

ВЛИЯНИЕ ВЕЩЕСТВ-ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В СТОЧНЫХ ВОДАХ, НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ АКТИВНОГО ИЛА

Голуб Н.М.

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина», г. Брест, РБ, golub@brsu.brest.by

In the course of work the qualitative and quantitative chemical analysis of sewage of Brest arriving on treatment facilities after their mechanical clearing is carried out. Concentration of ions of ammonium, nitrite, nitrate and phosphate of ions and heavy metals is defined. In the course of work the qualitative and quantitative chemical analysis of nitrification process of the sewage arriving on treatment facilities, after their mechanical clearing and on an exit, and as indicators of biochemical oxygen consumption and chemical oxygen consumption is carried out.

Городские сточные воды, поступающие на очистные сооружения, должны быть подвергнуты механической, химической и биологической обработке. Неоценимую помощь в этом оказывают микроорганизмы. Однако, в ряде случаев, качество активного ила может снижаться, в результате чего он перестает выполнять свои основные функции – биологическую очистку сточных вод.

Ведущая роль в изъятии из сточной жидкости растворенных, коллоидных, крупных органических загрязнений, а также разложении токсических для других организмов веществ принадлежит бактериям. Бактерии отличаются чрезвычайно лабильным обменом. Они в большей степени, чем другие микро- и макро-организмы, способны приспосабливаться к неблагоприятным условиям окружающей среды. Так, при поступлении на очистные сооружения сточных вод, содержащих токсичные вещества (соли тяжелых металлов, нефтепродукты), часто единственными обитателями аэротенков остаются бактерии. Они не только более устойчивы к действию ядовитых веществ, но и легче других живых организмов адаптируются к изменяющимся условиям и новым источникам питания [1]. В этом случае происходит качественное и количественное изменение биоценоза активного ила, изменяются его структура и седиментационные свойства – происходит вспухание ила [2]. Кроме ухудшения качества очистки воды, добавляется и экологический аспект – загрязнение природных водоемов, в которые поступают очищенные сточные воды.

Вспухание активного ила – довольно распространенное явление, поскольку факторами, предшествующими его развитию, является появление в сточных водах веществ, токсичных для обитателей ила. Ими могут являться тяжелые металлы и их соли, аммиак, сера, некоторые органические вещества (фенолы, нефтепродукты, пестициды, детергенты), но наиболее опасно их совместное действие.

В то же время, выявить конкретное вещество либо группу 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.

Несмотря на то, что со вспуханием активного ила столкнулись с первых лет эксплуатации аэротенков, эффективного метода борьбы с ним не предложено до сих пор, а проблема становится все более актуальной в связи с восстановлением и развитием промышленного производства [2, 3].

К основным факторам, которые могут неблагоприятно воздействовать на активный ил, провоцировать или усиливать нарушения его функционирования, относится состав сточных вод, поступающих на очистку. 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. Как следствие, происходит загрязнение окружающей среды.

К биогенным элементам относятся вещества, входящие в состав организмов и имеющие определенное биологическое значение, в том числе азот, фосфор, железо, медь, кобальт, никель и многие другие. Согласно литературным данным [2, 3], медь является наиболее токсичной, независимо от того, в какой форме она находится и является критичным элементом для очистных сооружений, т.к. аккумулируется в активном иле в значительных концентрациях. Синергическими по токсичному действию на активный ил являются комбинации тяжелых металлов: меди и железа, меди и никеля, меди и цинка, меди и кадмия [1, 5]. Усиление токсического воздействия наблюдается при дополнительном присутствии аммония, фенола, хлора и т.д., когда к токсическому действию металлов присоединяется стерилизующее действие этих веществ.

На основании этого нами были проведены следующие анализы стоков предприятий г. Бреста на содержание некоторых тяжелых металлов. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание тяжелых металлов в сточных водах

Определяемый металл	Содержание в фильтрованной воде, мг/л	Содержание в нефилтрованной воде, мг/л	ПДК, мг/л
Свинец	0,0040	0,0202	0,1
Медь	0,0038	0,0607	0,5
Цинк	0,0416	0,3441	1,0
Марганец	0,0957	0,2106	0,02-0,16
Железо	0,4016	4,3299	0,6-3,0
Никель	нпч	0,0042	0,5

Сопоставление результатов анализа сточной воды фильтрованной и нефилтрованной позволяет сделать вывод о повышенной концентрации тяжелых металлов в осадке. Данные таблицы показывают, что содержание анализируемых тяжелых металлов в нефилтрованной воде превышает их содержание в фильтрованной воде для различных металлов. Так, концентрация марганца увеличена по сравнению с нефилтрованной водой в 2,2 раза, меди – в 16,0 раз. Это свидетельствует об их наличии в большом количестве в адсорбированной форме на поверхности взвешенных частиц. В свою очередь, это может являться одним из факторов угнетения активного ила, так как тяжелые металлы, будучи накопленными на субстрате, являются токсичными для микроорганизмов, формирующих

хлопья активного ила. Осаждение взвешенных частиц приведет к повышению концентрации тяжелых металлов, причем их аккумуляция может привести к превышению ПДК и пагубному воздействию на активный ил.

В сточных водах всегда присутствуют биогенные элементы, основными из которых являются азот и фосфор. При избытке или недостатке азота и фосфора в сточных водах в активном иле развивается вспухание ила. При этом качество очистки сточных вод резко ухудшается из-за нарушения процесса распределения очищенной воды и активного ила. Известно, что при взаимодействии аммонийного азота с активным хлором в процессе хлорирования очищенных сточных вод образуются хлорамины – токсичные и мутагенные соединения. Фосфаты малотоксичны, их летальная концентрация для дафний довольно высока – 2 мг/дм³, однако именно фосфатам принадлежит решающая роль в процессе цветения природных водоемов.

Нами были проведены определения концентраций ионов аммония, нитритов, нитратов и фосфатов в сточных водах г. Бреста и лабораторных установках (таблица 2).

Таблица 2 – Количественное определение ионов аммония, нитритов, нитратов и фосфатов в сточной воде и лабораторной установке

№	Параметр	NH ₄ ⁺ , мг/дм ³		NO ₂ ⁻ , мг/дм ³		NO ₃ ⁻ , мг/дм ³		Фосфаты общ., мг/дм ³
1	Сточная вода на входе	48	-	0,03	-	0,1	-	10,5
2	Сточная вода на выходе	37	-	0,02	-	0,1	-	5,3
3	Возвратный ил из вторичного отстойника	46	-	0,015	-	0,08	-	7,4
4	Активный ил из сосуда № 1	60	64	0,034	0,031	0,86	1,39	3,0
5	Активный ил из сосуда № 2 до добавления сточных вод	77	-	0,036	-	0,59	-	10,9
6	Активный ил из сосуда № 2 после добавления сточных вод	68	53	0,042	1,08	0,48	0,41	8,4

Анализ полученных результатов позволяет утверждать, что происходит снижение содержания в сточной воде ионов аммония на 23 %. В то же время концентрация нитрит- и нитрат- ионов практически не изменяется, что указывает на незначительное протекание процессов нитрификации.

Аналогичные результаты изменения концентрации ионов получены в лабораторном эксперименте: нитрификация активного ила в сосуде №1 практически не происходит, а в сосуде № 2 происходит частично. Это можно объяснить недостаточной, на данный момент, регенерацией активного ила.

Содержание фосфатов в возвратном активном иле завышено, а в сточной воде на выходе очищение по фосфатам происходит, но на верхнем допустимом пределе.

Для каждого типа сточных вод имеется определенное соотношение между содержанием органических загрязняемых веществ, характеризуемых показателем БПК и биогенными элементами, которое может быть низким, средним и высоким.

На основании проведенных исследований соотношение между содержанием органических загрязняемых веществ и биогенными элементами определено как высокое (таблица 3).

Таблица 3 – Определение ХПК и БПК в сточной воде и модельном эксперименте

№	Параметр	ХПК ₃ мг/дм ³	БПК _{5,3} мг/дм ³	ХПК : БПК ₅	БПК ₅ : ХПК
1	Сточная вода на входе	900	221	4,07	0,25
2	Осветленные сточные воды	700	191,5	3,66	0,27
3	Сточная вода на выходе	600	112,8	5,32	0,19
4	Активный ил из сосуда №1	950	54,7	17,37	0,06
5	Активный ил из сосуда №2	900	32,3	27,86	0,03

Согласно полученным результатам, отношение ХПК: БПК₅ превышает допустимый предел 2,5 раза, предложенный СНиП П-32-74 [5], в то же время, отношение БПК₅: ХПК менее 0,5. Это свидетельствует о наличии в сточных водах инертных к биохимическому окислению и сложноокисляемых веществ.

В сосудах активный ил, находящийся в стадии регенерации, потребляет легкоокисляемые органические вещества и, следовательно, остаются труднодоступные к процессу окисления вещества, что и доказывается соотношением ХПК: БПК₅.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Состояние активного ила на начальном этапе проведения эксперимента можно оценить как неудовлетворительное по биологическим и химическим критериям.

2. Содержание анализируемых тяжелых металлов в нефилтрованной воде превышает их содержание в фильтрованной воде в 2,2-16,0 раз. Это свидетельствует об их наличии в большом количестве в адсорбированной форме на поверхности взвешенных частиц. Осаждение этих частиц приведет к накоплению тяжелых металлов, причем их аккумуляция может вызвать превышение ПДК и, как результат, оказать пагубное воздействие на активный ил.

3. Процесс нитрификации в сточной воде проходит частично, что говорит о слабой активности биоценоза активного ила.

4. Отношение ХПК: БПК₅ превышает допустимый предел 2,5 раза, в то же время, отношение БПК₅: ХПК менее 0,5. Это свидетельствует о наличии в сточных водах инертных к биохимическому окислению и сложноокисляемых веществ.

Список используемых источников

- Новиков, Ю.В. Методы исследования качества воды водоемов / Ю.В. Новиков, К.О. Ласточкина, З.Н. Болдина; под ред. А.П. Шицковой. – М.: Медицина, 1990. – 400 с.
- Жмур, Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н.С. Жмур. – М.: АКВАРОС, 2003. – 512 с.
- Голубовская, Э.К. Биологические основы очистки воды / Э.К. Голубовская. – М.: Высшая школа, 1978. – 268 с.
- Карюхина, Т.А. Обработка и удаление осадков сточных вод: в 2 т. / Т.А. Карюхина, И.Н. Чурбанова, И.Х. Заена [пер. с англ.]. – М.: Стройиздат, 1985. – Т. 1. – 236 с.
- ГОСТ 17.4.4.02-84. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – Введ. 01.01.86. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 11 с.