

4. Колесников, В.А. Ресурсосбережение и экологическая безопасность электрохимических производств. Очистка промывных и сточных вод в гальванотехнике и производстве печатных плат / В. А. Колесников, В. И. Ильин, В. А. Бродский. — М. : ИЦ РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2015. – 172 с.

УДК 543.6

КОНТРОЛЬ СОДЕРЖАНИЯ ФЕНОЛА В СТОЧНЫХ ВОДАХ МЕТОДОМ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Ащеулова М.С., магистрант

Научный руководитель Мальцева С. А., Григорьева И.Г.

***Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ, Россия***

Предложен метод контроля содержания фенола в сточных водах фенолформальдегидного производства. Согласно методике измерений массовой концентрации фенола в пробах питьевых и сточных вод методом газожидкостной хроматографии произведен анализ пробы воды, приведены результаты измерений. Обоснована технологическая схема очистки сточных вод фенолформальдегидного производства.

Ключевые слова: фенолформальдегидное производство, газожидкостная хроматография, фенол, ПДК

Производство фенолформальдегидной смолы является химическим производством. Согласно Постановлению Правительства РФ от 31.12.2020 N2398 (ред. От 07.10.2021) «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий» фенолформальдегидное производство относится к объектам I категории, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду и относящихся к области применения наилучших доступных технологий (НДТ).

Для получения фенолформальдегидной смолы в качестве исходного сырья используется фенол и формальдегид (формалин), получаемые по технологиям согласно справочнику по наилучшим доступным технологиям ИТС 18-2023 [1], а также щелочной катализатор (NaOH), вода.

Технология получения фенолформальдегидной смолы описана на схеме (рис. 1).

СанПиН 2.1.3684-21 предписывает хозяйствующим субъектам осуществлять производственный контроль качества воды [2].

Сточные воды составляют реакционная вода, вводимая в процесс с формальдегидом, едким натром или другими катализаторами, вода со стадии отделения надсмольной воды от смолы и сушки (конденсаты), а также от мойки аппаратуры и полов. Кроме того, образуется значительное количество воды, не

требующее специальной очистки (от охлаждения аппаратуры) К основным загрязняющим веществам в сточной воде производства фенолформальдегидной смолы относятся фенол, а также формальдегид, метиловый спирт, смола (таблица 1).

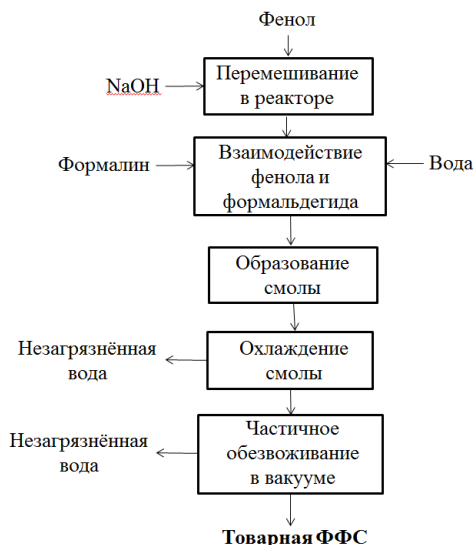


Рисунок 1 - Технология получения фенолформальдегидной смолы

Метод газовой хроматографии используется для разделения летучих соединений. Это газообразные, жидкие и твердые вещества с молекулярной массой менее 400, удовлетворяющие определенным требованиям, главные из которых – летучесть, термостабильность, инертность и легкость получения [3].

Газожидкостная хроматография подразумевает под собой процесс прохождения анализируемых веществ в парообразном состоянии с потоком газа-носителя через колонку с неподвижной жидкой фазой, нанесенной на твердый носитель. В колонке многократно повторяются процессы сорбции-десорбции, поэтому компоненты постоянно перераспределяются между фазами и разделяются. Поток газа-носителя, содержащий десорбированное вещество проходит через детектор, который регистрирует сигнал и фиксирует его в виде хроматографических пиков (кривой элюирования).

Метод газовой хроматографии имеет широкое использование (44% относительно других видов методов хроматографии), поскольку довольно значительно количество стандартизованных методик выполнения измерений. Это свидетельствует о том, что отечественное приборостроение развивается.

Таблица 1 – Концентрации ЗВ в сточных водах предприятия по производству ФФС

Компоненты	Концентрация, г/л	ПДК, мг/л	Концентрация в долях ПДК
Фенолы	2,5 – 5,0	0,001	2,5-5 ПДК
Формальдегид	1,5 – 4,0	0,05	0,03-0,08 ПДК
Метиловый спирт	2,0 – 7,0	0,1	0,02-0,07 ПДК
Смола	0,1 – 2,3	0,05	0,002-0,046 ПДК

Контроль за содержанием органических веществ в воде осуществляется согласно методике ПНД Ф 14.1:2:4.177-02 «Методика измерений массовой концентрации фенола в пробах питьевых и сточных вод методом газожидкостной хроматографии». Методика предназначена для измерения массовой концентрации фенола в пробах питьевых, природных и сточных вод методом газожидкостной хроматографии в диапазоне измерений от 0,5 до 200 мкг/дм³ без предварительного разбавления и концентрирования [4].

Метод измерений включает в себя бромирование фенола в слабокислой среде, восстановление непрореагировавшего брома раствором сернистой кислоты, экстракцию образовавшегося трибромфенола гексаном, с последующим определением фенола в виде трибромфенола в гексановом экстракте методом газожидкостной хроматографии на хроматографе «Хроматэк-Кристалл-5000» с использованием электрозахватного детектора (ЭЗД). Согласно данной методике произведены измерения массовой концентрации фенола в сточной воде (рис.2).

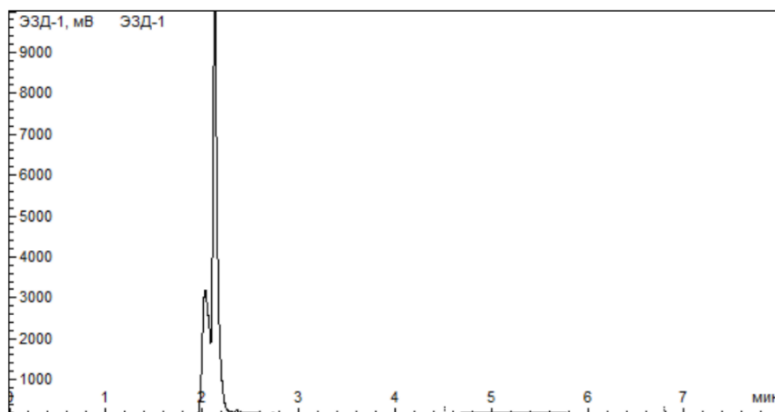


Рисунок 2 – Хроматограмма измерения фенола в сточной воде

Полученное значение массовой концентрации фенола составляет $C = 0,009$ мг/л, что превышает ПДК в 9 раз (ПДКфенола = 0,001 мг/л) и является основанием для принятия решений для инженерной защиты гидросферы.

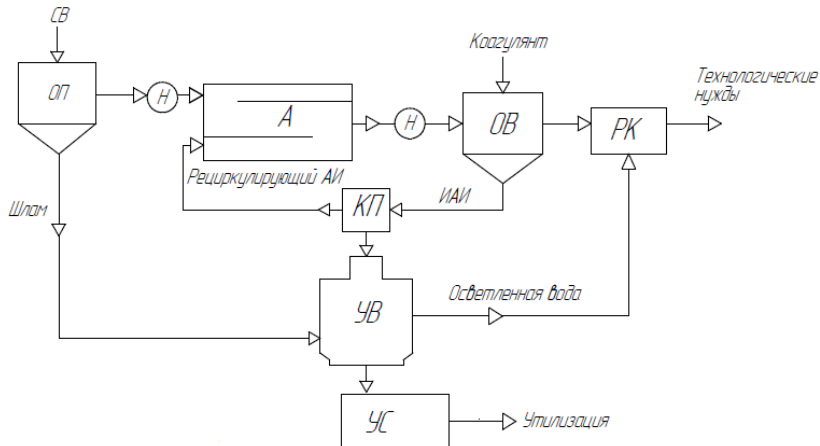
Результаты измерения приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты измерений

Компонент	Площадь, мм ²	Концентрация, мкг/л	Детектор
Фенол	1462,053	9,249	ЭЗД

Предложена технологическая схема биохимической очистки сточных вод фенолформальдегидного производства (рис.3), включающая первичное отстаивание, аэробное окисление в аэротенке, вторичное отстаивание, обеззараживание в контактном резервуаре. Очищенная вода поступает на технологические нужды.

Хроматографический метод выбран для мониторинга содержания органических соединений в стоках фенолформальдегидного производства и контроля эффективности биохимической очистки сточных вод, что совместно с управленческими решениями способствует минимизации негативного воздействия производства на гидросферу.



ОП – отстойник первичный; Н – насос; А – аэротенк; ОВ – отстойник вторичный; РК – резервуар контактный; КП – камера приемная; УВ – устройство вибрационное; УС – установка сушильная.

Рисунок 3 – Технологическая схема биохимической очистки сточных вод от фенола

Литература:

1. ИТС НДТ 18 – 2023 Производство основных органических химических веществ

2. Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий»: постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 №3 // Собрание законодательства Российской Федерации. – 1993

3. Павленко А.А. Газовая хроматография как метод контроля экологической безопасности объектов окружающей среды // CyberLeninka. 2023. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gazovaya-hromatografiya-kak-metod-kontrolya-ekologicheskoy-bezopasnosti-obektov-okruzhayushey-sredy/viewer> (дата обращения: 26.03.2025).

4. ПНД Ф 14.1:2:4.177-02. Методика измерений массовой концентрации фенола в пробах питьевых и сточных вод методом газожидкостной хроматографии. – 20 с.

5. Ащеулова, М.С. Разработка технологической схемы биохимической очистки сточных вод химического предприятия. / М. С. Ащеулова, С. А. Мальцева. // Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Наследие В.И. Вернадского и современные проблемы экологии» (г. Казань, 22 апреля 2024 г.). – Казань: Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 2024. – С. 153-158.

УДК 621.355.5

ТВЕРДЫЕ БЫТОВЫЕ ОТХОДЫ: МОНИТОРИНГ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА

Барбарич Е.В., Медведева А.Н. студенты

Научный руководитель Кляусова Ю.В.

Белорусский национальный технический университет, Беларусь

В статье рассматриваются современные методы мониторинга твердых бытовых отходов (ТБО) и подходы к обеспечению их качества в системе управления отходами. Анализируются технологии учета, контроля и переработки ТБО. Особое внимание уделяется методологическим подходам к оценке качества вторичного сырья и его соответствия международным стандартам.