

Д. Д. Хисматуллин, И. В. Неволлина,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ОСОБЕННОСТИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Wastewater from coke production contains a significant amount of pollutants. There are many methods of physical and chemical treatment of wastewater from coke production, but the biological method has found the greatest application.

Сточные воды коксохимического производства (СВ КХП) содержат значительное количество загрязнителей в концентрациях, превышающих ПДК вредных веществ для водоемов в десятки и тысячи раз, и такая вода, при попадании в открытые водоемы – реки и озера – вызовет локальную экологическую катастрофу. Очистка и использование таких СВ на нужды КХП – оптимальное и ресурсосберегающее экологическое решение, при условии глубокой очистки СВ от загрязняющих веществ.

Основными загрязнителями сточной воды КХП являются как органические, так и неорганические вещества, среди них выделяют соли аммония, роданиды, цианиды, нитриты, нитраты, фенолы, пиридиновые основания, смолы и масла и пр. загрязнители, определяемые как ХПК [1].

В настоящее время известно несколько способов очистки СВ от вредных веществ, их можно условно разделить на деструктивные и регенеративные [2].

Регенеративные методы – это экстракционное обесфеноливание, отгонка фенола острым паром [2] или адсорбция фенолов и пиридинов в присутствии активированных углей [3]. Эти способы в настоящее время на КХП Российской Федерации (РФ) не используются ввиду низкой эффективности и большого количества остаточных загрязнителей в сточной воде, препятствующей передаче их для дальнейшей очистки на городских очистных сооружениях (ГОС) или для использования внутри предприятия.

К деструктивным методам относят биологический способ очистки сточных вод и технологию сжигания СВ избытком коксового газа [4], которая используется только на одном КХП в РФ.

Для сжигания СВ требуется значительный избыток коксового газа, и последующая глубокая очистка воздуха от продуктов сгорания примесей СВ, которые также лимитируются при выбросах – это окислы серы и окислы азота. Данных о содержании азот- и серосодержащих соединениях в выбросах при сжигании сточных вод в [4] не приводится.

В АО «Восточный научно-исследовательский углехимический институт» (АО «ВУХИН») разработана однофазовая технология биохимической очистки СВ КХП, которая внедрена на нескольких предприятиях РФ, в Индии и выполнен проект для Ирана. Технология очистки СВ КХП, разработанная в АО «ВУХИН», это опыт предыдущих исследователей, которые в середине 50-х годов XX века [5] выделили штаммы бактерий, способные в определенном диапазоне температур, кислотности среды и концентрации атмосферного кислорода разрушать органические загрязняющие вещества, определяемые как фенолы.

Изначально очистка сточных вод КХП проходила только от фенолов. Позднее, были адаптированы культуры для разрушения роданидов, цианидов и других загрязнителей. В результате была разработана двухступенчатая технология очистки СВ КХП, которая состоит из стадии механической и биологической очистки. Общий сток, формируемый из фенольных, надсмольных, сепараторных и прочих загрязненных вод поступает для очистки от тяжелых и легких масел через преаэратор в первичные отстойники и далее в маслоотделитель. Для очистки эмульгированных масел позднее дополнительно стали устанавливать флотаторы.

После механической очистки вода собирается в усреднителе, где выравнивается по температуре, рН и концентрациям загрязняющих веществ. В случае, если концентрация загрязняющих веществ высока или рН не соответствует принятым нормам, вода передается в резервные ёмкости, откуда небольшими количествами передается на очистку. Из усреднителей сточная вода поступает в аэротенки первой ступени БХУ, в летнее время дополнительно охлаждается, проходя через кожухотрубчатые теплообменники, где очищается активным илом от фенолов и цианидов при аэрации.

После обесфеноливания сточная вода поступает в аэротенки второй ступени, где очищается от роданидов [4]. Несмотря на очистку от наиболее токсичных загрязнителей такая технология обладает существенным недостатком – содержание аммиака в СВ не снижается [4].

В течение последних 20–35 лет биологическая очистка сточных вод КХП РФ представляла собой незавершенный двухступенчатый биологический процесс: на первой ступени протекало окисление, в основном, фенолов и цианидов, на второй – роданидов. При этом происходила и биодеструкция большей части других органических примесей, контролируемых по ХПК и БПК. Очистка от аммонийного азота, содержащегося в пределах от 400 до 800 мг/дм³ не проводилась, как из-за не освоенности технологии, так и из-за необходимости непрерывного дозирования в очищаемую воду дорогостоящего щелочного реагента (кальцинированной соды) с расходом от 3 до 6 т/сутки (в зависимости от объема образования сточных вод).

Для повышения качества очищенных сточных вод ВУХИНОм была разработана однофазная технология биохимочистки СВ КХП. По однофазовой технологии очистки СВ КХП в реакторах происходит окисление фенолов, роданидов и аммиака в присутствии кислорода воздуха, одновременно при этом восстанавливаются окисленные формы азота (нитриты и нитраты). Процессы биологического окисления и восстановления протекают за счет жизнедеятельности аэробных и анаэробных штаммов бактерий, существующих за счет разрушения загрязнителей СВ [6].

Данная технология позволяет вести процессы окисления и восстановления в одном реакторе, что существенно снижает потребность в аэрируемых сооружениях, но протекание процесса способствует непрерывное дозирование раствора соды в реакторы. Одновременное протекание биологических процессов способствует снижению потребности в органических восстановителях нитритов и нитратов (процесс денитрификации), образующихся при биоразложении аммиака (процесс нитрификации), расход сжатого воздуха при этом снижается.

Однофазовый процесс позволяет достичь большую глубину очистки сточных вод в сравнении с общепринятой двухступенчатой очисткой СВ КХП [6].

Качество биохимочищенных сточных вод, очищенных по технологии АО «ВУХИН» приведено в таблице 1.

Таблица 1

Сведения о качестве биохимочищенной сточной воды КХП

Компоненты сточных вод	Концентрация компонентов СВ, мг/дм ³			
	Вход на БХУ	Выход с БХУ	ПДК *	Класс опасности [7]**
Фенол	350	0,05	0,001	4
Цианиды	20 – 30	< 0,1 - 0,2	0,035	2
Роданиды	300	< 0 - 0,5	0,1	2
Аммиак летучий	400	< 1 – 5	0,1	3
Аммиак общий			0,5	3
Смолистые вещества	300	< 5	-	-
Нефтепродукты	2	0,45	0,1(0,3)	-

*ПДК приведено для водоемов хозяйственно-бытового и культурно-бытового водопользования

** Класс опасности для воды хозяйственно-бытового и культурно-бытового водопользования

Как видно из таблицы 1, очистка от основных загрязнителей сточных вод КХП по однофазовой технологии составляет:

- от фенолов на 99,99%;
- от роданидов на 99,83 – 100,00%;
- от аммонийного азота на 98,75 – 99,75%.

Сточная вода, очищенная по однофазовой технологии, может быть использована на тушение кокса или передана на ГОС для доочистки совместно с бытовыми сточными водами и далее после разбавления сброшена в водоем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахметов, С. А., Ишмияров, М. Х., Кауфман, А. А. Технология переработки нефти, газа и твердых горючих ископаемых: Учебное пособие // Под ред. С. А. Ахметова. – СПб. : Недра, 2009. – 832 с.

2. Лейбович, Р. Е., Яковлева, Е. И., Филатов, А. Б. Технология коксохимического производства // Изд-е 3-е, перераб. и доп. – Москва: Металлургия, 1982. – 360 с.

3. Краснова, Т. А., Голубева, Н. С. Очистка сточных вод от органических компонентов коксохимического производства. // Экология и промышленность России. – 2008. – № 7. – С. 44–45.

4. ИТС 26-2021. Производство чугуна, стали и ферросплавов. Бюро НДТ: дата введения 2021-12-22. – Москва, 2021. – 575 с.

5. Неволина, И. В., Рязанцева, Н. А., Бибяева, Ю. В. Лаборатория очистки сточных вод и утилизации отходов коксохимического производства АО «ВУХИН»: история и современность // Кокс и химия. – 2021. – №3. – С. 105–111.

6. Сабирова, Т. М., Неволина, И. В. О возможности и перспективах биотехнологии для очистки сточных вод коксохимического производства // Кокс и химия. – 2016. – №3. – С. 77–83.

7. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Постановление РФ от 30 апреля 2003 г. N 78 (НЦПИ). [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/901862249> (дата обращения 04.04.2023).

D. D. Khismatullin, I. V. Nevolina
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

FEATURES OF WASTEWATER TREATMENT OF COKE- CHEMICAL PRODUCTION