

УДК 628.3

**Ю.В. МУРАДЯН**

магистрант кафедры водоснабжения и водоотведения  
Самарский государственный архитектурно-строительный университет

**С.Ю. ТЕПЛЫХ**

кандидат технических наук, доцент кафедры водоснабжения и водоотведения  
Самарский государственный архитектурно-строительный университет

## ДООЧИСТКА ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД НА ФИЛЬТРАХ С ЕРШОВОЙ ЗАГРУЗКОЙ

*AFTER TREATMENT DOMESTIC SEWAGE WITH ERSHOVA LOADING*

*Широко распространенные в настоящее время технологические схемы и сооружения доочистки сточных вод не позволяют получить нормативные качественные параметры, соответствующие требованиям, предъявляемым к воде рыбохозяйственных водоемов.*

*В связи с ограниченным финансированием строительства новых очистных сооружений основным методом повышения эффективности является реконструкция и/или интенсификация работы действующих комплексов очистных сооружений.*

*В настоящее время для интенсификации процесса доочистки биологически очищенных сточных вод предложена конструкция фильтра доочистки с ершовой загрузкой, которая в полной мере удовлетворяет современным требованиям по качеству сбрасываемых сточных вод в водоем.*

**Ключевые слова:** доочистка сточных вод, ершовая загрузка, биореактор.

Сейчас в России сложилась противоречивая ситуация, когда рекомендации СНиПа не соответствуют требованиям СанПиНа по качеству очищенной воды, сбрасываемой в водоемы. Широко распространенные в настоящее время технологические схемы и сооружения доочистки сточных вод не позволяют получить нормативные качественные параметры, соответствующие требованиям, предъявляемым к воде рыбохозяйственных водоемов.

Накопление в воде биогенных элементов под воздействием антропогенных факторов сокращает количество чистой пресной воды на планете, угрожает здоровью человека, а также наносит непоправимый ущерб окружающей среде. Тем не менее сброс недоочищенных бытовых сточных вод происходит повсеместно, из-за отсутствия оптимальных решений по доочистке стоков.

*Widespread now technological scheme and construction technology of wastewater do not provide normative qualitative parameters that correspond to the requirements of the water fish-economical ponds.*

*The limited financing of construction of new sewage is the main method of improving the reconstruction and/or intensification of existing sewage systems.*

*Now for the intensification of the process of purification of biologically treated wastewater purification filter with the proposed design of the load which ershov fully satisfies modern requirements on quality of discharged waste water into a reservoir.*

**Key words:** after treatment wastewater, ershova loading, bioreactor.

В связи с ограниченным финансированием строительства новых очистных сооружений основным методом повышения эффективности является реконструкция и/или интенсификация работы действующих комплексов очистных сооружений.

В настоящее время для интенсификации процесса доочистки биологически очищенных сточных вод предложена конструкция фильтра доочистки с ершовой загрузкой, которая в полной мере удовлетворяет современным требованиям по качеству сбрасываемых сточных вод в водоем (рис. 1).

Целью исследований являлась теоретическая и экспериментальная разработка метода глубокой доочистки бытовых сточных вод от соединений азота, взвешенных веществ и БПК.

Увеличение экологической безопасности и повышение экономичности очистных сооружений

сточных вод населенных пунктов составляет актуальность исследований работы.

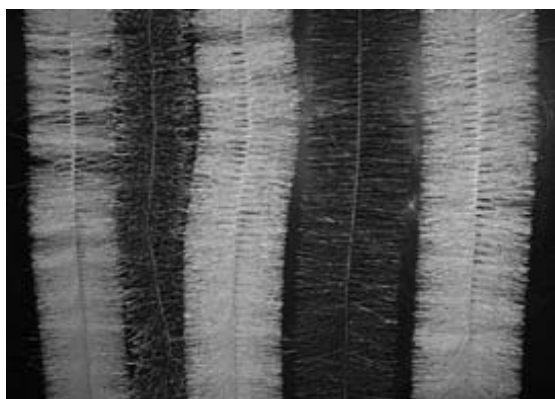


Рис. 1. Ершовая загрузка

В статье представлены результаты исследований основных закономерностей модифицированного процесса доочистки сточной воды, заключающегося в иммобилизации биопленки на насадке с развитой поверхностью.

Ершовая загрузка формирует в биореакторе достаточно однородное поровое пространство с размерами пор, обеспечивающими формирование объёмных структур из хлопьев активного ила, через которые "фильтруется" насыщенная кислородом очищаемая вода. Благодаря развитой поверхности нитей ээтрона, на их поверхности также формируется биоплёнка, биоценоз которой активно участвует в извлечении из сточных вод органических загрязнений и окислении аммонийного азота. Таким образом, глубокая очистка сточной жидкости от взвешенных веществ и органических загрязнений осуществляется благодаря одновременному протеканию двух процессов:

- процесса фильтрования суспензии через хлопьевидную "контактную" среду (аналогично тому, что имеет место в контактных осветлителях), формирующуюся в поровом пространстве ершовой загрузки;
- биологического процесса извлечения из сточных вод органических загрязнений разнообразным биоценозом "контактной" среды и биоплёнки [1].

В связи с тем, что загрузка из ершей выполняет две функции (фильтрующую и насадку для прикрепления микроорганизмов и гидробионтов), резервуар называется фильтром-биореактором.

Принцип действия сооружений основан на использовании физико-химического и биологического

методов доочистки: адсорбции растворенных органических веществ и адгезии органических примесей на специальной загрузке биомассой прикрепленных микроорганизмов [1].

Для проведения исследований по изучению возможностей в доочистке сточных вод с помощью фильтров с ершовой загрузкой была смонтирована полупроизводственная очистная установка производительностью 2,5 м<sup>3</sup>/сут (рис. 2). Корпус установки выполнен из органического стекла высотой 500 мм, длиной 640 мм, шириной 320 мм и расчетным объемом 0,103 м<sup>3</sup>.

В качестве насадки для прикрепления микроорганизмов и гидробионтов использовались полимерные ерши диаметром 120 мм и высотой 400 мм.

Расчетное время пребывания биологически очищенных сточных вод составляло по 30 мин на первой и второй ступенях фильтра.

В биореакторе доминирует биоценоз, связанный с ершовой насадкой. Имеется много индикаторных организмов, характеризующих биоценоз прикрепленных гидробионтов. Так, наличие *Aspidisca* свидетельствует о плотности задержанных хлопьев активного ила из вторичного отстойника и характерна для старых, хорошо аэрированных илов. *Epistylis*, образующая плотные кусты, *Operculieria*, характеризующая активный ил, находящийся в фазе замедленного роста, *Rotifers* – животные, «пасущиеся» на поверхности хлопьев и характерные при работе биоценозов в условиях продленной аэрации, – все эти организмы в больших количествах наблюдаются у места входа сточной жидкости в биореактор.

У противоположного от входа стоков в биореактор торца наблюдается очень много моллюсков типа *Aplexa hypnorum*, которые преобладают над всеми другими гидробионтами как по массе, так и по активности жизнедеятельности.

В нижней зоне ершовой насадки, а также в месте скрутки ершей наблюдаются водные клещи, черви. В местах, где нет бурления жидкости и выхода пузырьков воздуха, обнаруживаются дафнии.

Во всех зонах биореактора роль простейших, коловраток, ракообразных, моллюсков и других животных сводится к уничтожению бактерий, а также к минерализации задержанных ершами частиц активного ила.

Расселение гидробионтов зависит и от солнечной радиации, при ярком солнечном свете моллюски уходят вглубь, и от температуры воды, наличия растворенного кислорода, содержания остаточных

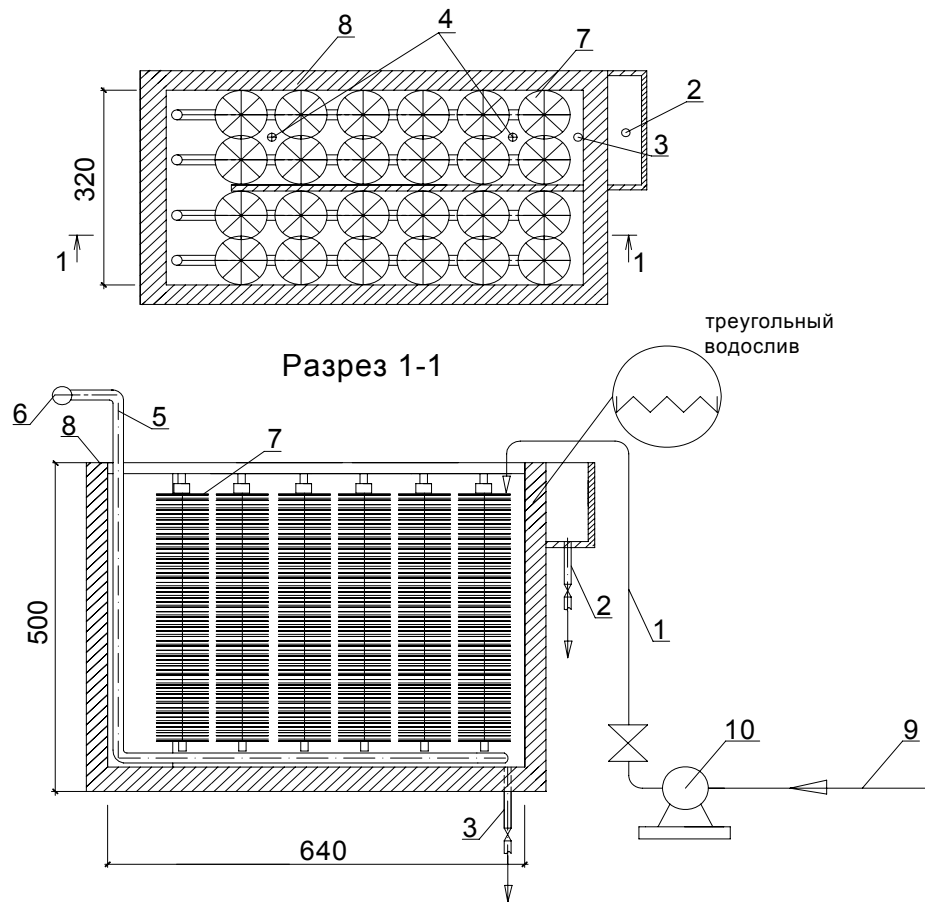


Рис. 2. Полупроизводственная установка доочистки биологически очищенных сточных вод:  
 1 - подача исходной воды; 2 - фильтрат; 3 - сброс осадка; 4 - эрлифт; 5 - подача воздуха;  
 6 - трубка от воздуходувной станции; 7 - ершовая загрузка; 8 - корпус;  
 9 - сточная вода из вторичных отстойников; 10 - насос

количеств органических веществ, скорости движения жидкости [2].

В период между регенерациями ершовой насадки от накапливаемых частиц минерализованного ила постепенно доступ кислорода к внутренним слоям волокон ухудшается и там возникает анаэробноз. Сигналом к проведению регенерации служит повышение содержания нитритов в очищенной сточной жидкости и поведение гидробионтов. Моллюски начинают перемещаться на стенки резервуара, где кислородный режим более благоприятен.

Из результатов исследований следует, что фильтры - биореакторы доочистки сточных вод должны быть, по меньшей мере, двухступенчатыми.

Первая ступень доочистки предназначена для улавливания основной массы активного ила, выносимого из вторичных отстойников. На этой ступени должны активно протекать процессы хищничества, глубокой минерализации клеточного вещества бак-

терий и простейших, входящих в состав активного ила. На первой ступени доочистки желательное использование моллюсков – активных минерализаторов, доводящих зольность фекалий до 63-67 %.

Вторая ступень доочистки предназначена для глубокого удаления из очищаемых стоков минерализованных взвесей, а также завершения процессов нитрификации аммонийного азота [2].

Продолжительность пребывания стоков в первой ступени доочистки должна быть не менее 0,5 ч, столько же времени достаточно и для второй ступени [2].

Кроме того, на стадии доочистки непрерывно протекает процесс нитрификации азота аммония, поэтому содержание растворенного в воде кислорода нужно поддерживать на уровне не менее  $4 \text{ мг O}_2/\text{л}$ .

На рис. 3 приведены значения остаточных количеств взвесей на ершовой насадке при барботаже с интенсивностью  $10 - 12 \text{ л/с}\cdot\text{м}^2$  до указанного на графике

времени, а затем одновременно продолжении барботаж и быстрого опорожнения биореактора от воды.



Рис. 3. Влияние продолжительности регенерации ершей барботажем воздухом с интенсивностью подачи воздуха 12 л/с·м<sup>2</sup> на остаточную величину взвесей на ершах

Грязеемкость ершей составляет 0,5-0,7 кг/кг насадки. Регенерация ершей от микроорганизмов и их продуктов жизнедеятельности производится водовоздушной промывкой и назначается по выносу взвесей с осветленной водой и появлению повышенного количества нитритов в очищенной воде, а также при явном проявлении угнетения жизнедеятельности гидробактерий. Интенсивность барбота-

жа воздухом жидкости в биореакторе принимается 10-12 л/с·м<sup>2</sup> [3].

После 3-5 минут барботажа производят опорожнение резервуара биореактора, не прекращая подачи воздуха в барботеры регенерации. Регенерация производится один раз в неделю, задолго до исчерпания грязеемкости и без полного опорожнения объема резервуара биореактора от воды.

Объем биореактора обычно достаточен часовому притоку расчетного часового расхода стоков, а насадка занимает в нем не более 70 % объема [3].

В биореакторах блока доочистки по двум ступеням осуществляется окисление органических загрязнений, стабилизация биомассы живых микроорганизмов, фильтрация сточных вод и извлечение из нее взвешенных веществ.

Из полученных литературных данных выявлена целесообразность размещения ершей с 20 %-й подшерсткой.

На основании обработки экспериментальных данных по исследованию эффективности работы фильтров доочистки с ершовой загрузкой приведена табл. 1.

Таблица 1

Результаты эксплуатации фильтра-биореактора по доочистке сточных вод

Показатель состава сточных вод	Значения показателя		
	после вторичного отстойника	после фильтра-биореактора	предельно допустимые концентрации (ПДК)
Взвешенные вещества, мг/л	7,0-14,0	0,5-2,6	Фон+0,25
БПК <sub>полн</sub> , мгО <sub>2</sub> /л	6,0-18,0	1,6-4,0	До 3
Растворенный кислород	3,2-3,7	6,5-8,0	До 4
Азот аммонийный, мг(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )/л	1,6-0,29	0,14-0,51	До 0,39
Азот нитритов, мг(NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )/л	0,0-0,24	0,02-0,07	До 0,02
Азот нитратов, мг(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )/л	7,6-15,9	7,5-16,0	9,1

Вывод: как следует из данных табл. 1, качество очищенной воды приближается к требованиям, предъявляемым к очищенной сточной воде, сбрасываемой в водоемы рыбохозяйственного назначения, кроме того, среднесуточные значения БПК<sub>полн</sub> и взвешенных веществ в очищенной сточной жидкости не выходили за пределы 3 мг/л.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Яковлев, С.В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов [Текст] / С.В. Яковлев, Ю.В. Воронов. – М.: АСВ, 2002. – 704 с.
2. Приходько, Л.Н. Интенсификация работы канализационных очистных сооружений прикрепленными микроорганизмами: дис. ... канд. техн. наук [Текст] / Л.Н. Приходько. – Харьков, 2000. – 166 с.
3. Куликов, Д.Н. Технология трехфазной биологической очистки городских сточных вод: дис. ... канд. техн. наук [Текст] / Д.Н. Куликов. – Ростов-на-Дону, 2009. – 150 с.

© Мурадян Ю.В., Теплых С.Ю., 2012