

4 Парфенова, Е. А. Экологическая оценка серых лесных почв Среднего Поволжья в условиях антропогенной нагрузки : автореф. ... канд. биол. наук : 03.02.08 / Е. А. Парфенова ; ПГТА. – Пенза, 2012. – 24 с.

5 Овечкина, Ж. В. Гигиена труда и профилактика производственного травматизма путей рабочих железнодорожного транспорта : дис. ... д-ра мед. наук : 14.00.07 / Ж. В. Овечкина ; Гос. ин-т усовершенствования врачей. – М. : 2006. – 209 с.

6 Влияние предприятий на распределение тяжелых металлов в санитарно-защитной зоне железнодорожной магистрали / М. А. Журавлева [и др.] // Экология и промышленность России. – 2018. – Т. 22, № 2. – С. 52–57.

УДК 628.32/35

АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА АЭРАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ С АКТИВНЫМ ИЛОМ

К. В. ЖУРО, К. Н. ШАФРОСТ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Корректность методов расчета сооружений биологической очистки является одной из актуальных проблем. Неправильные расчеты могут привести к попаданию загрязняющих веществ в водные объекты в концентрациях, превышающих приемлемые стандарты. Необработанные сточные воды, попадающие в реки, озера и океаны, могут привести к эвтрофикации (чрезмерное обогащение питательных веществ), что вызывает цветение водорослей, истощение кислорода и гибель.

Биологическая очистка снижает органическую нагрузку, уровень питательных веществ и другие загрязнители в сточных водах, что приводит к более чистой воде, которую можно безопасно сбрасывать в водные объекты или использовать повторно для орошения. В настоящее время ведется поиск оптимальных методов расчета сооружений биологической очистки, заключающееся не только в повышении эффективности очистки сточных вод, но и сокращении затрат. Расчет аэрационных сооружений с активным илом является сложной задачей, требующей тщательного рассмотрения.

На сегодняшний день на территории Республики Беларусь действующим нормативным документом по проектированию очистных сооружений являются строительные нормы [2], разработанные на базе ТКП 45-4.01-321-2018 [1].

В действующих строительных нормах [2] установлены основные требования к методам и способам очистки сточной воды и устройству очистных сооружений.

Конструкция и режим эксплуатации аэрационных сооружений с активным илом должны обеспечивать:

- необходимую дозу активного ила;
- регулируемую подачу кислорода в иловую смесь;
- достаточную интенсивность перемешивания иловой смеси с целью предотвращения отложений на дне сооружений;
- предотвращение короткозамкнутых циркуляционных контуров движения иловой смеси в сооружениях.

Выбор перемешивающих устройств осуществляется по рекомендациям производителей в зависимости от объема и формы емкостного сооружения. Перемешивающие устройства должны обеспечивать скорость иловой смеси от 0,1 до 0,25 м/с. Удельная мощность перемешивающих устройств для обеспечения требуемой скорости иловой смеси должна составлять не менее 1,5 Вт/м³.

Рециркуляция активного ила предусматривается насосами, но при расходах менее 50 м³/ч могут устанавливаться эрлифты.

Доза и возраст активного ила в технологических сооружениях определяется технологическими и технико-экономическими расчетами с учетом способа разделения иловой смеси. Возраст активного ила при проектировании принимается с учетом минимальной температуры иловой смеси в сооружениях биологической очистки. При отсутствии данных по минимальной температуре расчетная температура может быть принята 10 °С. Доза ила для очистки с нитрификацией и денитрификацией принимается от 3,0 до 5,0 г/дм³ [1].

При очистке городских сточных вод от веществ, подверженных биохимическому разложению с нитрификацией, денитрификацией и стабилизацией ила, значение илового индекса определяется в зависимости от цели очистки и влияния производственных сточных вод, в составе городских, на биологическую очистку [1].

Расчет вместимости аэротенков и других емкостных сооружений с активным илом определяется в зависимости от минимального возраста активного ила с учетом принятой дозы активного ила в иловой смеси и уровня допустимой нагрузки по БПК₅ на активный ил.

При очистке сточных вод в системах с активным илом с целью удаления биохимически разлагаемых органических веществ без нитрификации вместимость аэротенков может быть определена с учетом массы органических загрязняющих веществ, максимального часового расхода сточных вод, требуемой степени очистки, допустимой нагрузки на активный ил и дозы активного ила в смеси. Концентрация загрязняющих веществ в составе сточных вод, поступающих в аэротенки принимается с учетом ее снижения на предыдущих стадиях очистки.

Объем технологических сооружений с активным илом принимается равным суммарному объему технологических сооружений, предназначенных для деструкции органических веществ, нитрификации и денитрификации. Объем анаэробной зоны зависит от времени контакта и степени рециркуляции активного ила.

В настоящее время в Российской Федерации отсутствует обязательная к применению методика расчета основного сооружения биологической очистки – аэротенка. Методы расчета аэротенков, предлагаемые в нормативных документах (СНиП 2.04.03-85) [3] и в научных статьях, носят только рекомендательный характер.

На данный момент российскими учеными ведутся исследования, которые направлены на оптимизацию методов расчета, заложенных в СНиП 2.04.03-85 [3]. Эти исследования позволяют определять параметры новых и реконструируемых очистных сооружений, предназначенных для глубокого удаления азота и фосфора биологическим методом. Предложенные подходы основываются на кинетике процессов нитрификации, денитрификации и удаления фосфора. Если для процессов окисления органических веществ этот параметр может быть использован, то для процессов нитрификации, денитрификации и принципов биологического удаления фосфора эта методика несовершенна и требует другого подхода. На эффективность вышеуказанных процессов влияет множество параметров, которые не учитываются в предложенных методах расчета на базе скоростей нитрификации и денитрификации либо имеют непрямую зависимость.

Минимальный возраст активного ила t_{SS}^{min} при осуществлении процессов нитрификации зависит от скорости роста нитрифицирующих бактерий μ_N . Величина максимальной скорости роста нитрификаторов μ_N определяется экспериментально и составляет 0,45–0,52 сут⁻¹ [3]. Поэтому в оптимальных условиях возраст ила должен составлять от 3 суток и более, иначе с избыточным активным илом будет удалена и биомасса нитрифицирующих бактерий. В неоптимальных условиях (влияние сторонних факторов) скорость роста нитрифицирующих бактерий снижается до 0,20–0,25 сут⁻¹, что вынуждает вести процесс при возрасте активного ила от 5 суток и более. Главным параметром, от которого базируются все расчеты, является возраст ила t_{SS} , который обеспечивает эффективное протекание процессов очистки воды. Вместимость аэротенков определяется по приросту активного ила путем его умножения на расход и возраст ила и деления на рабочую концентрацию в аэротенке

Последовательность расчета сооружений биологической очистки в РФ существенно не отличается от методики, представленной в СН 4.01.02–2019 [2], но имеет свои особенности. Отличительной чертой методики расчета аэротенков с глубокой очисткой сточных вод от биогенных элементов в Российской Федерации является то, что она опирается на расчет скорости (продолжительности) протекания реакции процессов нитрификации и денитрификации, которые, в свою очередь влияют на объем каждой зоны аэротенка.

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. Точный расчет сооружений биологической очистки является фундаментальным для обеспечения оптимальной производительности, эффективности эксплуатации, защиты окружающей среды, безопасности и устойчивости.

Список литературы

- 1 Канализация. Наружные сети и сооружения. Строительные нормы проектирования : ТКП 45-4.01-321-2018. – Введ. 2018-10-01. – Минск : Минстройархитектуры, 2018. – 86 с.
- 2 СН 4.01.02-2019. Канализация. Наружные сети и сооружения. Строительные нормы Республики Беларусь. – Введ. 2019-10-31. – Минск : Минстройархитектуры, 2020. – 80 с.
- 3 СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения : Актуализированная редакция. СП 32.13330.2012. – Введ. 2013-01-01. – М. : Министерство регионального развития Российской Федерации, 2013. – 129 с.

УДК 621.38

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АППАРАТ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИ ДВИЖЕНИИ ПОЕЗДОВ С ПОМОЩЬЮ УНИВЕРСАЛЬНОЙ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЫ АВТОВЕДЕНИЯ (ТЕПЛОВОЗНАЯ ТЯГА) И УЧАСТИИ ЕДИНОГО ДИСПЕТЧЕРСКОГО ЦЕНТРА

А. П. КЕЙЗЕР, И. Л. ГРОМЫКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

К. М. ШКУРИН

Белорусская железная дорога, г. Минск

Идея создания ЕДЦУ принадлежит П. С. Грунтову, ректору БелГУТа, доктору технических наук, академику транспорта РФ и Украины. Впервые центр управления был апробирован на Донецкой ж. д. с активным участием БелГУТа. Затем ЕДЦУ был внедрен на других железных дорогах СССР.

На Белорусской железной дороге начал работу центр управления перевозками (ЦУП). Все диспетчерские службы БЖД теперь расположены в едином комплексе,

В ближайшем будущем на БЖД планируется внедрение автоматизированной системы «Автодиспетчер», которая будет формировать маршруты, контролировать приём и отправление поездов.

Говоря об АСУЖТ, будем констатировать, что любая автоматизированная система управления всегда будет стремиться к автоматической – на железнодорожном транспорте это система «Автодиспетчер – автомашинист».

В БелИИЖТе, ныне БелГУТе, под руководством кандидата технических наук А. М. Костромина (1970–1980 годы) проводились интенсивные разработки по апробации САВГ (систем автovedения грузовых поездов – тепловозная тяга) на участках Гомельского отделения Белорусской ж. д., в которых активное участие принимали инженеры А. П. Кейзер, С. Я. Френкель, С. И. Сухопаров, которые затем стали кандидатами технических наук и продолжили разработки своего первого учителя. Основная задача САВ – это точное выполнение графика движения поездов (ГДП) при минимальном потреблении топлива (тепловозная тяга), энергии (электрическая тяга).

Существует 2 варианта САВ.

1 Расчет оптимальных (по расходу топлива) рецептов ведения $NKO(j)$ – режимы ведения, $\Delta T(j)$ – времена движения поезда по каждому режиму $NKO(j)$ выполняет СУПЕРЭВМ ЕДЦУ, которые затем по каналам радиосвязи передаются на борт локомотива.

2 Расчет оптимальных $NKO(j)$ выполняет бортовая ПЭВМ локомотива.

Авторы данной работы ориентируются на 1-й вариант САВ.

Математический и программный аппарат САВ:

1 Математические методы теории оптимального управления:

– метод динамического программирования (МДП) – программа реализована на языке ФОРТРАН ЕС-ЭВМ;

– принцип максимума Понтрягина;

– с двумя ψ функциями (ПМП_2) – программа реализована на языке ПЛ-1 ЕС-ЭВМ;

– с одной ψ функцией ($\psi = \text{const}$) ПМП_1 – программа реализована на языках программирования АКИ (ЭВМ Минск 22) ПЛ-1, ФОРТРАН ЕС-ЭВМ. В настоящее время программа переведена на язык PASCAL ПЭВМ;