

Исследование целесообразности и эффективности применения новых прогрессивных методов в очистке хозяйственно-бытовых сточных вод на примере проекта КОСВ п. Грачёвка Оренбургской области

С.В. Шабанова, к.т.н., А.Ф. Ермохин, магистрант, С.П. Василевская, к.т.н., Е.В. Волошин, к.т.н., Р.Н. Касимов, к.т.н., ФГБОУ ВО Оренбургский ГУ

Материал и методы исследования. Для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод в посёлке Грачёвка Оренбургского района Оренбургской области необходимо использовать очистные сооружения, способные очистить воду до норм ПДК

рыбохозяйственного назначения. Технологическая схема устройства станции очистки хозяйственно-бытовых сточных вод разработана с соблюдением требований действующих правовых актов и нормативных документов, законов РФ и включает в себя следующие этапы.

Сточные воды проходят стадии: механической очистки, биологической очистки, коагуляции и осаждения ила во вторичных отстойниках, доочистки на механических и сорбционных фильтрах,

ультрафиолетового обеззараживания, обработки осадков на ленточном фильтр-прессе и обезвоживания песка.

На стадии механической очистки используется корзина в канализационной насосной станции (КНС) для задержки крупных частиц. Затем сточные воды поступают в горизонтальные песколовки с круговым движением воды. Удаление задержанных примесей здесь осуществляется в мешковые сушилки. Обезвоженный песок совместно с обезвоженным осадком и отходами из корзины вывозится на полигон ТБО. После песколовки стоки самотёком поступают в первичные вертикальные гравитационные отстойники с тонкослойным модулем (рис. 1). Отстойники имеют принципиально новое исполнение (патент на изобретение № 2398611). Они выполнены из нержавеющей стали и находятся в едином блоке ёмкостей, служат для осаждения нерастворённых и частично коллоидных загрязнений [1–3].

Эффект осветления в вертикальных отстойниках-осветлителях 60% при продолжительности отстаивания 2 часа. Встроенные тонкослойные модули позволяют осаждать более мелкодисперсные взвеси.

Очищенные в отстойнике стоки самотёком поступают в биореактор на биологическую очистку (рис. 2) [1, 2].

Вначале стоки поступают в анаэробную зону биореактора для аммонификации на бионосителе иммобилизованными и свободноплавающими микроорганизмами. Затем происходит очистка стоков в аэробной зоне (аэротенках).

В аэротенках-биореакторах смесь активного ила с очищаемой сточной жидкостью медленно движется и на всём протяжении аэрируется через систему воздухоподводящих труб и микропузырчатых дисковых титановых аэраторов для окисления органики и насыщения воды кислородом, необходимым для жизнеобеспечения микроорганизмов и удаления газообразных продуктов распада.

С целью интенсификации работы очистных сооружений использована система аэрации с применением пневматических аэраторов из спечённых порошков титана (рис. 3) [1, 2].

Основным преимуществом аэраторов из пористого металла по сравнению с фильтросными плитами и трубчатыми аэраторами является меньшее удельное сопротивление (в 3–4 раза) при меньшем размере пор (следовательно, при меньшем размере пузырьков – до 150 мкм), что позволяет уменьшить подачу воздуха на 30–50%, сократив тем самым удельные энергозатраты на аэрацию, не ухудшая качество очистки.

В ёмкости биореактора размещены кассеты с инертным бионосителем для закрепления частиц активного ила.

Бионоситель имеет пространственную спиралевидную конструкцию и изготавливается из полимерных материалов, достоинством которых является малый удельный вес, химическая стойкость, высокая удельная поверхность. Благодаря шероховатой структуре загрузка хорошо удерживает биоплёнку, которая не выносится из сооружения при залповых поступлениях сточных вод и других неблагоприятных условиях. Это позволяет создавать и поддерживать в биореакторах стабильные высокие концентрации микроорганизмов-деструкторов, повышает устойчивость системы к неравномерному режиму подачи стоков на очистку и неоднородности их качественного состава.

В результате биологической очистки получается вода прозрачная, незагнивающая, содержащая растворённый кислород и нитраты. Сооружения биологической очистки обеспечивают снижение показателей загрязнений по взвешенным веществам и по БПКполн до 3 мг/л.

Для более полного удаления соединений фосфора и осаждения ила во вторичном отстойнике предусмотрена подача раствора коагулянта Аква-Аурат 30. Подача раствора коагулянта осуществляется в биореактор перед вторичным отстойником.



Рис. 1 – Первичный отстойник



Рис. 2 – Биореактор



Рис. 3 – Дисковые титановые аэраторы

После вторичного отстойника очищенные сточные воды поступают в промежуточную ёмкость, откуда центробежным насосом подаются на доочистку на механических и сорбционных фильтрах.

Для тонкой доочистки используется блок фильтров механической и сорбционной доочистки, работающий в автоматическом режиме.

Фильтрующая система механической очистки состоит из:

- колонны;
- дистрибьютерной системы;
- загрузки из кварцевого песка;
- автоматического блока управления.

Фильтрующая система сорбционной очистки состоит из:

- колонны;
- дистрибьютерной системы;
- загрузки из активированного угля;
- автоматического блока управления.

Для обеззараживания стоков применяются УФ-обеззараживающие установки. Применение ультрафиолетового бактерицидного излучения – экологически безопасный и эффективный метод

борьбы с вирусами, бактериями, простейшими. В качестве источников УФ-излучения используются газоразрядные лампы (рис. 4). Доза ультрафиолетового облучения не менее 30 мДж/см².



Рис. 4 – УФ-обеззараживающая установка

УФ-лампы нового поколения имеют защитные кварцевые чехлы и располагаются в потоке сточной воды, обтекающей их со всех сторон. УФ-излучение применяется только для обеззараживания сточных вод, прошедших полную биологическую очистку.

Далее очищенная до норм ПДК и обеззараженная вода направляется в выпускной коллектор.

В процессе отстаивания сточных вод в отстойниках образуются большие массы осадков, способных к загниванию, поэтому их необходимо подвергать дальнейшей обработке. Для обезвоживания осадка после первичных, вторичных отстойников и био-реактора используется ленточный фильтр-пресс.

Обезвоженный осадок относится к пятому классу опасности и вывозится на полигон ТБО.

Результаты исследования. Производительность очистных сооружений рассчитана на основании справки о степени благоустройства жилой застройки п. Грачёвка, а также норм СНИП 2.04.03-85, СНИП 2.04.02-84. Расчётный срок – на период до 2025 г. Результаты расчёта приведены в таблице 1 [1–4].

1. Расчётные расходы сточных вод от населения

Объекты водоотведения	Кол-во	Нормы водоотведения, л/сут	Расходы сточных вод					
			суточный расход, м ³ /сут		часовой расход, м ³ /час		секундный расход, л/с	
			средн.	макс.	средн.	макс.	средн.	макс.
1.1 Население, проживающее в домах, оборудованных централизованными системами горячего и холодного водоснабжения, канализацией и ваннами, чел.	1780 2136	140	249,2 299	274,1 328,9	10,38 12,46	23,05 26,66	2,88 3,46	6,4 7,41
1.2 Население, проживающее в домах, оборудованных внутренним водопроводом, канализацией, ванными с газовыми нагревателями, чел.	251 1225	140	35,14 171,5	38,65 188,6	1,46 7,15	3,13 15,29	0,41 1,98	0,87 4,25
1.3 Население, проживающее в домах, оборудованных внутренним водопроводом, канализацией, без ванн, чел.	115 764	90	10,35 68,76	11,39 75,64	0,43 2,87	0,92 6,13	0,12 0,8	0,26 1,7
1.4 Население, проживающее в неканализованных районах, чел.	4340 3255	25	217 162,7	238,7 179,0	9,04 6,38	19,35 14,51	2,51 1,88	5,37 4,07
Всего по жилой застройке, чел.	6486 7380		511,7 702	562,9 772,3	21,32 29,25	45,63 62,6	5,92 8,13	12,9 17,39
Стоки местной промышленности	5%		25,58 35,1	28,14 38,61	1,07 1,46	2,28 3,13	0,3 0,41	0,65 0,87
Итого:			537,3 737,1	591 810,9	22,39 30,71	47,91 65,73	6,22 8,53	13,55 18,26

2. Предполагаемый эффект очистки сточных вод

Показатели загрязняющих веществ	Ед. изм.	Концентрация загрязнений в поступающей на очистку сточной воде	Эффективность механической очистки с первичными отстойниками		Эффективность после биологической очистки со вторыми отстойниками		Эффективность доочистки (выпуск в реку) с ультрафиолетовым обеззараживанием		ПДК _{рх} , мг/л
			%	мг/л	%	мг/л	%	мг/л	
Взвешенные в-ва	мг/л	458,45	55	206,30	95	10,32	70	3,09	10,00
pH	--/--	6,5–8,5	–	6,5–8,5	–	6,5–8,5	–	6,5–8,5	6,5–8,5
БПК полн. неосв.	--/--	528,98	30	370,28	95	18,51	85	2,78	3,00
ХПК	--/--	634,77	55	285,65	95	14,28	–	14,28	15,00
Азот аммон. солей	--/--	56,42	20	45,14	95	2,26	85	0,34	0,4
Фосфаты	--/--	23,27	–	23,27	95	1,16	98	0,17	0,2
Хлориды	--/--	63,48	–	63,48	–	63,48	–	63,48	300,00
ПАВ	--/--	17,63	40	10,58	95	0,53	80	0,08	0,1

Таким образом, принимается производительность очистных сооружений – 811 м³/сут, средний часовой расход – 30,71 м³/ч, максимальный часовой расход – 65,73 м³/ч.

В результате применения инновационных блочных систем очистки хозяйственно-бытовых сточных вод с использованием новейших разработок предполагаемый эффект очистки сточных вод повысится. Результаты расчётов эффективности очистки представлены в таблице 2 [1, 2, 5].

Разработанная технология очистки сточных вод включает следующие положения:

- температура сточных вод, поступающих на станцию в зимний период, не должна быть ниже +12°С;
- поступление сточных вод на станцию напорное;
- биологическая очистка производится пневматическим аэрированием;
- дезинфекция очищенной воды проводится ультрафиолетовым излучением.

Выводы. Использование инновационных методов в очистке хозяйственно-бытовых сточных вод населённых пунктов и абсолютно новый

подход к выбору систем очистки создаёт большие перспективы в решении актуальнейшего вопроса обезвреживания хозяйственно-бытовых сточных вод в малых и средних населённых пунктах. Использование предложенной технологии делает процесс более экологически эффективным и экономически целесообразным, открывает новые возможности для привлечения частных инвесторов к вопросу организации очистки канализационных стоков населённых пунктов.

Литература

1. НИПИЭП, ОАО (Оренбург). Системы отопления, водоснабжения, канализации. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nipiep.ru>
2. Internal regulations of «NIPIEP» from 28.04.2006 № 132-1.
3. Левин Е.В. Аппаратный тип технологического процесса при очистке сточных вод / Е.В. Левин, Р.Ф. Сагитов, А.Д. Буракаева, С.В. Шабанова // Экология и промышленность России. 2015. № 2. С. 8–12.
4. Левин Е.В. Решение проблемы очистки сточных вод при использовании аппаратного типа технологического процесса / Е.В. Левин, С.В. Шабанова, Р.Ф. Сагитов, В.А. Солопова, И.Д. Алямов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 1 (51). С. 55–57.
5. Ермохин А.Ф. Проблема очистки сточных вод системы ЖКХ в Оренбургском регионе / А.Ф. Ермохин, С.В. Шабанова, В.Ф. Куксанов, С.П. Василевская, Р.Ф. Сагитов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 4 (60). С. 201–203.