

УДК 504.3.054

ХАРАКТЕРИСТИКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ МЕТОДА ТУШЕНИЯ КОКСА

Тетерин Е.Ю., магистрант гр. ИЗмоз-221, I курс

Научный руководитель: Теряева Т.Н., д.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет

имени Т.Ф. Горбачева

г. Кемерово

Экологическая обстановка на предприятиях по производству кокса в России неблагоприятная. Удельные выбросы на различных стадиях производства кокса составляют от 3 до 15 кг/т, основными компонентами выбросов являются: пыль – 17%, оксид углерода – 55,1%, нафталин 0,2%, бенз[а]пирен – 0,0009% и т.д.

Основными источниками выбросов являются операции по загрузке и выдаче коксовых печей, избыточные газы, выделяемые приработке установки сухого тушения кокса (УСТК), трубы коксовых батарей, тушильные башни, аспирационные системы подготовки угля и коксосортировок [1].

Тушение кокса является одним из технологических этапов, сущность которого заключается в том, чтобы охладить (потушить) выданный из коксовой батареи кокс, который имеет температуру 950-1000°C. В процессе тушения кокса происходит значительный выброс вредных веществ в окружающую среду.

Существует два основных метода тушения кокса – мокрое и сухое тушение [2].

Мокрое тушение включает операцию орошения раскаленного кокса водой в тушильных башнях продолжительностью 1-2 минуты. Сточные воды (фенольные), прошедшие биохимическую очистку (БХО), часто используются для тушения кокса. На тушение безвозвратно расходуется 0,5-0,7 м³ воды на 1 т кокса.

Охлаждения кокса может проводиться за счёт подачи прерывистого потока воды – импульсное тушение кокса. При таких условиях охлаждения сокращаются температурные напряжения, однако остаются залповье выбросы вредных веществ в атмосферу.

Также известен способ, в котором горячий кокс охлаждается за счёт косвенного теплообмена через стенки теплообменника. В дальнейшем охлаждение проводится орошением водой, которую подают в теплообменник позонно, при непрерывном перемешивании и принудительном перемещении. Такая технология охлаждения кокса позволяет избежать залповых выбросов вредных веществ в атмосферу [3].

Тем не менее, с учётом используемых в настоящее время технологий, общим недостатком мокрого тушения кокса является то, что происходят залповыевые выбросы вредных веществ в окружающую среду.

Тушение кокса сухим способом заключается в продувании раскаленного кокса, находящегося в формо-камере, изолированной от проникновения в нее воздуха, инертными газами – углекислотой и азотом. Инертные газы проходят через раскаленный кокс и нагреваются до температуры 500-700°C, после чего проходят по системе газоходов парового котла и обеспечивают образование пара. Температура кокса постепенно снижается, и охлажденный кокс выдается на рампу.

Недостатком сухого способа является образование избыточных газов, сброс которых вызывает загрязнение атмосферы.

Качественные и количественные характеристики выбросов, образующиеся по двум методам тушения кокса, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики выбросов при мокром и сухом тушении кокса

Компоненты	Удельные выбросы г/т кокса		Коэф-фициент агрессивности А	Приведенные удельные выбросы	
	При мокром тушении	При сухом тушении		При мокром тушении	При сухом тушении
Пыль	350	7100	100	35000	710000
Оксид углерода	38	1736	1	38	1736
Диоксид серы	0,6	201	16,5	9,9	3316
Сероводород	5	0	16,5	9,9	3316,5
Аммиак	116	0	4,6	533,6	0
Цианистый водород	2	0	282	564	0
Фенол	0,5	0	310	155	0
Нафталин	2	0	64,4	128,8	0
3,4-бенз[а]пирен	$1,75 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-5}$	$12,6 \cdot 10^5$	2205	113,4
Итого	514,102	9037	–	38644,2	718481,9

Как видно из приведённых данных при мокром тушении выделяется целый спектр вредных продуктов (в таблице представлено 8), но объём выделяемых выбросов в 17,5 раз меньше, чем при сухом тушении кокса. В свою очередь, сухое тушение кокса не сопровождается выбросами сероводорода, аммиака, цианистого водорода, фенола, нафталина, а количество 3,4-бенз[а]пирена, являющегося типичным химическим канцерогеном, в 19,4 раза меньше.

Внедрение технологии биохимической очистки сточных вод коксохимических предприятий, позволило существенно снизить выбросы загрязняющих веществ в атмосферу при тушении кокса сточной водой, вследствие удаления фенолов, роданидов, смол и масел. Стоки очищаются на

99,4-99,8% от полициклических ароматических углеводородов. Однако в воде после биохимической очистки остается высоким содержание соединений азота, взвешенных веществ, хлоридов и т.д. Характеристика сточных вод, поступающих на БХО и после очистки, представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика сточных вод до и после биохимической очистки

Наименование компонента	Содержание, мг/дм ³	
	До биохимической очистки	После биохимической очистки
pН, ед.	7,7-9,0	7,4-7,6
Фенолы общие	397,0	2,2
Тиоцианиды (радониды)	275,0	1,8 (0,7-0,6)
Аммиак летучий	99,0	60,0 (106,104)
Аммиак общий	444,0 (880)	475,0
Аммиак	317,0	415,0
Цианиды	20,0	1,8 (0,7-0,6)
ХПК, мг О ₂ /дм ³	1500-2000	30-50
БПК, мг О ₂ /дм ³	1200-1600	30-50
Фосфаты	12,0	2,2
Нафталин	35,0	0,001
Смолы и масла	32,0	8,0
Азот аммоний	502-580	361,9
Нитриты (по NO ₃)	0,0	25,5
Нитраты (по NO ₂)	90,0-94,0	12,0-45,8
Взвешенные вещества	2300	334,0
Сульфаты	1127	987,7
Солесодержащие	17000	1710,0
Фториды	43-46	34,9
Хлориды	-	91,4

Качество фенольных вод после БХО не соответствует нормативным требованиям по содержанию азота аммонийного, нитратов, взвешенных веществ, нефтепродуктов, роданидов, сульфатов, фенолов, фосфатов, фторидов, цинка и др. В настоящее время их приём на городские очистные сооружения ограничен из-за высокой степени загрязнения и высоких платежей за доочистку.

Таким образом, БХО не является эффективным способом очистки фенольных сточных вод и не обеспечивает нормативную очистку стоков, отчего применение воды после биохимочистки для тушения кокса также наносит вред окружающей среде, поскольку при испарении воды на раскаленном коксе выделяются вредные вещества.

Существующие на сегодня методы по уменьшению выбросов при мокром тушении кокса включают в себя:

– на металлургическом заводе фирмы «Братиш Стил» в Порт-Толботе тушильная башня заканчивается устройством деревянной трубой с устройством для задерживания твердых частиц;

– на металлургическом заводе фирмы «Маннесманнеренверке» в Дуйсбург-Хукингене коксовая батарея оборудована тушильной башней, представляющей собой боковую вытяжную деревянную трубу со стальной обшивкой высотой 40 м и площадью поперечного сечения башни в 4 раза больше площади тушения. Это обеспечивает снижение скорости паров на выходе и количества выбрасываемой пыли;

– в США фирмой «Кресс» разработан способ косвенного охлаждения кокса водой. Способ заключается в том, что выдача кокса производится в стальной контейнер, идентичный по форме и размерам камере коксования и установленный на автомобильной платформе. По мере продвижения коксового пирога из камеры коксования в контейнер производится орошение контейнера водой. По окончании выдачи кокса скользящая дверь контейнера закрывается и производится автоматическое уплотнение его с помощью водоохлаждаемого и водозаполненного уплотнения из эластомера. Заполненный коксом контейнер транспортируется затем к тушильной станции, где он перекатывается с автомобильной платформы на специальный стеллаж, где охлаждается $\approx 2,5$ часа. Затем контейнер с охлажденным коксом вновь перегружается на автомобильную платформу и транспортируется к коксовой рампе. В промышленном масштабе эта технология внедрена на металлургическом заводе фирмы «Бетлихем Стил» в Спарроус-Пойнте (США) на двух коксовых батареях. Технология обеспечивает снижения на 90 % выбросов при выдаче и тушения кокса [4].

В установках сухого тушения кокса, ввиду особенности технологии тушения, необходимо постоянно сбрасывать часть газа, циркулирующего в контуре УСТК, через специальные свечи. Избыточные циркулирующие газы имеют высокое содержание CO и коксовой пыли.

С целью повышения экологической безопасности установки сухого тушения государственный институт по проектированию предприятий коксохимической промышленности "Гипрококс" предложил использовать котел утилизатор или установку термокаталитическую.

Котел утилизатор предназначен для утилизации избытков циркулирующих газов установки сухого тушения кокса путем сжигания их в смеси с коксовым газом в топке с предварительной очисткой газа от коксовой пыли на фильтре.

Установка термокаталитическая (УТК) предназначена для термокаталитического окисления оксида углерода до углекислого газа в ректоре.

В таблице 3 представлено сравнение двух технологий обезвреживания избытков циркулирующих газов.

Таблица 3 – Сравнительная таблица двух технологий обезвреживания избытков циркулирующих газов

Состав и количественные характеристики выбросов	Выбросы после котла утилизации	Выбросы после трех УТК-5000 (эффективность реактора 99 %)
CO ₂ , массовый расход, г/с концентрация, мг/м ³	1 691 144 136	1 425 149 424
CO, массовый расход, г/с концентрация, мг/м ³	1,163 99,16	4,14 433
SO _x , массовый расход, г/с концентрация, мг/м ³	0.358 30.53	0 0

Следует заметить, что УТК-5000 позволяет исключить выбросы NO_x и SO_x, однако, по сравнению с котлом КО, концентрация CO в избыточном газе несколько выше. Использование котла КО позволяет не только существенно снизить концентрацию вредных веществ, но и обеспечивает дополнительно выработку пара, который может быть использован на технологические нужды предприятия [5].

Современные способы тушения кокса негативно оказывают воздействие на окружающую среду, удельные выбросы пыли составляют 350 и 7100 г/т кокса, 38 и 1736 оксида углерода для сухого и мокрого тушения соответственно. Чтобы минимизировать это воздействие требуется модернизировать уже имеющиеся способы тушения, либо полностью изменить подход к тушению кокса.

Если сравнивать сухое и мокрое тушение кокса, то сухое тушение является наиболее перспективным способом, поскольку способно к модернизации и способно использовать теплоту раскаленного кокса для нужд предприятия. Однако, в связи с тем, что в процессе коксования образуется вода, которую нужно использовать, процесс внедрения установок сухого тушения кокса затруднен, ввиду того, что наибольшее предпочтение остается за мокрым тушением кокса, поскольку используется вода, образованная при процессе коксования и прошедшая биохимочистку.

Список используемой литературы

1. Павлович, Л. Б. Оценка экологического риска производственной деятельности коксохимического предприятия : монография / Л. Б. Павлович, С. Г. Коротков, Б. Г. Трясунов. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 136 с.
2. Шевченко, А. А. Выбор оптимального метода тушения кокса с целью снижения вредных выбросов и утилизации физического тепла коксования / А. А. Шевченко, С. М. Чернышев, Д. Ю. Жукова [Электронный ресурс] https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/33596/1/tim_2014_02_30.pdf

3. Пожидаев Ю.А., Столярова М.С., Бабинцев Я.В. Эффективные способы тушения кокса // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2015. №3. С. 34–38.
4. Шатохин, К. С. Экология металлургического производства и аппараты очистки газов : учебник / К. С. Шатохин. — Москва : МИСИС, 2022. — 376 с.
5. Абдуллин, С. Ю. Утилизация избыточных циркулирующих газов установок сухого тушения кокса / С. Ю. Абдуллин, И. В. Татарка // . – 2012. – № 3(32). – С. 94-99.