

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Технологическая эффективность городских очистных сооружений определяется сопоставлением проектных показателей степени очистки сточных вод с фактическими. Одновременно достижение проектных и нормативных показателей возможно с выполнением правил технической эксплуатации сооружений водопроводно-канализационного хозяйства. При этом исследование эффективности работы действующих сооружений канализации проводится путем анализа и расчета технологических параметров, характеризующих нормальную работу этих сооружений.

Эффективно работающими очистными сооружениями являются сооружения, численные значения показателей качества очистки которых не превышают проектных или нормативных показателей [3].

Показатели работы очистных сооружений определялись на основании анализа представленных (среднесуточных) проб сточных вод.

Если численные значения показателей качества очистки сточных вод выше проектных или нормативных, производится оценка эффективности работы каждого отдельного сооружения, входящего в состав городских очистных сооружений, с целью установления причин отклонения показателей от проектных или нормативных, а также разработки плана мероприятий по обеспечению эффективной очистки сточных вод.

Целью выполненных научных исследований стало определение эффективности и надежности очистки сточных вод на действующих сооружениях механической и биологической очистки системы канализации г. Бреста. Для достижения поставленной цели ставились следующие задачи исследования:

- 1) на основе эксплуатационных данных действующих сооружений канализации выполнить расчет технологических параметров, характеризующих эффективность работы;
- 2) выполнить сравнение и анализ полученных значений с технологическими параметрами, характеризующими нормальную работу этих сооружений;
- 3) произвести оценку технологической эффективности работы действующих аэротенков и вторичных отстойников городских очистных сооружений.

Исследование эффективности и надежности биологической очистки сточных вод проводилось на кафедре водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов учреждения образования «Брестский государственный технический университет» и были выполнены на основе экспериментальных данных по работе аэротенков на действующих очистных сооружениях канализации г. Бреста [1, 2].

Эксплуатационные данные, которые стали основой для расчета и анализа: расход сточных вод максимальный суточный; тип аэротенков, их геометрические характеристики; расход воздуха, подаваемого в сооружения очистки; концентрации загрязняющих веществ по показателям БПК₅, ХПК, взвешенные

вещества, в поступающей и выходящей воде; концентрация кислорода в очищаемых сточных водах; параметры илового индекса и дозы активного ила.

При проведении исследований использовались технологические и математические методы на основе технических рекомендаций по расчету, разработанных НИИ коммунального водоснабжения и очистки воды Академии коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова [4], а также с учетом действующих ТНПА [7].

Анализировались параметры работы аэротенков в начальный период реконструкции 2015 – 2019 гг. с последующим сравнением их значений в период ввода в эксплуатацию дополнительных секций, а также использования технологии удаления азота и фосфора.

Исследование эффективности работы аэротенков на действующих сооружениях канализации в начальный период реконструкции

На основе эксплуатационных данных действующих сооружений канализации выполнен расчет технологических параметров, характеризующих эффективность очистных сооружений [6]. Для аэротенков вытеснителя, смесителя и аэротенка с рассредоточенным впуском воды были рассчитаны:

- 1) геометрические параметры объема и площади сооружения;
- 2) переработано БПК₅ за сутки, т/сут;
- 3) расход воздуха на кг снятой БПК₅, м³/кг, и на 1 м³ сточной воды, м³/м³;
- 4) интенсивность, м³/м²/ч, и период, ч, аэрации;
- 5) расход кислорода воздуха, м³;
- 6) нагрузка загрязнений на 1 г беззольного вещества активного ила, мг/(г·сут), по БПК₅ и по взвешенным веществам;
- 7) нагрузка на 1 м³ аэротенка по БПК₅, г/сут, (окислительная мощность);
- 8) расход электроэнергии, тыс. кВт·ч, по БПК₅.

В целом, по совокупности анализируемых эксплуатационных и расчетных параметров работы аэротенков, в начальный период реконструкции расчетные значения нагрузки на 1 м³ аэротенка по БПК₅, г/сут, входили в пределы значений технологических показателей работы аэротенков средне- и низконагружаемых, работающих на полную биологическую очистку. С учетом увеличения общего объема аэротенков в 1,4 раза (с 37728 м³ до 54578 м³), а также снижения средней суточной производительности до 82000 м³/сут, объемная нагрузка соответствует условиям работы низконагружаемых аэротенков.

С изменением качественного состава сточных вод из-за перепрофилирования ряда промпредприятий и увеличения количества предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности, с длительной эксплуатацией очистных сооружений, а также с учетом национальных и международных требований к очистке сточных вод, была начата реконструкция городских очистных сооружений, которая продолжается и в настоящее время [8].

Исследование реконструкции Брестских городских очистных сооружений, направленной на внедрение технологии глубокого удаления биогенных элементов

В настоящее время на очистных сооружениях канализации г. Бреста модернизирована механическая очистка сточных вод с установкой современного оборудования, в аэротенках реализована схема биологического удаления азота и

фосфора по Йоханнесбургскому процессу (JNB), реконструированы вторичные отстойники.

С целью установления эффективности проведенных мероприятий по реконструкции очистных сооружений были обработаны статистические данные по качественному составу сточных вод, поступающих на очистные сооружения г. Бреста и выпускаемых в водный объект после очистки за 2019, 2020 и 2021 годы. В таблице 1 представлены показатели качественного состава и эффект очистки сточных вод.

Таблица 1 – Эффективность работы очистных сооружений канализации

Год	Место отбора проб	Среднее значение показателей			Средняя концентрация загрязняющих веществ		
		ХПК _{Cr} , мгО ₂ /дм ³	БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	взвешенные вещества, мг/дм ³	аммоний-ион, мгN/дм ³	азот общий, мг/дм ³	фосфор общий, мг/дм ³
2019	вход	875,5	310,6	298,9	49,7	58,1	6,7
	выпуск	160,3	49,5	67,4	22,3	32,9	3,9
	эффект, %	82	84	77	55	43	42
2020	вход	933,2	306,9	312,9	51,7	59,2	5,9
	выпуск	69,7	17,4	18,9	16,8	24,8	3,0
	эффект, %	93	94	94	68	58	50
2021	вход	1000,3	306,3	310,3	51,0	61,0	7,2
	выпуск	53,1	10,8	15,1	7,0	9,0	1,2
	эффект, %	95	96	95	86	85	83
Норматив допустимого сброса по [2]		70	15	20	10	20	2,0

Анализ данных таблицы 1 с учетом проведенной оценки технологической эффективности работы действующих очистных сооружений [4] показывает, что в 2021 году, когда была завершена реконструкция и сооружения вышли на штатный режим работы, качество очистки по всем показателям достигло уровень требований стандартов [2]. На современном этапе эксплуатации наблюдается высокий эффект очистки сточных вод по всем показателям.

Заключение

По результатам экспериментальных и расчетных данных определена эффективность и надежность биологической очистки сточных вод на действующих очистных сооружениях канализации г. Бреста.

Произведена оценка технологической эффективности работы действующих аэротенков городских очистных сооружений по снижению показателя БПК₅, биогенных элементов: согласно нормативным показателям все аэротенки работают удовлетворительно.

Реконструкция очистных сооружений канализации г. Бреста с внедрением технологии глубокого удаления азота и фосфора позволила достичь концентраций загрязняющих веществ по азоту общему 9,0 мг/л при эффекте очистки 85 %, по фосфору общему 1,2 мг/л при эффекте очистки 83 %. Следует отметить, что обеспечение такой высокой степени очистки сточных вод возможно только при постоянном мониторинге и контроле определенных параметров сточной и очищенной воды, быстром реагировании на изменение этих параметров, грамотной эксплуатации очистных сооружений.

Список цитированных источников

1. Каперейко, Д. В. Анализ эффективности работы городских канализационных очистных сооружений / Д. В. Каперейко, А. А. Хведченя, Я. В. Полешук // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности : сб. науч. тр. по материалам IX Всероссийской (с междунар. участием) науч. техн. конф. / сост. В. В. Корунчикова, Л. С. Новопольцева; под ред. И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2022.
2. Цап, К. В. Повышение эффективности и надежности биологической очистки сточных вод на действующих аэротенках / К. В. Цап, А. И Морозова // Устойчивое развитие: региональные аспекты: сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции молодых ученых, Брест, 22–23 апреля 2021 г. / Брест. гос. техн. ун-т ; под ред. А. А. Волчека и [др.]. – Брест : БрГТУ, 2021. – 249 с.
3. Денисов, А. А. Повышение эффективности и надежности биологической очистки сточных вод / А. А. Денисов. – М. : ВНИИТЭИагропром, 1989. – 43 с.
4. Методика оценки технологической эффективности работы городских очистных сооружений канализации / Минжилкомхоз РСФСР, Минводхоз СССР. – М. : Стройиздат, 1987. – 16 с.
5. Новикова, О. К. Эксплуатация систем водоснабжения и водоотведения: учеб. пособие / О. К. Новикова; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2018. – 206 с.
6. Харьковина, О. В. Эффективная эксплуатация и расчет сооружений биологической очистки сточных вод / О. В. Харьковина. – Волгоград : Панорама, 2015. – 433 с.
7. Охрана окружающей среды и природопользование. Требования экологической безопасности: Экологические нормы и правила РБ: ЭкоНиП 17.01.06-001-2017: утв. пост. Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 18 июля 2017 г. № 5-Т.
8. Яловая, Н. П. Анализ и прогноз расходов и нагрузок сточных вод, поступающих на очистные сооружения канализации города Бреста / Н. П. Яловая, В. А. Бурко // Перспективные методы очистки природных и сточных вод : сборник статей региональной научно-технической конференции, Брест, 26 сент. 2019 г. / редкол. : С. Г. Белов [и др.]. – Брест : БрГТУ, 2019. – С. 74–76.

УДК 628.35

Каперейко Д. В., Морозова А. И.

Научные руководители: ст. преподаватель Акулич Т. И.;

к. т. н. Андреюк С. В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕФОСФОТАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД РЕАГЕНТНЫМ МЕТОДОМ

Введение

В настоящее время одной из актуальных задач при очистке сточных вод является удаление биогенных элементов. Повышенное содержание азота и фосфора в воде водных объектов приводит к их эвтрофикации. При этом фосфор оказывает преобладающее воздействие на цветение водных объектов.

В результате очистки сточных вод биологическим методом эффективность по фосфору составляет 78–80 % [1]. При этом процесс биологической очистки очень чувствительный и нестабильный, его сложно организовать при совмещении с процессами нитрификации и денитрификации [2, 3]. Применение химического удаления фосфора позволяет снижать его содержание на 95 % (до 0,5 мг/дм³).