Список литературы

1 **Трейман, М. Г.** Экономическая оценка инновационных технических решений в области обработки осадка на примере отечественных и зарубежных ресурсоснабжающих предприятий / М. Г. Трейман // Экономика и экологический менеджмент. – 2019. – № 3. – С. 155–162.

2 **Новикова, О. К.** Обработка осадков сточных вод / О. К. Новикова. – Гомель : БелГУТ, 2015. – 96 с.

3 **Вострова, Р. Н.** Особенности использования осадков сточных вод очистных сооружений города Гомеля в качестве удобрений / Р. Н. Вострова, Р. Н. Мохарева // Вода. – 2008. – № 9. – С. 12.

УДК 628.2/.3

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

О. К. НОВИКОВА, А. В. ПАПКОВ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель,
olanov2007@mail.ru

Актуальность. Современная эксплуатация очистных сооружений должна обеспечивать надежное функционирование инженерных сетей с учетом рационального использования ресурсов и охраны водных объектов. Однако в малых населенных пунктах темпы развития систем водоотведения существенно отстают от потребностей населения.

Основной причиной негативных экологических последствий (этерификация водных объектов) является износ сетей водоотведения. Значительная часть сетей нуждается в замене (ежегодно аварийными признаются около 3 % сетей, а заменяется не более 1–2 %). Отсутствие своевременной диагностики состояний систем водоснабжения и водоотведения, а также применение типовых решений без учета локальных условий приводят к снижению эффективности очистки.

Цель работы. Комплексный анализ технического состояния и проблем эксплуатации систем водоотведения малых населенных пунктов.

Основные результаты. Анализ состояния систем водоотведения и очистки сточных вод в малых населенных пунктах свидетельствует о наличии комплекса устойчивых технических, технологических и организационных проблем. К основным из них относятся высокий уровень физического и морального износа сетей и сооружений, недостаточный охват населения централизованными системами водоотведения, а также несоответствие фактических режимов работы очистных сооружений проектным и нормативным требованиям.

В зависимости от рельефа местности, плотности застройки и гидрогеологических условий применяются различные системы водоотведения сточных вод (таблица 1).

Таблица 1 – **Сравнительный анализ систем водоотведения**

Преимущества	Недостатки
Самотечная	
Простота устройства и подключения канализуемых объектов	Небольшой расход электроэнергии. Большое заглубление сети или увеличение диаметра труб
Напорная	
Возможность прокладки сети на минимальных глубинах. Предотвращение газовой коррозии вследствие гидрозатвора и примесей в сточной воде	Необходимость устройства значительного количества насосных установок и их обслуживания. Значительный расход электроэнергии
Вакуумная	
Не происходит засорение труб благодаря высокой скорости движения сточных вод. Использование гибких труб позволяет обходить препятствия и снижать стоимость прокладки. Возможность прокладки рядом с дождевой канализацией, водопроводом и в водоохранной зоне. Предотвращение газовой коррозии. Электроэнергия необходима только для работы центральной вакуумной станции	Ограничение протяженности сети (3–4 км при плоском рельефе) из-за потери напора. Обеспечение герметичности канализационных трубопроводов. Необходимость применения биологической очистки воздуха (сероводород). Постоянное профилактическое обслуживание и замена изношенных деталей вакуумного клапана. Привлечение специалистов высокого уровня для проектирования и эксплуатации
Децентрализованная	
Отсутствие необходимости строительства и эксплуатации протяженных канализационных сетей	Необходимость устройства очистных сооружений на каждом объекте

В условиях рассредоточенной застройки в малых населенных пунктах традиционные самотечные сети часто работают в безрасчетном режиме (отсутствуют самоочищающиеся скорости). Внедрение вакуумной канализации рассматривается как перспективная альтернатива, предотвращающая заиливание и снижающая объемы земляных работ, однако она требует высокой компетентности персонала.

Технические решения, основанные на применении напорных и вакуумных систем канализации, а также нецентрализованных схем водоотведения, характеризуются рядом эксплуатационных преимуществ в условиях малых населенных пунктов: позволяют существенно минимизировать объемы земляных работ за счет укладки трубопроводов малого диаметра на небольших глубинах, исключают инфильтрацию грунтовых вод в канализационную сеть и предотвращают процессы заиливания благодаря поддержанию оптимальных скоростей транспортировки сточных вод [1].

При проектировании данных систем необходима комплексная оценка, учитывающая не только ожидаемое снижение капитальных затрат на этапе строительства, но и прогнозируемый рост эксплуатационных издержек. Последние обусловлены энергозависимостью напорных насосов и центральных вакуумных станций, потребностью в регулярном специализированном обслуживании сложного оборудования (например, вакуумных клапанов и насосов-измельчителей), а также жесткими требованиями к герметичности коммуникаций. Следовательно, надежная работа таких систем напрямую зависит от наличия высококвалифицированного персонала и бесперебойного электроснабжения.

Основным фактором, оказывающим влияние на эффективность работы систем канализации малых населенных пунктов, является высокий коэффициент суточной и сезонной неравномерности притока сточных вод [2]. В отличие от крупных городов, где происходит естественное усреднение и взаимное разбавление сточных вод, сети водоотведения малых населенных пунктов подвержены резко выраженным (утренним и вечерним) пиковым нагрузкам, чередующимся с периодами практически нулевого притока.

Неравномерность притока сточных вод оказывает воздействие на стабильность процессов биологической очистки. Залповые сбросы провоцируют гидравлические перегрузки сооружений, что ведет к выносу активного ила из вторичных отстойников и сокращению времени контакта микроорганизмов с загрязнителями. Резкие колебания концентраций органических веществ (по показателям ХПК и БПК) и периодическое поступление токсичных компонентов (поверхностно-активных веществ от стиральных машин) приводят к ингибированию ферментативной активности биоценоза, подавлению чувствительных процессов нитрификации и денитрификации, а в ряде случаев – к полной деградации активного ила. Для нивелирования данного негативного эффекта технологическая схема очистки в обязательном порядке должна предусматривать наличие резервуаров-усреднителей, способных сглаживать пиковые колебания до подачи сточных вод в аэротенки или на биофильтры.

Рассмотрение основных методов очистки сточных вод показало, что в малых населенных пунктах при расходах до 200 м^3/сут наибольшее распространение получили сооружения, основанные на механических и биологических процессах, включая компактные установки, поля фильтрации, грунтово-растительные площадки и биологические пруды. При отсутствии централизованной системы канализации для очистки сточных вод отдельно стоящих зданий применяются септики (при расходах до 20 м^3/сут). При расходах более 500 м^3/сут используются сооружения биологической очистки с искусственно созданными условиями: аэротенки, биофильтры).

В условиях характерной для малых населенных пунктов выраженной неравномерности гидравлических нагрузок и состава сточных вод данные сооружения не способны гарантировать стабильное достижение современных нормативных показателей, особенно в части удаления соединений азота и фосфора. Следовательно, обеспечение экологической безопасности водных объектов и устойчивого функционирования инженерных систем диктует необходимость отказа от неадаптированных типовых проектных решений.

Модернизация и реконструкция локальных очистных сооружений должна осуществляться на базе индивидуального подхода, предполагающего учет специфики местных природно-климатических факторов, гидрогеологических условий и внедрение технологий интенсификации процессов биологической очистки.

Список литературы

1 **Урицкая, А. В.** Сравнительная оценка вакуумной и гравитационной систем канализации / А. В. Урицкая, О. К. Новикова // Инновационное развитие транспортного и строительного комплексов : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию БелИИЖТа – БелГУТа : в 2 ч. Ч. 1 / Белорус. гос. ун-т трансп. ; под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2023. – С 268–269.

2 **Новикова, О. К.** Системы канализации малых населенных пунктов: текущая ситуация и проблемные аспекты / О. К. Новикова, А. Б. Невзорова // Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология. 2020. – № 2 – С. 183–188.

УДК 628.14

ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

А. М. РАТНИКОВА, И. А. САЛЯНКО
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель,
ratnikova@bsut.by, ila80112@gmail.com

Актуальность. Функционирование современных городов и промышленных предприятий неразрывно связано с надежностью соответствующих систем водоснабжения. Водопроводные сети, являясь важным звеном системы, испытывают интенсивное воздействие целого спектра нагрузок – механических, гидравлических. Это вызывает кумулятивный эффект накопления дефектов, что в конечном итоге приводит к снижению надежности и аварийным ситуациям.

Несмотря на постоянное обновление сетей, средний уровень износа коммунальной инфраструктуры остается достаточно высоким. В этих условиях особую актуальность приобретает задача прогнозирования технического состояния трубопроводов.