

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ
ХАРЬКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ

На правах рукописи

Друшляк Ольга Григорьевна

УДК 628.315.3.057.1

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ГЛУБОКОЙ
ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА АЗРИРУЕМЫХ ФИЛЬТРАХ

05.23.04 – Водоснабжение, канализация,
строительные системы охраны водных ресурсов

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Харьков -- 1994

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00777413 (Т)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ

ХАРЬКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ

На правах рукописи

Друшляк Ольга Григорьевна

УДК 628.315.9.057.1

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ГЛУБОКОЙ
ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА АЭРИРУЕМЫХ ФИЛЬТРАХ

05.23.04 - Водоснабжение, канализация,
строительные системы охраны водных ресурсов

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Харьков - 1994

Диссертацией является рукопись.

Работа выполнена в Государственном научно-исследовательском и конструкторско-технологическом институте водоснабжения и канализации, очистки природных и сточных вод, промышленной гидротехники, экологии, защиты подземных вод от загрязнения /ГосНИИУкрВОДГЕО/.

Научный руководитель - кандидат технических наук, старший научный сотрудник
КИРИЧЕНКО А.Г.

Официальные оппоненты : академик АИИ Украины, доктор технических наук, профессор КУЛИКОВ Н.И.
кандидат технических наук, старший научный сотрудник
НЕВОРОВ М.И.

Ведущая организация - Харьковский Водоканалпроект.

Защита состоится "18" января 1995 г. на заседании специализированного ученого Совета Д 02.07.01 в Харьковском государственном техническом университете строительства и архитектуры, г. Харьков - 2, ул. Сумская, 40.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Харьковского государственного технического университета строительства и архитектуры, г. Харьков - 2, ул. Сумская, 40.

Автореферат разослан "17" декабря 1994 г.

Ученый секретарь
специализированного ученого
Совета, канд. техн. наук, доцент

 Н.И. Колотило

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Загрязнение окружающей среды, в том числе - водоемов, наносит огромный ущерб здоровью людей и народному хозяйству, приводит к нарушению экологического равновесия. Один из основных источников загрязнения водоемов - сбрасываемые в них сточные воды, с которыми ежедневно поступают сотни тысяч тонн различных загрязнений, поэтому проблема очистки сточных вод и предотвращения загрязнения водоемов приобрела в последние годы исключительно важное значение.

Существующие способы очистки сточных вод не удовлетворяют возросшим требованиям, предъявляемым к качеству сточных вод, сбрасываемых в водоемы или повторно используемых в системах технического водоснабжения, и во многих случаях необходима более глубокая очистка /доочистка/ сточных вод.

В последние годы вопросу доочистки сточных вод уделяется большое внимание как в нашей стране, так и за рубежом. Одним из способов доочистки сточных вод является фильтрование через инертную зернистую загрузку. Однако применяемые конструкции фильтров: скорые, двухслойные, каркасно-засыпные, фильтры с восходящим потоком и др. - задерживают в основном взвешенные вещества и не обеспечивают требуемую степень очистки по органическим веществам и биогенным элементам. Повышение степени очистки по этим загрязнениям можно обеспечить с помощью иммобилизованных форм микроорганизмов, неизменным условием жизнедеятельности которых является аэрация загрузки. Разработанные ранее аэрируемые песчаные фильтры довольно сложны в эксплуатации и весьма чувствительны к резкому повышению концентрации взвешенных веществ в подаваемых на фильтры сточных водах. Кроме того, применяемый в

качестве загрузки этих фильтров крупнозернистый кварцевый песок - дефицитный материал, разведанные запасы которого практически полностью исчерпаны.

Исходя из этого, возникла необходимость разработки новой конструкции аэрируемых фильтров, позволяющей снизить концентрации органических и биогенных загрязнений, и повысить устойчивость их работы при повышении концентрации взвешенных веществ в подаваемых на фильтры сточных водах, а также осуществить поиск новых материалов, которые можно было бы использовать в качестве загрузки аэрируемых фильтров, что и определило выбор направления диссертационной работы.

Цель работы - разработка метода и конструкции аэрируемых фильтров с инертной загрузкой для глубокой очистки сточных вод от органических и биогенных загрязнений.

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

- определить влияние аэрации на процесс фильтрования;
- определить эффективность доочистки биологически очищенных сточных вод от нефтепродуктов, СПАВ и биогенных загрязнений на аэрируемых фильтрах с инертной зернистой загрузкой;
- определить зависимость между эффективностью доочистки и высотой и крупностью зерен загрузки фильтрующего слоя;
- определить оптимальные параметры работы аэрируемых фильтров с инертной зернистой загрузкой;
- разработать усовершенствованную конструкцию аэрируемых фильтров и определить ее преимущества по сравнению с ранее разработанными конструкциями;
- разработать рекомендации для проектирования схем

сооружений для доочистки сточных вод, в состав которых входят аэрируемые фильтры;

- определить технико-экономические показатели доочистки биологически очищенных сточных вод на аэрируемых фильтрах усовершенствованной конструкции.

Научная новизна результатов, полученных автором диссертации, состоит в следующем:

- предложено и теоретически обосновано применение фильтрования через аэрируемую зернистую загрузку для доочистки биологически очищенных сточных вод от органических и биогенных загрязнений;

- исследовано влияние аэрации на процесс фильтрования через зернистую загрузку, определены параметры работы аэрируемых фильтров, при которых не происходит "завоздушивание" загрузки;

- исследованы аэрируемые фильтры с загрузкой из гранитного щебня крупностью зерен 2-5 и 5-7 мм;

- разработана конструкция, позволяющая устранить один из основных недостатков существующих аэрируемых фильтров - неустойчивую работу при залповых концентрациях взвешенных веществ;

- разработана установка для очистки сточных вод, представляющая собой аэрируемый фильтр, конструктивно объединенный с отстойником, на которую получено авторское свидетельство об изобретении;

- разработан новый режим регенерации загрузки фильтров, позволяющий в 4-6 раз сократить расход промывной воды.

Практическая ценность работы заключается в том, что усовершенствованная конструкция аэрируемых фильтров позволяет достичь высокую степень очистки сточных вод от нефтепродуктов, СПАВ, биогенных загрязнений: азота и фосфора - и устойчива при залповом повышении содержания взвешенных веществ в подаваемых на фильтры сточных водах, предложенный режим регенерации фильтрующей загрузки позволяет сократить расход промывной воды и упростить схему блока доочистки. Разработанные аэрируемые фильтры могут применяться для доочистки биологически очищенных городских и промышленных сточных вод.

Разработаны рекомендации для проектирования схем сооружений доочистки биологически очищенных сточных вод, включающих аэрируемые фильтры усовершенствованной конструкции.

Реализация работы в промышленности. Разработанные рекомендации для проектирования аэрируемых фильтров усовершенствованной конструкции переданы институтам "Укрводоканалпроект", "Харьковский Водоканалпроект" и др. для внедрения в конкретных объектах. В Сибирском отделении института "Совзводоканалпроект" в 1989 г. выполнен проект аэрируемых фильтров со щелочной загрузкой для очистных сооружений Яшкинской птицефабрики. НПО "Крымплодмашпроект" разработал проект блока доочистки, включающего аэрируемые фильтры и отстойники, для очистных сооружений совхоз-завода "Бурляк".

Апробация работы. Материалы, изложенные в диссертационной работе, были доложены на 40-й, 41-й и 42-й научно-технических конференциях Харьковского инженерно-строительного института в 1985-1987 г.г., на конференции "Внедрение ресур-

сохраняющих малоотходных и безотходных процессов - основное направление научно-технического прогресса в области охраны природы", проведенной Уральским Домом научно-технической пропаганды в г.Свердловске в 1987 г. и на конференции "Научные основы и технология очистки природных водоемов и промышленных сточных вод от нефтепродуктов", проведенной институтом коллоидной химии и химии воды АН УССР в г.Кииве в 1990 г.

Публикации. По результатам выполненных исследований имеется 8 публикаций.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, 6 глав и выводов, изложена на 235 страницах, в том числе - 98 страниц текста, содержит 29 рисунков, 15 таблиц и 2 приложения. Список использованной литературы из IOI наименования, в том числе - 15 источников зарубежных авторов.

На защиту выносятся:

- методика и данные экспериментальных и теоретических исследований по доочистке сточных вод на аэрируемых фильтрах с загрузкой различной крупности;
- оценка влияния параметров процесса на эффективность доочистки сточных вод от органических и биогенных загрязнений;
- технологическая схема очистки биологически очищенных сточных вод, включающая аэрируемые фильтры;
- усовершенствованная конструкция аэрируемого фильтра.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе изложен обзор и анализ литературных данных по способам доочистки сточных вод, в частности, по при-

менении метода фильтрования через инертную зернистую загрузку, приведено описание различных конструкций зернистых фильтров, применяемых в нашей стране и за рубежом, отмечены особенности фильтрования биологически очищенных сточных вод и доочистки сточных вод на аэрируемых фильтрах, описание конструкции аэрируемых фильтров, опыт их проектирования, строительства и эксплуатации.

Фильтрование через инертную загрузку — один из наиболее широко применяемых методов доочистки сточных вод. При доочистке на обычных зернистых фильтрах происходит снижение концентрации взвешенных веществ и загрязнений, характеризующихся показателем БПК_ц /в основном за счет удаления взвешенных частиц/, на 70...80 и 50...60 % соответственно. Как показали исследования, проведенные Е.Г.Ракиным, Г.Н.Луценко, А.И.Дветковой, И.В.Свердловым, *R. A. Roman-Sabin* др., аэрация загрузки способствует повышению степени очистки сточных вод от органических и биогенных веществ и насыщению сточных вод кислородом. Эффективность доочистки биологически очищенных сточных вод на аэрируемых фильтрах составляет по взвешенным веществам и БПК_ц соответственно 80...90 и 75...80 %. Однако разработанные ранее аэрируемые песчаные фильтры имеют ряд существенных недостатков.

Процесс доочистки сточных вод на аэрируемых песчаных фильтрах осуществляется в две стадии:

1 - фильтрование через неаэрируемую загрузку или микро-сетку с целью частичного удаления взвешенных веществ и

2 - фильтрование через аэрируемую загрузку с целью удаления органических загрязнений и насыщения сточных вод кислородом.

Стадийность процесса доочистки усложняет схему и эксплуатацию сооружений.

Как показал опыт эксплуатации, аэрируемые фильтры с песчаной загрузкой очень чувствительны к повышению концентрации взвешенных веществ в подаваемых на них сточных водах, и при концентрации взвешенных веществ более 25 мг/л происходит заиливание фильтрующей загрузки, эффективность доочистки сточных вод резко снижается и усложняется регенерация загрузки.

Повысить устойчивость работы фильтров при залповом повышении концентрации взвешенных веществ в подаваемых на фильтры сточных водах позволяет применение загрузки с большей крупностью зерен.

Во второй главе изложены результаты исследований по определению влияния аэрации на процесс фильтрования, в частности, на изменение величины потерь напора в фильтрующем слое, условия образования воздушных пробок в толще фильтрующей загрузки, и влияния "завоздушивания" на процесс фильтрования.

Аэрация загрузки обуславливает аэробные условия по всей высоте фильтрующего слоя, что способствует повышению эффективности доочистки сточных вод, но с другой стороны, аэрация может вызвать "завоздушивание" фильтра, что приводит к ухудшению условий фильтрования.

Потери напора в фильтрующем слое при доочистке биологически очищенных сточных вод на аэрируемых фильтрах зависят от вида и состояния загрузки, скорости и направления фильтрования, интенсивности аэрации, физико-химических свойств

сточных вод, продолжительности фильтрования с начала фильтроцикла, высоты фильтрующего слоя.

С целью установления влияния основных технологических параметров процесса доочистки на аэрируемых фильтрах на величину потерь напора в фильтрующем слое были проведены лабораторные исследования, анализ результатов которых позволил вывести зависимость, характеризующую влияние скорости фильтрования и интенсивности аэрации на величину потерь напора в фильтрующем слое, и на l и высоты фильтрующего слоя:

$$H = \alpha \beta \left[\rho V^S + (\rho_2 V^{S_2} \pm \rho_0) J^{S_0} \cdot \rho_3 V^{S_3} \right],$$

где α - коэффициент, учитывающий влияние физико-химических свойств сточных вод, β - степень кольматации загрузки, ρ - коэффициент сопротивления загрузки фильтрованию без учета влияния аэрации, ρ_0 - коэффициент сопротивления загрузки потоку воздуха, S и S_2 - коэффициенты, характеризующие степень турбулентности потока сточных вод при фильтровании через неаэрируемую загрузку и при аэрации, S_0 - коэффициент, учитывающий условия движения воздуха через загрузку фильтра, ρ_2 , ρ_3 и S_3 - коэффициенты, учитывающие взаимное влияние потоков воды и воздуха, V - скорость фильтрования, м/ч, J - интенсивность аэрации, м³/м²-ч.

При фильтровании сверху, т.е. при противотоке, коэффициент ρ_0 принят со знаком "+", при фильтровании снизу - со знаком "-".

Полученное уравнение позволяет установить, при каких параметрах процесса доочистки сточных вод на аэрируемых фильтрах отрицательное влияние аэрации на процесс фильтрования будет несущественным.

При фильтровании через загрузку из гранитного щебня крупностью зерен 2-5 мм со скоростью до 7 м/ч и кинематическостью аэрации до $5 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$ аэрация приводит лишь к незначительному увеличению потерь напора. При этом сплошность фильтрующего слоя не нарушается, "завоздушивание" загрузки не наблюдается.

При фильтровании через загрузку из кварцевого песка крупностью зерен I-I,8 мм снизу вверх аэрация способствует снижению величины взвешиваемой скорости. При скоростях фильтрования, близких к взвешиваемой, нарушается сплошность фильтрующего слоя. Аэрация песчаной загрузки приводит к резкому увеличению потерь напора в фильтрующем слое.

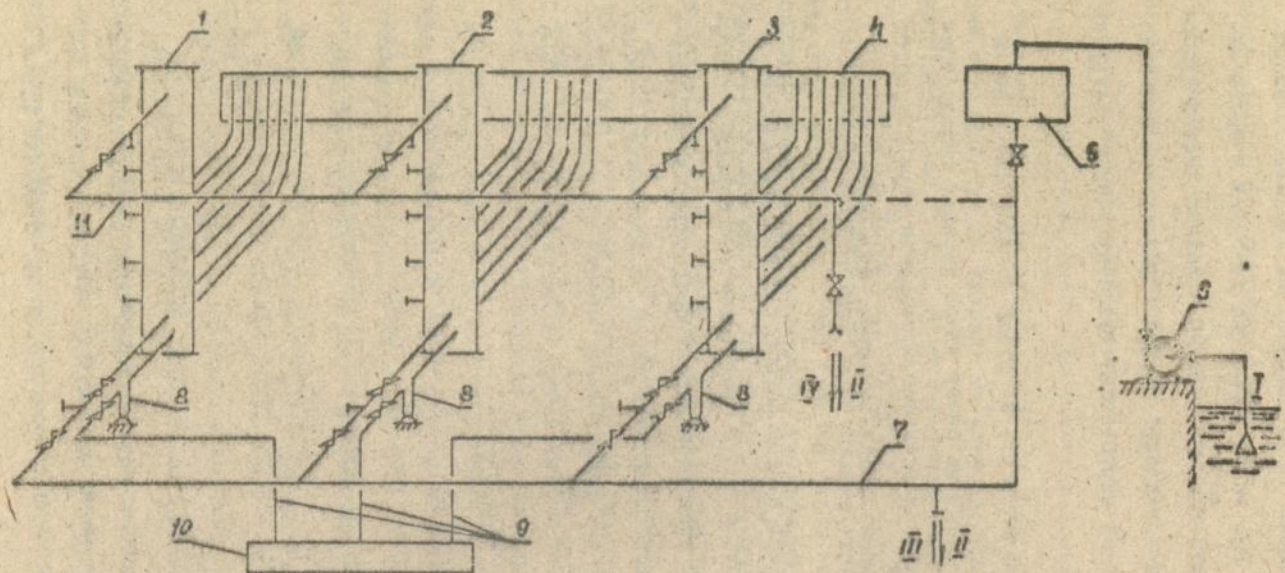
Таким образом, с точки зрения влияния аэрации на процесс фильтрования следует отдавать предпочтение фильтрам с загрузкой с большей крупностью зерен, в частности - щебня.

При фильтровании сверху вниз аэрация приводит к более существенному росту потерь напора в фильтрующем слое, чем при фильтровании снизу вверх.

В третьей главе приведены методики исследований и описание опытной установки.

Исследования были проведены на натуральных сточных водах Диканетских очистных сооружений г. Харькова на опытной установке /рис. I/, которая представляла собой фрагмент аэрируемых фильтров. Установка состояла из трех фильтрующих колонов, бака биологически очищенных сточных вод, насоса, трубопроводов подачи сточных вод и отвода фильтрата, системы подачи воздуха. Через каждые 0,25 м по высоте слоя загрузки были установлены пьезометры, а через каждые 0,5 м - патрубки для отбора проб. Патрубки для отбора проб были

Схема опытной установки



1-3 - фильтрующие колонны; 4 - пьезометрический щит; 5 - напорный бак; 6 - насос;
 7 - трубопровод подачи сточных вод; 8 - реометр; 9 - воздухопроводы; 10 - система
 подачи воздуха; 11 - трубопровод отвода фильтрата

I - биологически очищенные сточные воды; II - фильтрат; III - промывная вода;
 IV - грязная промывная вода.

Рис. I

расположены также на трубопроводах подачи сточных вод и отвода фильтрата перед и после каждой фильтрующей колонны.

Исследования были проведены на фильтрах с загрузкой из гранитного щебня крупностью зерен 2-5 /фильтр № 1/ и 5-7 мм /фильтр № 2/ и кварцевого песка крупностью зерен 1-1,8 мм /фильтр № 3/. Высота слоя загрузки щебеночных фильтров составляла 2 м, а песчаного - 1,5 м.

Подача сточных вод на аэрируемые фильтры осуществлялась снизу вверх и сверху вниз. Скорость фильтрования составляла 3-6 м/ч, интенсивность аэрации 1-3 м³/м²·ч.

При проведении экспериментальных исследований был использован метод планирования эксперимента.

В четвертой главе приведены результаты исследований процесса доочистки сточных вод на аэрируемых фильтрах, определены зависимости эффективности доочистки биологически очищенных сточных вод от основных технологических параметров процесса доочистки: скорости фильтрования, интенсивности аэрации, крупности зерен загрузки и высоты фильтрующего слоя.

При доочистке биологически очищенных сточных вод на аэрируемых фильтрах кроме величины показателей БПК и ХПК и концентрации взвешенных веществ в результате протекающих в загрузке фильтров биохимических процессов, снижается концентрация нефтепродуктов, СПАВ, аммонийного азота, но за счет процессов нитрификации возрастает концентрация нитратов /таблица/. Концентрация общего азота при этом снижается незначительно /до 17 %/.

Эффективность доочистки сточных вод по БПК₅ составляет 60...85 и 50...70, а по ХПК - 20...40 и 25...30 % при фильтровании снизу вверх и сверху вниз соответственно.

Эффективность доочистки биологически очищенных сточных вод на аэрируемых фильтрах

Вид загрязнения	Исходная концентрация, мг/л	Эффективность доочистки, проц.											
		Фильтр № 1				Фильтр № 2				Фильтр № 3			
		Номер серии опытов ¹⁾											
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Нефтепродукты	3...15 ²⁾	91	94	93	90	92	94	93	90	95	100	90	81
	1,5...8,5	85	98	85	83	85	98	85	83	81	99	77	78
СВАН	0,5...2,0	42	47	26	41	28	39	24	24	39	40	20	38
	1,2...3,0	54	56	21	31	43	54	41	24	57	60	37	52
Фосфаты	1,8...8,0	55	34	33	22	47	31	35	22	49	41	29	27
	2,5...10,0	21	5	8	7	25	9	11	7	22	11	12	4
Азот аммонийный	1,0...5,0	89	84	70	54	85	79	55	46	88	83	59	47
	3,5...9,0	100	82	55	35	87	79	53	32	100	82	41	52
Нитриты (по азоту)	0,2...2,0	55	97	-	65	-	23	-	57	-	48	-	33
	0,1...1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Нитраты (по азоту)	2,0...10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2,0...9,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1. I серия опытов была проведена при скорости фильтрования 3 м/ч и интенсивности аэрации 3 м³/м²·ч, 2 серия - при скорости фильтрования 3 м/ч и интенсивности аэрации 1 м³/м²·ч, 3 серия - при скорости фильтрования 6 м/ч и интенсивности аэрации 3 м³/м²·ч, 4 серия - при скорости фильтрования 6 м/ч и интенсивности аэрации 1 м³/м²·ч.
2. В числителе - при фильтровании снизу вверх, в знаменателе - при фильтровании сверху вниз.

Эффективность доочистки по органическим и биогенным загрязнениям на аэрируемых фильтрах значительно выше, чем при доочистке на неаэрируемых фильтрах, но при этом на 15...20 % снижается эффективность доочистки по взвешенным веществам. Выносимые из толщ фильтрующей загрузки взвешенные частицы представляют собой частицы минерализованной биопленки и обладают хорошими седиментационными свойствами. При отстаивании в статических условиях в течение 1 ч концентрация взвешенных веществ в доочищенных сточных водах снижается до 3-5 мг/л.

Концентрация нефтепродуктов, СПАВ, фосфатов, аммонийного азота, нитритов, нитратов и общего азота в доочищенных на аэрируемых фильтрах биологически очищенных сточных водах соответствует или незначительно превышает величину ПДК для воды водоемов, что позволяет сбрасывать эти воды даже в маловодные водоемы. Возможно также использование этих вод для технического водоснабжения.

Оптимальная скорость фильтрования - 3 м/ч, интенсивность аэрации - $3 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{-ч}$.

Направление фильтрования практически не влияет на эффективность доочистки по перечисленным загрязнениям.

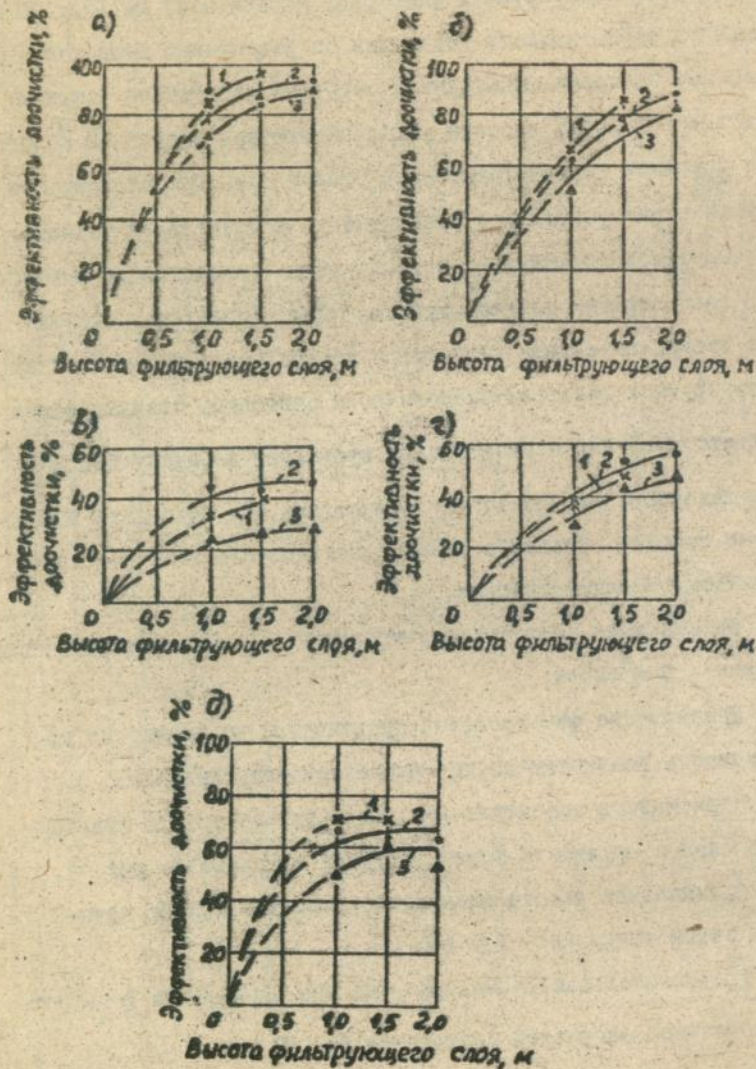
Зависимость эффективности доочистки от высоты фильтрующего слоя и крупности зерен загрузки показана на рис. 2.

Оптимальная высота фильтрующего слоя - 1,5 м, крупность зерен загрузки - 2-5 мм.

Продолжительность фильтроцикла для аэрируемых фильтров со щебеночной загрузкой составляет 8...10 сут.

Регенерация фильтрующей загрузки осуществляется восходящим потоком воды и воздуха. Интенсивность подачи промыв-

Зависимость эффективности доочистки по нефтепродуктам (а), по аммонийному азоту (б), по СПАВ (в), по фосфатам (г) и по взвешенным веществам (д) от высоты фильтрующего слоя при скорости фильтрования 3 м/ч и интенсивности аэрации $3 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$



и крупности зерен загрузки: 1 - 1,0+1,8 мм; 2 - 2+5 мм;
3 - 5+7 мм

Рис. 2

ной воды - $2,8 \text{ л/с}\cdot\text{м}^2$, интенсивность подачи воздуха - $10 \dots 15 \text{ л/с}\cdot\text{м}^2$. Продолжительность промывки $25 \dots 30$ мин. В качестве промывной воды могут быть использованы биологически очищенные сточные воды, содержащие до 20 мг/л взвешенных веществ.

Принятый режим регенерации позволяет сократить расход промывной воды с $3 \dots 5$ до $0,7 \dots 0,9 \%$ от производительности очистных сооружений и исключить из схемы блока доочистки трубопроводы подачи и отвода промывных вод, промывные насосы /или значительно снизить их производительность/.

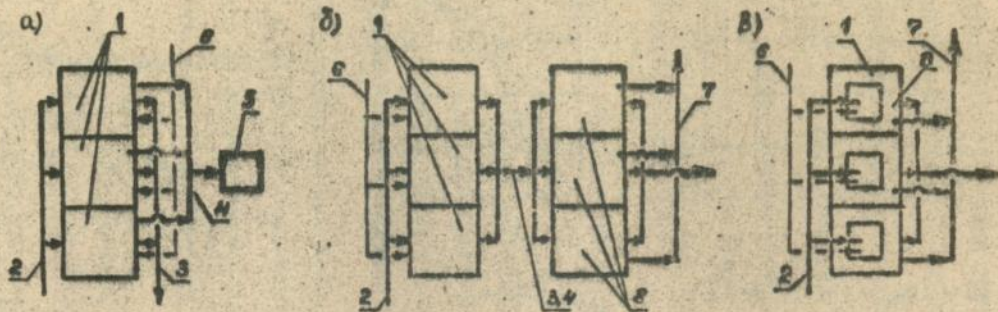
Концентрация взвешенных веществ в грязной промывной воде в начале промывки достигает $2,0 \dots 2,5 \text{ г/л}$, а в конце промывки снижается до $20 \dots 30 \text{ мг/л}$. После отстаивания в течение 30 мин концентрация взвешенных веществ в грязной промывной воде снижается до 10 мг/л .

Находящиеся на поверхности зерен загрузки микроорганизмы биопленки обладают хорошей прикрепляющей способностью и остаются после промывки фильтров, что способствует быстрому восстановлению биосорбционных процессов после регенерации.

В пятой главе приведены различные варианты компоновки блока доочистки сточных вод, включающего аэрируемые фильтры усовершенствованной конструкции, разработанные на основании результатов экспериментальных исследований, представленных в четвертой главе.

Разработаны три варианта компоновки блока доочистки сточных вод, включающих аэрируемые фильтры /рис.3/, которые могут быть применены в зависимости от требований, предъявляемых к качеству доочищенных сточных вод, и местных условий. Схема аэрируемых фильтров, конструктивно объединенных с отстойниками, показана на рис. 4.

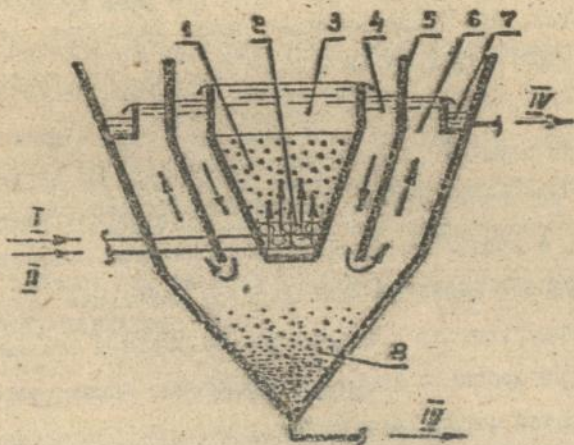
Схемы сооружений с аэрируемыми фильтрами для доочистки сточных вод



- а) фильтр без отстойника; б) фильтр с отдельно стоящим отстойником; в) фильтр, объединенный с отстойником
 1 - секция фильтра; 2 - трубопровод подачи сточных вод; 3 - трубопровод отвода фильтрата; 4 - трубопровод отвода промывной воды; 5 - приемный резервуар грязной промывной воды; 6 - трубопровод подачи воздуха; 7 - трубопровод отвода осадка; 8 - отстойник

Рис. 3

Схема аэрируемого фильтра, конструктивно объединенного с отстойником



1 - фильтрующий слой; 2 - поддерживающий слой; 3 - защитная зона; 4 - зона нисходящего потока; 5 - перегородка; 6 - зона восходящего потока; 7 - лоток; 8 - зона сбора и накопления осадка

I - исходные сточные воды; II - воздух; III - осадок; IV - очищенные сточные воды

Рис. 4

На станциях малой производительности могут применяться компактные установки, представляющие собой аэрируемые фильтры, конструктивно объединенные с отстойниками, изготовление которых может осуществляться в заводских условиях.

Применение в качестве загрузки аэрируемых фильтров гранитного щебня позволяет повысить грязесистость фильтров, а, следовательно, и продолжительность фильтроцикла, повысить устойчивость работы фильтров при залповом повышении концентрации взвешенных веществ в подаваемых на фильтры сточных водах. Гранитный щебень - дешевый, достаточно широко распространенный в нашей стране материал.

Щебеночные аэрируемые фильтры обеспечивают достаточно высокую эффективность доочистки биологически очищенных сточных вод: по БПК₅ - 80...85, по нефтепродуктам - 85...90, по СПАВ - 45...60, по аммонийному азоту 75...80, по фосфатам - 50...55, по взвешенным веществам - 60...70 или 75...80 % соответственно без отстаивания или с отстаиванием в течение 1,5 ч. Щебеночные фильтры устойчиво работают при более высокой, чем ранее разработанные песчаные аэрируемые фильтры, концентрации взвешенных веществ в подаваемых на доочистку сточных водах: до 30 мг/л. Это позволяет упростить схему блока доочистки и повысить надежность работ сооружений.

В шестой главе приведена технико-экономическая оценка доочистки биологически очищенных сточных вод на аэрируемых фильтрах усовершенствованной конструкции.

В качестве базового варианта для определения экономической эффективности доочистки сточных вод на аэрируемых фильтрах усовершенствованной конструкции приняты ранее разработанные двухъярусные аэрируемые фильтры.

Расчет основных технико-экономических показателей выполнен в ценах 1984 г.

Применение усовершенствованной конструкции аэрируемых фильтров на станции производительностью 25 тыс.м³/сут позволяет сократить расход металла - на 394,4 т, электроэнергии - на 1711,9 тыс.кВт·ч/год, численность рабочих, занятых обслуживанием сооружения, на 8 чел/год. Себестоимость доочистки 1 м³ сточных вод на этих фильтрах в 4,7 раза ниже, чем по базовому варианту.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Разработанный в результате проведенных исследований способ очистки и конструкция аэрируемых фильтров обеспечивает высокую степень очистки сточных вод. Применение этих фильтров позволит предотвратить загрязнение водоемов сточными водами.

2. Аэрация загрузки фильтров позволяет интенсифицировать процесс очистки сточных вод от органических и биогенных загрязнений, но приводит к незначительному снижению эффективности очистки по взвешенным веществам и увеличению потерь напора в фильтрующем слое.

3. При доочистке биологически очищенных сточных вод на аэрируемых фильтрах величина показателя БПК_п снижается до 3 мг/л, концентрация нефтепродуктов - до 0,3, СПАВ - до 0,5, фосфатов - до 2,0, аммонийного азота - до 1,0, взвешенных веществ - до 3...6 мг/л.

4. Оптимальные параметры процесса глубокой очистки биологически очищенных сточных вод на аэрируемых фильтрах: скорость фильтрования - 3 м/ч, интенсивность аэрации -

$3 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$, крупность зерен загрузки - $2 \dots 5 \text{ мм}$, высота фильтрующего слоя - $1,5 \text{ м}$, продолжительность межрегенерационного периода - $8 \dots 10 \text{ сут}$.

5. Предложенный способ регенерации фильтров путем одновременной подачи промывной воды и воздуха с интенсивностью $2,8$ и $10 \dots 15 \text{ л}/\text{м}^2 \cdot \text{с}$ соответственно позволяет значительно сократить энергозатраты на подачу промывной воды.

6. В процессе исследований разработана новая конструкция аэрируемых фильтров, позволяющая повысить эффективность доочистки, упростить строительство и эксплуатацию сооружений.

7. Применение новой конструкции аэрируемых фильтров на станции производительностью $25 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$ позволит сэкономить более $1,7 \text{ млн. кВт} \cdot \text{ч}$ электроэнергии и сократить себестоимость доочистки в $4,7$ раза.

8. Рекомендации для проектирования усовершенствованной конструкции аэрируемых фильтров переданы для внедрения в конкретных объектах институтам "УкрВодоканалпроект", "Харьковский Водоканалпроект" и др.

9. Разработанная конструкция аэрируемых фильтров внедрена в проектах станции доочистки сточных вод Яшкинской птицефабрики и совхоз-завода "Бурлик".

СПИСОК РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Кириченко А.Г., Друшляк О.Г. Аэрируемые фильтры для доочистки биохимически очищенных сточных вод: Информационный листок № 87-070 / Харьковская ЦНТИ, 1987.-6 с.

2. Кириченко А.Г., Друшляк О.Г. Удаление нефтепродуктов, СПАВ и биогенных загрязнений при доочистке сточных вод на аэрируемых фильтрах// Химия и технология воды. -1988. -

Т.10. - № 2. - С.151-154.

3. Друшляк О.Г., Кириченко А.Г. Доочистка сточных вод, содержащих нефтепродукты, на аэрируемых фильтрах // Химия и технология воды. - 1990. - Т.12. - № 12. - С.1121-1122.

4. Кириченко А.Г., Друшляк О.Г. Повышение эффективности очистки сточных вод от органических и биогенных загрязнений при фильтровании через аэрируемую зернистую загрузку // Методы повышения эффективности работы очистных сооружений канализации / Труды ВНИИВОДГЕО. - 1989. - С.112-118.

5. Кириченко О.Г., Друшляк О.Г. Аэровані фільтри зі щеневими завантаженням для глибокого очищення стічних вод // Гідромеліорація та гідротехнічне будівництво. - Вип.19. - Львів: Світ, 1992. - С.87-88.

6. А.с. 1355616 СССР, МКМ⁴ С 02 F 3/02. Устройство для очистки сточных вод / Кириченко А.Г., Друшляк О.Г., Севастьянов Я.И. / СССР/. - № 3933214/23-26; Заявлено 21.07.86; Опубл. 30.11.87, бвл. № 44// Открытия. Изобретения. - 1987.

7. Кириченко А.Г., Друшляк О.Г. Сравнительная характеристика фильтрующих загрузок: Рукопись / Харьковский инж.-строит. ин-т. - № 5970. - Харьков, 1985. - 3 с.

8. Кириченко А.Г., Друшляк О.Г. Влияние аэрации на процесс фильтрования при доочистке сточных вод : Рукопись / Харьковский инж. строит. ин-т. - № 6300. - Харьков, 1987. - 3 с.

АННОТАЦІЯ

Друшляк Ольга Григорьевна

Разработка и исследование метода глубокой очистки сточных вод на аэрируемых фильтрах

Рукопись диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

Специальность 05.23.04 - Водоснабжение и канализация

Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры

г. Харьков, 1994 г.

Аэрация загрузки фильтров позволяет повысить эффективность очистки по органическим и биогенным загрязнениям. Разработанные аэрируемые фильтры надежны и экономичны.

Olga G. Drushlyak

The development and investigation of a method of tertiary wastewater treatment in aerified filters

Manuscript of the thesis for a Candidate's of Technical Sciences degree

Specialized field 05.23.04 - Water service and Sewage

Kharkov State Technical University of Construction and Architecture

Kharkov, 1994

An aeration of a load in filters make it possible to raise the wastewater treatment efficiency for organic and biogenous impurities. The developed aerified filters are effective and economical.

Ключові слова:

Стічні води; забруднення - нафтопродукти, синтетичні поверхнево активні речовини, біогенні елементи; доочистка - фільтри аеровані

4562

AB 31.609