

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Е.И. БАРАНОВА, Н.В. СОЛОННИКОВА, А.С. КУЗМИНЧУК

*Кубанский государственный технологический университет,
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2;
электронная почта: zina_27@bk.ru; solnat74@mail.ru*

Под очисткой сточных вод подразумевается их обработка различными методами, с целью извлечения содержащихся в них минеральных и органических веществ, позволяющая сбрасывать эти воды в водоемы или повторно использовать для производственных и других целей. На очистных сооружениях канализаций №2 применяется механическая и биохимическая очистка, а также для ликвидации бактериального загрязнения применяется обеззараживание. Показателями эффективной работы первичных отстойников являются вторичные показатели работы песколовок, к ним относятся: процентное содержание песка, крупность песка, зольность и влажность песка в сыром осадке из первичных отстойников. Также эффективность работы отстойников оценивается по содержанию взвешенных, оседающих веществ и нефтепродуктов в поступающих в отстойник и осветленных водах. Анализ данных указывает на существенное превышение содержания загрязняющих веществ, поступающих вместе со сточными водами на очистные сооружения, в очищенной воде по сравнению с нормативом, установленным для условий сброса очищенных сточных вод в открытый водоем. По взвешенным веществам эффективность составила 86,8 %. Расчет эффективности показал, что работа очистных сооружений не эффективна, так как на выпуске сточных вод имеются превышения допустимых концентраций по взвешенным веществам 1,6 ПДК. Данную проблему можно решить с помощью установки на первичные отстойники тонкослойных блоков. Существующие радиальные отстойники дополнены тонкослойными блоками, рассчитаны геометрические параметры тонкослойных блоков. Применение тонкослойных элементов позволяет значительно сократить продолжительность отстаивания на случай максимально залповых сбросов, также тонкослойные блоки улучшили эффективность очистки на механической стадии, что позволило добиться уровня норматива допустимого сброса в контрольном створе.

Ключевые слова: сточные воды, очистка, взвешенные вещества, первичные отстойники, тонкослойные блоки.

Очистные сооружения канализаций №2 г. Краснодара предназначены для очистки, обеззараживания сточных вод и обработки осадка, поступающих от жилых районов и промышленных предприятий города Краснодара.

Под очисткой сточных вод подразумевается их обработка различными методами, с целью извлечения содержащихся в них минеральных и органических веществ, позволяющая сбрасывать эти воды в водоемы или повторно использовать для производственных и других целей.

На очистных сооружениях канализаций №2 применяется механическая и биохимическая очистка, а также для ликвидации бактериального загрязнения применяется обеззараживание.

Механическая очистка производится для выделения из сточной воды находящихся в ней нерастворенных загрязнений путем процеживания и отстаивания. Для задержания крупных загрязнений и частично взвешенных веществ применяют процеживание воды через решетки. Для выделения из сточной воды взвешенных веществ, частицы которых имеют больший или меньший удельный вес, чем удельный вес воды, применяют отстаивание. При этом тяжелые частицы осаждаются на дно под действием силы тяжести, а частицы, имеющие меньший удельный вес, чем удельный вес воды, всплывают на поверхность. Выделение из сточных вод взвешенных частиц минерального, главным образом песка, производится путем осаждения в сооружениях, называемых песколовками.

Выделение из сточных вод основной массы более мелкой взвеси, преимущественно органического характера, производится в отстойниках. Механическая очистка служит предварительной стадией перед биохимической очисткой.

Биохимические методы очистки основаны на жизнедеятельности микроорганизмов, способствующих окислению или восстановлению органических веществ, находящихся в сточных водах в виде тонких суспензий, коллоидов и в растворе.

Для биохимической очистки сточных вод в искусственных условиях применяется аэротенк-смеситель.

Для уничтожения бактериальных загрязнений сточную воду перед спуском в водоемы подвергают дезинфекции с помощью хлора.

Согласно данным расходомера – счетчика по определению количества поступающих на сооружение сточных вод подсчитано, что среднесуточный за год приток $Q_{\text{ср}}=197500 \text{ м}^3$. Максимальный суточный приток $Q_{\text{max}}=275000 \text{ м}^3$.

В соответствии с СанПиН 2.1.5.980-00 «Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод» установлено следующее качество сточных вод, сбрасываемых в реку, которое представлено в таблице 1.

Таблица 1 - Показатели качества сточных вод на сбросе очищенных вод в водоем

Показатели	Пределы нахождения загрязняющих веществ в сбрасываемой сточной воде
Плавающие примеси (вещества)	отсутствуют
Окраска	не должна обнаруживаться в столбике 20см.
Температура	не должна превышать естественную температуру водоема более чем на 5 °С.
Реакция среды (рН)	не должна выходить за пределы 6,5÷8,5.
Растворимый кислород	не менее 4,0 мг/дм ³
Токсичность воды	не должна оказывать острого действия на тест
Взвешенные вещества	15,81 мг/дм ³
Возбудители кишечных инфекций	вода не должна содержать возбудителей кишечных инфекций
Жизнеспособные яйца гельминтов	не должны содержаться в 25 мл воды
Термотолерантные колиформные бактерии	не более 100 КОЕ/100мл.
Общие колиформные бактерии	не более 1000 КОЕ /100мл
Колифаги	не более 10 БОЕ /100 мл

Сточные воды, освобожденные от крупных плавающих отбросов на решетках, поступают в песколовки, откуда подаются на первичные радиальные отстойники. Задача песколовок состоит не только в удалении минеральных примесей, включая мелкие фракции, но также в том, чтобы удалить практически чистый песок без органических примесей, накапливающихся на <http://ntk.kubstu.ru/file/1161>

нем. Удовлетворительно работающие песколовки защищают оборудование, насосы, механизмы, шнеки центрифуг и бетонные сооружения от абразивного воздействия песка. Плохо удаленный песок накапливается в сыром осадке первичных отстойников, повышает его зольность, что затрудняет выгрузку сырого осадка. Первичные отстойники выполняют следующие функции:

- осаждение взвешенных (40-70 %), плавающих (нефтепродукты, жиры) и частично органических (15-40 %) веществ, присутствующих в сточных водах;
- уплотнение осадка;
- временное хранение осадка.

При невыполнении этих функций ухудшается качество осветления, повышается вынос взвешенных веществ и снижается эффективность биологической очистки сточных вод.

В аэротенках попадание песка может приводить к засорению аэрационных элементов, увеличению зольности, а также изменению седиментационных и флокулообразующих свойств активного ила.

Изъятие из сточных вод песка и крупных минеральных примесей очень важное условие удовлетворительного функционирования активного ила. Песчинки находятся в агрегатах со взвешенными и коллоидными частицами. Эффективность удаления в процессе механической очистки токсичных веществ, присутствующих в сточных водах во взвешенном состоянии, таких, как металлы, тяжелые фракции нефтепродуктов, определяет благополучие биохимического окисления загрязняющих веществ в аэротенках.

Функция осаждения взвешенных и улавливания плавающих веществ является также защитной функцией для активного ила от воздействия на него опасных токсикантов и инертных к биохимическому окислению веществ. При нарушении процессов осаждения нерастворимых примесей и улавливания плавающих веществ происходит повышение нагрузки на активный ил, увеличивается прирост и усиливается его стрессирование присутствующими в сточных водах токсикантами.

Первичные отстойники начинают выполнять функцию песколовок, если последние работают неэффективно, что наблюдается в нашем случае.

Необходимо так отрегулировать работу первичных отстойников, чтобы избежать как перегрузки аэротенков по содержанию загрязняющих веществ, так и их недогрузки, т.е. не допустить «голодания» активного ила.

Не удовлетворительная работа очистных сооружений на стадии механической очистки приведет к частому засорению и забиванию трубопровода, что требует периодической прочистки трубопроводов и осложняет эксплуатацию очистных сооружений.

Показателями эффективной работы первичных отстойников являются вторичные показатели работы песколовок, к ним относятся: процентное содержание песка, крупность песка, зольность и влажность песка в сыром осадке из первичных отстойников. Также эффективность работы отстойников оценивается по содержанию взвешенных, оседающих веществ и нефтепродуктов в поступающих в отстойник и осветленных водах. Кроме того, вместе с частицами примесей первичные отстойники изымают, как уже отмечалось, органические вещества.

Если городские сточные воды содержат большое количество растворенных органических веществ, то снижение биологического потребления кислорода (БПК) составит 15-20 %, тогда как отстаивание производственных сточных вод (при содержании в них большого количества осаждаемых примесей, например металлов во взвешенной форме) может увеличить снижение БПК до 40-60 %. Поэтому контроль осветления сточных вод осуществляется с учетом соотношения между содержанием растворенных органических веществ и взвешенных веществ в поступающих в первичные отстойники и осветленных водах.

Соответствие параметров осветления сточных вод в первичных отстойниках проектному технологическому режиму зависит от свойств взвешенных веществ, в том числе промышленного происхождения, структуры потоков жидкости в отстойных сооружениях режима выгрузки осадка и ряда

других, менее значительные причин. В условиях производства эффект осветления может не совпадать с проектным значением, в связи с чем важно определить и устранить причину неблагоприятных воздействий.

Поскольку, сброс очищенных сточных вод осуществляется не посредственно в р. Кубань, которая в свою очередь является водоемом рыбохозяйственного значения, то за основу взяты предельно допустимые концентрации водоемов рыбохозяйственного значения.

Анализ данных, представленных в таблице 2, указывает на существенное превышение содержание загрязняющих веществ, поступающих вместе со сточными водами на очистные сооружения, в очищенной воде по сравнению с нормативом, установленным для условий сброса очищенных сточных вод в открытый водоем.

Таблица 2 – Результаты работы очистных сооружений и соответствия с нормативом допустимого сброса (НДС).

№	Код ЗВ	Наименование ингредиентов	Поступающая сточная вода, мг/дм ³	Очищенная сточная вода, мг/дм ³	
				НДС	Фактическое значение
1	61	Взвешенные вещества	197,14	16,01	26,1000
2	3	Азот аммонийный	17,6000	0,17000	2,02500
3	29	Азот нитритов	0,0010	0,01000	0,09000
4	28	Азот нитратов	51	2,50000	14,8600
5	50	Фосфаты по фосфору	2,9000	0,80000	2,47000
6	59	БПК _{полн}	140	10,8500	12,0000
7	60	Сухой остаток	694	642	658
8	52	Хлориды	81,8000	41,0000	80,5000
9	40	Сульфаты	83,6000	71,5000	82,0000
10	58	Нефтепродукты	2,2200	0,05510	0,44000
11	36	СПАВ	1,7200	0,53000	0,05700

Окончание таблицы 2

12	13	Железо общее	2,4000	0,50000	0,52000
13	53	Хром	0,0650	0,00800	0,01260
14	22	Медь	0,0430	0,00400	0,00540
15	27	Никель	0,0200	0,00350	0,00350
16	55	Цинк	0,1380	0,00540	0,00540
17	46	Фенолы	0,0066	0,00135	0,00135

Исходя из табличных данных видно, что полная очистка сточных вод не достигается (таблица 2). Таким образом, сбрасываемые в водный объект сточные воды, содержащие загрязняющие вещества, оказывают негативное влияние на данный водный объект, изменяя состав и свойства воды в нём.

Рассмотрим краткую токсикологическую характеристику загрязняющих веществ, сбрасываемых в водоем, и их воздействие на окружающую среду.

Взвешенные вещества влияют на прозрачность воды и на проникновение в нее света, на температуру, растворенные компоненты поверхностных вод, адсорбцию токсичных веществ, а также на состав и распределение отложений и на скорость осадкообразования.

Токсичность неорганических соединений можно представить в порядке убывания следующим рядом:

Нитраты > хлориды > бромиды > ацетаты > иодиды > перхлораты > сульфаты > фосфаты > карбонаты > фториды > гидроксиды > оксиды.

Особенно токсичны соли тяжелых металлов. Катионы металлов по своей токсичности значительно различаются и по убыванию их можно расположить в следующий ряд: Hg > Cd > Zn > Cu > Pb > Ni > Co > Sn > Ba > Fe > Mn > Sr > Mg > Ca.

Большинство тяжелых металлов действуют на активный ил как токсиканты, угнетая его окислительную способность.

Фенолы являются причиной хлорфенольного запаха и характерного привкуса, появляющихся при хлорировании вод.

Нефтепродукты токсически действуют на активный ил и нарушают процесс дыхания клеток ила.

Большое содержание СПАВ приводит к нарушению кислородного режима и созданию условий, неблагоприятных для развития флоры и фауны.

Биогенные элементы, попадая в водоемы в определенных концентрациях и сочетаниях друг с другом они способствуют развитию условий, угнетающих отдельные виды гидробионтов, а в некоторых случаях вызывают их гибель.

Таким образом, сравнив их токсичность и их количественное содержание (таблица 2) в очищенной воде, можно сделать вывод, что наибольшее вредное воздействие оказывают взвешенные вещества, азот нитратов, сульфаты, хлориды, фосфаты, цинк, медь, нефтепродукты. Но наибольший вклад в загрязнение водного объекта вносят взвешенные вещества.

Превышение взвешенных веществ почти в два раза показывает, что механическая очистка не эффективна. Следовательно, на данной стадии идёт нарушение процесса либо из-за неправильной эксплуатации сооружений, например, не правильно подобрана скорость движения сточных вод в песколовках, вследствие этого большой вынос взвешенных веществ, что влечет за собой и снижение эффективности первичных отстойников, либо из-за неисправностей в конструкции очистных сооружений, вследствие их большого срока эксплуатации.

Исходя из этого, можно утверждать, что необходима реконструкция первичных отстойников, которые на данный момент выполняют, частично, работу песколовок. Но, так как, полная их замена экономически не возможно, то в качестве инженерного мероприятия предлагаю установить тонкослойные блоки, которые повысят эффективность очистки на первичных отстойниках.

Для решения вопроса об эффективности работы очистных сооружений и окончательного принятия решения по инженерному мероприятию рассчитали имеющуюся эффективность. По взвешенным веществам эффективность составила 86,8 %. Расчет эффективности показал, что работа очистных сооружений не эффективна, так как на выпуске сточных вод имеются

превышения допустимых концентраций по взвешенным веществам 1,6 ПДК, по нефтепродуктам - 8,8 ПДК, по БПК – 2,4 ПДК.

В настоящее время нет возможности изыскать средства на большие капитальные вложения. Данную проблему можно решить с помощью установки на первичные отстойники тонкослойных блоков [1], как временного мероприятия, до строительства песколовок.

При дополнении существующих радиальных отстойников тонкослойными блоками, когда известны геометрические размеры отстойника и его производительность, расчетными параметрами являются длина пластины в блоке $L_{\text{бл.}}$, высота блока $H_{\text{бл.}}$ и число ярусов в блоке $n_{\text{бл}}$ [2].

В результате расчетов определены геометрические параметры тонкослойных блоков:

длина пластин в блоке $L_{\text{бл.}} = 1,75$ м.

высота блока $H_{\text{бл.}} = 2,2$ м.

количество ярусов в блоке $n_{\text{яр.}} = 32$ яруса.

Применение тонкослойных элементов позволяет значительно сократить продолжительность отстаивания, на случай максимально залповых сбросов, также тонкослойные блоки улучшили эффективность очистки на механической стадии, что позволило добиться уровня НДС в контрольном створе. Количество задержанных взвешенных веществ и эффективность очистки представлены в таблице 3

Таблица 3 - Количество задержанных взвешенных веществ и эффективность после инженерного мероприятия

Приёмная камера	Решётка	Песколовка мг/дм ³	Отстойники мг/дм ³	Биохими-я очистка мг/дм ³	Сброс в реку мг/дм ³
197,14	0,3-0,4 м ³ /сут	165,6	61,38	16,01	16,01
Эффектив- ность, %	-	16	68,86	73,92	90,8

После внедрения тонкослойных блоков наблюдается увеличение эффективности по задержанию взвешенных веществ с 86,76 до 90,8 % и как следствие – соблюдение НДС веществ в поверхностный водоем, что не ведет к ухудшению состояния качества воды водного объекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шмидт Б.Б. Совершенствование процессов отстаивания нефтепромысловых сточных вод // Химия и технология воды. 1990. Т. 12, № 8. С. 745–747.

2. Справочное пособие к СНиП 2.04.03-85 Строительные нормы и правила. Канализация. Наружные сети и сооружения.

REFERENCES

1. Shmidt B.B. Sovershenstvovanie protsessov otstaivaniya neftepromyslovykh stochnykh vod // Khimiya i tekhnologiya vody. 1990. T. 12, № 8. S. 745–747.

2. Spravochnoe posobie k SNIp 2.04.03-85 Stroitelnye normy i pravila. Kanalizatsiya. Naruzhnye seti i sooruzheniya.

INCREASE OF LEVEL OF ECOLOGICAL SAFETY OF TREATMENT FACILITIES

E.I. BARANOVA, N.V. SOLONNIKOVA, A.S. KUZMINCHUK

*Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072,
e-mail: zina_27@bk.ru; solnat74@mail.ru*

Sewage treatment is meant as their handling by various methods, for the purpose of extraction of the mineral and organic substances containing in them, allowing to dump these waters in reservoirs or to reuse for production and other purposes. On treatment facilities of sewerages No. 2 mechanical and biochemical cleaning is applied, and also disinfecting is applied to liquidation of bacterial pollution. Indicators of effective work of primary settlers are secondary indicators of operation of sand traps, to them concern: percentage of sand, fineness of sand, an ash-content and humidity of sand in a crude deposit from primary settlers. Also overall performance of settlers is estimated on content of the weighed, accumulating substances and oil products in the waters arriving in a settler and clarified. The analysis of data specifies essential excess content of the polluting substances arriving together with sewage on treatment facilities in the purified water in comparison with the standard rate

established for conditions of dumping of the purified sewage into an open reservoir. On the weighed substances efficiency has made 86,8%. Calculation of efficiency has shown that work of treatment facilities is not effective as on release of sewage are available excess of admissible concentration on the weighed substances of 1,6 maximum concentration limits. This problem can be solved with the help of installation on primary settlers of thin layer blocks. The existing radial settlers are added with thin layer blocks, geometrical parameters of thin layer blocks are calculated. Application of thin layer elements allows to reduce considerably upholding duration, by a case of the most volley dumpings, also thin layer blocks have improved efficiency of cleaning at a mechanical stage that has allowed to achieve the level of the standard rate of admissible dumping in a control alignment.

Key words: sewage, cleaning, the weighed substances, primary settlers, thin layer blocks.