

Выводы. Разработаны рекомендации по отведению поверхностных сточных вод с площадок предприятий машиностроения, согласно которым для отведения сточных вод рекомендуется применение метода двойного регулирования дождевого стока – по расходу и объему. Рекомендуется применение методов отведения поверхностных сточных вод с использованием разделительных камер и регулирующих резервуаров.

Список литературы

- 1 **Новикова, О. К.** Отведение и очистка поверхностных сточных вод : монография / О. К. Новикова. – Гомель : БелГУТ, 2019. – 179 с.
- 2 Рекомендации по расчёту систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. – М. : НИИ ВОДГЕО, 2014. – 88 с.
- 3 **Алешин, В. С.** Особенности состава и очистки поверхностного стока в г. Ростов-на-Дону / В. С. Алешин, А. В. Алешин, Л. Г. Муртазина // Водоснабжение и канализация. – 2010. – № 3–4. – С. 109–112.

УДК 628.356+004.9

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАСЧЕТА КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД В АЭРОТЕНКАХ

С. В. СТЕПАНОВ¹, П. П. АВДЕЕНКОВ¹, М. В. ЛАЗУНИН², В. Н. СЕМЕНОВ²

¹Самарский государственный технический университет,
Российская Федерация

stepanovsv3@yandex.ru, avdeenkovpp@mail.ru

²ЭкоСмарт, г. Самара, Российская Федерация
artseven@mail.ru

Актуальность. Современные канализационные очистные сооружения (КОС) представляют собой сложный комплекс технологических элементов различного назначения. Как технологический расчет, так и эксплуатация КОС требуют высокой квалификации. Для помощи инженерам и эксплуатирующему персоналу могут быть использованы современные технологии, в том числе включающие цифровизацию.

Цель работы – разработать компьютерные программы, позволяющие выполнять технологический расчет канализационных очистных сооружений и оптимизировать работу аэротенков за счет внесения изменений в технологический режим их работы.

Основные результаты. В данной работе рассмотрены два варианта программного обеспечения (ПО): для технологического расчета канализационных

очистных сооружений с аэротенками («прямая задача») и для компьютерного моделирования работы аэротенков и вторичных отстойников («обратная задача»). ПО для комплексного технологического расчета КОС разработано авторами по методике ВОДГЕО/СамГТУ [1] с использованием ряда формул СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения» и опыта проектирования и эксплуатации очистных сооружений кафедры «Водоснабжение и водоотведение» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет».

ПО позволяет рассчитывать решетки, песковки, усреднители, первичные отстойники, аэротенки, вторичные отстойники, сооружения доочистки и количество образующихся осадков. Для сооружений, выполняемых из железобетонных конструкций, работа ПО заканчивается технологическим расчетом с формированием отчета, а для сооружений заводского изготовления производительностью менее 2000 м³/сут подбирается всё необходимое оборудование: решетки и песковки или комбинированные установки механической очистки, усреднители с насосами и мешалками, денитрификаторы с мешалками, нитрификаторы с аэраторами, воздуходувки, фильтры-биореакторы, необходимые канализационные насосные станции и комплексы реагентного хозяйства коагулянта и флокулянта с насосами-дозаторами, шнековые фильтр-пресссы или мешочные фильтры и ультрафиолетовое обеззараживание.

Расчеты соответствуют действующему на данный момент СП 32.13330.2018 «Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85 (с изменениями № 1, 2, 3)». В ПО может быть заложено оборудование любого завода-изготовителя. Интерфейс ПО для сооружений заводского изготовления представлен на рисунок 1.



Рисунок 1 – Интерфейс программного обеспечения для технологического расчета канализационных очистных сооружений заводского изготовления

ПО для компьютерного моделирования работы аэротенков и вторичных отстойников, разработанное авторами совместно с О. В. Харькиной (ООО «Архитектура водных технологий»), получило название «ПОТЕНЦИАЛ» – ПОмощник ТЕХнолога – Цифровая Альтернатива. Моделирование работы аэротенков в условиях постоянно изменяющегося качественного и количественного состава исходных сточных вод основано на известной модели ASM2d и методике ВОДГЕО/СамГТУ. Подробно использование данного ПО на очистных сооружениях, работающих по Кейптаунской схеме, было рассмотрено в [2–5]. Данное ПО позволяет скорректировать работу аэротенков таким образом, чтобы в существующих объемах сооружений добиться максимально возможной эффективности очистки.

Функционал данного ПО постоянно расширяется. Так, для городских очистных канализационных сооружений (ГОКС) г. Самары, включающих двенадцать аэротенков и восемь вторичных радиальных отстойников, разделенных на две очереди, работающие при сильно отличающихся технологических режимах [3], было смоделировано такое разделение (рисунок 2).

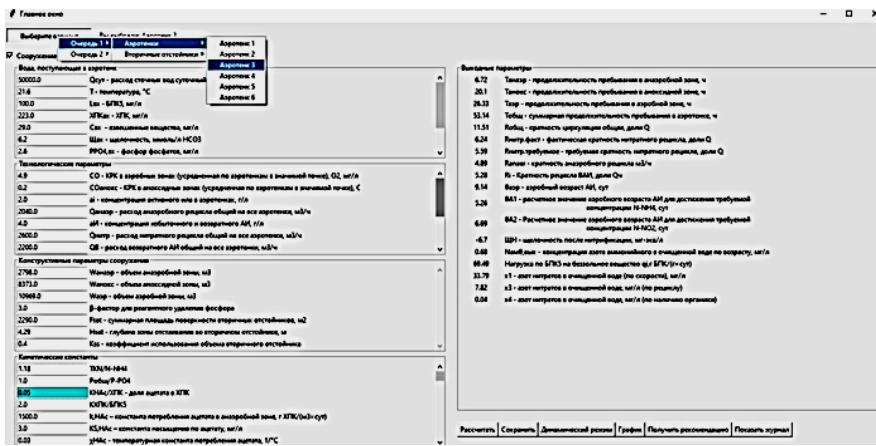


Рисунок 2 – Интерфейс ПО «ПОТЕНЦИАЛ» при работе с аэротенками

Теперь существует возможность посмотреть качественный состав очищенных сточных вод после каждой очереди и после каждого аэротенка в каждой очереди при любом их количестве. Таким образом, можно оптимизировать работу отдельно взятого аэротенка. Программа также моделирует распределение потоков иловой смеси между аэротенками и вторичными отстойниками при выводе части сооружений в ремонт (рисунок 3).

Также разработан вариант ПО, моделирующий работу аэротенков-вытеснителей с регенераторами, рассчитанными на полную биологическую

очистку. Данная программа передана для пробной эксплуатации на очистные сооружения г. Димитровграда, Ульяновская область.

Выводы. Для технологического расчета современных канализационных очистных сооружений и их эксплуатации требуется высокая квалификация как сотрудников проектных организаций и инжиниринговых компаний, так и эксплуатирующего персонала коммунальных предприятий. Разработаны два программных продукта для канализационных очистных сооружений: один позволяет выполнить комплексный технологический расчет с подбором всего необходимого оборудования; второй оптимизирует работу аэротенков таким образом, чтобы в существующих объемах сооружений добиться максимально возможной эффективности очистки.

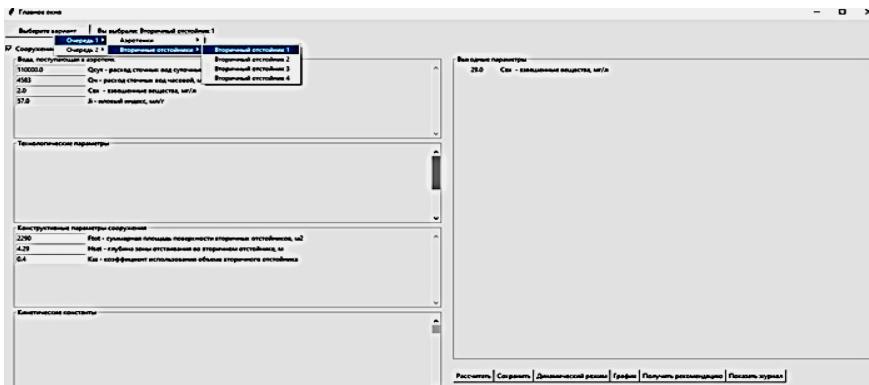


Рисунок 3 – Интерфейс ПО «ПОТЕНЦИАЛ» при работе с вторичными отстойниками

Исследование выполнено в рамках Договора № 4951ГС1/85526 между ФГБУ «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере» и ООО «ЭкоСмарт».

Список литературы

- 1 Степанов, С. В. Технологический расчет аэротенков и мембранных биореакторов : учеб. пособие / С. В. Степанов. – М. : АСВ, 2020. – 224 с.
- 2 Математическое моделирование процессов очистки сточных вод в аэротенках / С. В. Степанов, О. В. Харькина, П. П. Авдеенков [и др.] // Водоснабжение и санитарная техника. – 2024. – № 9. – С. 22–31. – DOI: 10.35776/VST.2024.09.04.
- 3 Результаты математического моделирования процессов очистки сточных вод в аэротенках на ГОКС г. Самары в период реконструкции и пусконаладочных работ / С. В. Степанов, Ю. А. Егорова, О. В. Харькина [и др.] // Водоснабжение и санитарная техника. – 2024. – № 11. – С. 24–31. – DOI: 10.35776/VST.2024.11.03.

4 Программное обеспечение для моделирования процессов биологической очистки сточных вод в аэротенках / С. В. Степанов, О. В. Харькина, П. П. Авдеенков, М. В. Лазунин // Водоснабжение, химия и прикладная экология : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 26 марта 2024 г. / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. ; под общ. ред. Е. Ф. Кудиной. – Гомель, 2024. – С. 24–27

5 Помощник технолога: примеры использования ПО «ПОТЕНЦИАЛ» / О. В. Харькина, С. В. Степанов, П. П. Авдеенков [и др.] // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. – 2024. – № 6. – 29–38.

УДК 551.4(476.13)

УЧЕТ И ЭКОНОМИЯ ВОДЫ

В. С. ЧЕРНЕЦКАЯ

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель
valeriya2315936@gmail.com*

Актуальность. На водоснабжение жилья в мире в целом требуется почти 8 % мирового расхода пресной воды, причем оно крайне неравномерно по странам. В РФ нормы и расходы воды (в среднем составляют около 300 л/сут на человека) выше, чем в Европе. Исследования европейских ученых показали, что самые расточительные в плане потребления воды итальянцы: в сутки они расходуют в среднем 220 л/чел. Самыми же бережливыми оказались бельгийцы: у них на каждого человека приходится всего 108 л/сут. Англичане, которые до сих пор моют руки в наполненной раковине, а не под проточной водой, за день используют 136 л, немцы – 146 л, французы – 159 л, финны – 151 л, а норвежцы – 175 л.

Цель работы – определение способов сохранения и рационального использования водных ресурсов.

Основные результаты. Мероприятия по повышению энергоэффективности в сфере водоснабжения делятся на мало-, средне- высокозатратные. Их окупаемость также различна: от полугода до нескольких лет.

Для снижения расхода холодной воды при проектировании систем внутреннего водоснабжения рекомендуется:

- использование электронных систем дозированной подачи воды;
- использование керамических шаровых или автоматических смесителей;
- установка электронных сигнальных систем оповещения о протечках или затоплении;
- использование внутренних приборов учета воды в подразделениях;
- установка аэраторов;
- установка систем 2-режимного слива сантехники;