вредных веществ увеличивается с возрастом батарей. Выбросы на коксовых батареях пылегазовоздушных смесей составляют до 90 % выбросов в атмосферу по всему предприятию.

Соблюдение нормативов по количеству выбросов в коксовых цехах не всегда обеспечивается не только из-за нарушений технологического режима эксплуатации батарей коксовых печей, но и вследствие ухудшения технического состояния конструктивных элементов стыковочных узлов и огнеупорной кладки агрегатов в процессе эксплуатации, которая может длиться несколько десятков лет.

Старение и износ огнеупорной кладки простенков, деформирование и разрушение элементов стыковочных узлов дверей, люков, стояков, газоздушных клапанов и т.д. прежде всего, сопровождается нарушением герметичности и непрерывной эмиссией прямого коксового газа и продуктов его горения, содержащего весьма токсичные компоненты (I класс опасности – бенз(а)пирен, водорода цианид, II класс опасности – оксиды азота, бензол, фенол, сероводород, III класс опасности – сернистый ангидрид, аммиак, IV класс опасности – нафталин, оксид углерода и др.) в атмосферный воздух.

В связи с изложенным, становится все более актуальным исследование влияния степени разрушенности кладки коксовых батарей на экологическую безопасность производства. Это позволит создать научные основы для совершенствования конструкций существующих коксовых печей, создания новых камерных тепловых агрегатов для термической переработки углеродистых материалов и отходов, и разработать комплекс мероприятий, направленных на улучшение экологической обстановки на соответствующих предприятиях.

Одними из основных факторов, влияющих на экологическую безопасность камерных печей коксовых и пекококсовых батарей, являются газопроницаемость кладки простенков и степень их разрушенности, влияющие на объемы выбросов прямого коксового газа в атмосферу. Уровень экологической безопасности камерных печей определяет в большей степени количество и площадь сквозных дефектов в кладке простенков, а также суммарная протяженность материальных швов, в меньшей степени – газопроницаемость огнеупорного материала массива кладки (менее 5 % от общего количества утечек через отопительную систему).

Для определения характеристик и последовательности возникновения дефектов, закономерности развития трещин, сколов, раковин и сквозных дефектов выполнен статистический анализ на основе информации по периодическим осмотрам состояния кладки коксовых батарей различной производительности и систем обогрева Авдеевского и Криворожского коксохимпроизводств.

Анализ данных позволил выявить закономерности изменения усредненных значений параметров дефектов в процессе эксплуатации (рис. 1 – 4) и обосновать 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: площадь – 30 см<sup>2</sup>; глубина – 30 мм. Определены характеристики повреждений – первопричин появления сквозных дефектов: трещин, сколов, раковин. Так, сквозные трещины достигают высоты до 3000 мм и образуются при достижении величины раскрытия кромок 30 мм; образование сквозного дефекта на месте существующего скола к следующему осмотру состояния кладки происходит при достижении его размеров 50x50 мм глубиной 60 мм.

Сквозные дефекты классифицированы на дефекты, возникшие на базе существующих трещин, сколов, раковин, а также в результате случайных механических повреждений. Сквозные дефекты, возникшие на базе трещин, имеют такие размеры: высота – от 300 до 3000 мм, раскрытие кромок – от 30 до 50 мм. Образованные на базе сколов сквозные дефекты имеют размеры от 15x15 мм до 50x50 мм. Образование провалов в районе раковин возможно в редких случаях, причинами чего является отсутствие горячих ремонтов или их недостаточные объемы в совокупности с бурением печей и неисправным оборудованием коксовых машин.

Для оценки выбросов через сквозные дефекты с учетом периодичности переключения потоков газа и воздуха в отопительных каналах и того, что основная масса выбросов происходит в течение первых трех часов, возможные утечки газа через сквозные дефекты рассчитываются по формуле:

$$Q = S \cdot t \cdot \sqrt{2 \cdot k \cdot \rho_1 \cdot P_2 / (k - 1)} \cdot (P_1 / P_2)^{1/k} \cdot \sqrt{1 - (P_1 / P_2)^{k-1/k}},$$

где Q – количество газа выбрасываемого через сквозной дефект кладки, кг; S – площадь сквозного дефекта, м<sup>2</sup>; t – время утечки газа, с; k - показатель политропы коксового газа, k = 1,3774;  $\rho_1$  – плотность газа в коксовой камере:  $\rho_1 \approx 0,45$  кг/м<sup>3</sup>; P<sub>2</sub> – давление коксового газа в камере, Па, P<sub>2</sub> = 100068 Па; P<sub>1</sub> – давление вне камеры, Па; P<sub>1</sub> = 99948 Па.

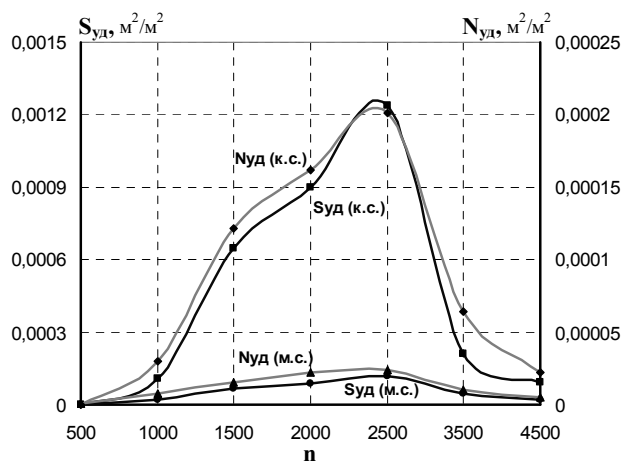


Рис. 1. Изменение количества сквозных дефектов и их площади на единице поверхности головочной зоны простенка

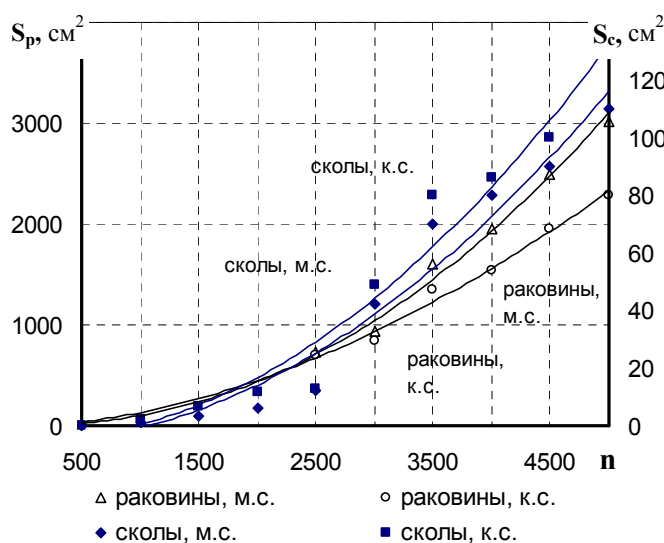


Рис. 3. Изменение площади сколов и раковин в зависимости от количества печевыдач

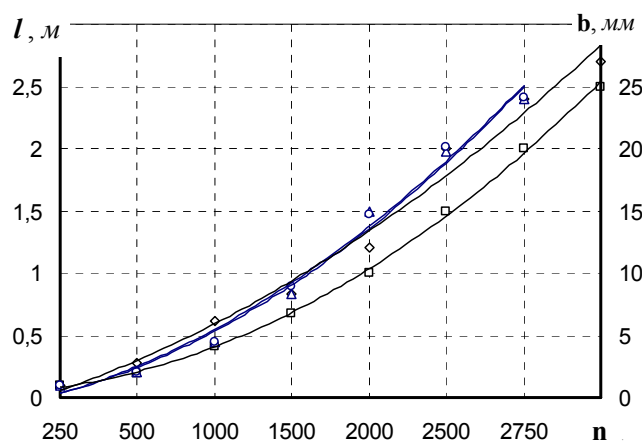


Рис. 2. Изменение длины трещины и раскрытия кромок в зависимости от количества печевыдач

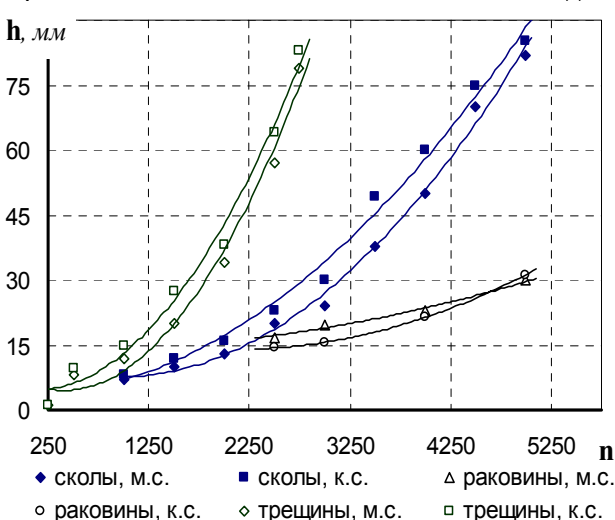


Рис. 4. Изменение глубины трещин, сколов, раковин в зависимости от количества печевыдач

Таким образом, через отверстие площадью  $0,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$  за один период коксования утечки для следующих веществ составляют: пары смолы  $\approx 1 \text{ кг}$ , бензольные углеводороды  $\approx 0,35 \text{ кг}$ , аммиак  $\approx 0,1 \text{ кг}$ , сероводород  $\approx 0,1 \text{ кг}$ , нафталин  $\approx 0,1 \text{ кг}$ , цианистый водород  $\approx 0,01 \text{ кг}$ .

В результате статистических исследований и расчетов установлено:

- при максимальном уровне концентрации сквозных дефектов, соответствующем пяти годам эксплуатации ( $S_{уд} = 1,24 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{м}^2$  с коксовой стороны и  $0,12 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{м}^2$  с машинной) и объеме коксовых печей  $30\text{-}32 \text{ м}^3$  выбросы через сквозные дефекты головочной зоны простенка в сумме составили примерно  $8 \text{ кг}$  на тонну кокса;
- при относительно новой кладке простенка сроком службы 2 года ( $S_{уд} = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{м}^2$  с коксовой стороны и  $0,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{м}^2$  с машинной) оценка возможных выбросов составила  $0,5 \text{ кг}$  на тонну кокса.

Практическое значение данных исследований – прогнозирование технического состояния кладки простенков камерных печей, оценка экологической опасности объекта, предупреждение появления критического количества сквозных дефектов, экономическое обоснование принятия решений о ремонтах простенков коксовых батарей и планирование необходимых для этого ресурсов с учетом экологических характеристик объекта.