

## Исследование эффективности очистки хозяйственно-бытовых сточных вод города Оренбурга

*А.А. Шайхутдинова, к.т.н., В.Ф. Куксанов, д.м.н., А.Н. Князева, магистрант, ФГБОУ ВО Оренбургский ГУ*

Предприятия жилищно-коммунального хозяйства являются основными источниками поступления загрязнённых сточных вод в поверхностные водные объекты.

65% водных объектов, предназначенных для питьевого водоснабжения, не отвечают требованиям Госстандарта для источников централизованного водоснабжения. В результате не представляется возможным обеспечить требуемое качество питьевой воды по разным показателям качества и около половины населения Российской Федерации ис-

пользуют для питья воду, которая не соответствует гигиеническим требованиям [1].

Следует отметить, что используемые технологии обработки воды недостаточно эффективны вследствие повышенного загрязнения источников водоснабжения. На эффективность водоподготовки на многих водоочистных станциях оказывают негативное влияние недостаток реагентов, гидравлическая перегруженность и малый уровень оснащённости приборами контроля и автоматики. В таких условиях водопроводные сооружения не могут обеспечивать надёжную подготовку и подачу жителям воды требуемого качества для питьевых целей.

Ситуация осложняется тем, что большая часть сети водоснабжения подвержена коррозионным процессам и обрастаниям на внутренней поверхности водоводов, что приводит к ухудшению качества воды в результате транспортировки её к потребителям. После использования воды в хозяйственно-бытовых целях она поступает на очистные сооружения, где после очистки сбрасывается в поверхностные водные объекты.

**Материал и методы исследования.** В пределах г. Оренбурга в реку Урал осуществляется сброс стоков городских очистных сооружений выше впадения реки Сакмары.

Цех очистных сооружений канализации г. Оренбурга расположен в Центральном районе города, на правом берегу реки Урала на расстоянии 1,1 км от места слияния с рекой Сакмарой.

Очистные сооружения канализации (ОСК) предназначены для очистки городских (смесь производственных и хозяйственно-бытовых) сточных вод г. Оренбурга методом полной биологической очистки. ОСК были спроектированы в две очереди суммарной производительностью 300 тыс. м<sup>3</sup>/сут согласно проекту реконструкции очистных сооружений. Проектная мощность первой очереди составляет 171,5 тыс. м<sup>3</sup>/сут, второй — 128,5 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Фактическая производительность ОСК города за последние пять лет в среднем составляет 177 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Режим работы очистного сооружения круглосуточный.

Сточные воды, поступающие на ОСК, классифицируются как смешанные, на долю хозяйственно-бытовых стоков приходится 85%, промышленных — 15%. Очистка сточных вод осуществляется в несколько этапов. Производственные и хозяйственно-бытовые стоки города Оренбурга поступают в приёмный резервуар городских очистных сооружений. В приёмном резервуаре происходит усреднение стоков по входящим концентрациям и неравномерному притоку сточных вод.

Далее стоки поступают на мелкопрозорные решётки для механической очистки с целью отделения от крупного мусора и отходов. Принцип действия решёток состоит в фильтрации сточной жидкости через специально сформированный слой отбросов на ступенчатых пластинах с прозором 6–8 мм.

Сточные воды после решёток самотеком направляются в горизонтальные песколовки, где происходит выделение из сточных вод крупных загрязнений минерального происхождения, например песка. Из песколовки стоки попадают в общую для двух очередей строительства распределительную чашу первичных отстойников и далее — в первичные радиальные отстойники.

Сточная вода из распределительной чаши первичных отстойников поступает в центральную часть отстойника. Выпавший осадок скребками сдвигается в приямок отстойника, из которого удаляется в метантенки при помощи насосов, установленных в расположенной рядом насосной станции сырого осадка.

Осветлённая вода поступает в круговой сборный лоток, на котором установлена переливная кромка. Плавающие вещества (жиры, нефтепродукты) удаляются с поверхности отстойников по отводящей трубе в жировой колодец. Осветлённые в первичных отстойниках сточные воды отводятся в распределительную камеру аэротенков.

Биологическая очистка сточных вод в аэротенках происходит в результате жизнедеятельности микроорганизмов активного ила, образующегося вследствие биохимических процессов в очистных сооружениях.

Перемешивание сточных вод и ила происходит с помощью воздуха в аэрируемых зонах. Воздух в аэротенки нагнетают воздуходувками. Он обеспечивает жизнедеятельность сообществ микроорганизмов, которые участвуют в биологической очистке сточных вод.

С помощью погружных смесителей в неаэрируемых зонах аэротенка осуществляется поддержание иловой смеси во взвешенном состоянии. Далее иловая смесь направляется во вторичный отстойник. Вторичный отстойник предназначен для разделения иловой смеси на активный ил и очищенную сточную воду.

Из первичных отстойников избыточный уплотнённый ил и сырой осадок направляются в метантенки, в которых происходит процесс термофильного сбраживания в анаэробных условиях. Полученный в результате сбраживания осадок перекачивается на иловые поля по илопроводу. После вторичных отстойников очищенную сточную воду направляют на обеззараживание при помощи хлора. После обеззараживания очищенная вода сбрасывается в р. Урал.

В результате процесса очистки сточных вод образуется осадок и задерживаются отбросы:

- крупные отбросы задерживаются на решётках и удаляются в автоматическом режиме;
- песок удаляется гидроэлеватором из песколовки на песковые площадки;
- осадок из нижней части первичных отстойников удаляется с помощью насосов в метантенки, далее на иловые поля; жиры, поверхностно-активные

вещества и др. – поступают через жируловители в метантенки, далее на иловые поля;

– активный ил удаляется из нижней части вторичных отстойников илососами, значительная часть активного ила возвращается в аэротенки на следующий цикл очистки (возвратный активный ил), а часть активного ила, равная величине суточного прироста ила, отправляется на илоуплотнитель для уплотнения [2].

Исследование сточных вод канализации города Оренбурга проводили по гидрохимическим и микробиологическим показателям. Среди гидрохимических показателей определялось содержание взвешенных веществ, хлоридов, фосфатов, сульфатов, ионов аммония, нитрит- и нитрат-ионов, ионов железа, цинка, меди, АПАВ, фенолов, нефтепродуктов, сухого остатка, БПК<sub>полн.</sub>. Среди микробиологических показателей оценивали количество термотолерантных колиморфных бактерий (ТКБ), общих колиморфных бактерий (ОКБ) и колифагов [3].

**Результаты исследования.** Качественная характеристика поступающих и очищенных сточных вод приведена в таблице.

Нормативы ПДК различных веществ, утверждённые приказом Федерального агентства по рыболовству от 18 января 2010 г. № 20 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» и СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод», также приведены в таблице [4, 5].

В результате проведённого исследования по гидрохимическим показателям видно, что эффективность очистки достаточная и по большинству показателей перед сбросом в реку Урал нет превышений предельно допустимой концентрации для воды рыбохозяйственных водоёмов. Однако в результате очистки на городских очистных сооружениях концентрация фосфатов снижается в 3 раза (с 2,89 мг/дм<sup>3</sup> до 0,97 мг/дм<sup>3</sup>) при эффективности очистки 66,5%, но полученная концентрация данного загрязняющего вещества на выходе из очистных сооружений в 4,85 раза превышает ПДК, значение которого составляет 0,2 мг/дм<sup>3</sup>.

Концентрация ионов аммония в результате очистки снижается в 19,3 раза (с 37,56 мг/дм<sup>3</sup> до 1,95 мг/дм<sup>3</sup>) при эффективности очистки 94,8%, но концентрация перед выпуском в реку Урал превышает значение ПДК для воды рыбохозяйственного водного объекта в 3,9 раза, значение которого составляет 0,5 мг/дм<sup>3</sup>.

Концентрация нитрит-ионов на выходе из очистных сооружений увеличивается в 3,9 раза (с 0,14 мг/дм<sup>3</sup> до 0,53 мг/дм<sup>3</sup>). Очистка от данного загрязняющего вещества на городских очистных сооружениях не предусмотрена. На выпуске наблюдается превышение ПДК в 6,6 раза, значение которого составляет 0,08 мг/дм<sup>3</sup>.

Следует отметить, что концентрация нефтепродуктов находится на границе ПДК (0,05 мг/дм<sup>3</sup>) и составляет 0,049 мг/дм<sup>3</sup>. Концентрация меди находится на уровне значения ПДК для воды рыбохозяйственного назначения и составляет 0,001 мг/дм<sup>3</sup>.

Используемая в настоящее время технология очистки хозяйственно-бытовых сточных вод не

Качественная характеристика поступающих и очищенных сточных вод [6]

Показатель	Концентрация загрязняющих веществ на входе ОСК	Концентрация загрязняющих веществ на выходе ОСК	Эффект очистки, %	ПДК для воды рыбохозяйственных водоёмов
Гидрохимические показатели, мг/дм <sup>3</sup>				
Взвешенные вещества	165,04	10,84	93,3	–
Хлорид-ионы	167,5	157,72	5,8	300,0
Фосфат-ионы по фосфору	2,89	0,97	66,5	0,2
Сульфат-ионы	111,49	91,75	17,7	100,0
Аммоний ион	37,56	1,95	94,8	0,5
Нитрит-ионы	0,14	0,53	–	0,08
Нитрат-ионы	0,28	39,16	–	40,0
Железо общее	1,86	0,098	94,7	0,1
Ионы цинка	0,067	0,003	95,4	0,01
Ионы меди	0,033	0,001	97,0	0,001
Анионные поверхностно-активные вещества	1,86	0,094	94,8	0,1
Фенолы	0,0032	0,00029	90,8	0,001
Нефтепродукты	1,88	0,049	97,4	0,05
Сухой остаток	840,26	780,38	7,1	1000
БПК <sub>полн.</sub>	190,61	2,93	98,5	3,0
Микробиологические показатели, КОЕ/100 мл				
Термотолерантные колиморфные бактерии (ТКБ)	2,8·10 <sup>7</sup>	95	99,9	не нормируется
Общие колиморфные бактерии (ОКБ)	2,8·10 <sup>7</sup>	94	99,9	не нормируется
Колифаги	масса	отсутствие	100,0	не нормируется

позволяет обеспечивать достижение значений предельно допустимых концентраций для воды водоёмов рыбохозяйственного назначения.

Азот и фосфор относятся к числу биогенных веществ. Накопление соединений азота и фосфора в поверхностных водных объектах приводит к развитию процессов эвтрофикации. В результате эвтрофикации условия обитания гидробионтов значительно ухудшаются. Вода для забора в системы коммунального и промышленного водоснабжения, культурно-бытового и рекреационного использования воды, расположенные ниже по течению реки, становится непригодной.

Фосфор усиливает процесс усвоения растениями азота. Значительный рост водорослей приводит к эвтрофикации поверхностных водных объектов. В результате процесса эвтрофикации наблюдается повышенное развитие фитопланктона, зарослей в прибрежной зоне, водорослей, цветение воды и др. При содержании фосфора в водоёме в количестве 0,09–1,8 мг/л и нитрит-иона в количестве 0,9–3,5 мг/л наблюдается наибольший рост гидробионтов. 100 кг фитопланктона формируется за счёт 1 кг фосфора, поступающего в водоём. В толще воды усиливается анаэробный обмен, образуются сероводород, аммиак, метан, нарушаются окислительно-восстановительные процессы и возникает дефицит кислорода.

Повышенное содержание биогенных веществ в поверхностных водных объектах приводит к угнетению и гибели рыбы. Деятельность человека приводит к наступлению антропогенной эвтрофикации природных вод. Биогенные элементы, в основном азот и фосфор, поступают в водоёмы с промышленными и бытовыми стоками, со сточными водами с сельскохозяйственных угодий и т.д. Это приводит к чрезмерному развитию альгофлоры, дефициту кислорода, созданию в водоёме анаэробных условий и в конечном счёте к резкому

ухудшению качества воды. Доказательством развития процесса эвтрофикации является усиленное развитие фитопланктона.

Эвтрофированный водоём утрачивает хозяйственное и биогеоценотическое значение. Поэтому борьба за чистую воду — одна из актуальных задач всего комплекса проблемы по охране природной среды.

**Выводы.** В результате проведённого исследования видно, что вода в реку Урал в пределах городской территории Оренбурга из очистных сооружений поступает с загрязняющими веществами с превышением ПДК для водоёмов рыбохозяйственного значения в 3,9–6,6 раза по фосфору, аммонийному азоту и нитрит-ионам, в пределах значений ПДК находится содержание нефтепродуктов и ионов меди. Следовательно, необходимо снизить антропогенное влияние через изменение стоковых характеристик водных объектов и проводить мероприятия дефосфотации сточных вод.

Следует отметить, что в настоящее время накоплен большой практический и теоретический опыт по основам процессов дефосфотации хозяйственно-бытовых и хозяйственно-фекальных сточных вод животноводческих комплексов.

### Литература

1. Шабанова С.В., Куксанов В.Ф., Сагитов Р.Ф. Эффективность процесса очистки хозяйственно-бытовых сточных вод города Оренбурга // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 5. С. 193–196.
2. ООО «Оренбург Водоканал». [Электронный ресурс]. URL: <http://oren-reader.livejournal.com/2974709.html>.
3. МУК 4.2.1018-01. Санитарно-микробиологический анализ питьевой воды. Методические указания от 1 июля 2001 г. 24 с.
4. Приказ Федерального агентства по рыболовству от 18 января 2010 г. № 20 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».
5. СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод». М., 2000.
6. Система менеджмента качества. Технологический регламент очистных сооружений канализации г. Оренбурга ТР 054.01-2014. Оренбург, 2014. 135 с.