

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ВОДЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ФЕНОЛЬНЫХ СТОЧНЫХ ВОД

А.Г. Ушаков, к.т.н., доцент,

Е.С. Ушакова, к.т.н., ст. преподаватель

Г.В. Ушаков, к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Коксохимические предприятия – одни из крупнейших потребителей воды. Количество химически загрязненных стоков может достигать 0,4-0,7 м³/т кокса. Источниками сточных вод разнообразны: влага исходного угля, являющегося сырьем; вода, образующаяся при термическом разложении органической массы углей; конденсат пара, образующийся при пропарке оборудования и нагревании его «острым паром», а также вода, поступающая в технологический цикл при промывках оборудования [1]. Принимая во внимание этот факт, отказаться от мокрого тушения кокса полностью не представляется возможным.

В совокупности такие воды на коксохимическом предприятии образуют фенольный сток, который подвергается биохимической очистке (БХО), после чего подается на тушение. Часто такая очистка не обеспечивает экологической безопасности атмосферы, так как фенольный сток содержит значительные количества загрязняющих компонентов в виде растворенных солей, органических веществ (фенолы, роданиды, цианиды и пр.) и дисперсных частиц (смола и др.). Чрезвычайная сложность биологической очистки и обезвреживания данной категории сточных вод связана именно с большим разнообразием содержащихся биохимически трудно окисляемых и токсичных ингредиентов.

Особую проблему представляет наличие остаточного активного ила в биологически очищенной воде. Его количество определяется эффективностью работы вторичных отстойников. Однако применяемые отстойники не всегда обеспечивают полное удаление остаточного активного ила, находящегося в виде мелкодисперсных и коллоидных частиц (размером 0,1-1 мкм). Такие частицы, сгорая на раскаленном коксе, приводят к дополнительному загрязнению атмосферы, что проявляется в виде специфического неприятного запаха, и значительно ухудшает условия труда работающих.

В настоящее время сточные воды, прошедшие БХО, используют для мокрого тушения кокса. В результате, образуется мощный выброс вредных веществ в атмосферу из-за выделений этих компонентов из кокса, а также из-за остаточного содержания аммиака и других веществ в воде, поступающей

на тушение [1].

Вода после БХО нуждается в дополнительной очистке. Большой проблемой является коллоидных размер частиц остаточного ила. Следует отметить, что очистка загрязненных вод от взвешенных частиц такого типа крайне затруднена и часто применяемый в таких случаях метод отстаивания в горизонтальных отстойниках и осветлителях крайне неэффективен. Коллоидно-растворимые примеси, во многом обуславливающие мутность и цветность сточных вод, отличаются малыми размерами, вследствие чего их осаждение происходит крайне медленно, так как силы диффузии преобладают над силами тяжести. Поэтому коллоидные примеси воды обладают определенной агрегативной устойчивостью. Известно, что на процессы коагуляционной очистки сточных вод значительное влияние оказывает электрическое поле.

Именно его положительное действие на процессы коагуляции в целом послужило основой выбора метода электрокоагуляции для интенсификации процесса доочистки сточных вод коксохимического предприятия.

Электрохимические методы имеют ряд преимуществ перед химическими способами:

1) упрощение технологической схемы и эксплуатации технологических установок, легкая автоматизация их работы, уменьшение производственных площадей для размещения очистных сооружений;

2) возможность обработки сточных вод без предварительного разбавления;

3) снижение солесодержания стоков и уменьшение количества осадков при обработке [2].

Метод электрокоагуляции имеет ряд достоинств: компактность установки, отсутствие необходимости в реагентах – восстановителях и осадителях, простота обслуживания и универсальность [3]. Сущность электрокоагуляционной обработки воды заключается в том, что при подаче напряжения постоянного тока на электроды начинается процесс растворения железных либо алюминиевых анодов. Ионы металла гидролизуются с образованием гидроокисей.

В результате электрохимической обработки в электрокоагуляторе осуществляется ряд процессов:

- изменение дисперсного состояния примесей за счет их коагуляции под действием электрического поля продуктов электродных реакций;

- выделение и закрепление пузырьков электролитического газа на поверхности коагулирующих частиц, что обеспечивает их последующую флотацию и повышает качество очистки воды;

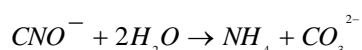
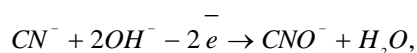
- сорбция присутствующие в воде загрязнения, взвешенных частиц, на поверхности электролитически получаемых хлопьев гидроксидов металлов;

Для анализа возможности применения электрокоагуляции для доочистки фенольных сточных вод коксохимического завода сконструирована лабораторная электрокоагуляционная установка, исследования на которой прово-

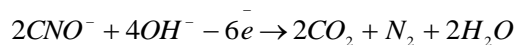
дили с варьированием силы тока (от 3 до 10 А) и времени нахождения воды в аппарате (от 3 до 10 мин.)

В межэлектродной зоне одновременно протекают процессы электростатической, электрохимической, гидродинамической и концентрационной коагуляции, которые в совокупности создают интенсивный процесс электроосаждения. Особенно эффективно электроосаждение происходит, когда присутствует существенное преобладание сил поляризационной природы над энергией динамического движения, т.е. при малых скоростях движения жидкости в межэлектродной зоне, что ограничивает время пребывания обрабатываемого стока в межэлектродном пространстве.

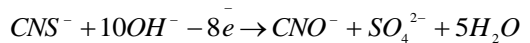
При увеличении времени пребывания воды в электрокоагуляторе отмечено постепенное уменьшение силы тока, что связано с увеличением сопротивления воды в процессе электрообработки. При этом происходит разложение загрязняющих веществ, в частности цианидов, роданидов и их сорбция на поверхности хлопьев коагулянта, в результате чего в растворе остаются преимущественно катионы. Анодное окисление цианидов протекает по реакциям:



или с образованием азота:



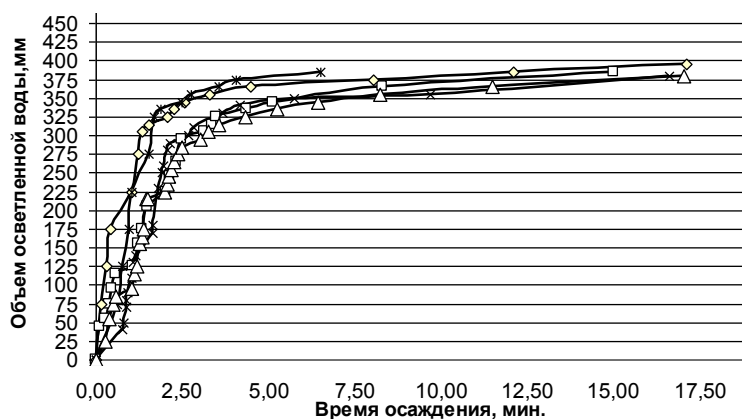
Роданиды разрушаются по схеме:



Образовавшиеся сульфид-ионы при pH=7 окисляются до сульфатов. При меньших значениях pH может образоваться элементарная сера.

Для изучения влияния длительности электрообработки на эффективность осветления воды при силе тока 5 А. Временной интервал варьировался от 1 до 10 минут (рисунок).

Из графиков видно, что результаты коагуляции воды со временем пребывания от 2 до 6 минут



□ — 6 мин. ◇ — 5 мин. × — 4 мин. * — 3 мин. Δ — 2 мин.

Рис. Зависимость объема осветленной воды и времени осаждения хлопьев от времени, в течении которого вода подвергалась электрокоагуляции при силе тока 5 А.

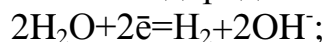
схожи по степени осветления воды.

В ходе экспериментов отмечено, что при любом применяемом времени воздействия электрического тока цвет воды на выходе из коагулятора и осадок имеют зеленый либо темно-зеленый цвет. При отстаивании и фильтровании воды, её окраска меняется на желтеет. Это связано с тем,

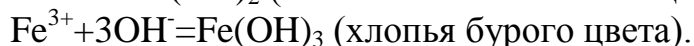
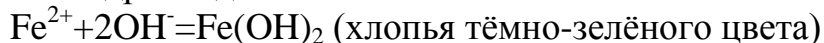
что в процессе анодного растворения железо сначала переходит в форму ионов Fe^{2+} (которые и придают зеленую окраску), а затем окисляется до ионов Fe^{3+} , которые и определяют желтый цвет окраски воды и бурый цвет осадка.

Таким образом, при электрокоагуляции протекают реакции:

– разложение воды с выделением водорода:



– образование гидроксидов железа:



Окисление Fe^{2+} до Fe^{3+} происходит за счет кислорода, находящегося в воде и за счет кислорода воздуха. Вода, в которой произошло окисление Fe^{2+} , имеет бледно-жёлтый прозрачный цвет с небольшими вариациями оттенков.

Эффективность предлагаемых вариантов доочистки подтверждена результатами исследований процессов очистки реальной биохимически очищенной воды коксохимических предприятий, которые были проведены в лабораторных условиях.

Применение электрохимического метода доочистки фенольных сточных вод с дальнейшим осветлением от взвешенных веществ схемы позволит довести качество сточных вод до норм, при которых возможна передача их в парокотельный цех для производства пара, либо для подпитки водооборотного цикла завода. Применение таких решений позволит избежать проблем, часто возникающих на коксохимических предприятиях, связанных с излишним количеством сточных вод.

Список литературы:

1. Кауфман, А. А. Технология коксохимического производства: Учебное пособие / А. А. Кауфман, Г. Д. Харлампович. – Екатеринбург: ВУХИН-НКА, 2005. – 288 с.

2. Велинская, В. С. Состояние и перспективы развития очистки сточных вод электрохимическими методами. Отчет о научно-исследовательской работе. – М.: ВНИИГПЭ, 1985. – 1В.251, № гос. регистрации 81050158.

3. Селицкий, Г. А. Электрокоагуляционный метод очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов (Охрана окружающей среды: Обзор. ин-форм.). – М.: ЦНИИцветмет экономики и информации, 1978. – Вып. 2. – 24 с.