

Эффективность процесса очистки хозяйственно-бытовых сточных вод г. Оренбурга

С.В. Шабанова, к.т.н., В.Ф. Куксанов, д.м.н., ФГБОУ ВПО Оренбургский ГУ; Р.Ф. Сагитов, к.т.н., ОАО «НИПИЭП»

Основным загрязнителем водных объектов в области является жилищно-коммунальное хозяйство. Более половины очистных сооружений области не обеспечивают проектный режим очистки, отсутствует доочистка сточных вод. В водные объекты области ежегодно сбрасывается около 120 млн м³ недостаточно очищенных сточных вод, из них около 103 млн м³ (85%) поступает в реку Урал [1, 2]. Используемая в настоящее время на подавляющем большинстве очистных сооружений Оренбуржья устаревшая технология очистки и обеззараживания сточных вод не позволяет обеспечить выполнение современных санитарных нормативов.

Материал и методы исследования. В г. Оренбурге используются очистные сооружения канализации (далее — ОСК), предназначенные для полной биологической очистки и обеззараживания производственных сточных вод предприятий и организаций и хозяйственно-бытовых стоков жилого сектора и объектов социально-культурной сферы.

Они состоят из двух очередей. Суммарная проектная производительность первой и второй очередей объектов очистки составляет 300 тыс. м³/сутки. Процесс биологической очистки осуществляется при помощи активного ила в условиях аэробно-анаэробного режима. На первой стадии очистки происходит сорбция из сточных вод тонкодисперсной и растворённой

примеси органических и неорганических загрязняющих веществ микроорганизмами. На второй стадии происходит разрушение адсорбированных веществ внутри клеток микроорганизмов при протекании в них биохимических процессов окисления и восстановления.

Аэрация стоков и поддержание активного ила во взвешенном состоянии осуществляется воздухом, который подводится к аэраторам модификации «АКВА-ПРО-М» по воздуховодам от воздуходувок. Обеззараживание сточных вод, прошедших биологическую очистку, осуществляется хлорированием жидким хлором. Комплекс очистных сооружений биологической очистки, эксплуатируемый ООО «Оренбург Водоканал», с выпуском сточных вод в реку Урал расположен в Центральном административном районе, на западной окраине г. Оренбурга, на правом берегу реки Урала.

По данным производственного химико-аналитического контроля ООО «Оренбург Водоканал», сточные воды, сбрасываемые в реку Урал, оказывают негативное воздействие на качественное состояние поверхностных вод водотока [3].

Нами были отобраны пробы воды из р. Урала в трёх точках: до сброса хозяйственно-бытовых сточных вод, после сброса и непосредственно хозяйственно-бытовая сточная вода из трубы проложенных очистных сооружений. Исследование проводили в трёх параллелях. Ошибка эксперимента в пределах 24%. При проведении работы использовали стандартные методики.

Примерный химический состав сточных вод, поступающих на очистку, приведён в таблице 1 [4].

1. Показатели загрязнений сточной воды, поступающей на очистку

Показатель	Количество
Взвешенные вещества, мг/дм ³	350
БПК полн. неосветлённой жидкости, мг/дм ³	400
Азот аммонийных солей, мг/дм ³	40
Фосфаты P ₂ O ₅ , мг/дм ³	16,5
Хлориды, мг/дм ³	250
Поверхностно-активные вещества (ПАВ), мг/дм ³	12,5
pH, ед. pH	6,5–8,5
ХПК, мг/дм ³	450

Исследуемые пробы воды были проанализированы на содержание в них кислотообразующих примесей: гидрокарбонат-ионов, хлорид-ионов, ионов аммония, гидросульфид-ионов, сульфат-ионов, на содержание металлов — цинка, кальция, магния, железа, меди и взвешенных веществ. Также определялись значения pH во всех пробах воды.

Результаты исследования. Значения концентрации загрязняющих веществ приведены в таблице 2.

Значения pH в пробах воды в осенний период времени находятся в интервале от 7,2 до 8, что характеризует их преимущественно как слабощелочные. Вследствие этого на исследуемой территории будет наблюдаться относительно удовлетворительная ситуация.

По минерализации во всех исследуемых пробах складывается критическая экологическая ситуация, так как кратность превышения этого показателя составляет 1,175–1,337.

По концентрации загрязняющих веществ среди кислотообразующих приоритетными являются гидрокарбонат-ионы, концентрация которых изменяется от 537,2 до 1204,6 мг/л.

Среди металлов приоритетными являются ионы кальция, их концентрация изменяется от 48,3 до 71,3 мг/мл.

По взвешенным веществам концентрации изменяются от 180,3 до 255,87 мг/мл.

При исследовании антропогенного воздействия загрязняющих веществ на природные воды необходимым является комплексная оценка степени загрязнения воды. О химическом загрязнении воды нельзя судить по концентрации загрязняющих веществ. Поэтому степень загрязнения природных вод оценивается по коэффициенту концентрации (К) и по суммарному показателю химического загрязнения (ПХЗс) (табл. 3).

Результаты ранжирования исследуемой территории представлены в таблице 4.

В результате ранжирования, проведённого по показателю химического загрязнения (ПХЗ), следует, что территория в местах отбора проб № 2 и 3 относится к зоне с критической экологической ситуацией, так как ПХЗ находится в интервале 469,09–490,67, а место отбора проб № 1 относится к зоне экологического бедствия, так как ПХЗ равен 526,58.

Эффективность очистки хозяйственно-бытовых сточных вод представлена в таблице 5.

Таким образом, очевидно, что используемое оборудование не справляется с очисткой сточных вод. Найденная эффективность очистки составляет 35,9%, а по проекту она должна составлять 50–60%.

С 2006 г. ООО «Оренбург Водоканал» осуществляет реконструкцию очистных сооружений канализации города Оренбурга.

Всего за период с 2004 по 2012 г. затраты на реконструкцию очистных сооружений канализации составили 305,579 млн руб. И тем не менее на настоящий момент качество очищенных сточных вод не соответствует предъявляемым к ним требованиям.

Таким образом, используемая в настоящее время на подавляющем большинстве очистных сооружений Оренбуржья устаревшая технология очистки и обеззараживания сточных вод не позволяет обеспечить выполнение современных санитарных

2. Значения концентрации загрязняющих веществ, мг/л

Вещество	Класс опасности	№ и место отбора пробы		
		1 (место сброса сточных вод)	2 (р. Урал, до сброса сточных вод)	3 (р. Урал, после сброса сточных вод)
Взвешенные вещества	4	180,3	210,64	255,87
Гидрокарбонат-ионы (HCO ³⁻)	3	1204,6	537,2	567,3
Хлорид-ионы (Cl ⁻)	4	186,02	173,4	182,47
Ионы аммония (NH ⁴⁺)	4	0,89	0,57	0,66
Сульфат-ионы (SO ₄ ²⁻)	4	4,05	2,91	3,73
Кальций (Ca ²⁺)	4	60,5	48,3	71,3
Магний (Mg ²⁺)	4	37,8	44,2	45,6
Гидросульфид-ионы (HS ⁻)	2	4,055	4,22	4,42
Цинк (Zn ²⁺)	3	4,47	4,11	4,23
Медь (Cu ²⁺)	3	0,00047	0,00045	0,00052
Железо (Fe)	3	0,72	0,46	0,59
pH		7,5	7,2	8,0
Минерализация		1337	1175	1200

3. Коэффициенты концентрации загрязняющих веществ, мг/л

Вещество	ПДК для вод рыбохоз. назначения, мг/дм ³	№ и место отбора пробы		
		1 (место сброса сточных вод)	2 (р. Урал, до сброса сточных вод)	3 (р. Урал, после сброса сточных вод)
Взвешенные вещества	6,70	26,9	31,44	38,19
Гидрокарбонат-ионы (HCO ³⁻)	29,5	40,83	18,2	19,23
Хлорид-ионы (Cl ⁻)	300,0	0,62	0,56	0,61
Ионы аммония (NH ⁴⁺)	0,40	2,23	1,43	1,65
Сульфат-ионы (SO ₄ ²⁻)	100,0	0,04	0,029	0,037
Кальций (Ca ²⁺)	180,0	0,34	0,27	0,39
Магний (Mg ²⁺)	40,0	0,95	1,11	1,14
Гидросульфид-ионы (HS ⁻)	0,003	1351,7	1406,0	1473,3
Цинк (Zn ²⁺)	0,01	447,0	411,0	423,0
Медь (Cu ²⁺)	0,001	0,47	0,45	0,52
Железо (Fe)	0,1	7,2	4,6	5,9
ПХЗ	—	1878,28	1875,09	1963,97

4. Ранжирование территории, находящейся в зоне влияния ООО «Оренбург Водоканал», по показателям качества поверхностных вод

Объект исследования	pH	Минерализация (кратность превышения)	ПХЗI-II	ПХЗIII-IV
№ 1 (место сброса сточных вод)	7,5	1,337	1351,7	526,58
№ 2 (р. Урал, до сброса сточных вод)	7,2	1,175	1406,0	469,09
№ 3 (р. Урал, после сброса сточных вод)	8,0	1,200	1473,3	490,67

5. Эффективность очистки хозяйственно-бытовых сточных вод

Вещество	Концентрация до очистки	Концентрация после очистки	Эффективность очистки, %
Взвешенные вещества	250,0	180,3	27,8
Хлорид-ионы (Cl ⁻)	193,0	186,02	0,036
Ионы аммония (NH ⁴⁺)	11,20	0,89	92,0
Сульфат-ионы (SO ₄ ²⁻)	32,0	4,05	87,0
Цинк (Zn ²⁺)	5,0	4,47	0,11
Медь (Cu ²⁺)	0,00058	0,00047	18,9
Железо (Fe)	0,97	0,72	25,7
Средняя эффективность очистки			35,9

нормативов даже при существенных финансовых вложениях в её реконструкцию [5, 6].

Все современные очистные сооружения для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод предназначены для очистки большого объёма стоков и только в этом случае удельные затраты (на 1 чел.) на внедрение и реконструкцию считаются целесообразными. Аэрационные станции в основном обслуживают население больших и средних городов нашей страны. В заведомо менее выигрышном положении находятся жители мелких населённых пунктов, т.к. очистные сооружения по сути — объекты капитального строительства, строят в таких населённых пунктах в последнюю очередь — по остаточному принципу.

Кроме того, крупные очистные сооружения являются инертными к инновациям в силу высокой стоимости новых внедрений. Дешевле, проще и быстрее модернизировать очистные сооружения, рассчитанные на меньший объём очищаемых стоков.

В результате патентного поиска предлагается применять комплекс очистки сточных вод (КОСВ) аппаратного типа блочно-модульного исполнения,

сочетающий в себе баланс экономических, технологических и эстетических параметров [7].

Основная цель использования КОСВ — очистка высококонцентрированных сточных вод с БПК до 5000 мг/л и выше до норм качества воды рыбохозяйственного назначения при относительно низких капитальных и эксплуатационных затратах.

Комплекс очистки сточных вод работает следующим образом (рис.).

Выводы. Необходимо принимать меры законодательного, административного, организационного характера для стимулирования развития сектора экологических услуг по очистке сточных вод.

Следует повысить инвестиционную привлекательность экологических проектов водоочистки, что предполагает:

- полный отказ от устаревшей традиционной технологии, применение новейших технологических решений с уровнем изобретательской патентной новизны 1–5 лет для каждого технологического этапа;

- использование принципиально нового уровня качества очистных сооружений (ОС) за счёт

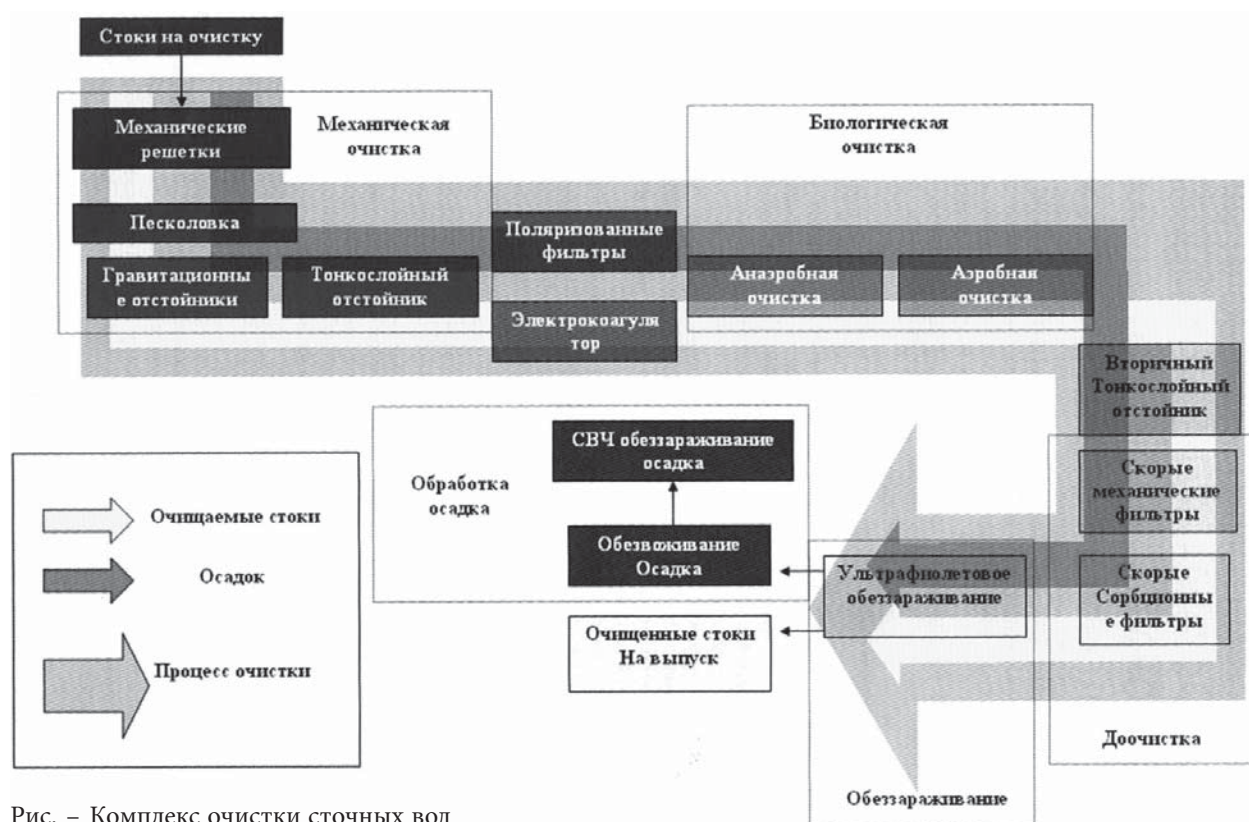


Рис. – Комплекс очистки сточных вод

отказа от использования изготовленных строительным способом технологических конструкций и применения технологических конструкций машиностроительного способа и уровня производства;

– оптимизацию процесса по экономическим параметрам;

– использование оборудования, высоко адаптированного к различному составу поступающих на очистку стоков и к различным требованиям по качеству очистки;

– использование оборудования с возможностью выбора оптимальной производительности – возможность наращивания и уменьшения производительности.

Литература

1. Шабанова С.В., Уразаева М.И. Очистка городских хозяйственно-бытовых сточных вод (на примере г. Оренбурга) // Теоретические и прикладные аспекты современной науки: сб. науч. тр. Белгород, 2014. Ч. 1. С. 202–204.

2. Костюченко К.П. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Оренбургской области в 2012 г. [Электронный ресурс]. URL: http://mpr.orb.ru/assets/files/15-022013/3/gosdoklad_2012.pdf.
3. Акт проверки управления Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзора) по Оренбургской области соблюдения ООО «Оренбург Водоканал» требований природоохранного законодательства РФ №ПН/Н-96.
4. Шабанова С.В. Состояние очистки хозяйственно-бытовых сточных вод Оренбуржья. [Электронный ресурс]. URL: <http://sibac.info/14093>.
5. Куксанов В.Ф. Экология региона: учеб. пособие [Электронный ресурс]. Мин-во образования и науки РФ, Федер. агентство по образованию, ФГБОУ ВПО Оренбургский ГУ. Электрон. текстовые дан. (1 файл: Kb). Оренбург, 2008. Adobe Acrobat Reader 5.0. Издание на др. носителе [Текст].
6. Куксанов В.Ф. Чрезвычайные ситуации и зоны экологического бедствия: учеб. пособие [Электронный ресурс] / В.Ф. Куксанов, М.Ю. Глуховская; Мин-во образования и науки РФ, Федер. агентство по образованию, ФГБОУ ВПО Оренбургский ГУ. Электрон. текстовые дан. (1 файл: Kb). Оренбург, 2008. Adobe Acrobat Reader 5. Издание на др. носителе [Текст].
7. Шабанова С.В. Решение проблемы очистки сточных вод при использовании аппаратного типа технологического процесса [Электронный ресурс]. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/reshenie-problemy-ochistki-stochnyh-vod-pri-ispolzovanii-apparatnogo-tipa-tehnologicheskogo-protssessa>.