

ВЛИЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОГНЕУПОРНОЙ КЛАДКИ КОКСОВЫХ ПЕЧЕЙ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ В КОКСОВОМ ЦЕХЕ И В ЦЕЛОМ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Третьяков П.В., Воропаева Н.И.

Донецкий национальный технический университет

Рассмотрены этапы образования дефектов в кладке обогривательных простенков коксовых батарей, их негативное воздействие на окружающую среду. Приведены статистические данные по изменению технического состояния отопительной кладки простенков.

Известно, что предприятия металлургического и коксохимического производства оказывают высокую технологическую нагрузку на окружающую среду. Об этом свидетельствуют данные ежегодных отчетов национальных докладов о состоянии окружающей среды в Донецкой и других областях Украины. Например, по состоянию на 2008 г. предприятиями металлургического и коксохимического комплекса Донецкой области было выброшено 31% валовых выбросов вредных веществ в атмосферный воздух, что по массе составило 475 тыс. тонн. Их средний химический состав составляет: оксид углерода-32,9%; метан-23,3%; диоксид серы-21,7%; пыль-12,0%; оксид азота-5,1%; остальные-5%. Удельные выбросы на многих производствах составляют 6-10 кг/т, даже на относительно обновленных предприятиях более 2 кг/т произведенного кокса [1]. Особенно ощутимы данные результаты в крупных мегаполисах: Донецк, Запорожье, Днепрпетровск, Днепродзержинск, Кривой Рог, Макеевка, Енакиево и многих других.

В Украине функционирует 14 предприятий коксохимического производства, имеющих в своем составе около 60 действующих коксовых батарей, средний срок службы печного фонда составляет около 28 лет [2].

Одним из основных источников вредных газопылевых выбросов на коксохимических предприятиях являются батареи коксовых печей. В связи с этим следует отметить, что техногенная нагрузка увеличивается со старением батарей, что в свою очередь связано со снижением технического состояния огнеупорной кладки и низкими темпами их восстановления и обновления, за счет роста затрат на ремонты.

Высокий уровень газообразных вредных выбросов из коксовых батарей связан с образующимися неплотностями в стыковочных узлах

элементов конструкций, а также с образованием в массиве огнеупорной кладки сквозных дефектов.

Первая негативная ситуация проявляется сразу после загрузки коксовой камеры шихтой. Существуют технические средства и мероприятия, которые позволяют не допустить либо устранить подобные разгерметизации.

Второй негативной ситуации избежать очень сложно, т.к. в процессе эксплуатации кладка подвергается циклическим разрушительным воздействиям, в результате чего неизбежно возникают дефекты от циклических колебаний температур, влажности рабочей среды, механических нагрузок (от движения коксовых машин, от давления коксования; от загрузки печей и выдачи кокса).

Образование дефектов наблюдается уже на стадии разогрева печи. На этом этапе проявляются дефекты, связанные с некачественно изготовленными огнеупорными материалами, неточностями при монтаже и повреждении огнеупоров. В дальнейшем идет процесс их увеличения. После ввода батареи в эксплуатацию наблюдается постепенное выкрашивание мертеля, в основном, начиная с зоны заплечиков и распространяясь на головочную часть простенка, что приводит к образованию трещин и прогаров. Если трещины вовремя не восстанавливаются при помощи горячих ремонтов, то появляются сколы, а затем и раковины. Появление, таким образом, ослабленных участков кладки приводит к образованию сквозных дефектов, нарушению герметичности и отказу простенка.

Для характеристики степени опасности выбросов коксового газа приведем средний состав прямого и обратного коксового газа (табл.1,2) [3,4], а также характеристики наиболее опасных компонентов (табл.3) [5].

Таблица 1 - Состав коксового газа

	Состав газа,% (объемн.)						
	H ₂	O ₂	CH ₄	N ₂	CO	CO ₂	C _m H _n
Диапазон состава	55-61	0,3-0,7	24,5-26,9	2,6-4,9	5,7-8,0	1,6-3,0	2,0-3,05

Таблица 2 - Состав обратного коксового газа

Компонент	Диапазон состава,% (объемн.)
Водород	54,3-60,4
Метан	23,7-27
Непредельные углеводороды	1,9-3,8
Оксид углерода	5,5-7,77
Азот	2,9-5,5
Диоксид углерода	2,05-3,5
Кислород	1,06-1,0

Таблица 3 - Наиболее опасные компоненты коксового газа и их влияние на человека

Компонент	Токсическая характеристика			Общий характер действия
	ПДК, мг/м ³ , в воздухе			
	Рабочая зона	Населенные места		
		максим. разовая	средне-суточная	
Водород цианистый	0,3	-	-	Тканевое дыхание угнетается почти полностью и в первую очередь в клетках нервной системы.
Сероуглерод	1,0	0,03	0,05	Высокие концентрации действуют наркотически.
Сероводород	10,0	0,008	-	Сильный нервный яд, вызывающий смерть от остановки дыхания.

Для оценки количества газа, выброшенного через сквозной дефект используем формулу Сен-Венана для расчета утечки газа через отверстие:

$$Q = S \cdot \phi \cdot \sqrt{2 \cdot \kappa \cdot \rho_1 \cdot P_2 / (\kappa - 1) \cdot (P_1 / P_2)^{1/\kappa} \cdot \sqrt{1 - (P_1 / P_2)^{1/\kappa}}}$$

где Q – количество газа, вытекающего через сквозной дефект кладки, кг; S – площадь сквозного дефекта, м²; τ – время истечения газа, с; κ – показатель политропы коксового газа; P_1 – плотность газа в коксовой камере кг/м³; P_2 – давление коксового газа в камере, Па; P_1 – давление вне камеры, Па.

Необходимое значение давлений в отопительной системе коксовых печей рассчитывают на основе формулы Бернулли[6]:

$$P_1 + \frac{\rho \cdot \omega_1^2}{2} + H_1 \cdot \gamma = P_2 + \frac{\rho \cdot \omega_2^2}{2} + H_2 \cdot \gamma + \sum \Delta P,$$

где P_1 и P_2 – статистические давления в первом и втором сечениях вдоль потока, Па; ω_1 и ω_2 – средние скорости потока в тех же сечениях, м/с; H_1 и H_2 – геометрические высоты центра сечения потока, $\sum \Delta P$ – потери напора от местных сопротивлений между первым и вторым сечением, Па.

Ранее были проведены исследования процессов накопления дефектов в кладке обогревательных простенков коксовых печей[1]. Приведем некоторые статистические данные, характеризующие изменение технического состояния огнеупорной кладки простенков: сквозные

трещины образуются при достижении величины раскрытия кромок трещин 30 мм и достигают высоты до 3000 мм; в районе раковины площадью 2500 см² и глубиной более 60 мм возрастает вероятность образования провала в кладке до значений более 0,6; образование сквозного дефекта происходит при достижении размеров сколов 50x50мм глубиной 60 мм.

По статистическим данным примерная оценка количества выбросов через сквозные дефекты для максимального значения сквозных дефектов, составляет в сумме около 8 кг/т кокса [7].

Полученные результаты говорят об острой необходимости применения существующих мер повышения и обеспечения газоплотности массива кладки, их усовершенствовании и поиска новых. В качестве основных таких направлений можно выделить: усовершенствование конструкции отопительного простенка, использование износостойких материалов и покрытий для массива огнеупорной кладки, использование современных средств диагностики и мониторинга технического состояния, оптимизация проведения ремонтно-восстановительных работ.

Список литературы:

1. Парфенюк А.С., Костина Е.Д., Третьяков П.В., Алексеева О.Е. Сравнительный анализ экологических особенностей коксовых батарей различных конструкций / «Экологические проблемы индустриальных мегаполисов». Материалы международной научно-практической конференции-выставки. Донецк, 2010.-С. 218-219.
2. Третьяков П.В., Парфенюк А.С., Алексеев О.Е., Власов Г.А., Кауфман С.И. Предотвращение развития трещин в простенках коксовых печей – важный фактор экологической безопасности на коксохимическом предприятии // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Хімія хімічна технологія, 2009.- Випуск 12(144) – С 139-144.
3. Лейбович Р.Е., Яковлева Е.И., Филатов А.Б. Технология коксохимического производства. Москва, 1982.- С.146-149,183-184.
4. Под общ. ред. д-ра техн. наук Ковалева Е.Т. Справочник коксохимика. Том 3: Улавливание и переработка химических продуктов коксования. Харьков, 2009.-С.13.
5. Справочник спасателя. Книга 6. Спасательные работы по ликвидации последствий химического заражения. Москва,2006.-С. 8-10.
6. Иванов Е.Б., Мучник Д.А. Технология производства кокса. Киев,1976.- С.162-164.
7. Трет'яков П.В. Підвищення довговічності кладки коксових печей на основі регламентації ремонтно-профілактичних робіт. Автореферат. Київ, 20