

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

ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБОВ ДООЧИСТКИ БИОХИМОЧИЩЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Wastewater from coke production currently undergoes deep biological treatment to remove almost all pollutants. However, biochemically treated wastewater does not always satisfy the content of pollutants such as salinity, COD, color and suspended solids. The content of these pollutants prevents the use of bio treated wastewater within the enterprise. The paper discusses methods for post-treatment of wastewater from industrial chemical plants. Research has been carried out on the post-treatment of wastewater by thermal distillation.

Сточные воды коксохимического производства – один из наиболее загрязненных промышленных сточных вод (СВ), для очистки которых используется комплекс физико-химических, механических и биохимических способов. Несмотря на глубокую биологическую очистку от фенолов, роданидов и аммонийного азота, биохимочищенная сточная вода не удовлетворяет существующим требованиям по таким параметрам, как солесодержание, взвешенные вещества, ХПК и цветность, повышенные показатели которых препятствует использованию этих вод в оборотном водоснабжении предприятия. Исходя из этого возникает необходимость применения дополнительных методов для глубокой доочистки биохимочищенных СВ.

В конце XX века в АО «ВУХИН» проводились поисковые исследования, направленные на исследование способов доочистки СВ различными методами: адсорбционным, озонированием, термодистилляцией и фильтрованием, которые показали низкую эффективность ввиду неосвоенности очистки от аммонийного азота – процесса, завершающего минерализацию загрязнителей СВ КХП. С внедрением процесса биологической нитри-денитрификации (НДФ) в 1996 г. [1], появилась возможность применить способы доочистки, позволяющие снизить концентрацию остаточных загрязнителей, в частности, от ХПК и цветности.

Наиболее широко применяемыми для доочистки СВ от взвешенных веществ являются седиментационные методы. Для глубокого осветления может быть использован более затратный способ – ультрафильтрация, однако, в этом

случае, необходима предварительная подготовка с целью удаления гуминовых веществ – метаболитов жизнедеятельности активного ила.

Адсорбционная очистка. Для доочистки биохимочищенных сточных вод особое значение имеет адсорбционная технология, которая показывает высокую эффективность и целесообразность применения [2]. Метод основан на сорбции – процессе поглощения вещества (сорбата) из очищаемой воды твердым телом или жидкостью (сорбентом). Наиболее распространенным адсорбентом для очистки сточных вод является активированный уголь – гранулированный, дробленый или порошкообразный [2]. Для этой же цели также могут использоваться ионообменные смолы. Снижение ХПК и цветности при использовании адсорбционной очистки по результатам ранее проведенных экспериментов составляет 30–35 % [3].

К недостаткам этого метода относятся: высокая стоимость сорбентов, сложность их регенерации, неудобства загрузки реагента (пылевыделение) и образование значительного количества промывных вод, требующих утилизации.

Озонирование. Химизм процесса озонирования заключается в том, что при взаимодействии гуминовых кислот с озоном происходит окисление всех боковых цепочек и метоксильных групп до CO_2 (до 20–40 %) и карбоксильных групп (щавелевой, уксусной и муравьиной кислот), а фенольных гидроксидов до хинонов. Поэтому при озонировании происходит значительное обесцвечивание воды и малое снижение окисляемости [2].

В последнее время в технологии озонирования появились новшества на основе гидродинамического способа. Сущность его заключается в том, что главные процессы очистки формируются в рабочей зоне аппарата, а рабочая среда подвергается различным интенсифицирующим физическим воздействиям. Это позволяет достичь требуемых показателей качества с уменьшенным потреблением озона. Данная технология разработана и запатентована, применяется в химической промышленности и ее эффективность более чем в 100 раз превышает традиционные промышленные способы очистки [2].

АО «ВУХИН» совместно с КБ «Химавтоматика» в 2009 г. провели опытно-промышленные испытания по доочистке СВ после НДС с использованием озонирования гидродинамическим способом. Было достигнуто снижение ХПК и цветности на 35–40 %, но результат все же был признан неудовлетворительным ввиду увеличения содержания цианидов с 0,2 мг/дм³ до 2,5–5 мг/дм³.

Фильтрование. Фильтрование применяют для глубокой очистки производственных сточных вод от твердых взвешенных веществ и масел, когда механические, химические и физико-химические методы очистки не дают желаемого эффекта [2].

Простота и надежность работы фильтров, а также низкая себестоимость очистки, сделало фильтрование биохимически очищенных сточных вод одним из первых технологических приемов получения воды, пригодной для технического водоснабжения КХП [2].

Однако, фильтрование биохимочищенных СВ осложнено содержанием мелкодисперсного активного ила в очищенной воде и наличием метаболитов - гуминовых веществ, обуславливающих высокую цветность и ХПК [2]. По сути, биохимочищенная СВ – коллоидный раствор и ее фильтрование затруднено без дополнительной обработки реагентами коагулянтами-флокулянтами.

Термодистилляция. Процесс термодистилляции заключается в удалении из раствора большей части воды и получении концентрированного раствора [2]. Термодистилляция может быть использована для доочистки биохимочищенных сточных вод КХП. Ограничивающий фактор применения – переход в дистиллят летучих соединений, которые придают ему характерный запах.

Цель настоящей публикации – экспериментальное изучение возможности использования способа термодистилляции для доочистки сточных вод КХП и сравнение качества получаемого дистиллята после двухступенчатой БХУ и после процесса НДС.

Методика проведения эксперимента.

Проба сточная воды в объеме 0,500 дм³ помещалась в колбу из термостойкого стекла объемом 1 л, подсоединялась к нисходящему

холодильнику Либиха. Дистиллят собирался в конические колбы. Объем отбираемого дистиллята при дробной перегонке – 0,050 дм³. В результате было получено 9 проб дистиллята и 1 проба концентрата, в которых определили содержание аммонийного азота и рассчитали процент перехода в дистиллят. Также оценили интенсивность запаха конденсата [4].

Результаты исследования проб исходной сточной воды, дистиллята и концентрата после двухступенчатой БХУ и после воды, очищенной в режиме НДФ, приведены в таблице.

Таблица

Результаты экспериментов по дробной термодистилляции
биохимочищенной сточной воды КХП

Проба	Вода после двухступенчатой БХУ			Вода после процесса НДФ		
	Интенсивность запаха, баллы	Аммонийный азот, мг	Процент перехода в дистиллят, %	Интенсивность запаха, баллы	Аммонийный азот, мг	Процент перехода в дистиллят, %
Исх. вода	5	168,23	100,00	3	0,44	100,00
Дистиллят 1	5	31,88	18,95	5	0,14	32,40
Дистиллят 2	5	3,35	1,99	5	0,02	5,10
Дистиллят 3	5	1,20	0,71	5	0,00	0,00
Дистиллят 4	5	0,61	0,36	5	0,00	0,00
Дистиллят 5	5	0,43	0,26	5	0,00	0,00
Дистиллят 6	5	0,31	0,18	5	0,00	0,00
Дистиллят 7	5	0,21	0,13	5	0,00	0,00
Дистиллят 8	5	0,13	0,08	5	0,00	0,00
Дистиллят 9	5	0,07	0,04	5	0,00	0,00
Концентрат	5	77,70	46,18	3	12,04	2720,00

Как видим, при термодистилляции сточной воды, очищенной на двухступенчатой установке, аммиак переходит в дистиллят в процессе всей отгонки и в первых порциях дистиллята его содержание максимальное. Из воды, очищенной в режиме НДФ, переход аммиака в дистиллят, наблюдался только в

первых отгонах и составил 32,4 % от исходного азота аммония в исходной воде. Внешне дистилляты были похожи – бесцветные, прозрачные, с низким содержанием солей, но дурно-пахнущие. Запах во всех порциях дистиллята был оценен на 5 баллов [4], что делает его малопригодным для использования без дезодорации. В концентрате, полученном после термодистилляции сточной воды двухступенчатой БХУ осталось до 50 % аммонийного азота, а в случае воды после НДС, в концентрате оказалось больше азота аммония в 27,2 раза. Концентрат термодистилляции содержит значительное количество солей и является не утилизируемым отходом [2].

Тем не менее, термодистилляцию можно рассматривать как перспективный способ подготовки биохимочищенных сточных вод, очищенных от аммонийного азота. Это позволит использовать их в оборотном водоснабжении предприятия и приблизит предприятие к нулевому сбросу сточных вод [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. 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.

2. Сабирова, Т. М., Неволина, И. В. Экспериментальная оценка и анализ способов подготовки к утилизации биохимочищенных сточных вод коксохимического производства // Кокс и химия. – 2017. – № 4. – С. 27–39.

3. Неволина, И. В., Сабирова, Т. М., Рафикова, А. Ф. Экспериментальная оценка сорбентов «*PUROLIT*» для доочистки сточных вод КХП. // Система управления экологической безопасностью: сборник трудов XIII международной научно-практической конференции (Екатеринбург, 31 мая 2019 г.). – Екатеринбург: УрФУ, 2019. – С.102–106.

4. ГОСТ Р 57164-2016. Методы определения запаха, вкуса и мутности.

Danil D. Khismatullin, Ilona V. Nevolina
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**STUDYING METHODS FOR TERRITORY TREATMENT OF
BIOCHEMICALLY TREATED WASTEWATER
OF COKE CHEMICAL PRODUCTION**