

# «ВОДА» — ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

УДК 628.35

## АНАЛИЗ И ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ГЛУБОКОГО УДАЛЕНИЯ АЗОТА И ФОСФОРА ИЗ СТОЧНЫХ ВОД НА ГОРОДСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

*Акулич Т.И., Столярчук В.И., Калишук Ю.А.*

*Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, РБ*

Today there is a big need of existing waste disposal plants' reconstruction for the purpose of the removal of nitrogen and phosphorus. This article gives the analysis and chart's choice of sewage purification for nitrogen and phosphorus in the municipal treatment facilities.

### **Введение**

В большинстве городов Республики Беларусь качество городских сточных вод, поступающих на очистные сооружения, формируется качеством сточных вод населения города и промышленных предприятий, сбрасывающих сточные воды в городскую водоотводящую сеть. И если в 60-80-е годы XX-го века основную долю предприятий составляли предприятия тяжелой промышленности (приборо- и машиностроения), то в настоящее время преобладающими являются предприятия пищевой и перерабатывающей промышленности. Данные изменения отразились и на качестве сточных вод, поступающих на очистные сооружения. Если раньше наиболее характерными загрязнениями сточных вод являлись ионы тяжелых металлов, то теперь в сточных водах наблюдаются повышенные концентрации органических соединений и соединения азота и фосфора, а поступление в поверхностные водоемы большого количества азота и фосфора, приводит к их эвтрофикации.

Для обеспечения экологической безопасности водоемов в РБ разработаны нормативные документы, в которых установлены ПДК загрязнений в воде водных объектов, а также методики нормирования качества сбрасываемых сточных вод [1-4]. При этом большое значение придается качеству очищенных сточных вод по соединениям азота и фосфора.

В связи с тем, что на многих предприятиях пищевой промышленности Республики Беларусь или отсутствуют локальные очистные сооружения, или их работа недостаточно эффективна, то основную нагрузку по очистке сточных вод от органических загрязнений и биогенных элементов несут городские очистные сооружения канализации. На большинстве отечественных канализационных очистных сооружениях, построенных 20-40 лет назад, реализуется традиционная схема очистки сточных вод, позволяющая снизить концентрацию ор-

ганических веществ по БПК и концентрацию взвешенных веществ на 90%, а концентрацию азота общего и фосфора общего на 30% [5], что является недостаточным по современным условиям выпуска в водоем. Таким образом, в настоящее время назрела острая необходимость в реконструкции существующих очистных сооружений, с обеспечением в них как снижения БПК и взвешенных веществ, так и одновременного глубокого удаления соединений азота и фосфора.

### Биологическая очистка от азота и фосфора

Наиболее перспективный метод глубокого удаления биогенных элементов из сточных вод основывается на традиционной биологической очистке с сочетанием аэробных и анаэробных процессов. Реализация данного метода позволяет добиться содержания общего фосфора в очищенных водах  $1,0-1,5 \text{ мг/дм}^3$ , а содержания общего азота  $8-10 \text{ мг/дм}^3$  [5,6]. Принцип биологической очистки от азота (биологической нитри-денитрификации) и от фосфора (биологической дефосфатации) состоит в следующем:

- по технологии нитри-денитрификации аммонийный азот превращается в нитратный, а затем в молекулярный азот, отдуваемый при аэрации в атмосферу. На стадии денитрификации (биовосстановления нитратов до молекулярного азота) биоокисление органических веществ осуществляется не кислородом, а нитратами, что позволяет сократить расход азирующего воздуха и затраты на аэрацию.

- технология биологической дефосфатации заключается в выделении в системе биологической очистки анаэробных и аэробных зон. При этом в анаэробной зоне создаются условия для развития в составе активного ила фосфорнакапливающих бактерий, а в аэробных условиях фосфорные бактерии поглощают из сточной воды много фосфора в виде полифосфатов и ортофосфатов.

В настоящее время существует ряд технологических схем очистки, в которых в одном сооружении выделяется три основные зоны: аэробная, аноксидная и анаэробная, расположенные в различной последовательности [5, 6]. Одной из наиболее известных и широко применяемых в Европе, является схема очистки Phoredox (pho – фосфор, red (reduction) – снижение, ox – оксидация), позволяющая эффективно удалять соединения азота и фосфора на низконагружаемых сооружениях [5]. В этой схеме, кроме аноксидной стадии для денитрификации и аэробной стадии для снижения содержания органики и нитрификации, добавляется дополнительная анаэробная стадия с коротким периодом пребывания сточных вод. В ней создаются условия для роста и функционирования фосфорнакапливающих бактерий.

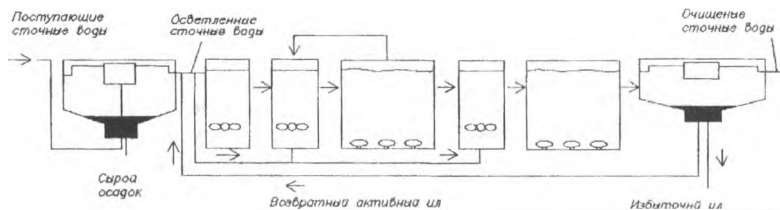


Рисунок 1 – Phoredox процесс удаления биогенных элементов

## Очистные сооружения г. Бреста

Площадка очистных сооружений г. Бреста находится на западной окраине города за пределами жилой застройки. Первая очередь очистных сооружений была принята в эксплуатацию в 1969 году, вторая – в 1981 году, третья – в 1992 году. Фактический годовой расход сточных вод на сегодняшний день составляет 38 442 000 м<sup>3</sup>/год (при среднесуточном расходе – 105 000 м<sup>3</sup>/сут). В настоящий момент бытовые сточные воды города в смеси с производственными подаются на площадку очистных сооружений, где подвергаются механической и полной биологической очистке с доочисткой на биологических прудах и отводятся в водоприемник, которым является река Западный Буг. Смесь сырого осадка из первичных отстойников и уплотненного избыточного активного ила подвергаются механическому обезвоживанию на фильтр-прессах.

В настоящее время на сооружениях реализуется традиционная схема биологической очистки, направленная на снижение концентрации органических веществ по БПК и взвешенных веществ. Анализ качества поступающих и очищенных сточных вод показал, что эффект очистки по этим показателям составляет в среднем 91%, по азоту аммонийному составляет 43%, а по фосфатам – 33%. Данные показатели свидетельствуют о неэффективном процессе очистки сточных вод и о необходимости реконструкции очистных сооружений. Цель реконструкции – интенсификация процесса очистки сточных вод по БПК и взвешенным веществам и осуществления процесса глубокого удаления соединений азота и фосфора.

Анализ существующих методов очистки и технологических схем показал, что наиболее рациональным является биологическое удаление азота и фосфора на базе традиционной биологической очистки. Данный метод может быть реализован, как при проектировании новых очистных сооружений, так и при реконструкции существующих. При этом основным элементом схемы очистки, который следует реконструировать, становится аэротенк.

Учитывая конструктивные особенности аэротенков Брестских очистных сооружений, предлагается следующая технологическая схема для реализации процесса глубокого удаления биогенных элементов (рис. 2).

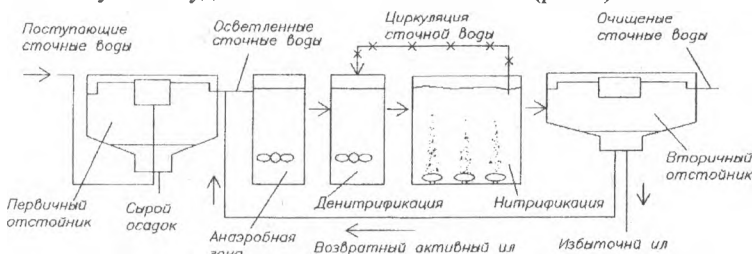


Рисунок 2 – Предлагаемая технологическая схема биологической очистки с удалением соединений азота и фосфора

По данной технологической схеме сточные воды после первичного отстойника поступают в анаэробную зону, где происходит подготовка активного ила к последующему изъятию из сточных вод фосфора (до 80-85%). В анаэробную зону поступает осветленная сточная вода и весь циркулирующий активный ил из вторичных отстойников. Далее сточные воды попадают в аноксидную зону (зону денитрификации), сюда же поступает рециркуляционный расход нитратсо-

держашей сточной воды из анаэробной зоны нитрификации. В зоне денитрификации осуществляется процесс разложения в анаэробных условиях денитрифицирующими бактериями нитратов до газообразного азота и кислорода, а также изъятие легкоокисляющихся органических веществ за счет выделившегося кислорода. В следующей зоне нитрификации происходит дальнейшая очистка от органических загрязнений, а также процесс нитрификации аммонийного азота.

Для реализации этой схемы предлагается реконструкция существующих аэротенков с выделением в них описанных выше зон. При этом необходимо соблюдать следующие технологические параметры работы: время пребывания сточных вод в анаэробной зоне – 1-3 часа, в зоне нитрификации необходимо обеспечение низкой нагрузки на активный ил 0,1-0,15 кг/(кг·сут), при дозе ила 4-6 г/л, поддержание большого возраста ила (не менее 4-5 суток) [5, 6]. Для обеспечения постоянного перемешивания иловой смеси анаэробная и аноксидная зоны оборудуется погружными мешалками, а в аэробной зоне для обеспечения необходимой интенсивности аэрации устанавливаются аэраторы с использованием кислорода 15-18% [5].

Внедрение рекомендуемой технологической схемы биологической очистки позволит снизить концентрации общего азота и общего фосфора в очищенных стоках после аэротенков до соответственно 8-10 мг/л и 4-5 мг/л, а также улучшить качество ила, стабилизировать работу аэротенков и вторичных отстойников.

### **Выводы**

В последнее время в Республике Беларусь наблюдается изменение состава городских сточных вод, поступающих на очистные сооружения, связанное с развитием в городах предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности. Сточные воды данных предприятий, сбрасываемые в городскую водоотводящую сеть, вносят дополнительные загрязнения по органическим веществам и по соединениям азота и фосфора.

Одним из методов очистки сточных вод от биогенных элементов (азота и фосфора) является биологическая очистка, реализуемая на базе традиционной биологической очистки с выделением аэробных, аноксидных и аэробных зон. Технологическая схема такой очистки представляется эффективной при реконструкции очистных сооружений г. Бреста. Данный метод очистки обеспечивает эффективность удаления общего азота и общего фосфора в среднем до 80-90%.

### **Список использованных источников**

1. О некоторых вопросах нормирования качества воды рыбохозяйственных водных объектов – Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 8 мая 2007 г. № 43/42.
2. О внесении изменений и дополнений в постановление Министерства ПР и ООС РБ и Министерства здравоохранения РБ от 08.05.2007г. №43/42. – Постановление Министерства ПР и ООС РБ и Министерства здравоохранения РБ от 24.12.2009г. №70/139.
3. Об утверждении инструкции о порядке установления нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в водные объекты. – Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 29 апреля 2008 г. № 43.
4. О внесении изменений и дополнений в постановление Министерства ПР и ООС РБ от 29.04.2008г. №43. – Постановление Министерства ПР и ООС РБ от 29.12.2009г. №71.
5. Жмур Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. – М.: АКВАРОС. 2003. – 512 с.
6. Хенце М. Очистка сточных вод: Пер с англ. / Хенце М., Армозс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э. – М.: Мир, 2004. – 480 с.