

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НАИБОЛЕЕ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТОКСИКАНТАМИ СТОЧНЫХ ВОД ПОСТУПАЮЩИХ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ ОЧИСТКУ ОТ ПРЕДПРИЯТИЙ ПИЩЕВОЙ, ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

**М.А. Макаревич, Н.Н. Безрученок**

*Полесский государственный университет, Пинск, [maxim-18.07@tut.by](mailto:maxim-18.07@tut.by)*

В сточных водах различных предприятий содержатся инертные к биохимическому окислению и сложно-окисляемые вещества. Наиболее важными факторами, влияющими на развитие и жизне-способность активного ила, а также качество биологической очистки, являются температура, наличие питательных веществ, содержание растворенного кислорода в иловой смеси, значение рН, присутствие токсинов [1].

К основному фактору, который может неблагоприятно воздействовать на активный ил, провоцировать или усиливать нарушения его функционирования, относится состав сточных вод, поступающих на очистку. В состав сточных вод входят эвтотрофирующие вещества (биогенные элементы), вещества с сапробным действием, способные вызывать дефицит кислорода в иловой смеси; вещества инертные к биохимическому окислению, токсичные вещества, поражающие функции дыхания, ферментативного окисления и воспроизводства у организмов активного ила или убивающие их. Все промышленные примеси, присутствующие в сточных водах, в той или иной мере неблагоприятно воздействуют на нормальное функционирование и жизнеспособность активного ила. Особую проблему представляют токсичные сточные воды, особенно если в их состав входит несколько токсикантов, и они поступают на очистные сооружения неравномерно. Выявление конкретного вещества либо группы веществ, являющихся токсичными для биоценоза активного ила, является весьма сложной задачей в связи с разнообразнейшим спектром химических веществ, применяющихся в настоящее время в быту и промышленности [1].

Токсичное или неблагоприятное воздействие на активный ил усиливается, если в очищаемых водах недостает легкоокисляемых органических соединений, характеризующихся показателями ХПК (химическое потребление кислорода) в фильтрованной пробе или БПК (биохимическое потребление кислорода) первых дней инкубации [2].

Как правило, активный ил обычно устойчив к действию различных химических веществ, содержащихся в сточных водах, поскольку биоценоз гидробионтов формируется, исходя из наличия имеющихся питательных веществ, и микроорганизмы адаптируются к конкретному составу сточных вод очистных сооружений [3].

Однако, в некоторых случаях, в состав сточных вод попадают вещества, являющиеся токсичными для организмов ила. Кроме того, при залповых выбросах предприятий, концентрация привычных для организмов ила веществ может повыситься в десятки раз. В этих случаях гидробионты не справляются с повышенной нагрузкой веществ-загрязнителей, следовательно, происходит их частичная гибель либо полная деструкция активного ила. В результате процесс очистки сточных вод либо ухудшается, либо вовсе прекращается [4].

Для оптимального анализа веществ, токсичных для активного ила возможно разделение стоков отдельных предприятий, с целью выявления наиболее загрязненных по токсикантам. Для выбора предварительных методов экстрагирования проводили анализ возможных органических соединений и продуктов их разложения, содержащихся в сточных водах предприятий.

В сточных водах предприятий пищевой промышленности могут содержаться СПАВ различной природы, в том числе и неионогенные, дезинфицирующие средства для удаления остатков продукта и микроорганизмов (щелочной и кислой природы), сода каустическая, хлорная известь, ми-

неральные кислоты, соли магния и калия, сода кальцинированная, дезинфицирующие средства, уксусная кислота, масло растительное, консерванты.

В стоках предприятий легкой промышленности и машиностроения могут содержаться такие вещества как уксусная кислота, машинное масло, керосин, спирты, соли натрия, висмута, никеля, цинка, хрома, олова, минеральные кислоты.

Анализ содержащихся органических соединений и продуктов их разложения проводили после консервации проб, с последующим экстрагированием, входящих в них органических веществ для качественного исследования полученных проб [3].

На основании проведенного предварительного анализа сточных вод предприятий проводили качественные реакции на следующие соединения по стандартным аналитическим методикам: фенол, в-нафталол, формальдегид, бензидин, хлороформ, толуол, нафталин, крезол(ы), изопропиловый спирт, триэтаноламин, бензиловый спирт, стеариновая кислота, неионогенные ПАВ. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1. – Наличие в сточных водах промышленных предприятий органических соединений

Предприятие/ соединение	Фенол	В-нафталол	Формальдегид	Бензидин	Хлороформ	Толуол	Нафталин	Крезол	Изопропиловый спирт	Триэтаноламин	Бензиловый спирт	Стеариновая к-та	Неионогенные ПАВ
Предприятия пищевой промышленности	+	+	н.ч. *	н.ч.	н.ч.	+	н.ч.	+	н.ч.	н.ч.	н.ч.	+	+
Предприятия легкой промышленности и машиностроения	н.ч.	н.ч.	н.ч.	н.ч.	н.ч.	н.ч.	н.ч.	н.ч.	н.ч.	н.ч.	н.ч.	н.ч.	н.ч.
Транспортные предприятия	н.ч.	н.ч.	н.ч.	н.ч.	н.ч.	+	н.ч.	н.ч.	н.ч.	н.ч.	н.ч.	+	+
Выпуск левый 20.07.2023	н.ч.	н.ч.	н.ч.	н.ч.	н.ч.	н.ч.	н.ч.	н.ч.	н.ч.	+	н.ч.	н.ч.	н.ч.
Правый каскад, 20.07.2023	н.ч.	н.ч.	н.ч.	н.ч.	н.ч.	н.ч.	н.ч.	н.ч.	н.ч.	н.ч.	н.ч.	н.ч.	н.ч.

Примечание –\*н.ч. – ниже предела чувствительности

Для дополнительной идентификации была проведена газожидкостная хроматография на аппарате «Цвет 500М», колонке «polysorb-4» с использованием плазменного детектора, объем пробы 2 мкл, концентрация эталонов 1 г/дм<sup>3</sup>. Функции хроматографической колонки сводятся к разделению смеси на исходные компоненты. При постоянной температуре колонки и скорости газа-носителя индивидуальные компоненты смеси характеризуются определенным временем удерживания. Полученные для индивидуальных веществ «времена удерживания» позволяют определить их наличие или отсутствие в смеси, поскольку на одной колонке при постоянной температуре время удерживания является константой вещества.

В качестве эталонов были использованы следующие вещества: фенол, в-нафталол, формальдегид, резорцин, хлороформ, толуол, алканы C<sub>13</sub>-C<sub>30</sub>, крезол(ы), изоамиловый спирт, гидрохинон, дифениламин, бензол, дихлорметилен, ацетон.

Наиболее токсичные пробы после предварительной консервации и экстракции предполагаемых компонентов были исследованы хромато-масс-спектрометрическим детектированием компонентов.

Пробы транспортных предприятий 12.07.2023 содержали высшие алканы C<sub>13</sub>-C<sub>30</sub>, группы алкилфталатов, ди-, три-, тетра-, пентаэтилен (пропилен) гликоли (таблица 2).

Таблица 2. – Результаты хроматографического исследования сточных вод промышленных предприятий

Предприятие/ соединение	Фенол	В-нафтабол	Формальдегид	Резорцин	Хлороформ	Толуол	Высшие алканы C <sub>13</sub> - C <sub>30</sub>	Крезол	Алкилфталатов	Гликоли	Изоамиловый спирт	Глицерин	Гидрохинон	Дифениламин	Бензол	Пальмитиновой кислоты	Дихлорметилен	Ацетон
Предприятия пищевой промышленности	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-
Предприятия легкой промышленности и машиностроения	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
Транспортные предприятия	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-
Выпуск левый 20.07.2023	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-
Правый каскад, 20.07.2023	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-

В пробах предприятий пищевой промышленности 12.07.2023, Выпуск левый 12.07.2023 Правый каскад, 12.07.2023 из органических соединений удалось зарегистрировать следы глицерина и пальмитиновой кислоты. На момент взятия пробы и ее воздействия на ил концентрация органических соединений была более значительной.

Соотношение между содержанием органических загрязняющих веществ, характеризующихся показателем БПК, и биогенными элементами отражено в таблице 3.

Таблица 3. – Соотношение между содержанием органических загрязняющих веществ, характеризующихся показателем БПК, и биогенными элементами в сточных водах промышленных предприятий

Предприятие/ соединение	ХПК	БПК <sub>5</sub>	БПК <sub>20</sub>	ХПК:БПК <sub>20</sub>	БПК <sub>20</sub> :ХПК
Предприятия пищевой промышленности	<100	54,35	121,16	0,67	1,23
Предприятия легкой промышленности и машиностроения	<100	10,00	105,07	0,89	1,04
Транспортные предприятия	<100	4,25	30,94	3,12	0,28
Выпуск левый 20.07.2023	<100	28,87	4,52	20,04	0,05
Правый каскад, 20.07.2023	<100	48,23	1,68	54,50	0,02

Исходя из полученных данных по направлению «Исследование воздействия наиболее загрязненных токсикантами сточных вод, поступающих на биологическую очистку от предприятий пищевой, легкой промышленности, транспортных предприятий» можно утверждать, что отношение ХПК:БПК<sub>20</sub> превышает допустимый предел в 2,5 раза (предложенный СНиП П-32-74). Вместе с тем, отношение БПК<sub>20</sub>:ХПК значительно менее 0,5, что свидетельствует о наличии в сточных водах инертных к биохимическому окислению и сложно-окисляемых веществ.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что необходимо предварительное применение физико-химической очистки для стоков следующих предприятий и мест отбора проб: транспортных, предприятий легкой промышленности и машиностроения, Выпуск левый, Правый каскад, предприятий пищевой промышленности. В пробах стоков анализируемых предприятий на 12.07.2023, согласно полученным расчетным данным, соотношений ХПК:БПК<sub>20</sub> и БПК<sub>20</sub>:ХПК содержалось значительное количество растворимых органических соединений, что подтверждается данными гидробиологического анализа.

### **Список использованных источников**

1. Жмур, Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками /Н.С. Жмур. — М.: АКВАРОС, 2003. — 512 с.
2. Яковлев, С.В. Водоотведение и очистка сточных вод / С.В.Яковлев, Я.А.Карелин, Ю.М.Ласков, В.И.Калицун. — М.: Стройиздат, 1996. — С. 588-594.
3. Федюн, Р.В. Принципы построения динамической модели процесса биохимической водоочистки / Р.В.Федюн, В.О.Попов, Т.В.Найденова. Наукові праці ДонНТУ. Серія «Обчислювальна техніка та автоматизація». — 2010. — Вип. 18 (169). — С.172-179.
4. Созник, А.П. Анализ работы аэротенков и пути повышения их экологической безопасности /А.П.Созник, С.А.Горносталь // Вісник Донецького національного університету. Сер. А: Природничі науки, 2010. — Вип. 2. — С. 274-279.