

Н.М. Голуб

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

В процессе работы проведен качественный и количественный химический анализ сточных вод, поступающих на очистные сооружения, после их механической очистки. Определена концентрация ионов аммония, нитрит, нитрат и фосфат ионов, а так же тяжелых металлов. Проведен качественный и количественный химический анализ процесса нитрификации сточных вод, поступающих на очистные сооружения, после их механической очистки и на выходе, а так же показатели БПК и ХПК.

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 макроорганизмы 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, амиак, 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. 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 сразу несколько токсикантов, и они поступают на очистные сооружения неравномерно. Токсичное или неблагоприятное воздействие на активный ил усиливается, если в очищаемых водах недостает легкоокисляемых органических соединений, характеризующихся показателями ХПК в фильтрованной пробе или БПК первых дней инкубации. 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. 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. 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.

Объекты и методы исследования

Объектами химического исследования являлись: очищенная сточная вода на входе в аэротенк, после механической очистки, очищенная сточная вода на выходе. Пробы сточных вод отбирали после спуска их с предприятия перед входом в КНС (канализационно-насосную станцию).

Отбор проб для химических анализов проводили в сосуды из полиэтилена или боросиликатного стекла, предварительно промытые азотной кислотой, а затем ополоснутые водой. Пробы для определения концентрации молекулярного кислорода отбирали в отдельную посуду с добавлением реактива и прекращения аэрации исследуемой жидкости.

Анализ образца сточных вод на количественное содержание тяжелых металлов производился по международному стандарту [4]. Метод служит для определения валового содержания элементов (суммы находящихся в ионной форме, в виде коллоидных и комплексных соединений), поскольку в пламени происходит окисление до высшей валентности. Мешающие влияния при ААС практически отсутствуют.

Результаты и их обсуждение

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 нефильтрованной 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).

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

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 |
| <i>Продолжение таблицы 1</i> | | | | | | | | |
| 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 |

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 фосфатом 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, мг/дм ³ | БПК ₅ , 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 [6], в то же время, отношение БПК₅ : ХПК менее 0,5. Это свидетельствует о наличие 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.

Заключение

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 нефльтрованной 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 наличие в сточных водах инертных к биохимическому окислению и сложноокисляемых веществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. Жмур, Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н.С. Жмур. – М. : АКВАРОС, 2003. – 512 с.
3. Голубовская, Э.К. Биологические основы очистки воды / Э.К. Голубовская. – М. : Высшая школа, 1978. – 268 с.
4. ИСО 8288. Качество воды. Определение кобальта, никеля, меди, цинка, кадмия и свинца. Пламенные атомно-абсорбционные спектрометрические методы. – 1986. – 16 с.

5. 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.

6. СНиП II-32-74 Канализация. Наружные сети и сооружения. – М. : Стройиздат., 1975.

N.M. Golub. Influence of Substance-pollutant, Contained in Foul Water, on Vital Functions of Active Silt

Qualitative and quantitative chemical analysis of foul water incoming to cleaning installations after their mechanical cleaning is done in the article. The concentration of ammonium ions, nitrite, nitrite and phosphate ions as well as of heavy metal is defined. Qualitative and quantitative chemical analysis of the process of nitrification of foul water, incoming to cleaning installations after their mechanical cleaning and at the outlet as well as the indices of BPK and HPK is given.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію
21.01.2011 г.