

УДК 628.35

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ГОРОДСКИХ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ
СООРУЖЕНИЙ**

С. В. АНДРЕЮК

*Брестский государственный технический университет,
Республика Беларусь
svandreyuk@g.bstu.by*

Актуальность. В мероприятиях по повышению эффективности и надежности работы производственных и коммунальных очистных сооружений всех видов исключительно большое значение имеют систематический контроль и количественная оценка фактической эффективности и надежности работы сооружений в практических условиях эксплуатации.

Исследованиями последних лет установлено, в частности, значительное влияние конструктивных форм и режимов эксплуатации аэротенков на эффективность и надежность аэробной биологической очистки сточных вод активным илом. Под влиянием этих факторов складывается гидравлический режим потока в аэротенке, который, в свою очередь, влияет на режим питания микроорганизмов активного ила органическим субстратом, на селекцию микроорганизмов и осаждаемость активного ила.

Повышение эффективности и надежности работы действующих очистных сооружений имеет важное значение.

Особый интерес представляет реконструкция очистных сооружений, когда при относительно небольших капитальных вложениях удастся получить существенное повышение эффективности очистки и надежности работы очистных сооружений. Актуальной остается проблема эвтрофикации водоемов, решением которой является строительство новых или реконструкция действующих сооружений канализации путем внедрения технологии глубокого удаления соединений азота и фосфора.

Для обеспечения экологической безопасности водных объектов в Республике Беларусь разработаны нормативные документы, в которых установлены ПДК загрязнений в воде водных объектов, а также разработан порядок установления нормативов допустимых сбросов веществ в составе сточных вод, отводимых в водные объекты. При этом большое значение придается качеству очищенных сточных вод по соединениям азота и фосфора.

Цель работы – определение эффективности и надежности биологической очистки сточных вод на действующих очистных сооружениях канализации г. Бреста путем сопоставления проектных показателей степени очистки сточных вод с фактическими (одновременное достижение проектных и нормативных показателей возможно с выполнением правил технической эксплуатации сооружений водопроводно-канализационного хозяйства); исследование техно-логической эффективности работы действующих сооружений канализации путем анализа и расчета технологических параметров, характеризующих нормальную работу этих сооружений.

Основные результаты. Проектная производительность брестских городских очистных сооружений канализации, которые были введены в строй в шестидесятые года прошлого столетия, составляла 135000 м³/сут. Очистные сооружения были рассчитаны на полную биологическую очистку сточных вод с доочисткой на биологических прудах. В связи с увеличением нагрузки по азоту и фосфору [1], а также с введением более жестких требований по качеству очищенных сточных вод перед сбросом в водоток [2] назрела острая необходимость в реконструкции существующих очистных сооружений с реализацией в них технологии совместного удаления органических загрязнений и соединений азота и фосфора с достижением показателей качества очищенных сточных вод экологических стандартов РБ [3, 4].

При использовании технологии глубокого удаления азота и фосфора биологическим методом предполагается искусственное создание различных зон, которые по степени обеспеченности кислородом делятся на три основные: зону анаэробной обработки смеси ила и сточных вод; аноксидную зону для денитрификации; оксидную (аэробную) зону для проведения нитрификации и аэробной очистки от органических веществ (рисунок 1).

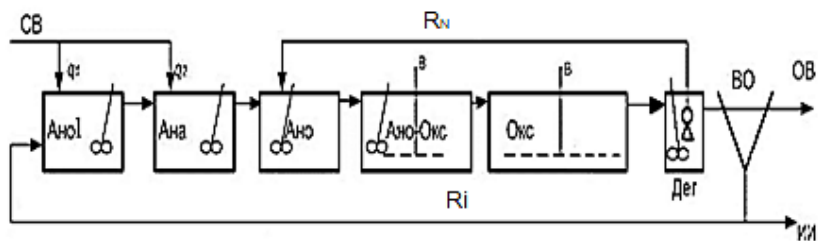


Рисунок 1 – Йоханнесбургский процесс, внедренный на Брестских очистных сооружениях канализации: Ано – аноксидная зона I; Ана – анаэробная зона; Окс – оксидная зона; Ано-Окс – переходная зона; Дег – зона дегазации; ВО – вторичный отстойник; СВ – подача сточных вод; ОВ – очищенная вода; ИИ – избыточный ил; В – подача воздуха; Ri – рециркуляция активного ила; R_N – рециркуляция иловой смеси

В мировой практике существует ряд схем сочетания анаэробных, аноксидных и оксидных зон, предложенных для глубокого удаления биогенных элементов из сточных вод. В настоящее время на очистных сооружениях канализации г. Бреста прошла модернизацию механическая очистка сточных вод с установкой современного оборудования, в аэротенках внедрена схема биологического удаления азота и фосфора по принципу Йоханнесбургского процесса (JNB) (см. рисунок 1), проведена реконструкция вторичных отстойников.

Технологией JNB предусмотрено использование нескольких функциональных зон, которые соответствуют различным режимам. Данная технология может быть реализована как при реконструкции существующих сооружений, так и при проектировании новых.

В результате теоретических и экспериментальных исследований, статистической обработки эксплуатационных данных была проведена оценка надежности и установлена эффективность проведенных мероприятий по реконструкции очистных сооружений со сравнением качественного состава сточных вод, поступающих на очистные сооружения г. Бреста и выпускаемых в водный объект после очистки за период с 2019 по 2021 гг. (таблица 1, рисунок 2).

Согласно эксплуатационным данным, в результате реконструкции обеспечивается эффект очистки по загрязняющим веществам от 81 до 96 %.

Таблица 1 – Технологические показатели работы городских очистных сооружений канализации г. Бреста в период реконструкции

Год	Место отбора проб	Значение показателей, мг/дм ³			Концентрация загрязняющих веществ, мг/дм ³		
		ХПК _{Cr}	БПК ₅	Взвешенные вещества	Аммоний-ион	Азот общий	Фосфор общий
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 очистки, %	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 очистки, %	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 очистки, %	95	96	95	86	85	83
Норматив допустимого сброса по [2]		70	15	20	10	20	2,0

Окончание таблицы 1

Год	Место отбора проб	Средняя концентрация загрязняющих веществ, мг/дм ³		
		Нефтепродукты	СПАВан	Фосфор фосфатный
2019	Вход	1,762	1,670	6,073
	Выпуск	0,504	0,462	3,532
	Эффект очистки, %	71	72	42
2020	Вход	1,783	1,723	5,530
	Выпуск	0,347	0,360	2,641
	Эффект очистки, %	81	79	52
2021	Вход	1,785	1,738	6,440
	Выпуск	0,334	0,335	1,000
	Эффект очистки, %	81	81	84

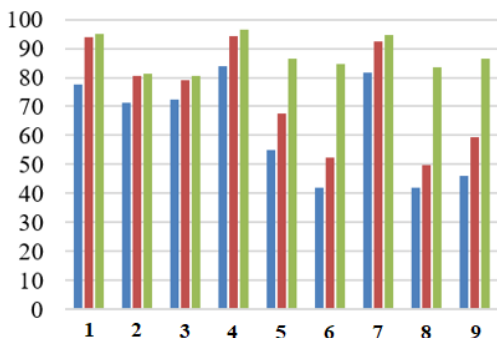


Рисунок 2 – Технологическая эффективность, %, работы очистных сооружений канализации г. Бреста по результатам реконструкции в 2019–2021 гг.:

1 – взвешенные вещества; 2 – нефтепродукты; 3 – СПАВан;
4 – БПК₅, мг О₂/л; 5 – азот аммонийный; 6 – фосфор фосфатный; 7 – ХПК_{cr}, мг О/л;
8 – фосфор общий; 9 – азот общий

Выводы. Внедряемая технология удаления азота и фосфора по Йоханнесбургскому процессу на Брестских очистных сооружениях канализации позволила в целом улучшить экологическую обстановку в городе. На современном этапе эксплуатации наблюдается высокий эффект очистки сточных вод по всем показателям.

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 %.

Процессы удаления из очищенных сточных вод биогенных элементов взаимосвязаны, поэтому при эксплуатации сооружений необходимо грамотно и качественно организовывать контроль основных параметров, чтобы

избежать нарушения технологического процесса и ухудшения эффективности очистки.

Список литературы

1 **Андреюк, С. В.** Экологическое образование и воспитание при сотрудничестве вуза с производственными организациями / С. В. Андреюк, В. А. Бурко // Экологическое образование и устойчивое развитие. Состояние, цели, проблемы и перспективы : материалы Междунар. науч.-метод. конф., 2–3 марта 2023 г., г. Минск : электронный сборник / Междунар. гос. экол. ин-т им. А. Д. Сахарова Бел. гос. ун-та. – М., 2023 – С. 131–133.

2 О нормативах допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод : постановление М-ва прир. рес. и охраны окр. среды Респ. Беларусь, 26 мая 2017 г., № 16 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: https://etalonline.by./document/?regnum=w21732141&q_id=3849986 (дата обращения: 17.01.2025).

3 **Каперейко, Д. В.** Анализ эффективности работы городских канализационных очистных сооружений / Д. В. Каперейко, А. А. Хведченя, Я. В. Полещук // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности : материалы IX Всероссийской (с международным участием) науч.-техн. конф. молодых исследователей, Волгоград, 18–23 апр. 2022 г. / М-во науки и высшего образования РФ, Волгогр. гос. техн. ун-т ; под ред. Н. Ю. Ермиловой, И. Е. Степановой. – Волгоград, 2022. – С. 40–42.

4 **Акулич, Т. И.** Эффективность схем биологического удаления фосфора и нитриденитрификации на действующих аэротенках / Т. И. Акулич, С. В. Андреюк, А. И. Морозова // Проблемы трансформации естественных ландшафтов в результате антропогенной деятельности и пути их решения : материалы Междунар. науч.-экол. конф., посвящ. Году науки и технологий / КубГАУ; сост.: В. В. Корунчикова, Л. С. Новополицева ; под ред. И. С. Белоченко. – Краснодар, 2021. – С. 422–425.

УДК 628.169:66.081

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ И РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ СИНТЕЗА И СВОЙСТВ СОРБИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ОСАДКОВ

О. Н. ГОРЕЛАЯ

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель
glesya@bsut.by*

Актуальность. Производственные и поверхностные сточные воды, содержащие в своем составе нефтепродукты и близкие к ним по свойствам масла, на сегодня остаются источником антропогенного загрязнения окружающей среды. Наиболее сложными для очистки являются остаточные концентрации нефтепродуктов. Достаточно большой опыт, накопленный для оптимального решения этой проблемы, как правило, сводится к использованию сорбционных материалов [1–3]. Основываясь на актуальности еще