

эксплуатации таких очистных сооружений могут возникать ситуации, когда они становятся источником нитратного загрязнения грунтовых вод.

В некоторых малых населённых пунктах успешно внедряют современные технологии при реконструкции очистных сооружений. Например, локальное очистное сооружение, которое построено в д. Лукашино Ивьевского района, представляет грунтово-растительную площадку. Очистка происходит благодаря отстаиванию сточных вод и фильтрации через песчаный фильтр.

**Выводы.** Применение современных технологий при реконструкции очистных сооружений в малых населенных пунктах является важной задачей, обеспечивающей улучшение качества жизни населения и защиту окружающей среды. Современные технологии, такие как грунтово-растительные площадки и установки заводского изготовления, имеют ряд преимуществ при строительстве и реконструкции очистных сооружений в малых населенных пунктах. Эти сооружения обеспечивают качественную очистку сточных вод, экономичны и снижают негативное воздействие на окружающую среду.

### Список литературы

- 1 Ахмадиева, Ю. И. Выбор технологических решений при строительстве и реконструкции очистных сооружений сточных малых населённых пунктов / Ю. И. Ахмадиева, С. А. Дубенок // Экология. – 2022. – № 4. – С. 97–107.
- 2 Ануфриев, В. Н. Очистные сооружения сточных вод: классификация в соответствии с новым стандартом / В. Н. Ануфриев // Экология на предприятии. – 2015. – № 6 (48) – С. 51–60.
- 3 Ануфриев, В. Н. Рекомендации по организации водоотведения в сельской местности / В. Н. Ануфриев. – Минск : Позитив центр, 2014. – 60 с.

УДК 628.32/35

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА АЭРАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ С АКТИВНЫМ ИЛОМ

*К. В. ЖУРО*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*  
*k66557238@gmail.com*

**Актуальность.** Сточные воды, образующиеся в результате бытовой и производственной деятельности человека, требуют эффективной очистки перед сбросом в водный объект. Биологическая очистка является основным методом очистки городских сточных вод. Для обеспечения оптимальной производительности, эффективной эксплуатации и защиты окружающей среды важно использовать корректный метод расчета аэрационных сооружений с активным илом.

**Цель работы** – анализ методов расчета сооружений биологической очистки для разработки оптимальной методики расчета.

**Основные результаты.** Реализация современных технологий очистки сточных вод от азота и фосфора при проектировании и реконструкции очистных сооружений и дальнейшая их эксплуатация сопровождаются двумя основными проблемами:

1) неточность проектных решений: неверно разработанная технологическая схема для конкретных сточных вод, ошибки в расчетах сооружений биологической очистки сточных вод от азота и фосфора, неоптимальное техническое (конструктивное) исполнение.

2) неэффективная эксплуатация очистных сооружений, особенно при пусконаладочных работах, а также при нештатных и аварийных ситуациях.

Для корректного проектирования аэрационных сооружений с активным илом необходимо провести анализ динамики расходов и концентраций загрязняющих веществ в сточных водах, поступающих на биологическую очистку, и определить из полученного массива данных значения расходов и концентраций сточных вод, которые будут использоваться в расчете.

Выбор оптимальной технологической схемы удаления азота и фосфора осуществляется с учетом качественных и количественных параметров сточных вод, поступающих на биологическую очистку, и требований к качеству очищенной воды.

Важным моментом, на который стоит обратить внимание при анализе и оценке предлагаемых проектных решений, является достоверность выполненных расчетов объемов сооружений, количества образуемых осадков, а также технологических параметров работы сооружений и оборудования.

В настоящее время действующим в Республике Беларусь нормативным документом по проектированию очистных сооружений являются строительные нормы СН 4.01.02-2019 [2], разработанные на базе ТКП 45-4.01-321-2018 [1].

В Российской Федерации отсутствует обязательная к применению методика расчета очистных сооружений. Основная методика расчета, представленная в СНиП 2.04.03-85 [3], и разработанные на ее основе методики носят рекомендательный характер.

В качестве объекта исследования принятые очистные сооружения г. Гомеля. Проектная мощность по полной биологической очистке составляет 180 тыс.  $m^3$ /сут. В настоящее время среднесуточный прием сточных вод очистными сооружениями составляет 115 тыс.  $m^3$ /сут, при максимальном притоке 125 тыс.  $m^3$ /сут.

На очистных сооружениях реализуется механическая и биологическая очистка. Механическая очистка включает в себя ступенчатые решетки, аэрируемые песколовки, первичные радиальные отстойники. В блок биологической очистки входят аэротенки и вторичные отстойники.

В настоящее время на очистных сооружениях эксплуатируется пять секционных аэротенков:

- три четырехкоридорных аэротенка объемом 14580 м<sup>3</sup>;
  - два четырехкоридорных аэротенка объемом 12150 м<sup>3</sup>.

Два аэротенка объемом 14580 м<sup>3</sup> находятся на реконструкции. Средняя доза ила на сегодня составляет 3,80 мг/л.

Выполнен анализ и расчет технологической схемы глубокого удаления азота и фосфора, которая заложена в проекте реконструкции (рисунок 1). *Bardenpho* – наиболее известная и широко применяемая в Европе схема очистки, позволяющая эффективно удалять соединения азота и фосфора на низконагруженых сооружениях [4]. Данная схема применяется для очистки сточных вод с высокими концентрациями азота, так как позволяет достичь глубокого удаления соединений азота.

В данной схеме вторая аэробная зона используется для доокисления органических соединений. Концентрация растворенного кислорода в ней поддерживается, даже на выходе, не более 1,5–2,0 мг/л, что позволяет обеспечить минимальное количество растворенного кислорода, заносимого с возвратным активным илом в анаэробную зону, и повысить тем самым эффективность биологического удаления фосфора. Качество очищенной воды может достигать концентрации по общему азоту 2,0–5,0 мг/л [4].

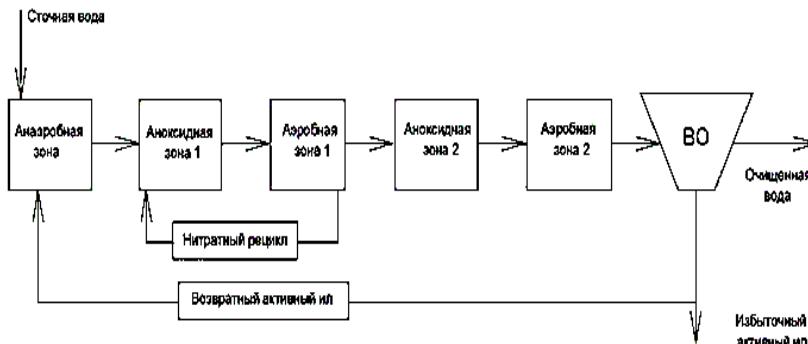


Рисунок 1 – Принципиальная схема процесса *Bardenpho*

В результате расчета рассмотренной схемы по методике, представленной в СН [2], установлено:

1 Возраст активного ила – 13,2 сут. Прирост активного ила, получаемый в процессе биологической деструкции органических веществ, – 16597 кг/сут. Доза активного ила – 4 г/дм<sup>3</sup>. Объем технологических сооружений с активным илом составил 71070 м<sup>3</sup>.

2 Объемы зон в одной секции аэротенка объемом 14580 м<sup>3</sup>: анаэробной – 1414 м<sup>3</sup>, первой аноксидной зоны – 3329 м<sup>3</sup>, первой аэробной зоны – 3329 м<sup>3</sup>, второй аноксидной зоны – 3329 м<sup>3</sup>, второй аэробной зоны – 3329 м<sup>3</sup>.

3 Объемы зон в одной секции аэротенка объемом 12150 м<sup>3</sup>: анаэробной – 1121 м<sup>3</sup>, первой аноксидной зоны – 3038 м<sup>3</sup>, первой аэробной зоны – 3038 м<sup>3</sup>, второй аноксидной зоны – 3037 м<sup>3</sup>, второй аэробной зоны – 3037 м<sup>3</sup>.

При расчете по методике, представленной в СНиП [3], установлено:

1 Доза активного ила – 4 г/дм<sup>3</sup>. Общий объем сооружений биологической очистки составил 81152 м<sup>3</sup>.

2 Объемы зон в одной секции аэротенка объемом 14580 м<sup>3</sup>: анаэробной – 1960 м<sup>3</sup>, первой аноксидной зоны – 4247 м<sup>3</sup>, первой аэробной зоны – 4247 м<sup>3</sup>, второй аноксидной зоны – 4248 м<sup>3</sup>, второй аэробной зоны – 4248 м<sup>3</sup>.

3 Объемы зон в одной секции аэротенка объемом 12150 м<sup>3</sup>: анаэробной – 1257 м<sup>3</sup>, первой аноксидной зоны – 2723 м<sup>3</sup>, первой аэробной зоны – 2723 м<sup>3</sup>, второй аноксидной зоны – 2723 м<sup>3</sup>, второй аэробной зоны – 2723 м<sup>3</sup>.

**Вывод.** Методики расчета сооружений с активным илом имеют свои преимущества и недостатки. Методика расчета Республики Беларусь является эффективной, отличается большей гибкостью, что позволяет лучше адаптироваться к изменениям в составе сточных вод. Однако некоторые параметры принимаются усредненно по табличным данным. Это может привести к неточности расчетов. Методика расчета аэрационных сооружений с активным илом в Российской Федерации не утверждена государством. До сих пор используется основной метод расчета, заложенный в СНиП [3], и является единственной возможностью рассчитывать и контролировать сооружения биологической очистки сточных вод.

Наличие надежного и проверенного метода расчета обеспечит контроль за необоснованным использованием непроверенных методов расчета, исключит неоправданное завышение стоимости строительства и реконструкции, позволит грамотно реализовать внедрение разрабатываемых наилучших доступных технологий на практике. Поэтому совершенствование и актуализация универсального, научно обоснованного метода расчета сооружений биологической очистки сточных вод является актуальной и неотложной задачей.

### Список литературы

1 ТКП 45-4.01-202-2018. Канализация. Наружные сети и сооружения. Строительные нормы проектирования. – Введ. 16.03.2018. – Минск : М-во архит. и стр-ва Респ. Беларусь, 2019. – 80 с.

2 СН 4.01.02-2019. Канализация. Наружные сети и сооружения. Строительные нормы Республики Беларусь. – Введ. 31.10.2019. – Минск. : М-во архит. и стр-ва Респ. Беларусь, 2020. – 80 с.

3 СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения: Актуализированная редакция. – Введ. 01.01.2013. – М. : М-во регионального развития РФ, 2013. – 129 с.

4 Харькина, О. В. Эффективная эксплуатация и расчет сооружений биологической очистки сточных вод / О. В. Харькина. – Волгоград : Парама, 2015. – 433 с.