

## ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД МАЛЫХ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ НА ФИЛЬТРАХ С ВОЛОКНИСТО-ПЕНОПЛАСТНОЙ ЗАГРУЗКОЙ

Недашковский И.П. , аспирант

Одесская Государственная Академия Строительства и Архитектуры,  
Одесса, Украина

Проблема канализования и очистки стоков малых населённых пунктов по сравнению с проблемой очистки сточных вод крупных городов является не менее важной в наше время вследствие многочисленности малых населённых пунктов и резкого колебания в них расходов сточных вод и массы поступающих с ними загрязнений. Учитывая невысокий уровень квалификации обслуживающего персонала на небольших сооружениях, применяемые процессы очистки должны быть простыми и устойчивыми в эксплуатации.

Вышеуказанные задачи позволяют решить современные технологии биологической очистки с применением аэробных и анаэробных процессов очистки на фильтрах с прикреплённой микрофлорой.

Биологический метод очистки отличается от других методов универсальностью, так как разлагает почти все виды органических загрязнений, экологически чист и широко известен среди специалистов.

Специфической особенностью процесса биологической очистки сточных вод от органических веществ является существенное снижение трудноокисляемых органических веществ, оцениваемых показателем ХПК.

Исследования технологии биологической очистки с прикреплённой микрофлорой проведены на установке состоящей из анаэробного биореактора, аэробного биореактора и контактно-осветляющего фильтра.

В качестве носителей микроорганизмов выбраны волокнистые, капроновые нити типа «ВИЯ» с необходимыми физико-химическими характеристиками: высокой механической прочностью, морозостойкостью, долговечностью, устойчивостью к воздействию кислот и продуктов разложения [1], [2].

В последние годы химические волокна стали широко применять в процессах очистки сточных вод для иммобилизации бактерий-деструкторов различных загрязнений. Степень очистки воды от растворенных загрязняющих веществ зависит от удерживания активных бактерий в очистном сооружении. Иммобилизация их на волокнистых носителях способствует созданию в сооружении пространственной сукцессии микроорганизмов, трофической цепи гидробионтов, которые вместе постепенно трансформируют органические и неорганические вещества в безвредные соединения [3], [4].

Известный специалист в области очистки природных и сточных вод П.И. Гвоздяк утверждает [3], что микробиологическим методом можно очистить любую загрязненную органическими соединениями жидкость, значительно повысить эффективность работы водоочистных сооружений, улучшить качество очищенной воды и уменьшить ее себестоимость.

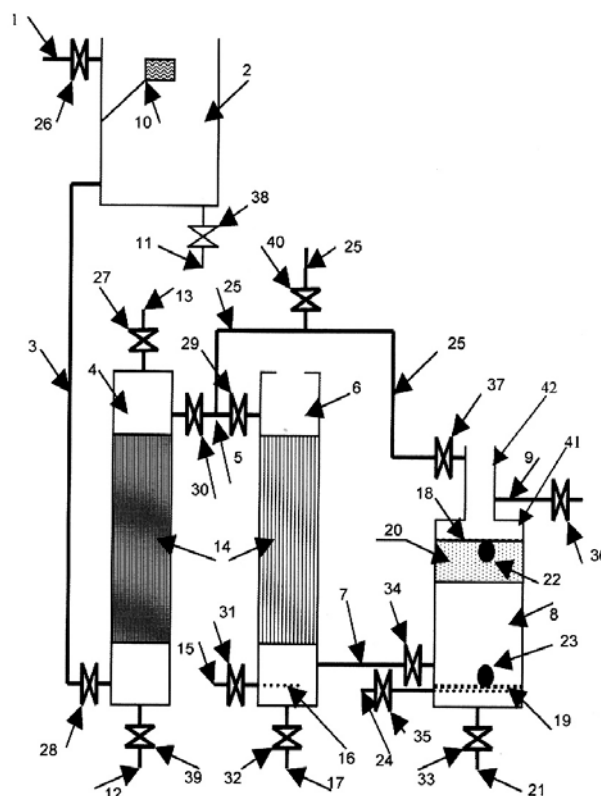
Для эффективной биологической очистки воды должны выполняться такие условия: система должна быть прямоточной; все гидробионты (микроорганизмы) должны быть иммобилизованы на нерастворимых в воде насадках (носителях); необходимо создавать максимально возможную концентрацию микроорганизмов во всем объеме биореактора.

Для осуществления пространственной сукцессии микроорганизмов на исследуемой установке в анаэробном и аэробном биореакторе в качестве загрузки используется зафиксированные в постоянно натянутом состоянии насадки из тонких волокнистых

материалов – нитки, насадки типа "ВИЙ" [3], которые очень крепкие, стойкие к гидромеханическим нагрузкам, а при обрастании биомассой создают доступные для интенсивного массообмена зоны [3, 4]. Они способны удерживать микроорганизмы, которые принимают участие в очистке воды в биореакторах. Обязательным этапом работы в этих сооружениях, для их эффективной работы, является наработка биомассы, в которой доминируют бактерии. Существенно меньше в этих специфических биоценозах является частица самых простых и других беспозвоночных, которые формируют трофические цепи. Роль беспозвоночных в очистке загрязненной воды изучена недостаточно. В частности неизвестна, какие группы и виды беспозвоночных целесообразнее всего использовать в промышленных процессах возобновления качества воды и какие условия являются оптимальными для достижения при этом высокого уровня качества очистки воды[5].

**Лабораторная установка смонтирована** на станции биологической очистки сточных вод «Северная» в г. Одессе, на которой очищаются преимущественно хозяйственно-бытовые сточные воды.

**Лабораторная установка (рис.1.) состоит** из основных элементов: ёмкость постоянного уровня (2), анаэробный биореактор (4), аэробный биореактор (6), контактно-осветляющий фильтр (8), волокнистая загрузка из капроновых нитей типа «ВИЯ» (14), загрузка из шариков пенопласта (20), компрессор, соединительные трубопроводы и запорная арматура.



*Рис.1. Схема лабораторной установки биологической очистки сточной воды на фильтрах с волокнисто-пенопластной загрузкой.*

**1.** подача исходной воды; **2.** ёмкость постоянного уровня; **3.** подача воды в анаэробный биореактор; **4.** анаэробный биореактор; **5.** подача воды в аэробный биореактор; **6.** аэробный биореактор; **7.** подача воды в КОФ; **8.** КОФ; **9.** отвод очищенной воды; **10.** поплавковое устройство; **11.** опорожнение ёмкости; **12.** отвод промывной воды и осадка с анаэробного БР; **13.** газоотделитель; **14.** волокнистая загрузка; **15.** подача воздуха от компрессора; **16.** воздухораспределительная система; **17.** отвод промывной воды и осадка с аэробного БР; **18-19.** сетки удерживающие загрузку КОФ; **20.**

пенопластная загрузка; **21.** отвод промывной воды и осадка из КОФ; **22-23.** ревизии; **24.** подача воздуха от компрессора при промывке; **25.** подача воды на промывку; **26-40.** вентили; **41.** ёмкость для сбора очищенной воды; **42.** напорная ёмкость.

Начальная вода поступает по трубе (1) в ёмкость постоянного уровня (2), откуда она поступает по трубе (3) в анаэробный биореактор (4) с постоянной скоростью ( $V = \text{const}$ ), величина которой регулируется вентилем (28). Из анаэробного биофильтра (4) по трубе (5) вода перетекает в аэробный биофильтр (6), откуда по трубе (7) вода поступает в КОФ. Из КОФ очищена вода по трубе (9) может поступать на повторное использование в технических потребностях.

Исследования были направлены: на изучение скорости формирования и устойчивости прикрепления слоя микроорганизмов на носителе; эффективности очистки городских сточных вод по БПК, ХПК, взвешенным веществам; кинетики изъятия соединений азота, фосфора разработку конструктивных решений установки.

В начале работы биореактора происходит накопление и закрепление микроорганизмов, окисление и удаление из воды загрязнений. Этот период характеризуется действием сил адгезии и адсорбции минеральных и органических соединений и накоплением биомассы.

На втором этапе наступает фаза отмирания культуры и отрыв биомассы и минеральных частиц от поверхности волокон под действием гидродинамических сил фильтрационного потока.

Биореакторы сконструированы таким образом и режим их работы отработан так, чтобы скорость движения воды в них не превышала критическую, при которой смываются с волокон прикрепленные микроорганизмы, а с другой стороны была вполне достаточной, чтобы выносить из биореактора остатки биомассы, которая выросла и не прикрепилась к волокнам.

Контактно-осветляющий фильтр (КОФ) сконструированы таким образом, и режим их работы отработан так, что вода движется снизу вверх через слои сжатого в отфильтрованном пространстве осадка и плавающей пенопластной загрузки, где протекают процессы биологического окисления органических загрязнений, задержания взвешенных веществ, в результате чего происходит осветление и обесцвечивание воды. Исследования показали, что при восходящем фильтровании сточных вод основная нагрузка в задержании загрязнений приходится на первые нижние слои загрузки. При этом задерживающая способность фильтрующей загрузки изменяется не только в пространстве, но и во времени: на протяжении фильтроцикла увеличиваются потери напора на фильтре и эффективность очистки воды до исчерпания задерживающей способности фильтра. В целом КОФ имеет очень высокую эффективность задержания взвешенных веществ, поскольку основная масса загрязнений задерживается в нем в подфильтровом пространстве и первых слоях фильтрующей загрузки, а максимальная удельная грязеемкость фильтра превышает  $12 \text{ кг/м}^2$ , что значительно больше, чем на фильтрах других конструкций.

**Проведены исследования** на установке при температуре  $21-27^{\circ}\text{C}$ : на скорости  $1 \text{ м/ч}$ , при которой эффект очистки достигает: по БПК<sub>5</sub>, БПК<sub>повн</sub> – 93% (рис.2); по взвешенным веществам – 94% (рис.4); по азоту – 96%; по фосфору – 75%; по ХПК – 86% (рис.3); на скорости  $3 \text{ м/ч}$  эффект очистки достигает: по БПК<sub>5</sub>, БПК<sub>повн</sub> – 83,6% (рис.2); по взвешенным веществам – 86% (рис.4); по азоту – 88,7%; по фосфору – 66,8%; по ХПК – 79,5% (рис.3); на скорости  $6 \text{ м/ч}$  эффект очистки достигает: по БПК<sub>5</sub>, БПК<sub>повн</sub> – 78% (рис.2); по взвешенным веществам – 82% (рис.4); по азоту – 83,6%; по фосфору – 59,6%; по ХПК – 72% (рис.3).

**Начало промывки** контролируется пьезометром, который показывает уровень воды в аэробном биореакторе. Если уровень воды вырастет до условной отметки  $160 \text{ см}$ , которая характеризует максимально допустимые потери напора в контактно-осветляющем

фильтре, следовательно, нужно установку переводить в режим промывки. Исследования показали, что полная промывка основных элементов установки с момента пуска в работу необходимая: при скорости 1 м/ч через 22 дня; при скорости 3 м/ч через 13 дней; при скорости 6 м/ч через 9 дней. Необходимо закрыть вентиль № 28 и по очереди промывать основные элементы установки.

Промывку КОФ с восходящим движением воды осуществляем обратным током исходной водой, т.е. при направлении промывной воды сверху вниз. Поскольку при таком движении воды пенопластная загрузка быстро расширяется, а направления гидродинамических сил потока и сил гравитации совпадают, то осадок из подфильтрового пространства и нижних слоев КОФ быстро выносится из фильтра. Выполненные исследования показали, что интенсивность вымывания загрязнений из КОФ уменьшается на протяжении времени промывки, т.е. содержание взвешенных веществ в промывной воде, выходящей из КОФ, с каждым мгновением будет уменьшаться.

Промывку анаэробного и аэробного биореакторы осуществляем подачей исходной воды сверху вниз так, чтобы скорость движения воды в них не превышала критическую, при которой смываются с волокон прикрепленные микроорганизмы, а с другой стороны была вполне достаточной, чтобы выносить из биореактора остатки биомассы, которая выросла и не прикрепилась к волокнам.

### ***Заключение***

Результаты исследований показали изменения эффекта очистки сточных вод в зависимости от скорости фильтрования, следовательно, возможно используя эти данные рассчитать необходимые размеры и количество ступеней очистки в фильтрах для получения желаемого эффекта очистки на заданную производительность.

Разработанная установка может быть использована для биологической очистки сточных вод дачных посёлков, гостиниц и др. малых населённых пунктов. Перед лабораторной установкой необходимо установить герметичный приёмный резервуар для приёма сточной воды, в котором будут оседать крупные взвеси.

Технология использования прикрепленной микрофлоры может быть осуществлена и в сооружениях традиционной биологической очистки – в аэротенках, что увеличивает эффективность их работы.

**Данная технология имеет преимущества** над сооружениями традиционной биологической очистки:

- нет необходимости строить аэротенки и вторичные отстойники;
- значительно меньше (в 5-6 раз) продолжительность пребывания воды в сооружениях а, следовательно, их стоимость;
- не образуется большого количества осадка, который требует обезвоживания, стабилизации и утилизации, что значительно уменьшает эксплуатационные расходы;
- образуется биотопливо, которое можно использовать в котельной;
- отсутствуют отходы, которые могли бы загрязнять окружающую среду.

### **SUMMARY**

Biological cleaning of waters of sewers of small settlements, without addition of reagents, it is possible to carry out on filters with a foam fibred-plastic load, which is characterized high mechanical durability, frost-resistance, longevity, stability from influencing of acids and products of decomposition.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Хоружий В.П., Хамад Іхаб Ахмад., Доочистка стічних вод на фільтрах з волокнисто-пенополістирольним завантаженням. // – К.: Товариство „Знання” України. - 2004. – з. 77 – 81.
2. Хоружий В.П., Хамад Іхаб Ахмад. Доочищення стічних вод на установці з волокнистим і пінополістирольним фільтрувальними завантаженнями // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки: Науково-технічний збірник. Випуск 3 / Головний редактор О.Я.Олійник. – К.: КНУБА, 2004. – с.69 - 77.
3. Гвоздяк П.И., Дмитренко Г.П., Куликов Н.И. Очистка промышленных сточных вод прикрепленными микроорганизмами // Химия и технология воды. — 1985.— 7, № 1.—С. 64-83.
4. Глоба Л.И., Килочицкий П.Я., Лукашов Д.В., Подобайло А.В., Сухой В.В., Хрокало Л.А. Видовое разнообразие и численность беспозвоночных при биологической очистке сточных вод // Химия и технология воды. – 2005. – 27. – № 5. с.505-513.
5. Глоба Л.І., Заїка С.А., Гвоздик П.І., Кілочицький П.Я., Прямочні біотехнології очищення води – “Біоконвектори”// Вода і водоочисні технології – серпень 2008 - № 4. с 24-27.