

## СХЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО УДАЛЕНИЯ ФОСФОРА И НИТРИ-ДЕНИТРИФИКАЦИИ

**Морозова А. И., Зубрицкая И. В.**

*Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, irina.zubritskaya98@mail.ru*

**Научные руководители – Акулич Т. И., ст. преподаватель кафедры ВВОВР,  
Андреюк С. В., к. т. н, доцент кафедры ВВОВР**

*The schemes of wastewater treatment from biogenic elements have been investigated. The technology of deep removal of nitrogen and phosphorus, which has been introduced at the Brest wastewater treatment plant, is presented. The scheme of reconstruction of a three-corridor aeration tank is shown.*

### Введение

В настоящее время в Республике Беларусь остро стоят экологические проблемы, вызванные эвтрофикацией поверхностных водных объектов. Поступление соединений азота и фосфора со сточными водами вызывает в водных объектах массовое развитие планктона, водорослей, появление привкусов и запахов воды, нарушение кислородного режима и нормальной жизнедеятельности гидробионтов, а в некоторых случаях их гибель. Одним из способов решения проблемы эвтрофикации является внедрение технологии глубокого удаления азота и фосфора из сточных вод на городских очистных сооружениях.

На большинстве отечественных канализационных очистных сооружениях, построенных в 70–80 годах XX века, реализуется классическая схема очистки сточных вод, направленная на полное окисление органических веществ. После данных сооружений концентрация соединений азота снижается на 40 %, фосфора на 15–30 %. Однако действующими в настоящее время нормативными документами предъявляются более высокие требования к очистке сточных вод от биогенных элементов [1, 2]. В последнее время в республике на городских очистных сооружениях все чаще внедряются технологии глубокого удаления соединений азота и фосфора либо путем реконструкции действующих сооружений, либо путем строительства новых.

### Основная часть

Метод биологического удаления азота из сточных вод заключается в реализации процессов нитрификации и денитрификации. Нитрификация – окисление солей аммония сперва в нитриты, а далее нитритов – в нитраты. Денитрификация – процесс, при котором связанный кислород отщепляется от нитритов и нитратов под действием микроорганизмов и вторично расходуется для окисления органического вещества. Технология биологической дефосфотации заключается в выделении в системе биологической очистки анаэробных и аэробных зон.

При использовании технологии глубокого удаления азота и фосфора биологическим методом предполагается искусственное создание различных зон, кото-

рые 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.

В мировой практике существует ряд схем сочетания анаэробных, аноксидных и оксидных зон, предложенных для глубокого удаления биогенных элементов из сточных вод [3]. Наиболее эффективными технологическими схемами блоков биологического удаления соединений азота и фосфора из сточных вод являются: АА/О – процесс (anaerobic/anoxic/oxic), Phoredox modification, UCT процесс (University of Cape Town), процесс Modified UCT, процесс Modified Bardenpho, процесс JNB (Йоханесбургский процесс) и JNB modification. Сравнительный анализ данных схем показывает, что каждая из них имеет свои достоинства и недостатки [3].

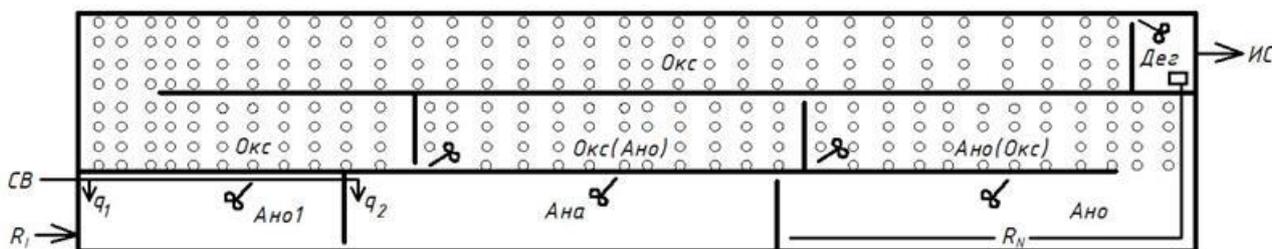
Выбор технологической схемы будет зависеть от расхода сточных вод, качества поступающих сточных вод, требований к сбросу очищенных сточных вод. Окончательный выбор осуществляется на основании технико-экономического сравнения вариантов.

Брестские городские очистные сооружения канализации были введены в эксплуатацию в 1969 году проектной производительностью 135000 м<sup>3</sup>/сут. Они обеспечивали полную биологическую очистку сточных вод с доочисткой на биологических прудах и последующим сбросом в реку Западный Буг. В последнее время произошло увеличение нагрузки на очистные сооружения по азоту и фосфору [4], а также в связи с введением более жестких нормативов по качеству очищенных сточных вод перед сбросом в водный объект возникла необходимость в реконструкции очистных сооружений. Реконструкция Брестских городских очистных сооружений направлена на внедрение технологии глубокого удаления биогенных элементов.

Анализируя качественный состав поступающих сточных вод за 2012–2018 гг. [4], следует отметить, что для него характерно низкое содержание органических веществ при высоких концентрациях загрязнений по азоту общему и фосфору общему. Отсюда следует, что соотношения БПК/ТКН и БПК:Р находятся на низких предельно допустимых значениях [3]. Анализ существующих технологических схем биологического удаления азота и фосфора с учетом указанной выше специфики состава сточных вод показал, что наиболее рациональным является схема биологического удаления азота и фосфора по Йоханесбургскому процессу (JNB). Данный процесс может быть реализован как при реконструкции существующих сооружений, так и при проектировании новых. На рисунке представлена схема реконструкции трехкоридорного аэротенка очистных сооружений канализации г. Бреста с внедрением технологии JNB.

Реализация данной технологии для биологического удаления азота и фосфора имеет ряд преимуществ. Во-первых, введение аноксидной зоны 1 (предденитрификатора) обеспечит удаление из возвратного ила растворенного кислорода и нитратов. Во-вторых, дробная подача исходной воды в предденитрификатор и анаэробную зону позволит обеспечить денитрификацию ила в предденитрификаторе, а в анаэробной зоне – обеспечит интенсивное вытеснение фосфора

из клеток бактерий. В-третьих, переходные зоны могут работать как в аноксидном, так и в аэробном режиме, в зависимости от требуемого эффекта удаления азота. В-четвертых, введение зоны дегазации, позволит выделить из иловой смеси свободный кислород перед ее рециркуляцией в аноксидную зону или подачей на вторичные отстойники. Для получения более стабильного качества очистки по фосфору дополнительно может быть внедрена реагентная обработка сточных вод.



Ано1 – аноксидная зона 1 (предденитрификатор); Ана – анаэробная зона; Ано – аноксидная зона; Окс – оксидная зона; Ано-Окс (Окс(Ано)) – переходная зона; Дег – зона дегазации; ИС – иловая смесь; СВ – подача сточных вод;  $R_i$  – рециркуляция активного ила;  $R_N$  – рециркуляция нитратсодержащей иловой смеси

Рисунок – Схема реконструкции трехкоридорного аэротенка очистных сооружений канализации г. Бреста с внедрением технологии JNB

### Заключение

Одновременная очистка сточных вод от азота и фосфора является сложным процессом, требующим мониторинга и контроля определенных параметров сточной и очищенной воды, быстрого реагирования на изменение этих параметров. Исследуемая технология глубокого удаления азота и фосфора, внедряемая на Брестских очистных сооружениях, позволит достичь установленных требований по биогенным элементам при сбросе сточных вод в водный объект.

### Список используемых источников

1. Об установлении нормативов качества воды поверхностных водных объектов : постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, 30 марта 2015 г., № 13.
2. О некоторых вопросах нормирования сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод : постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, 26 мая 2017 г., № 16.
3. Мешенгиссер, Ю. М. Ретехнологизация сооружений очистки сточных вод / Ю. М. Мешенгиссер. – М. : ООО «Издательский дом «Вокруг цвета», 2012. – 211 с.
4. 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 : сб. ст. регион. науч.-техн. конф., Брест, 26 сент. 2019 г. / Брест. гос. техн. ун-т; редкол.: С. Г. Белов [и др.]. – Брест, 2019. – С. 74–76.