

Л.А. Хмарская, Л.А. Доманская, С.И. Нейковский

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА УДАЛЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ ПРИ ОЧИСТКЕ ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД НА ПРИМЕРЕ ГОРОДСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ Г. АЛЧЕВСКА

ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет», г. Днепропетровск  
Канализационные очистные сооружения Коммунального предприятия «Алчевское производственное управление водопроводно-коммунального хозяйства»

На примере очистных сооружений г. Алчевска изучены методы очистки нефтесодержащих городских сточных вод. Разработана эффективная методика удаления нефтепродуктов с помощью коагуляционной обработки железом(III) хлоридом. Изучены особенности состава биоценоза в сточных водах при последующей биологической стадии очистки.

Среди огромного количества техногенных загрязняющих веществ, присутствующих в городских сточных водах, нефтепродукты, по данным ЮНЕСКО, относятся к одним из самых опасных вследствие своей высокой токсичности и высокой распространенности.

К нефтепродуктам причисляют не идентифицированную группу углеводородов нефти, мазута, керосина, масел, а также их примесей [1]. Нефтепродукты могут находиться в сточных водах в виде истинных растворов, в эмульгированном виде, а также тонкослойной пленки, расположенной как на границе раздела жидкость-жидкость, так и на поверхности взвешенных суспендированных загрязнений.

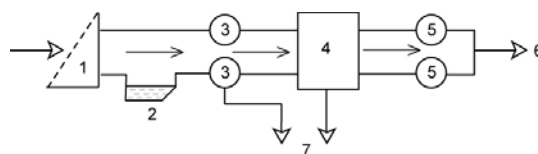
Для городских сточных вод основным источником нефтесодержащих загрязнений является достаточно большая сеть автозаправочных станций, автомоек и СТО, которые зачастую не имеют собственных очистных сооружений и производят сброс использованной воды в городскую канализацию. Кроме того, часть нефтепродуктов попадает с ливневыми стоками в результате смыва загрязняющих веществ с автодорог.

С целью более глубокого изучения процессов очистки городских сточных вод от нефтепродуктов нами выбраны коммунальные очистные сооружения города Алчевска Луганской области. Данный населенный пункт расположен в регионе с высокой техногенной нагрузкой. Только в черте города находятся два крупных источника специфических загрязнений: Алчевский коксохимический завод и Алчевский металлургический комбинат. Оба предприятия используют в своих технологических процессах более 120 наименований нефтесодержащих продуктов, которые при попадании на коммунальные очистные сооружения приводят к остановке биогенных процессов деструкции загрязняющих веществ.

рукции загрязняющих веществ.

Технологический процесс очистки сточных вод на станции аэрации г. Алчевска состоит из следующих основных этапов (рисунок):

- удаление крупного мусора на механизированных решетках (1);
- осаждение крупнодисперсных взвешенных веществ на песколовках (2);
- предварительное окисление органических загрязнений на преаэраторах (3);
- очистка основной массы растворенных загрязнений в аэротенке (4) с аэробными и анаэробными зонами под воздействием биоценоза;
- осаждение связанных загрязнений вместе с избыточным активным илом на вторичных отстойниках (5);
- глубокое удаление соединений фосфора и азота на биоплато (6) с последующим сбросом очищенных сточных вод в р. Белая (приток Северного Донца).



Принципиальная схема очистных сооружений г. Алчевска: 1 – механические решетки; 2 – песколовка; 3 – преаэраторы; 4 – аэротенки; 5 – вторичные отстойники; 6 – биоплато; 7 – иловые карты

Состав биоценоза очистных сооружений г. Алчевска был сформирован в течение четырех лет и определяется, прежде всего, качеством поступающих сточных вод. Удаления нефтепродуктов и их влияние на состояние гидробионтов представляет повышенный интерес для оценки эффективности работы очистных сооружений г. Алчевска.

Для разложения нефтепродуктов требуется

избыток кислорода, то есть в анаэробных условиях они практически не трансформируются [2]. Таким образом, наше внимание привлекло поведение микроорганизмов и простейших, характерных для стадии аэробного процесса очистки сточных вод в аэротенке.

Для изучения влияния загрязняющих веществ на биоценоз станции в лабораторных условиях была создана модельная (пилотная) установка, позволяющая имитировать процесс биохимической очистки. Данная установка включает аэрируемый блок (емкость расположенными на дне мелкопузырчатыми аэраторами, имитирующая аэротенк с зонами активной нитрификации-денитрификации), позволяющий поддерживать концентрацию растворенного в воде кислорода на уровне не менее  $4 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$ , а также емкость-отстойник (имитация вторичных отстойников).

Состав гидробионтов активного ила изучался при помощи метода прямого счета клеток [3] с применением световой микроскопии (микроскоп Bresser BioDiscover 20x-1280x) в препарате, подготовленном на анализируемой пробе воды. Исходные исследуемые образцы имели следующий видовой состав: эпистилис 2 балла, вортицелла 1 балла, колподоы 2 балла, водоросли 2 балла, колловратки 1 балла, мелкие амебы 1 балла. При этом состояние микроорганизмов было следующее: движущиеся: движения активные; эпистилис, вортицелла: открыты ротовые полости, жгутики находятся в активном движении, форма: бочкообразная, недеформированная, прочно прикреплены к стеблям. Исходная надилловая жидкость без цвета и примесей, рН соответствует 7,16, температура  $12,8^\circ\text{C}$ , объем ила осевшего за 30 мин  $890 \text{ мл/л}$  [4].

Среднее время пребывания очищаемой воды в цикле биологической очистки на данных очистных сооружениях составляет два часа, поэтому отбор проб производился через аналогичный временной отрезок. Изучаемая проба имела температуру  $15^\circ\text{C}$  и  $\text{pH}=6,99$ . Надилловая жидкость была коричневатого цвета и имела резкий запах нефтепродуктов, при этом вспухания ила не наблюдалось. Объем ила осевшего за 30 мин несколько уменьшился и составил  $810 \text{ мг/л}$  вследствие образования водонефтяной эмульсии. Состояние микроорганизмов показало ухудшение условий обитания биоценоза: увеличение количества колпод с 1 до 3 баллов, множественные образования цист, уменьшение размеров «колокольчиков» эпистилиса и вортицелл, деформация форм микроорганизмов.

Пройдя полный цикл очистки, через сутки очищенные стоки попадают на биоплато, а избыточный активный ил вместе с сырым осадком — на иловые поля. В связи с этим следующий забор и анализ проб производился через 24 ч. Характерный запах нефтепродуктов в надилловой жид-

кости значительно снизился вследствие испарения легколетучей фракции нефтепродуктов. Однако цвет остался коричневатый, вспухание ила, как и предыдущей пробе не было отмечено. Микроскопирование показало дальнейшее ухудшение состояния микроорганизмов активного ила: уменьшения размеров и множественные изменения формы эпистилиса и вортицелл, закрытие ротовых полостей, возрастание количества цист, а также увеличение стеблей без «колокольчиков». То есть имеющийся активный ил не достаточно эффективно справляется с очисткой сточных вод, содержащих нефтепродукты.

В связи с этим, для увеличения степени очистки нами был использован метод коагуляции с использованием неорганических солей поливалентных металлов. В качестве коагулянта использовали феррум(III) хлорид, технический раствор (поставщик — ОДО «Пологовский химический завод «Коагулянт»). Отбор образца воды для проведения коагуляции проводили после прохождения аэротенка. В отобранную пробу было введено  $30 \text{ мг/дм}^3$  реагента, далее весь объем тщательно перемешивали в течение 5 мин и отстаивали на протяжении двух часов. В анализируемом образце объем активного ила осевшего за 30 мин составил  $440 \text{ мг/л}$ , что почти в 2 раза меньше исходного значения этого показателя.

Процесс диссоциации соли трехвалентного железа сопровождается нейтрализацией поверхностного заряда коллоидных частиц загрязнения с последующим осаждением в виде более плотных мицелл, включающих как нерастворенные золи и эмульсии (в т.ч. нефтепродукты), так и противоионы растворенных загрязнений (фосфаты, сульфиды и т.п.).

Надилловая жидкость приобрела прозрачность, однако наличие в растворе остаточных количеств трехвалентного железа придало жидкости желтую окраску. Доочистка воды путем фильтрации позволила полностью избавиться от окраски.

Значительное улучшение состояние биомассы активного ила было отмечено на третьи сутки: разрушение цист и восстановление вида микроорганизмов.

Таким образом, из проведенных исследований можно сделать вывод о том, что активный ил не полностью справляется с попадающими в него нефтепродуктами, поэтому необходимо проводить дополнительную обработку загрязненной воды путем введения коагулянта, такого как феррум(III) хлорид. При этом получают прозрачные, бесцветные со слабым запахом нефтепродуктов глубоко биологически очищенные стоки, пригодные для дальнейшего сброса на биоплато.

Уплотненная коагуляционным методом биомасса характеризуется более высокой эффективностью при биодеструкции загрязнений различного характера, а также устойчива к «вспуханию».

Кроме того, значительно снижается интенсивность характерного фекального запаха, связанного с образованием меркаптанов.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. *Химия нефти и газа* / Богомолов А.И., Гайле А.А., Громова В.В. и др. – СПб.: Химия, 1995. – 448 с.
2. *Очистка сточных вод нефтеперерабатывающих заводов* / Я.А. Карелин, И.А. Попова, И.А. Евсеева, О.Я. Евсеева. – М.: Стройиздат, 1982. – 184 с.
3. *Карюхина Т.А., Чурбанова И.Н. Химия воды и микробиология* – М.: Стройиздат, 1995. – 208 с.
4. *Яковлев С.В. Очистка производственных сточных вод*. – М.: Стройиздат, 1970 – 329 с.

Поступила в редакцию 5.12.2012