

### Список цитированных источников

1. Водные ресурсы, их использование и качество (за 2017 год): государственный водный кадастр. – Минск, 2018.
2. Долгоносков, Б.М. Сезонные изменения в распределении вероятностей показателей качества речной воды / К.А. Корчагин // Водные ресурсы. – 2014. – №1. – С.39-48.

УДК 628.358

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИК РАСЧЕТА СООРУЖЕНИЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ С ЦЕЛЬЮ УДАЛЕНИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

**Черненко Д. И.**

Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель, Республика Беларусь, [daria.chernenkova95@gmail.com](mailto:daria.chernenkova95@gmail.com)  
Научный руководитель – Новикова О. К., к.т.н., доцент.

*The article is supposed to analyze extensively used in practice methods of biological treatment facilities calculation for the purpose of deep removal of nutrients from wastewater.*

Достижение требований к качеству очистки сточных вод, в том числе и по биогенным элементам, на уровне ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения становится сегодня жесткой экономической необходимостью. В связи с этим, для предприятий, эксплуатирующих канализационные очистные сооружения, реконструкция может рассматриваться как возможность минимизировать экологические платежи и выполнить современные требования законодательства Республики Беларусь в области ВКХ.

Повсеместное внедрение технологий глубокого удаления азота и фосфора (нитриденитрификации (НД) и биологической дефосфотации (БДФ)) дает возможность не только обеспечить глубокую очистку от органических веществ, соединений азота и фосфора, но и значительно повысить энергоэффективность работы очистных сооружений. Применение технологий НД и БДФ позволяет повысить эффективность очистки по азоту и фосфору с характерных для традиционной аэробной биологической очистки 10–30 % до 60–90 % [0].

Для сравнения выбраны методики расчета азротенков представленные в ТКП 45-4.01-202-2010 «Очистные сооружения сточных вод» [0], ТКП 45-4.01-321-2018 «Канализация. Наружные сети и сооружения» [0], а также методика, предложенная российскими учеными [0]. Качественный состав очищенных сточных вод должен соответствовать требованиям [0].

### 1. ТКП 45-4.01-202-2010

Последовательность расчета азротенков с глубокой очисткой от азота и фосфора в зависимости от минимального возраста активного ила представлена в п. 7.6.17 [0]. Выбор технологической схемы, состава и типа сооружений производится с учетом:

- концентрации соединений азота и фосфора в исходной сточной воде;
- отношения концентрации органических веществ, подверженных биохимическому разложению, оцениваемой по БПК<sub>5</sub>, к концентрации соединений азота БПК<sub>5</sub>/N;
- требуемой степени очистки;

- расхода сточных вод и неравномерность поступления сточных вод в течение суток;
- технико-экономических требований.

Окончательным этапом расчетов является определение объема технологических сооружений  $V$ , м<sup>3</sup>:

$$V = \frac{t_{TS} \cdot \sum P_i}{a_i}, \quad (1)$$

- где  $t_{TS}$  – возраст активного ила, сут.;
- $P_i$  – прирост активного ила, кг/сут.;
- $a_i$  – доза ила, мг/дм<sup>3</sup>

Дозу ила в технологических сооружениях допускается принимать согласно таблице 7.5 [0] Используя данную методику расчета успешно спроектированы и реконструированы очистные сооружения в г. Минск, г. Бресте, г. Гродно, а также в других городах Республики Беларусь. Таким образом обеспечивается эффективность очистки, соответствующая требованиям [0], предъявляемым к современным очистным станциям, регламентированным законодательством Республики Беларусь.

## 2. ТКП 45-4.01-321-2018.

Данный нормативный документ введен на территории Республики Беларусь в связи с отменой ТКП 45-4.01-202-2010. Существенным отличием является измененная величина дозы ила и возраста ила для аэротенка в зависимости от выбранной технологической схемы. Допускается принимать дозу ила в соответствии с таблицей 10.7 [0]. Последовательность расчета аэротенков осталась неизменной и представлена в пособии к ТКП 45-4.01-321-2018 «Проектирование очистных сооружений сточных вод».

Согласно данной методике в схемах с глубокой очисткой сточных вод от соединений азота и фосфора доза ила в аэротенке принимается от 3 до 5 г/дм<sup>3</sup>. Увеличение дозы активного ила позволяет сократить объем технологических сооружений и увеличить скорость потребления субстрата, однако одновременно необходимо увеличивать количество растворяемого в воде кислорода и улучшать условия массообмена.

## 3. Методика расчета аэротенков в Российской Федерации

Предлагаемая методика предназначена для технологических схем с аноксидной и аэробной зонами и рециркуляцией части иловой смеси между зонами.

Ключевым определяющим параметром в данной методике является расчет удельных скоростей нитрификации, денитрификации и скорости окисления органических веществ. Наблюдаемые удельные скорости процессов окисления  $j$ -го органического вещества, мгS/(г·ч), рассчитываются по формуле [0]

$$\rho_{j,\text{набл}} = \frac{S_{j,\text{вх}} - S_{j,\text{вых}}}{a_i \cdot (1 - s) \cdot T}, \quad (2)$$

- где  $S_{j,\text{вх}}$  – концентрация  $j$ -го субстрата в исходной воде, мг/дм<sup>3</sup>;
- $S_{j,\text{вых}}$  – концентрация  $j$ -го субстрата в очищенной воде, мг/дм<sup>3</sup>;
- $a_i$  – концентрация активного ила в аэротенке, г/дм<sup>3</sup>;
- $s$  – зольность ила, ед.;
- $T$  – продолжительность процесса, ч.

По итогу расчета скорости каждого процесса определяется вместимость технологических сооружений [0].

**Вывод:** Законодательная база в области очистки сточных вод постоянно изменяется, учитывая ужесточения требований к качеству очищенных стоков.

Введение нового ТКП 45-4.01-321-2018 позволяет использовать накопленный зарубежный опыт проектирования и реконструкции систем очистных сооружений, отвечающих современным требованиям очистки.

Рассмотренная методика расчета аэротенков в Российской Федерации носит рекомендательный характер, так как не утверждена нормативными документами; основная методика расчета представлена в СНиП 2.04.03-85 [0]. При разработке современной методики расчета аэротенков в Российской Федерации необходимо рассматривать возможность применения ее для всех регионов страны, она должна учитывать особенности состава и температуры сточной воды в шести климатических зонах: от субтропической до полярной.

#### **Список цитированных источников**

1. Ким В.С. Модернизация городских очистных сооружений: от технологических решений до оборудования / В.С. Ким, Н. Ю. Большаков // Сборник тезисов и докладов Межд. научн.-практ. конф. – Санкт-Петербург. – Научно-технические технологии, 2018. – № 1. – С. 48–54.

2. Очистные сооружения сточных вод. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-4.01-202-2010. – М.: Мин. арх. и стр-ва Республики Беларусь, 2010. – 99 с.

3. Канализация. Наружные сети и сооружения. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-4.01-321-2018. – М.: Мин. арх. и стр-ва РБ, 2018 – 80 с.

4. Расчет сооружений биологической очистки городских и производственных сточных вод в аэротенках с удалением биогенных элементов / В. Н. Щевцов, К. М. Морозова, С. В. Степанов // ВСТ. – 2018. – № 9. – С. 26–38.

5. О некоторых вопросах нормирования сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 20 янв. 2006, №2 // Интернет-портал о кодексах Республики Беларусь. – Режим доступа: [http://kodeksy-by.com/norm\\_akt/source-Минприроды%20РБ/type-Постановление/16-26.05.2017.htm](http://kodeksy-by.com/norm_akt/source-Минприроды%20РБ/type-Постановление/16-26.05.2017.htm) – Дата доступа: 25.02.2019.

6. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения: Актуализированная редакция. СП 32.13330.2012. – Введ. 01.01.2013. – Москва : Министерство регионального развития Российской Федерации, 2013. – 129 с.

УДК 556.047

## **ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕКИ МУХАВЕЦ**

**Чехович М. А.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, [marinachekhovich@gmail.com](mailto:marinachekhovich@gmail.com)

Научный руководитель – Волчек Ан. А., к.т.н., доцент

*The article discusses the transformation of the Mukhavets river runoff in 1967-2015. On the basis of the data of the analysis of the hydrological characteristics.*

Водные ресурсы являются одним из важнейших индикаторов состояния окружающей среды. Это объясняется тем, что они являются аккумулятором всех загрязнений, происходящих на земной поверхности. Водные объекты постоянно подвержены воздействию со стороны человека для своего повсеместного пользования [1].