

ИЗ

НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

**Повышение лояльности потребителей через
цифровые технологии: опыт РВК-Воронеж**



**Очищение воздуха от запахов
в системах транспортировки
и очистки коммунальных сточных вод**

**Модель производства –
импортозамещение и полный цикл**



**Анализ некорректных подходов
в разработке ОТР**

**КАТАЛОГ
информационных систем,
используемых и предлагаемых
к внедрению в организациях ВКХ**
Онлайн версия



**Практика
обновления
системы
водоснабжения
и водоотведения
в ТиНАО Москвы:
решения AIKON**

РАСХОДОМЕРЫ

электромагнитные
ультразвуковые
доплеровские



GEOLINK
Сделано в России



УДАЛЕНИЕ ДУРНОПАХНУЩИХ ВЕЩЕСТВ ФОТО-СОРБЦИОННО- КАТАЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Индустриальная серия комплексов ВЕНТЛИТ

- Единичная производительность от 2 до 12 тыс. м³/ч
- Глубокое удаление ДПВ: сероводорода, меркаптанов, ЛОС, аммиака
- Эффективная работа при температуре от -45 до +40 °С
- Удобное контейнерное исполнение



Россия, 141701, Московская обл., г. Долгопрудный, Лихачевский пр-д, 25
Тел.: 8 800 100-61-75 (бесплатно по РФ), +7 495 197-76-58
e-mail: lit@lit-uv.ru
www.lit-uv.ru

ЛИТ 
ГРУППА КОМПАНИЙ «ЕКС»

СТРУКТУРИРОВАННАЯ БАЗА ЛУЧШЕЙ ПРАКТИКИ

[ЖУРНАЛ](#)[СТАТЬИ](#)[НДТ и КЭР](#)[СПОСОБЫ ОПЛАТЫ](#)[ПАРТНЕРЫ](#)[КОНТАКТЫ](#)[РЕКЛАМА](#)[ОНЛАЙН-ВЕРСИЯ \(по коду\)](#)

НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ водоснабжения и очистки сточных вод

Журнал лучшей практики

ПОДПИСАТЬСЯ



ндт-инфо.рф

ТОП ПУБЛИКАЦИЙ

Все публикации

ОПЫТ МОДЕРНИЗАЦИИ ОЧИСТНЫХ
СООРУЖЕНИЙ Г. ПОДОЛЬСКА

ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

СБЕРБАНК ПРЕДЛАГАЕТ
КОРОБОЧНОЕ РЕШЕНИЕ ПО
КРЕДИТОВАНИЮ ПРОЕКТОВ В
ВОДОСНАБЖЕНИИ И
ВОДООТВЕДЕНИИ

КОНЦЕССИИ, ИНВЕСТИЦИИ

БУДУЩЕЕ, КОТОРОЕ УЖЕ
НАСТУПИЛО: ТЕХНОЛОГИЯ
АЭРОБНОГО ГРАНУЛИРОВАННОГО
ИЛА

ОЧИСТКА ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД

НЕОБХОДИМЫЕ ШАГИ ДЛЯ
ПОЛУЧЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

НДТ и КЭР



Все решения для водоканалов –
на одной площадке

ОКТАБРЬ '2025 #5



ГОРЯЧАЯ ТЕМА



ВЫБОР РЕШЕНИЯ



ПЕРСПЕКТИВА XXI



Повышение
лояльности
потребителей
через цифровые
технологии
управления:
опыт ООО «РВК-
Воронеж»

4



Очищение
воздуха
от запахов
в системах
транспортировки
и очистки
коммунальных
сточных: обзор
современных
методов
и оборудования

12



Наша модель про-
изводства –
импортозамещение
и полный цикл

24

ПРИСОЕДИНЯЙТЕСЬ К ПРОФЕССИОНАЛАМ!



**ВОДА
NEW**

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ГРУППА



• Живые обсуждения • Эксклюзив • Ведущие эксперты

Издатель
ООО «Центр
перспективного
развития»
119330, г. Москва,
ул. Мосфильмовская,
д. 35, стр. 2.
Тел. +7 (495) 055-23-17

Главный редактор
Соболевская Елена Анатольевна
sobolevskaya@raww.ru

Подписка на сайте
ндт-инфо.рф

Отдел рекламы
Тел. +7 (495) 211-24-23
ndt@raww.ru



ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД



КАЛЕЙДОСКОП



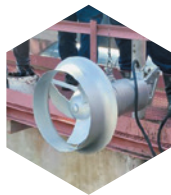
Анализ некорректных подходов
в разработке ОТП

30



Обратные клапаны «ОКТАМ»:
исключение гидроударов,
сокращение эксплуатационных
расходов, увеличенный срок
службы

48



**Решения AIKON для очистных
сооружений:** практика обновления
системы водоснабжения
и водоотведения в ТиНАО Москвы

43



**КАТАЛОГ
информационных систем (ИС),
используемых и предлагаемых
к внедрению в организациях
водопроводно-канализационного
хозяйства (ВКХ)**

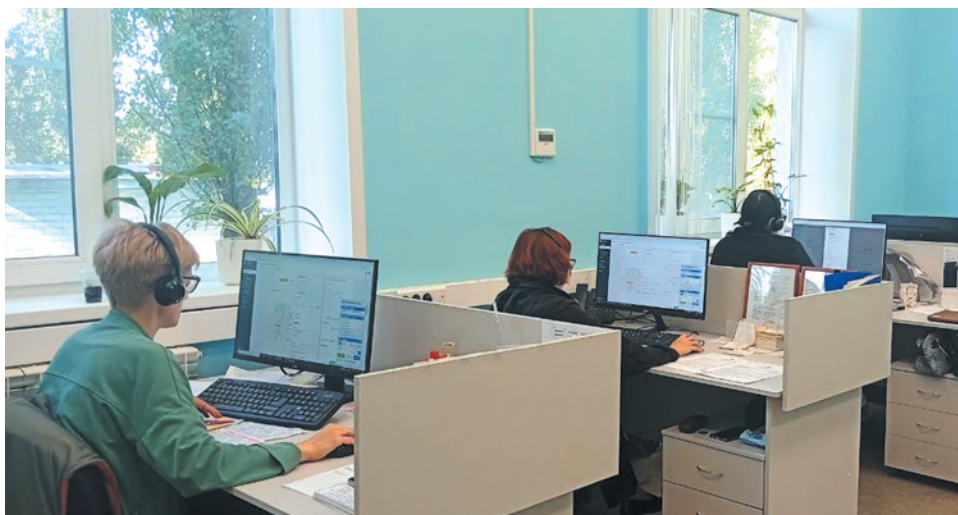
51

Не забудьте оформить подписку на 2026 г.

- счет на с. 56
- онлайн-оплата на сайте: [НДТ-ИНФО.РФ](http://ндт-инфо.рф)

Повышение лояльности потребителей через цифровые технологии управления: опыт ООО «РВК-Воронеж»

Д. М. Турбанов,
начальник отдела
информационных
технологий
ООО «РВК-Воронеж»



Рассмотрен вопрос значимости лояльности потребителей к ресурсоснабжающей организации (РСО). Основным фокусом внимания в парадигме формирования понятия «лояльность» является результативность процесса получения запросов, их обработки и направления обратной связи при работе с клиентами. Точкой пересечения интересов сторон является формирование устойчивых эмоциональных связей клиента и РСО за счет наличия инструментов коммуникации, которые позволяют «быть на короткой ноге», предоставлять максимум необходимых сведений для конкретной ситуации и тратить минимум времени на выяснения деталей, избегая длительных диалогов.

Этап промышленного внедрения гибридного IVR с голосовыми роботами совпал с большим приростом клиентов ООО «РВК-Воронеж», переходящих на прямые расчеты. Увеличение клиентской базы составило примерно 120 000 лицевых счетов, при этом индекс удовлетворенности потребителей вырос. Увеличилась скорость обработки данных и снижение уровня ошибок, автоматизация рутинных операций, выросла управляемость процессом работы контакт-центра, рациональное распределение нагрузки, текучесть персонала в контакт-центре сократилась на 98%.

ВАЖНА ЛИ ЛОЯЛЬНОСТЬ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ К РСО?

ООО «РВК-Воронеж» входит в состав группы компаний «РОСВОДОКАНАЛ», осуществляет водоснабжение и водоотведение столицы Черноземья. В настоящее время идет процесс плавного перевода на прямые договоры собственников помещений в многоквартирных домах. Клиентская база насчитывает порядка полмиллиона лицевого счетов.

Как и многие другие предприятия в сфере ЖКХ, мы сталкиваемся с отраслевой спецификой: риски возникновения аварийных и нештатных ситуаций, потери воды. Решаются задачи, связанные с оптимизацией использования ресурсов, повышением эффективности работы, контролем уровня удовлетворенности потребителей, формированием лояльности к ресурсоснабжающей организации (РСО).

Термин «лояльность» Большая российская энциклопедия и словарь бизнес-терминов определяют как повторное или многократное обращение клиента в торговую точку, мотивированное позитивным опытом предыдущих покупок. Таким образом, лояльность – приверженность покупателей к определенной компании, торговой марке. Как это понятие работает если компания, например является гарантирующим поставщиком на территории субъекта, и конкуренции практически нет. Что может дать в таком случае приверженность потребителей услуг?

С одной стороны, потребность предприятия заключается в снижении рисков аварийности, минимизации количества ручных и рутинных операций за счет автоматизации процессов работы для компенсации нехватки ресурсов, наличия набора инструментов поддержки принятия решений и управления, сервисов поддержания качества взаимодействия и снятия существенной нагрузки с сотрудников, обрабатывающих большие массивы данных. С другой стороны, клиент нуждается в быстрой и качественной коммуникации,

ему требуется достаточно высокий уровень информированности и наблюдается выраженный запрос на потребление качественных, надежных и эффективных услуг, соответствующих высоким ожиданиям. На практике отклик получает процесс взаимодействия с акцентом на индивидуальный подход и ценность времени потребителей. Таким образом, точкой пересечения интересов служит формирование устойчивых эмоциональных связей клиента и РСО за счет наличия инструментов коммуникации, которые позволяют «быть на короткой ноге», предоставлять максимум необходимых сведений для конкретной ситуации и тратить минимум времени на выяснения деталей, избегая длительных диалогов. Именно результативность процесса получения запросов, обработки и направления обратной связи при работе с клиентами является основным фокусом внимания в парадигме формирования понятия «лояльность».

Самым простым способом коммуникации служит телефонная связь, когда основная нагрузка ложится на операторов контакт-центров (центр обработки звонков, ЦОВ) предприятий, которые в большинстве случаев испытывают большие перегрузки из-за специфики работы, связанной с обработкой огромных объемов запросов – консультации, маршрутизация обращений, прием показаний, запись на оказание услуг. Растет процент «выгорания» работников, накапливаются ошибки или наблюдается снижение скорости работы по причине человеческого фактора, зависящего от эмоционального фона общения оператора с клиентами. Система сталкивается с потребностью снижения нагрузки и развития линейного персонала.

В ООО «РВК-Воронеж» на данный момент существует обширный набор каналов коммуникации: «гибридное IVR¹» с голосовыми роботами и телефонией, интерактивный сайт, социальные сети, личный кабинет (ЛКК), который трансформировался из мобильного приложения в web-версию, электронная почта. Запущен в промышленную эксплуатацию чат-бот.

¹ IVR (англ. Interactive Voice Response) – интерактивное голосовое меню. Система предварительно записанных голосовых сообщений, выполняющая функцию маршрутизации звонков внутри call-центра или мини-АТС с использованием информации, вводимой клиентом на клавиатуре телефона с помощью тонального набора. – Примеч. ред.

Личное посещение и прием клиентов при этом остается. Основными каналами коммуникации служат три – IVR, АКК и интерактивный сайт. На практике сервисы логически и интерактивно связаны.

Гибридный IVR с голосовыми роботами

При формировании методологии и разработке архитектуры сервиса ставка была сделана на вербальную составляющую по причине необходимости обеспечения стабильного канала коммуникации, в связи с тем, что в регионе проводятся мероприятия по сохранению безопасности, связанные с отключением мобильного интернета. Основой становится телефонный звонок, так как сайт и личный кабинет могут быть недоступны со смартфонов. На этапе анализа была рассмотрена целесообразность использования искусственного интеллекта (ИИ), в том числе больших языковых моделей (LLM)². Однако в целях снижения рисков и соблюдения требований федерального законодательства в части работы с персональными данными, а также экономической оценкой предлагаемого исполнения и потенциальной эффективности было принято решение о применении части «классического IVR», где клиент выбирает с помощью цифр необходимую тематику, и цифрового интерактивного взаимодействия в виде голосовых роботов. Дополнительно отработана задача по определению количественных показателей и определению объема данных, проходящих через основные сервисы взаимодействия с клиентами.

Таким образом, появился «гибридный IVR», где функционирует уже более двадцати голосовых роботов, направленных на обработку запросов по разным тематикам. Уникальность решения связана в первую очередь с тем, что звонок не теряется и не сбрасывается в процессе диалога, во-вторых, отсутствуют типовые ветки, поэтому клиент может получить максимум информации на первой линии

взаимодействия. Приходящий телефонный звонок остается в одном телефонном транке (магистралах), где осуществляется плавный переход «IVR-робот-оператор» в обе стороны. Возможность ведения диалога с сотрудниками контакт-центра была принципиально оставлена для решения сложных вопросов, создания аудио-конференций с подключением к разговору сотрудников предприятия в случае необходимости. Основные направления IVR были выбраны на основании статистических данных и исходя из отраслевой специфики. Большую часть составляют обращения по коммерческим вопросам (поверки, опломбировки, вызов специалиста, справки об отсутствии задолженности и пр.), на остальные приходится аварийные, технологическое присоединение, заказ различных услуг, вопросы трудоустройства.

В настоящее время работает пять главных разделов коммуникации:

- производство-аварийные заявки, проверка статуса отключений по адресу;
- коммерческие вопросы, передача показаний;
- консультации;
- технологическое присоединение к сетям,
- персонал (вакансии).

Клиент может проверить, попал ли его адрес в зону проведения работ, получить консультацию робота на интересующий вопрос, передать показания, заказать справки, оформить заявки, направить резюме. В планах компании расширять базу знаний и тематики диалогов.

На этапе запуска особенно важным было получение обратной связи от жителей региона: на все ли вопросы ответили роботы, что можно было бы добавить в диалоги, почему возникла потребность запросить помощь оператора. Часть данных для переосмысления и включения в архитектуру системы и методологию работы была получена через формы обращений на сайте. Благодаря этому качественному взаимодействию всех участников процесса удалось добиться положительного результата:

² Большая языковая модель (англ. Large Language Model) – нейронная лингвистическая сеть, обученная на огромных корпусах данных для понимания и обработки текста. – Примеч. ред.

1. *Управляемый процесс работы контакт-центра.* Унифицированы процессы работы всех операторов, появилась возможность работы с NPS (индексами удовлетворенности клиентов)³, сформировано понимание ключевых метрик и определен уровень отклика от клиентов.

2. *Автоматизация рутинных операций.* Рациональное распределение нагрузки персонала, классификация ключевых тематик и акцентирование ресурсов на сложных вопросах.

3. *Развитие персонала.* Возможность формирования оператором архитектуры обработки звонков за счет получения обратной связи от клиентов и контроль скорости решения вопросов, а не монотонный прием звонков. Снижение текучести персонала.

4. *Повышение скорости обработки данных и снижение уровня ошибок.* Высвобождение ресурса для проверки и обогащения информации в системах за счет применения шаблонов, реестров. Передача части задач клиенту для самостоятельного заполнения в комфортной для него обстановке.

РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА

Этап промышленной эксплуатации системы совпал с большим приростом клиентов, переходящих на прямые расчеты. Увеличение клиентской базы составило примерно 120 000 лицевых счетов, при этом NPS вырос на 4 %.

Всего за период внедрения системы (9 месяцев «роботы + операторы») зафиксировано 586 000 входящих звонков, 195 000 обработано роботами, из них лишь для 18 000 потребовался перевод на оператора. Текучесть персонала в контакт-центре сократилась на 98 %, персонал получил возможность управлять процессом и попробовать себя в роли «архитекторов» системы – управлять, оптимизировать и развивать сценарии интерактивного взаимодействия, расширять тематики, обрабатываемые роботами, наполнять новыми данными базу знаний и ответов на часто задаваемые вопросы.

~ 336 000

Принятых звонков с 01.03.24 по 06.11.24

~ 391 000

Принятых звонков с 06.11.24 по 30.07.25

~ 195 000

Дополнительно к общему количеству принято роботами с 06.11.24 по 30.07.25, из них всего лишь 18 000 — перевод на оператора

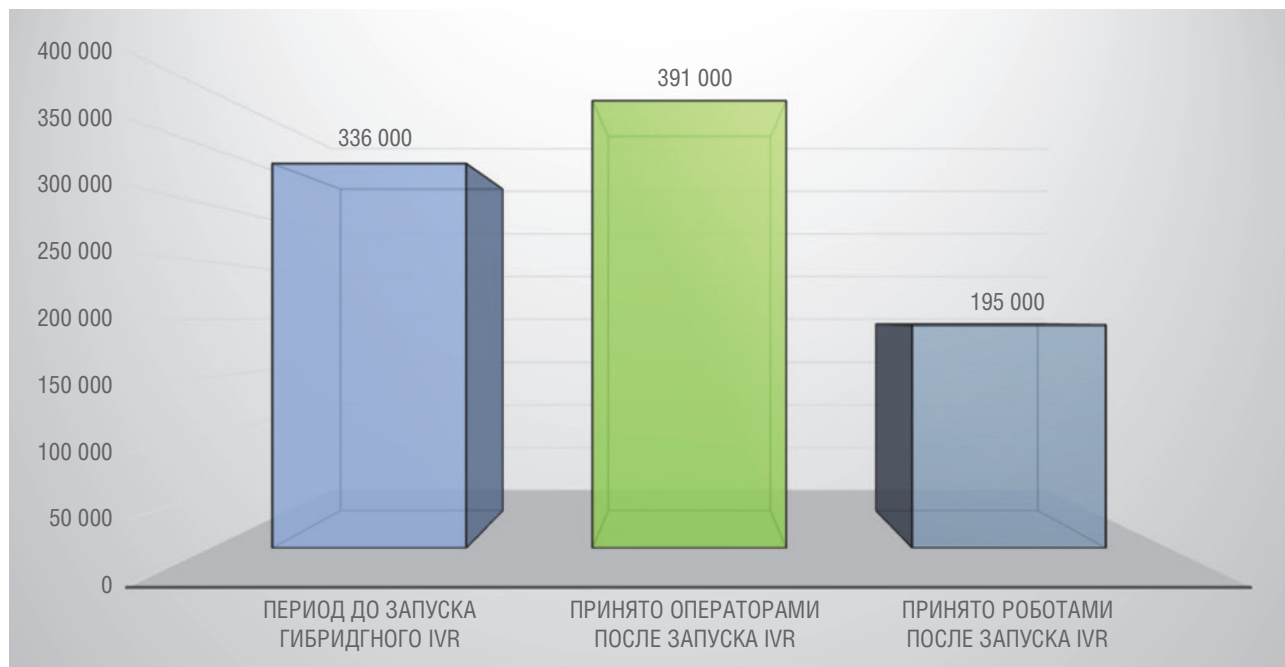
~ до 98 %

Сокращение текучести персонала в КЦ с ноября 2024 г.



- Существенно увеличено количество обрабатываемых звонков при росте NPS на 4 % с ноября 2024 при условии роста ЛС в объеме 120 000 (перешедшие за период на прямые расчеты) и удержании персонала.
- Сотрудники КЦ смогли выделить ресурс на создание дополнительного сервиса — чат-бота.

³ Индекс NPS (англ. Net Promoter Score) – индекс определения приверженности потребителей товару или компании/бренду (индекс готовности рекомендовать). Является одним из главных индексов измерения клиентской лояльности. – Примеч. ред.



ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

Программная реализация выполнена на базе свободного решения компьютерной телефонии (на базе лицензии GNU GPL) с организацией приоритизации внутренних телефонных очередей и использованием Sip-транков (протокол установления сеанса).

Обрабатывают звонки голосовые роботы компании «Минта», настройка выполнена сотрудниками предприятия с привлечением партнера, специализирующегося на телекоммуникационных сервисах.

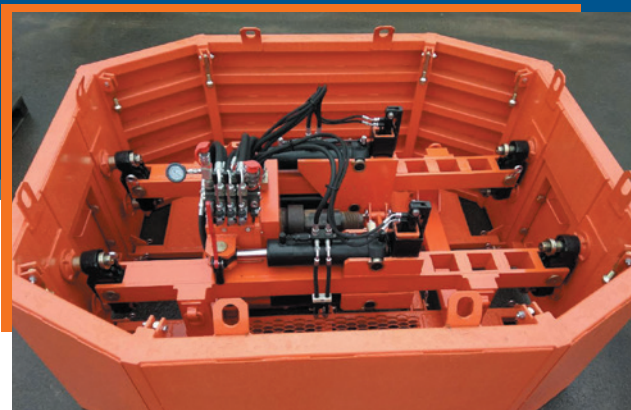
ООО «РВК-Воронеж» продолжает работу по формированию стабильного уровня лояльности и развитию сервисов взаимодействия, получения обратной связи от клиентов. ●



Машина направленного бурения

МНБЛ-70 + опалубка ОР-1,5

безопасное производство работ на глубине до 5 метров



Тяговое усилие **77 тонн**

Замена изношенных трубопроводов
диаметром **до 400 мм**, длиной **до 150 метров**



- Управляемые в плане и профиле криволинейные проколы грунта диаметром до 400 мм длиной до 120 метров;

Контроль бурения осуществляется локационной системой SNS.

- Управляемые прямолинейные проколы грунта диаметром до 315 мм длиной до 70 метров;

Контроль бурения осуществляется лазерной системой СЛК-1. Установка тройного назначения МНБЛ-70 комплектуется под потребности заказчика.



ООО «МЕМПЭКС»
Производство специализированной строительной техники

ТЕЛЕФОН: +375 (29) 631-07-71
ФАКС: +375 (17) 512-64-50
WWW.MEMPEX.BY
INFO@MEMPEX.BY



ВСЕРОССИЙСКИЙ
ВОДНЫЙ КОНГРЕСС

2026

VODEXPO

ЮБИЛЕЙНОЕ КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНОЕ МЕРОПРИЯТИЕ

20-22 МАЯ 2026 ГОДА

ГОСТИНЫЙ ДВОР

Москва, ул. Ильинка, 4

ПОСЕТИТЕЛИ

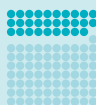


79% —
ЛИЦА,
ПРИНИМАЮЩИЕ
РЕШЕНИЯ

51% —
руководители
и заместители
руководителей



28% —
инженеры
и технические
специалисты



АУДИТОРИЯ



Водопользователи:
водоканалы,
промышленность,
сельхозпредприятия,
ГЭС



Экологи и НКО



Производители
и поставщики
оборудования



Органы власти
и государственные
корпорации

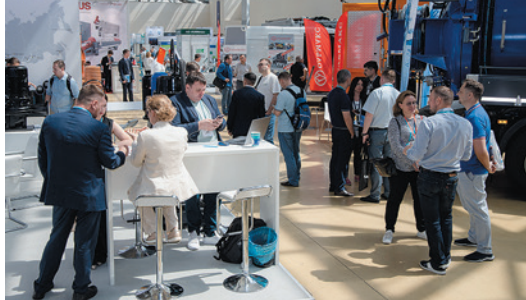


Проектировщики,
строительные
и инжиниринговые
компании



Научное
и экспертное
сообщество





ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МЕРОПРИЯТИЙ 2025 ГОДА



30 стран участников



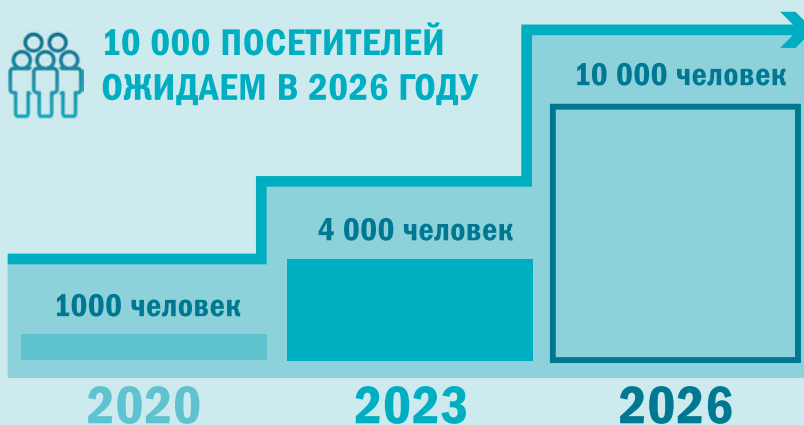
83 субъекта РФ



>150 представителей
СМИ



10 000 ПОСЕТИТЕЛЕЙ ОЖИДАЕМ В 2026 ГОДУ



**ВЫСОКОПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПЛОЩАДКА ДЛЯ БИЗНЕСА
В ДИАЛОГЕ С ВЛАСТЬЮ**



**НАМ ДОВЕРЯЮТ ЛУЧШИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛИ ОТРАСЛИ, ДЕМОНИСТРИРУЯ
ЗАРЕКОМЕНДОВАВШИЕ СЕБЯ ТЕХНОЛОГИИ И РЕШЕНИЯ**



ТРИ ДНЯ НАСЫЩЕННОЙ ДЕЛОВОЙ ПРОГРАММЫ

Более 40 круглых столов, пленарных
заседаний и панельных дискуссий



Более 300 спикеров



**Видеоролик
2025 года**



**Забронировать
стенд**



**Видеоинтервью
с партнерами
мероприятия**

ВЫСТАВОЧНАЯ ЭКСПОЗИЦИЯ:

ОКСАНА БЕЛАЯ
+7 (925) 375-70-73
shegoleva@raww.ru

ЛАДА СОЛОДОВНИКОВА
+7 (977) 321-45-05
solodovnikova@raww.ru

ОЛЕГ ПОЛОЗОВ
+7 (919) 998-83-23
polozov@raww.ru

ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА:

АЛЕКСАНДР ЭПШТЕЙН
+7 (965) 341-17-62
epshtein@raww.ru

watercongress.ru

[+7 \(495\) 055-23-17](tel:+74950552317)

vodexpo.ru

Очищение воздуха от запахов в системах транспортировки и очистки коммунальных сточных: обзор современных методов и оборудования

**А. И. ВАСИЛЬЕВ,
Е. О. ЛЫСЫЙ,
С. В. КОСТЮЧЕНКО,
И. С. ТИМОФЕЕВ,**

НПО «ЛИТ»

Представлен обзор методов и оборудования для удаления дурнопахнущих веществ (ДПВ) из воздуха. Каждый метод имеет особенности и ограничения при применении, которые определяются: составом ДПВ, входной концентрацией, объемами очищаемого воздуха, климатическими условиями, необходимой степенью очистки и другими факторами. Высокая стоимость затрат на приобретение и эксплуатацию оборудования для удаления запахов требует детального анализа существующих технологий и особенностей их применения. За последнее десятилетие в Российской Федерации накоплен значительный опыт использования различных типов оборудования для удаления ДПВ на объектах транспортировки и очистки сточных вод. Публикация содержит анализ и систематизацию этого опыта, а также определение наиболее подходящих для российских условий методов удаления ДПВ.

Для человека запах является одним из основных показателей наличия посторонних примесей в воздушной среде. Наличие неприятных запахов ухудшает комфортность проживания, вызывает недомогания и болезни, снижает производительность труда, становится причиной недовольства и жалоб со стороны жителей, которые находятся в непосредственной близости от источников запаха. Проблема удаления дурнопахнущих веществ (ДПВ) характерна для многих сфер промышленности: предприятий пищевой промышленности, животноводческих ферм, свалок, мусоросортировочных предприятий, очистных сооружений канализации, заводов по сжиганию мусора, предприятий нефтяной и химической промышленности

и т. д. Несмотря на разнообразие технологических процессов в различных отраслях промышленности, образующих неприятные запахи, можно выделить общие подходы к удалению ДПВ.

Вентиляционный воздух на сооружениях канализации характеризуется высокой влажностью, широким спектром ДПВ с возможными колебаниями их концентрации в десятки раз в течение суток, что осложняет подбор оборудования для газоочистки. Обычно в качестве индикаторного показателя используется концентрация сероводорода как одного из наиболее распространенных и трудноудаляемых веществ. На крупных канализационных насосных станциях (КНС), очистных сооружениях

канализации (ОСК) с производительностью по стоку 100 тыс. м³/сут выбросы только сероводорода составляют 3–10 и более т/год, а на крупных ОСК (200–400 тыс. м³/сут) – 8–20 т/год, а суммарно с органическими ДПВ – 20–50 т/год [1].

Выделяют следующие группы технологий очистки [2]:

- биохимические (биофильтры, капельные биофильтры, биоскрубберы);
- адсорбционные (физическая сорбция, хемисорбция, сорбенты-катализаторы);
- абсорбционные (химические скрубберы);
- плазмо-каталические (плазмохимические, озонные);
- фото-сорбционно-каталитические.

Использованию данных методов очистки на российских ОСК посвящен ряд исследований, проведенных как с научной точки зрения [3], так и с практической [4]. Инженерно-техническим аспектам удаления запахов ОСК посвящены работы [5] и [6].

БИОХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА

Биохимические методы очистки газов базируются на способности микроорганизмов преобразовывать различные соединения. Разложение веществ происходит под действием ферментов, которые вырабатываются микроорганизмами под влиянием отдельных соединений или группы веществ, присутствующих в очищаемых газах. Кроме углерода и энергии, получаемых при разложении загрязняющих веществ, для развития микроорганизмов необходимы такие питательные вещества как азот, фосфор и микроэлементы [7].

Первые биофильтры представляли собой открытые поля, заполненные органическим носителем (например, щепа, стружка, торф), через которые пропускался загрязненный воздух. Такие системы весьма дешевы в изготовлении, но, как правило, имеют низкую эффективность очистки (обычно 40–50 % и менее), поскольку условия жизнедеятельности бактерий (температура, влажность и т. д.) далеки от оптимальных, и требуют больших площадей для их размещения.

Следующим шагом развития технологии стало появление орошаемых (капельных) биофильтров. Орошение поверхности приводит к росту эффективности абсорбции сероводорода и других ДПВ с последующим их разложением микроорганизмами, а также позволяет значительно сократить размеры биофильтра [8]. Замкнутый объем биофильтра позволяет лучше контролировать температуру. Орошающую жидкость можно использовать в режиме рециркуляции, однако нужно учитывать, что в процессе жизнедеятельности бактерий образуется большое количество кислоты (прежде всего серной), поэтому для избегания закисления нужно регулярно обновлять орошающую жидкость или добавлять щелочные агенты.

Более сложной системой являются биоскрубберы, которые объединяют в себе химические и биологические подходы. На первой стадии используется химический скруббер, где загрязняющие вещества из воздуха абсорбируются в жидкости. Далее эта жидкость подается на вторую стадию, где производится ее биологическая регенерация. Продукты регенерации (излишки активного ила, биопродукты) непрерывно удаляются из системы. Обычно такие системы используются в химической, нефтехимической промышленности при очень высоких массовых выбросах сероводорода (сотни и тысячи кг/сут) [9]. Для удаления запаха на ОСК биоскрубберы практически не используются. Наиболее известная коммерческая реализация биоскрубберов – THIOPAQ Process (рис. 1).



Рис. 1. Биоскруббер THIOPAQ производства RAQUES



Рис. 2. Орошаемые биофильтры ОСК Ханьчжоу. Китай

Производятся отечественные биоскрубберы: БФК (ООО «Инновационные Биотехнологии»), БФС (НПП «Сфера»), Биофильтр (ООО ПКФ «КВАРТЭК экология»), ОПВС (ООО «Воздухоочистка»), СоларБио (ООО «Самфакел»), биофильтры контейнерного типа (ООО «ОКС Групп») и др.

В теплом климате, допускающем размещение биофильтров под открытым небом и не требующем подогрева воздуха и фильтра в зимний период эксплуатации, они обеспечивают эффективную очистку воздуха при низких эксплуатационных затратах. Это привело к широкому распространению орошаемых биофильтров в странах с подходящим климатом (рис. 2, 3).

Рис. 3. Орошаемые биофильтры ОСК Лос-Анджелес, США



Данная технология имеет ряд существенных ограничений:

- эффективная работа бактерий требует поддержания оптимальных значений параметров: pH орошающей жидкости, влажности воздуха, и, прежде всего, температуры. Хотя окисление сероводорода бактериями начинается уже при 10–12 °С, эффективно орошаемые биофильтры работают при температурах начиная с 18–20 °С. Для удаления летучих сернистых соединений оптимальные температуры еще выше: 20–30 °С [10]. Это требует существенных эксплуатационных затрат на подогрев фильтра и воздуха в зимний период эксплуатации в условиях умеренного и холодного климата. В таком климате также необходимо строительство утепленных зданий/сооружений, что значительно увеличивает капитальные затраты;

- заявляемая производителями эффективность работы возможна только при очистке газов относительно постоянного состава. При резком изменении состава/концентрации ДПВ, что характерно для ОСК, микроорганизмы не всегда успевают адаптироваться, что может приводить к снижению эффективности их работы и даже к гибели микроорганизмов;

- важно учитывать, что биофильтры являются источниками вторичного запаха, который появляется от жизнедеятельности микроорганизмов и требует дополнительной доочистки.

Отметим, что орошаемые биофильтры являются хорошими решениями в условиях относительно теплого климата и наличия свободных площадей при правильно организованной подаче воздуха. Климатические условия являются первостепенным ограничивающим фактором применения данной технологии в Российской Федерации (за исключением южных регионов) [3]. Несмотря на значительный научно-технологический прогресс в данной области [11] широкого промышленного применения в России данные методы пока не получили.

Адсорбция

Адсорбционная очистка представляет собой процесс поглощения ДПВ из воздушного потока твердыми сорбентами. В качестве адсорбентов применяют пористые материалы с большой удельной поверхностью (поверхность на единицу массы), которая составляет порядка $10^6 \text{ м}^2/\text{кг}$. При физической сорбции поглощение происходит за счет притяжения молекул слабыми межмолекулярными силами (ван-дер-ваальсово взаимодействие). Такое взаимодействие не селективно (сорбируется широкий спектр веществ) и, как правило, обратимо. Поглощенные молекулы могут десорбироваться, например, при повышении температуры. Это явление используется для регенерации сорбентов. Характерными примерами сорбентов являются активированный уголь, алюмосиликаты, цеолиты.

Помимо физической сорбции, используется хемосорбция, где связывание происходит за счет химической реакции адсорбента с поглощаемым веществом. Хемосорбция, как правило, необратима. Для задачи удаления запахов часто используется сочетание хемосорбции с физической сорбцией. Наиболее распространенным является использование активированного угля, импрегнированного (пропитанного) веществами, повышающими сорбционную способность по конкретному веществу. Так, для лучшего удаления аммиака уголь можно импрегнировать кислотами (фосфорная, серная), а для удаления сероводорода – щелочами (NaOH, KOH), йодидом калия и др. При этом нужно учитывать, что молекулы импреганта занимают часть пор активированного угля, что снижает его способность сорбировать другие вещества, в частности, летучие органические соединения, которые вносят значительный вклад в запах на ОСК.

Наличие кислорода в вентиляционных выбросах делает возможным эффективное применение сорбентов-катализаторов. В этом случае, на первом этапе происходит сорбция, а в дальнейшем сорбированные вещества разлагаются с участием катализатора. В ходе реакции катализатор регенерируется кислородом воздуха и может повторно участвовать в удалении ДПВ. В качестве такого

катализатора могут выступать оксиды металлов (например, меди, цинка), перманганат калия, которые часто используются для импрегнирования активированного угля. Такие каталитические импрегнированные угли имеют высокую сорбционную емкость, допускают возможность промывки, но при этом их стоимость в несколько раз выше, чем у неимпрегнированных активированных углей.

Для расчета эксплуатационных расходов обычно оценивается массовый выброс сероводорода на объекте и определяется необходимое количество адсорбента. В лабораторных условиях емкость по сероводороду составляет от 5–10 % по массе для обычного активированного угля и до 20 % по массе для импрегнированного угля. Для сорбционно-каталитических засыпок на основе активированного угля емкость составляет до 50 % по массе [3]. Отметим, что в большинстве реальных задач по очистке в воздушных смесях на ОСК присутствует не только сероводород, а также и другие загрязняющие вещества, что приводит к падению реальной емкости по сероводороду примерно в 2–3 раза.

Конструктивно адсорберы производятся в виде вертикальных, горизонтальных либо кольцевых емкостей [12]. Основным функциональным узлом устройства является рабочая камера, наполненная сорбентом в виде гранул, таблеток (характерный размер 2–8 мм) или пеллет (характерный размер: длина от 5 до 40 мм, диаметр от 4 до 8 мм). В порах сорбента происходит задержание молекулярных конгломератов.



**Рис. 4. Адсорбер на станции перекачки в г. Отуманга (Новая Зеландия).
Расход воздуха: 1300 м³/ч**

На рынке Российской Федерации представлены следующие адсорберы: АТС (АО «НИИОГАЗ»), адсорберы серий АФКТ, ДС, ВБС (ООО «ОКС Групп»), ААС (ООО ЭП «Газоочистка»), АДН (ЗАО «Турмалин»), СУ (производство ООО «Воздухоочистка»), Ятаган «Сорбер» (ООО «НПП «ЯТАГАН»), Легенд С (ООО «Глес Групп Инжиниринг»), угольный адсорбер (ООО «ПЗГО»), СОВ (НПО «ЛИТ») и др.

Основной плюс технологии заключается в возможности практически полного удаления ДПВ в широком диапазоне концентраций. Также к достоинствам можно отнести: простой конструктив установок, доступность сорбентов на рынке. Применение сорбентов на основе активированного угля ограничивается их высокой стоимостью. Они обычно используются при небольших массовых выбросах сероводорода (рис. 4) или сезонном характере эксплуатации. Также их широко применяют в качестве завершающей ступени доочистки в составе комплексных многоступенчатых систем удаления ДПВ.

Для удаления сероводорода особый интерес представляют сорбенты-катализаторы на основе оксидов/гидроксидов железа, размещенных на неорганическом пористом носителе. Такие сорбенты-катализаторы имеют высокую сорбционную емкость (40–60 % по массе), не уступающую каталитическим импрегнированным углям, но при этом они дешевле, что позволяет использовать их в качестве ступени предварительной очистки при высоких входных концентрациях сероводорода (например, системы СПОВ производства НПО «ЛИТ»).

АБСОРБЕРЫ (ХИМИЧЕСКИЕ СКРУББЕРЫ)

Абсорберы обычно представляют собой прямоугольную или цилиндрическую емкость, предназначенную для обеспечения взаимодействия очищаемого газа с жидкостью (абсорбентом) (рис. 5). Газовый поток контактирует с жидкостью, и происходит поглощение его компонентов. В ходе реальной эксплуатации часто используется многостадийная система очистки. Схема выбирается в зависимости от решаемых задач. Максимально полная, пятиступенчатая система очистки, предложенная компанией Degremont, включает в себя: кислотный скруббер, гипохлоритный скруббер, щелочной скруббер, скруббер на бисульфите или тиосульфате натрия с последующей доочисткой активированным углем [13].

На коммунальных ОСК часто используется двустадийная система. Обычно на первой стадии используется щелочной скруббер, а на второй щелочно-гипохлоритный, или наоборот (первая схема делает упор на удалении сероводорода, а вторая схема – на удалении органики). Следует отметить, что эффективно работающие по сероводороду скрубберы могут иметь незначительную эффективность по всему спектру ДПВ, поэтому обычно требуется доочистка.

В щелочных скрубберах при реакции сероводорода со щелочью (обычно NaOH) образуется сульфид натрия (Na_2S). Одним из недостатков данного метода является то, что

в водном растворе Na_2S может разлагаться с образованием сероводорода, который в последующем может выделяться в окружающую среду. Для предотвращения десорбции сероводорода используют скруббер на гипохлорите натрия, реакция с которым необратима, поскольку образуется сульфат натрия (Na_2SO_4). Дополнительным преимуществом такого скруббера является улучшение удаления других ДПВ, но достигается это преимущество за счет существенного увеличения расхода реагентов. Подробный анализ применения различных типов химических скрубберов на ОСК (включая оценку эксплуатационных расходов) приведен в работе [14].

В химических скрубберах также могут использоваться каталитические системы. Например, для удаления сероводорода из биогаза используются хелаты железа (III). После реакции с сероводородом происходит регенерация катализатора кислородом воздуха, а продуктом реакции является выпадающая в осадок сера. Одной из сложностей при разработке хелатных систем является закупорка форсунок и реактора образующейся серой. Для ее удаления используются сложные и дорогостоящие системы фильтр-прессов, что существенно повышает капитальные затраты. Применение таких систем экономически оправдано в случае больших массовых выбросов сероводорода (свыше 1000 кг/сут). В подобных ситуациях, характерных для ОСК, эксплуатационные расходы для хелатных систем оказываются не ниже, чем у традиционных щелочных или гипохлоритных скрубберов [15].



**Рис. 5. СКРУББЕРЫ SIEMENS LP-7000.
ДВЕ УСТАНОВКИ НА РАСХОД
ВОЗДУХА 42 000 м³/ч КАЖДАЯ
В Г. ЛАС-ВЕГАС (США)**

Высокий расход реагентов является самым большим ограничивающим фактором применения абсорберов. Помимо основной реакции, на расход щелочи также влияет реакция с углекислым газом, т. к. порядка 10–20 % CO_2 вступает в реакцию. При расходе воздуха в $10\,000 \text{ м}^3/\text{ч}$ и концентрации сероводорода $30 \text{ мг}/\text{м}^3$ необходимо еженедельно добавлять в систему тонну раствора щелочи [4]. Существенными также являются затраты электроэнергии на перекачку орошающей жидкости (порядка $15 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$ на расход очищаемого воздуха $10\,000 \text{ м}^3/\text{ч}$).

На данный момент на отечественном рынке представлен широкий спектр химических скрубберов: Борей-П2 (ООО «Производственная компания «Факел»), СПФ (ЗАО «Турмалин»), Т-СКРУБ (ООО «Тетра»), Легенд М (ООО «Глес Групп Инжиниринг»), Абсорбер ШВ (ООО «ПЗГО»), Sulphox (ООО «САЛФОКС») и др.

При использовании химических скрубберов необходима организация реагентного хозяйства и наличие квалифицированного персонала, умеющего работать с опасными химическими веществами. Установки требуют непрерывного контроля и, в условиях холодного климата, размещения в отапливаемых помещениях. В специфических условиях ОСК применение химических скрубберов для удаления ДПВ имеет ряд существенных ограничений и может рассматриваться лишь как первичная ступень очистки [14], после которой требуется доочистка. Это связано со следующими обстоятельствами:

- эффективность химических скрубберов по сероводороду обычно составляет 60–80 %;
- химические скрубберы не обеспечивают удаления всего спектра химических веществ, присутствующих в вентиляционных выбросах ОСК.

ГАЗОРАЗРЯДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Плазмо-каталитическая технология очистки воздуха от ДПВ применяется в России более 20 лет, однако до сих пор не получила широкого распространения на ОСК. Подробно особенности применения данной технологии на объектах коммунального хозяйства рассмотрены в работе [16]. Несмотря на разнообразие оборудования, представленного на рынке, общим является принцип работы, который включает в себя трехступенчатую обработку газовой смеси. Первая ступень – противопылевая. Ее наличие обусловлено необходимостью предварительной очистки от частиц размером более 5 мкм . Вторая ступень – плазмохимическая, где с помощью газового разряда различных типов происходит генерация озона и других активных частиц, которые окисляют ДПВ. Третья ступень – сорбционно-каталитическая, где происходит сорбция и доокисление удаляемых веществ. Для разложения летучих органических соединений требуется порядка 2 кВт на $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$ очищаемого воздуха, для удаления сероводорода – 10 кВт на $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$ [16].

Среди основных преимуществ технологии можно отметить компактность оборудования, незначительное время на его запуск, умеренные капитальные затраты. Проблемой электрических разрядов всех типов при атмосферном давлении в воздухе является их неоднородность, что приводит к крайней неравномерности распределения генерируемых активных частиц в обрабатываемом разрядом объеме. Высокая концентрация активных частиц внутри стримера способствует их быстрой рекомбинации, не затрагивая основного объема очищаемого воздуха. Осаждение продуктов окисления приводит к «отравлению» разрядных ячеек, а также к ухудшению изоляционных свойств, что критично при высокой амплитуде применяемого напряжения. С учетом высокой влажности очищаемого воздуха на ОСК это может сопровождаться частым аварийным отключением оборудования.

Оборудование, которое использует технологию плазмо-каталитической очистки: Ятаган «Плазмо Сорбер» (ООО «НПП «ЯТАГАН»), StradaFactory (ООО «Форм-Люкс»), Корона (ФМКБ «Горизонт»), Plazkat (ООО «ПЛАЗКАТ»), D8 «Поток» (ООО «Техноклимат-Сервис»), PlazmaiR (ООО «Перспектива»), СТОПКР (ООО «Воздухоочистка»), NE12000 (ООО «Нео Инжиниринг»), Газоконвертор (ООО «Арсенал»), AircorpHoreca, AircorpSTP (ООО «Корпорация Воздух») и др.

Например, установка «Корона-3» компании ФМКБ «Горизонт» рассчитана на очистку воздуха на канализационной насосной станции с расходом газа 5000 м³/час. Мощность установки составляет 6 кВт [17]. В АО «Мосводоканал» проведены промышленные испытания мобильной тестовой установки «Корона-3». Установка тестировалась на грабелемном помещении КНС, камере распределительного канала поступающей воды на Новолуберецких очистных сооружениях. Степень очистки на КНС составляла около 70% по сероводороду. Стабильная работа установки наблюдалась при влажности воздуха не более 90% [18].

В целом, эффективность работы подобных систем при реальной длительной эксплуатации является довольно низкой. Так, эффективность работы установки, разработанной сотрудниками Чжецзянского университета (Китай), составляет 70–80% [3]. В Швеции при обследовании работы оборудования в реальных условиях КНС и заводов по компостированию медианная эффективность удаления запаха с помощью плазмо-каталитической технологии составило всего 7% [19]. Большие затраты электроэнергии, нестабильная

работа при высокой влажности воздуха делают применение газоразрядного метода экономически невыгодным при эксплуатации установок на ОСК и КНС [16]. Кроме того, для разложения сероводорода требуется большой энергетический вклад, поэтому на практике плазмо-каталитические установки не справляются с удалением ДПВ при реальных концентрациях сероводорода выше 10 мг/м³.

Важно учитывать, что плазмо-каталитические установки потенциально взрывоопасны и их применение недопустимо, если в вентиляционных выбросах могут хотя бы разово возникать высокие концентрации метана или других взрывоопасных газов (свыше 30% нижнего концентрационного предела взрываемости согласно СП32.13330.2018 [20]). Отметим, что такие скачки концентрации характерны для многих КНС, а скорости быстрого действия датчиков метана не всегда бывает достаточно для своевременного отключения установки.

ОЗОНИРОВАНИЕ

Озон является окислителем, который вступает в реакцию с широким спектром ДПВ. Окисление сероводорода может происходить как с образованием серы, так и ее оксидов. В лабораторных условиях для удаления одной молекулы сероводорода требуется 2,35 молекул озона [4]. Кроме сероводорода в очищаемом воздухе присутствуют и другие загрязнители, что приводит к необходимости генерировать большее количество озона для эффективной очистки.

Для быстрого и непрерывного удаления сероводорода с концентрацией до 100 мг/м³ потребуются концентрации озона до 1 г/м³, т. е. для обработки 10 000 м³/час загрязненного воздуха необходимо до 10 кг озона в час [21]. Современные озонаторные системы, даже работающие на чистом кислороде, обеспечивают энергоэффективность на уровне 10–12 кВт·ч на 1 кг озона, а при работе на очищенном и осушенном воздухе – 15–20 кВт·ч. При этом важно отметить, что реакция, например, сероводорода с озоном

в газовой фазе протекает достаточно медленно. Для эффективной очистки требуется около минуты при концентрации озона в 8–10 раз большей, чем у сероводорода [22]. При равных концентрациях сероводорода и озона требуются десятки минут. Кроме того, для организации эффективного смешения озона с очищаемым воздухом требуется пространство и время, что является отдельной технической задачей, особенно в случае больших расходов. Для обеспечения эффективного смешения озона с газовой воздушной смесью и более эффективного использования озона за счет перевода реакции из газовой фазы на поверхность обычно используют дополнительную сорбционно-каталитическую ступень. Также эта ступень удаляет остаточный озон, предотвращая его выброс в атмосферу.

Важно заметить, что озон обладает дезодорирующим эффектом. При концентрациях озона 1–2 мг/м³ он не удаляет запах ДПВ, а просто маскирует его наличие, чем могут пользоваться недобросовестные производители. Отметим, что озон является сильно токсичным веществом и относится к I, вышнему, классу опасности с предельно допустимой концентрацией в воздухе рабочей зоны 0,1 мг/м³ (удаляемый сероводород гораздо менее опасен: он относится ко II классу опасности, а ПДК для него – 10 мг/м³).

Оборудование, которое использует озонирование для очистки:
AIR (ООО «ПК Позитрон»),
AIR (ООО «Системы Озоновой очистки»), ОТРИКС (ООО «Озон Мастер»), ОЗ (ООО «НПК «ЭКОНАУ»), Норма БВ (ООО МИП Электротехнологии), Тайфун О (ООО «Производственная компания «Факел»), Sunrays (ООО «Санрэй»), Oasis (ООО «ИЖОЗОН») и др.

Среди основных недостатков технологии можно отметить высокие энергозатраты, необходимость использовать дорогие высокопроизводительные генераторы озона и сорбционно-каталитическую доочистку, возможность отравления персонала озоном в случае внештатной ситуации [22].

ФОТО-СОРБЦИОННО-КАТАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД

Использование ультрафиолетового излучения (УФ) для очистки воздуха от ДПВ основано на поглощении УФ-излучения парами воды, кислородом и примесями. Обычно используются ртутные лампы низкого давления, излучающие на длинах волн 184,95 и 253,65 нм. Линия 184,95 нм эффективно поглощается парами воды и кислородом в воздухе, что приводит к образованию радикалов OH, HO₂, а также озона, которые далее вступают в реакции окисления. Для сероводорода основным становится канал окисления с участием OH-радикала и радикала HO₂. При окислении молекулы сероводорода по данному каналу в качестве продукта реакции образуется еще два OH-радикала, которые также участвуют в дальнейшем окислении примесей [23]. Цепной характер реакции окисления позволяет значительно увеличить эффективность удаления вредных и дурнопахнущих веществ [24].

После обработки УФ-излучением очищаемый воздух попадает на сорбционно-каталитическую ступень, где происходит доокисление загрязняющих веществ с переходом в твердую фазу. При этом оставшийся в очищаемом воздухе озон также адсорбируется и реагирует с частично окисленными вредными и дурнопахнущими веществами или продуктами их распада на поверхности сорбента-катализатора, за счет чего происходит очистка катализатора.

Для регенерации сорбционно-каталитической засыпки периодически осуществляют ее промывку (в том числе поташом (K₂CO₃) либо другими щелочными растворами), что увеличивает ресурс и снижает экономические затраты. Получаемый раствор сульфатов может

утилизироваться с обычным стоком. Важно заметить, что при таком подходе сорбционная способность сорбента восстанавливается до 70–80 % от исходной.

Для улучшения эксплуатационных характеристик может использоваться многоступенчатый принцип с комбинацией нескольких УФ-блоков, каталитических и сорбционных блоков (рис. 6 и 7).

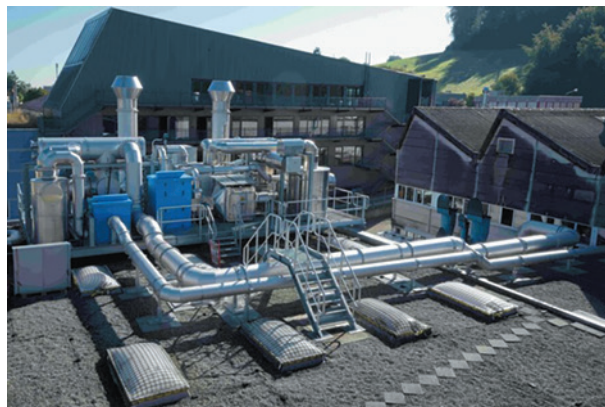


Рис. 6. Установка Uviblox (Германия)

Оборудование, которое использует воздействие УФ для очистки газов: NOX (Neutralox GmbH, Германия), ВЕНТИЛ (НПО «ЛИТ», Россия), ColdOX (Centriair, Швеция), Phoenix-compact (Bioclimatic GmbH, Германия), AerO³ ACS (AerOzonTechnologie GmbH, Германия), Uviblox (Uviblox GmbH, Германия) и др.

В комплексе «ВЕНТИЛ» (рис. 7) производства НПО «ЛИТ» на первой стадии происходит удаление водяного аэрозоля совместно с крупными дисперсионными частицами, производимое при помощи механических фильтров. Далее очищаемый воздух попадает в фотохимический реактор, в котором установлены амальгамные лампы. Установка оснащена системой автоматической промывки УФ-ламп. Выбор сорбционно-каталитической

засыпки и добавок к ней определяется составом загрязняющих веществ и диапазоном их концентраций в воздухе. В случае необходимости (при высоких концентрациях ДПВ) применяют аналогичную вторую стадию очистки (УФ и сорбционно-каталитическая ступень). При больших концентрациях сероводорода на входе рекомендуется использование предварительной очистки с помощью более дешевых методов. Особый интерес представляет применение для предочистки относительно недорогих селективных загрузок на основе оксидов железа [23].

Комплексы «ВЕНТИЛ» широко используются на очистных сооружениях Москвы (более 100 комплексов), Нижнего Новгорода, Самары и других городов России. К достоинствам фото-сорбционно-каталитического метода можно отнести: высокую эффективность очистки, возможность эксплуатации

Рис. 7. Установка «ВЕНТИЛ-10000» (Россия)



при низкой температуре, малое время запуска устройства, умеренное энергопотребление, существенную экономию сорбентов с учетом возможной регенерации. К недостаткам данной технологии можно отнести высокую стоимость (существенный вклад вносит стоимость УФ-блока), что приводит к экономической нецелесообразности использования технологии при низких концентрациях ДПВ (менее 3–5 мг/м³) и небольших расходах воздуха (до 3000 м³/ч) [4].

Выводы

Выбор оборудования и технологии очистки газов не может быть полностью стандартизован и является индивидуальной задачей для каждого конкретного объекта. Качественная и экономически эффективная очистка воздуха возможна только при детальном изучении источника ДПВ. Современная тенденция состоит в применении комбинации различных методов очистки для оптимизации капитальных и эксплуатационных затрат. Важным условием долгосрочного использования оборудования является регламентное техническое обслуживание, которое определяется конкретным производителем. Также необходимо регулярно контролировать и поддерживать входные параметры очищаемого воздуха в рабочем диапазоне. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнов А. Д., Боронина Л. В., Однолетков М. А., Свердликов А. А. К вопросу об образовании и удалении дурнопахнущих веществ из вентвыбросов систем канализации // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2019. № 4 (30). С. 29–32.
2. Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов. Бюро НДТ, ИТС10–2019.
3. Стрелков А. К., Василяк Л. М., Смирнов А. Д. Удаление запахов на предприятиях коммунального хозяйства. Опыт различных стран // Вода Magazine. 2020. [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://watermagazine.ru/pauchnye-statii2/novye-statii24162-udalenie-zapakhov-na-predpriyatiyakh-kommunal-nogo-khozyajstva-opyt-razlichnykh-stran.html> (дата обращения 25.04.2024).
4. Пономаренко А. М., Власов Д. Ю., Басов Н. С., Новиков С. В., Кудрявцев Н. Н., Костюченко С. В. О выборе способов удаления дурнопахнущих веществ из вентиляционных выбросов системы транспортировки и очистки сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 2021. № 1. С. 21–28.
5. Пономаренко А. М., Власов Д. Ю., Басов Н. С., Новиков С. Н., Кудрявцев Н. Н., Костюченко С. В. Инженерные аспекты организации удаления запахов на очистных сооружениях канализации АО «Мосводоканал» // Водоснабжение и санитарная техника. 2021. № 1. С. 29–35.
6. Данилович Д. А., Костюченко С. В., Левченко Д. А., Собур Д. А., Тимаков М. С. Проектно-технологические решения предотвращения возникновения и распространения запахов от сооружений транспортировки и очистки городских сточных вод // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. 2022. № 4. С. 18–29.
7. Гриневский А. А. Биофильтрация: технология очистки воздуха // Межотраслевой научно-практический журнал «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА». 2017. № 14. С. 5–7.
8. Rybarczyk Piotr, Szulczyński Bartosz, Gębicki Jacek, Hupka Jan, Treatment of malodorous air in biotrickling filters: A review. // Biochemical Engineering Journal, 2019. Vol. 141. P. 146–162.
9. Biogas upgrading. Evaluation of methods for H₂S removal / Danish Technological Institute. December 2014.
10. Hao Bu, Gilda Carvalho, Zhiguo Yuan, Philip Bond, Guangming Jiang. Biotrickling filter for the removal of volatile sulfur compounds from sewers: A review. // Chemosphere. 2021. Vol. 277.
11. Жуков В. Г., Загустина Н. А., Попов В. О., Веприцкий А. А., Данилович Д. А. Практическое тестирование технологических приемов эксплуатации высокопроизводительного биофильтра для очистки дурнопахнущих выбросов очистных сооружений». Конференция Международной водной ассоциации (IWA), Москва, 3 июня 2010 г.
12. Очистка выбросов вредных(загрязняющих) веществ в атмосферный воздух при производстве продукции(товаров), а также при проведении работ и оказании услуг на крупных предприятиях // Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Бюро НДТ, ИТС 22–2016.
13. Degremont. Технический справочник по обработке воды: в 2 т. Т. 2: пер. с фр. СПб., 2007.
14. Василяк Л. М., Собур Д. А., Стрелков А. К. Применение химических скрубберов для удаления запахов на очистных сооружениях канализации // Водоснабжение и санитарная техника. 2024. № 1. С. 4–12.
15. Василяк Л. М., Собур Д. А. О возможности применения скрубберов «Салфокс» на объектах водоотведения. // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и очистки сточных вод. 2024. № 5. С. 11–17.
16. Василяк Л. М., Кудрявцев Н. Н., Смирнов А. Д. Эффективность газоразрядных методов для удаления запахов из воздуха в системах транспортировки и очистки коммунальных сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 2021. № 12. С. 15–19.
17. Понизовский А. З., Гостеев С. Г., Грачев С. И., Маевский В. А., Филиппов С. Н. Комплексная плазмохимическая очистка газов от диоксидов серы, сероводорода, меркаптанов и оксидов азота // Межотраслевой научно-практический журнал «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА». 2012. № 4. С. 11–16.
18. Козлов М. Н., Гаврилин А. М., Киреев Ю. П., Дорофеев А. Г. Опыт АО «МОСВОДОКАНАЛ» по применению газоочистного оборудования на сооружениях канализации // Вода Magazine. 2019. С. 44–48.
19. Агарков М. Г., Левченко Д. А., Лысый Е. О., Собур Д. А. Наилучшие доступные технологии удаления дурнопахнущих веществ из вентиляционных выбросов систем канализации // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. 2019. № 3. С. 8–14.
20. СП 32.13330.2018 СНиП 2.04.03–85 Канализация. Наружные сети и сооружения». Изменение № 3 от 28.12.2023.
21. Богомолов М. В., Стрельцов С. А., Басов Н. С., Панков С. Н., Костюченко С. В., Волков С. В., Левченко Д. А., Васильев А. И. Методы удаления запахов в системах транспортировки и очистки сточных вод // Экология производства. 2017. № 10. С. 67–75.
22. Василяк Л. М., Собур Д. А. Почему в мировой практике озон не используется для удаления запахов канализации // Водоснабжение и санитарная техника. 2024. № 6. С. 31–36.
23. Кудрявцев Н. Н., Костюченко С. В., Васильев А. И., Собур Д. А., Левченко Д. А., Дроздов С. В., Тимаков М. С. Патент RU2742273C1. Способ и устройство для очистки воздуха от вредных и дурнопахнущих веществ, УФ-лампа и блок сорбционно-каталитической засыпки для их осуществления, 2019.
24. Bryukov M. G., Vasilyak L. M., Vasiliev A. I., Kostyuchenko S. V., Kudryavtsev N. N. Low-temperature oxidation of hydrogen sulfide and formaldehyde pollutants in humid air by UV radiation at 184.95 and 253.65 nm // The Journal of Physical Chemistry A. 2020. V. 124 (39). P. 7935–7942.



ООО «АЛСИС», ИНН 6670448134, КПП 665801001
РФ, 620043, г. Екатеринбург, ул. Репина, д. 52, помещение 7-7
Банк: ФИЛИАЛ "ЦЕНТРАЛЬНЫЙ" БАНКА ВТБ (ПАО), г. Москва
р/с 407028106 00630007662, к/с 30101810145250000411, БИК 044525411
Тел. (343) 372-50-14, тел. 8 800 101-88-25
E-mail: alsis@alsis-ur.ru

СОРБЕНТЫ И ФИЛЬТРАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ООО «АЛСИС»

ООО «АЛСИС» с 2003 года является российским разработчиком технологии и производителем широкого спектра сорбентов и фильтрационных материалов для очистки и доочистки воды (питьевой, производственной оборотной и сточной). Все реализуемые разработки основаны на собственных идеях сотрудников компании.

Продукция ООО «АЛСИС» конкурирует по своим свойствам с продукцией ведущих мировых производителей, а по многим показателям и превосходит их, успешно применяется более чем в двадцати странах мира, и география поставок постоянно расширяется.

Производство продукции осуществляется на собственных производственных мощностях, расположенных в Свердловской области, являющейся важным транспортным узлом между Европейской частью страны, Сибирью и Дальним Востоком. Выгодное географическое положение позволяет нам успешно вести торговлю со всеми регионами России, а также странами Евразийского Экономического Союза, Ближнего и Дальнего зарубежья.

ООО «АЛСИС» производит продукцию следующих наименований» «Сорбент АС», «Сорбент МС», «Цеолит», «Кальцит», «МФУ».

Отличительной чертой продукции являются:

- Возможность персонального подбора комплекта загрузок под конкретный состав воды,
- Широкий диапазон рабочих скоростей фильтрации вплоть до 20 м/ч,
- Гарантированный размер фракции поставляемых материалов,
- Возможность поставки фильтрующих и дренажных фракций любого размера,
- Длительный срок эксплуатации загрузок до 10 лет и более,
- Возможность создания без реагентных схем водоочистки,
- Сорбция широкого спектра неорганических примесей,
- Снижение энергозатрат на эксплуатацию фильтров,
- Снижение объемов дозирования химических реагентов (коагулянт, флокулянт),
- Снижение себестоимости очистки воды,
- Увеличение производительности действующих сооружений,
- Создание систем очистки воды с «нулевым сбросом»,
- Допустимая работа со всеми видами окислителей и химическими реагентами,
- Простая обратная водная или водо-воздушная промывка материалов,
- Удобная упаковка продукции, поставка под «ключ» включая оказание транспортных услуг.

Отгрузка осуществляется как с нашего завода в Свердловской области, так и с пятнадцати региональных складов, расположенных в Российской Федерации, Республики Беларусь, Республике Казахстан, Литве, Латвии, Вьетнаме.

Наши клиенты в России и за рубежом по достоинству оценили все преимущества продукции компании ООО «АЛСИС». За почти 20-ти летнюю историю компании реализованы миллионы объектов различной производительности и различной технической направленности, включая такие сложные как очистка северных поверхностных и артезианских вод с критически низкой температурой воды (не более 3 С), гальваностоки и доочистка шахтных вод.

С уважением коллектив ООО «АЛСИС»

Наша модель производства – импортозамещение и полный цикл

В условиях современного экономического ландшафта как никогда востребованы участники рынка, способные предложить полный цикл создания критически важных технологий. Знакомим читателей с одним из активных представителей отечественного бизнеса, работающего по программе импортозамещения Минпромторга России.

Как на практике развивается технологический суверенитет в сфере водоподготовки и очистки сточных вод редакция НДТ&VodaNew побеседовала с **генеральным директором производственно-инжиниринговой компании «Вотер Технолоджи Продакшн» (ВТП) В.М. Запорожцем.**



О роли и философии компании

Владимир Михайлович, сегодня «ВТП» – не только поставщик необходимого рынку коммунальной инфраструктуры оборудования, а комплексный инжиниринговый центр с собственным производством. Пожалуйста, определите миссию компании в контексте импортозамещения.

Наша миссия – обеспечивать технологический суверенитет и экологическое благополучие России путем создания высокоэффективного и низкочувствительного оборудования для водоподготовки и очистки сточных вод.

Этой цели отвечает наша бизнес-модель, выверенная за годы работы. Мы не собираем «конструкторы» из импортных компонентов, а создаем собственные, глубоко продуманные технологические решения.

Задачи импортозамещения и полного цикла

Компания позиционирует себя как производитель оборудования под брендом ИСТОК W. Расскажите, что это за оборудование? Как выстраивалась модель производства, в чем ее преимущества?

Под брендом ИСТОК W мы выпускаем широкую линейку оборудования для водоподготовки и очистки сточных вод: от установок дозирования и механической фильтрации до комплексных технологических линий «под ключ».

Наша модель производства – полный цикл. Он начинается в нашем инженеринговом центре, где мы разрабатываем оборудование и прорабатываем каждый узел. Затем наши конструкторские бюро создают 3D-модели и чертежи, после чего запускается процесс на собственной производственной площадке. Мы контролируем все: от резки металла и изготовления корпусов до программирования систем автоматики и финальной сборки. Такая вертикальная интеграция дает нам гибкость, скорость и независимость.

Производство и контроль качества как основа конкурентоспособности

Компания «ВТП» аккредитована Росатомом, это серьезный знак доверия. Как именно система менеджмента качества работает на практике, от инженеринга и производства до поставки? Что свидетельствует о том, российское оборудование не просто «замещает», а по многим параметрам превосходит импортные аналоги?

Аккредитация Росатома – не просто «знак доверия», это подтверждение того, что наша система менеджмента качества (СМК) соответствует самым строгим мировым стандартам. На практике это означает, что каждый этап жизненного цикла нашего продукта документирован и прослеживается, что позволяет определять эффективность любого этапа и гарантировать качество перед отгрузкой.

От технического задания, которое мы формируем совместно с заказчиком, до 3D-проектирования, производства, испытаний и монтажа – все проходит через многоуровневый контроль. Мы используем только сертифицированные материалы, а, например, наши сварщики аттестованы по стандартам Национального аттестационного комитета по сварочному производству (НАКС). Это позволяет не просто заявлять, а гарантировать долговечность, энергоэффективность, адаптивность к российским условиям и, что крайне важно, ремонтпригодность нашего оборудования. У заказчика исчезает зависимость от иностранного поставщика запчастей и сервиса.

Ключевые проекты и уникальные компетенции

Среди ваших клиентов – крупные компании, такие как РОСАТОМ, Северсталь, СИБУР, РОСНЕФТЬ, Интер РАО, SINOPEC, TECHNIMONT, Метафракс и др., а также много муниципалитетов. Что бы Вы отметили из значимых проектов в сфере ЖКХ за последние год-два? Какие задачи пришлось решать, с инженерной точки зрения, и как оборудование ИСТОК W обеспечивает нестандартные задачи?

Безусловно, сфера ЖКХ – один из наших ключевых фокусов, где решаются социально





значимые задачи обеспечения населения качественной питьевой водой и защиты окружающей среды. Если говорить о значимых проектах за последние годы, я бы выделил два.

Выделю реконструкцию Угрешских очистных сооружений поверхностных и близких к ним по составу производственных сточных вод в г. Москва. Наша задача заключалась в разработке инженерного решения для очистки сложных стоков и поставке оборудования. Установки ИСТОК W были спроектированы и изготовлены с учетом необходимости эффективного удаления специфических загрязнений, характерных для урбанизированных территорий и промышленных зон.



Второй важный проект – строительство КОС «Южные» в г. Севастополе. Наше оборудование позволило существенно повысить надежность и производительность первого, критически важного этапа очистки, закладывая основу для последующих стадий биологической очистки. В этом проекте удалось реализовать наш подход: мы не тиражируем известные решения, а глубоко анализируем исходные данные и предлагаем оптимальную технологию, будь то механическая очистка, глубокая фильтрация или комплексные системы «под ключ».

Сфера ЖКХ оказалась своего рода драйвером для развития продуктовой линейки компании. Уход большинства иностранных поставщиков оборудования поставил под угрозу возможность поддержки и реализации новых проектов для муниципальных объектов.

Нами сформирована программа новых продуктов с учетом потребностей наших партнеров и выстроено производство компонентов для перспективного обслуживания уже эксплуатируемого оборудования.

Так, совместно с Агентством по технологическому развитию Минпромторга России выполнили разработку конструкторской документации и локализацию установок дисковой фильтрации для КОС и ВОС.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СУВЕРЕНИТЕТ В АТОМНОЙ ОТРАСЛИ

Ваша компания участвует в знаковом проекте «Прорыв» госкорпорации «Росатом», который нацелен на достижение нового качества ядерной энергетики, разработку, создание и промышленную реализацию замкнутого ядерного топливного цикла. В городе Северск идет строительство инновационной атомной станции с замкнутым топливным циклом. Какова роль «ВТП» в этом проекте? Какое оборудование вы поставляете и какие требования к нему предъявляются, учитывая принципы данного проекта?

Это не первый проект в атомной отрасли для «ВТП». Интересен также проект для Курской АЭС-2. Какие основные вехи проекта?

Поставка оборудования для нужд Росатома – серьезный вызов и большая ответственность. Наша роль здесь – поставка ключевой системы химводоподготовки для энергоблока РУ БРЕСТ-ОД-300. Оборудование должно работать в условиях высочайших требований надежности, безотказности и ремонтпригодности. Проект «Прорыв» – это новый виток в атомной энергетике, повышающий ее экологичность, что полностью соответствует ценностям нашей организации. Его реализация выпала на сложный для экономики период. Наш опыт и подход обеспечили высокую локализацию производства и возможность выполнения поставленных задач при существующих ограничениях. Все решения позволяют осуществлять дальнейшую поддержку эксплуатации оборудования.

Это не первый проект в атомной отрасли для «ВТП». Мы участвовали в сложном проекте для Курской АЭС-2: от разработки технико-коммерческого предложения, технического аудита производства и детального инжиниринга до изготовления, заводских испытаний и поставки оборудования. Основная



задача проекта – обеспечение сверхчистой водой для поддержания корректного водно-химического режима энергоблоков поколения «3+». Гордимся, что способны обеспечить критически важные потребности атомной энергетики России.





КОНКУРЕНТНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА НА ВНУТРЕННЕМ И ВНЕШНЕМ РЫНКАХ

В чем заключается основное конкурентное преимущество установок ИСТОК W? Это цена, адаптивность технологий, сервис? Планируете ли вы выход на международные рынки?

Наше основное преимущество – комплексный подход и технологическая гибкость. Наше оборудование разрабатывается с учетом потребностей заказчика. Мы продаем не оборудование, а гарантированный результат по качеству воды. А также адаптивность к решаемым задачам, поддержка оборудования на всех этапах – наши неоспоримые конкурентные преимущества.

Что касается международных рынков, то наши установки успешно используют такие крупные компании, как SINOPEC (КНР), LANAZ (Ирак), Karabatan Utility Solution (Казахстан). Наша экспортная стратегия – не массовый выход, а точечная работа с комплексными проектами, где мы можем продемонстрировать свои сильные инженеринговые компетенции, особенно в странах Ближнего Востока, Юго-Восточной Азии и СНГ.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОРОЖНАЯ КАРТА

Как планируется дальнейшее расширение линейки оборудования, чтобы усиливать эффект импортозамещения, в том числе в других сферах экономики?

Да, мы постоянно расширяем как линейку оборудования, так и охват смежных областей. Наша дорожная карта включает:

- глубокую переработку сложных стоков промышленных предприятий (гальваника, микроэлектроника, фармацевтика) с целью извлечения и возврата в производство ценных компонентов;
- развитие технологий обессоливания морской воды для регионов с дефицитом пресной воды;
- создание «цифровых двойников» наших установок для прогнозирования их работы и оптимизации эксплуатационных затрат.

СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ КОМПАНИИ

Каковы стратегические цели «ВТП» на горизонте 3–5 лет? Какие направления находятся в фокусе интересов компании?

В рамках потребностей наших заказчиков, в том числе в рамках реализации федеральных проектов, мы планируем обеспечить максимальное закрытие потребностей проектов водной инфраструктуры.

Мы планируем активно развивать направление рециклинга воды, создавая замкнутые системы водооборота для промышленности, что соответствует глобальным целям устойчивого развития. Будем и дальше усиливать нашу научно-исследовательскую базу, потому что уверены: будущее российской промышленности за теми, кто инвестирует в собственные разработки и кадры. И компания «ВТП» готова это будущее создавать. ●

197342, г. Санкт-Петербург,
ул. Торжковская, д. 5, литера А, офис 2018
Сайт: <https://wtproduction.ru/>

Руководитель направления
Жарский Алексей Николаевич
Тел. +7911 000-73-91
e-mail: info@wtproduction.ru

Генератор карьерных возможностей

Публикуйте вакансии всего в несколько кликов
и получайте отклики от заинтересованных соискателей

Используйте платформу как **мощный HR-инструмент**.
Размещайте статьи о вашей компании, анонсируйте вебинары
и привлекайте аудиторию на собственные мероприятия

Находите молодых и перспективных специалистов через
специальные **программы стажировок**, закрывая потребность
в будущем

Мы создаём не только площадку для найма,
но и полноценный **информационный портал**, который будет
привлекать лучших специалистов в отрасли



waterjob.ru
info@waterjob.ru
+7 968 920 94 08

**Авторский цикл
Оксаны Викторовны
Харькиной
«Пути достижения
требуемого качества
очищенной воды».**

**В первой статье цикла
рассмотрены вопросы
неэффективности
реализуемых схем
биологической
очистки сточных вод,
которые приводят
к недостижению
требований по нитратам
и фосфору¹. Во второй² —
описаны ошибки
реализации процессов
нитрификации при
разработке проектов
реконструкции/нового
строительства КОС
и при эксплуатации
сооружений.**

**В предлагаемой
вниманию
читателей статье
проанализированы
неэффективные,
порой ошибочные
решения, с которыми
автору цикла
регулярно приходится
сталкиваться
в процессе экспертизы
предлагаемых
проектных и общих
технологических
решений КОС при
разработке ОТР.**

Анализ некорректных подходов в разработке ОТР



**О. В. Харьковина¹,
канд. техн. наук,
главный технолог, ООО «Архитектура Водных Технологий»;
руководитель секции «Отведение и очистка сточных вод»
Экспертно-технологического совета РАВВ; член НТС ЖКХ
Московской области, член ТК 393 Минстроя России**

Разработка основных технических решений (ОТР) – базовый этап предпроектных работ перед непосредственным началом проектирования, на котором определяются главные инженерные решения, влияющие на функциональность, безопасность и экономичность будущего объекта. В статье обсуждается проблема встречающихся на практике некорректных решений, которые закладывают при разработке ОТР. Разъяснено, почему рассматриваемые разработки не являются верными, приведены оптимальные решения данных вопросов.

¹ См. Харьковина О. В. Причины недостижения требуемого качества очищенной воды: анализ схем и примеров реализации процессов биологической очистки сточных вод. НДТ. 2025. № 3. С. 4–14.

² См. Харьковина О. В. Анализ рисков при реализации процессов нитрификации и пути их минимизации. НДТ. 2025. № 4. С. 38–47.

³ Тел.: +7 (495) 989-51-54, e-mail: okh@watertec.ru

В 2024 г. вступил в действие ГОСТ Р 70953–2023 «Канализационные очистные сооружения. Строительство и реконструкция. Основные технические решения. Требования к разработке, структуре и содержанию в целях обеспечения оптимальных капитальных затрат и эксплуатационных показателей», в соответствии с которым должны разрабатываться ОТР. Также необходим учет СП 3213330.2018 «Канализация. Наружные сети и сооружения», с изменениями.

ПРИМЕР НЕКОРРЕКТНОГО ПОДХОДА К РАЗРАБОТКЕ РАЗДЕЛА ОТР «Исходные данные»

Разберем пример конкретного ОТР, выполненного для канализационных очистных сооружений (КОС) города Н4⁴. Технологическая схема, которая анализируется в данной публикации, была выполнена до вступления в силу ГОСТ Р 70953–2023, поэтому не рассматриваем ОТР на соответствие данному документу, а анализируем исключительно заложенные в ОТР общие технологические решения реконструкции КОС.

В разделе «Получение технологических исходных данных»⁵ написано: «*обработка данных по притокам исходных сточных вод производилась в соответствии с СП 32.13330.2018 с Изменениями 1, 2*» (работа выполнена до вступления в силу СП 32.13330.2018. Изменение 3).

В [1] и затем [2] указаны следующие расходные характеристики, которые необходимо определять при математической обработке данных расходов сточных вод:

- среднесуточный расход;
- суточный расход 85-го перцентиля⁶;
- максимальный суточный расход, определяемый как расход 99,7-го перцентиля;
- суточный расход 97-го перцентиля;
- суточный расход 99-го перцентиля;

- среднечасовой расход;
- средний расход в сутки 85-го перцентиля;
- максимальный часовой расход в сутки 85-го перцентиля;
- максимальный часовой расход;
- средний часовой расход в сутки максимального притока.

Однако в таблице ОТР «Расчетные значения расходов сточных вод» приведены численные значения следующих расходных характеристик (табл. 1).

Таблица 1.
РАСЧЕТНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ РАСХОДОВ СТОЧНЫХ ВОД

№	Показатель	Единица измерения	Значение
1.	Суточный расход 85-го перцентиля	м³/сут	9883,6
2.	Общий среднечасовой расход	м³/ч	411,8
3.	Общий среднесекундный расход	м³/сек	0,114
4.	Общий максимальный часовой расход	м³/ч	617,7
5.	Максимальный секундный расход	м³/сек	0,17

Подобный некорректный подход к определению расходных характеристик, как в рассматриваемом примере ОТР, встречается нередко. Поясним, почему он является некорректным и чем обусловлен перечень расходных характеристик, указанных в [1, 2]. Ответ очевиден – различные сооружения и сети КОС рассчитываются на различные расходные характеристики. Например, согласно [1] и [2], каналы КОС и лотки сооружений следует рассчитывать на пропуск максимального секундного расхода сточных вод (среднего за максимальный расчетный час) с коэффициентом 1,4. Следовательно, при обработке данных расходных характеристик, необходимо в ходе статистической обработки расходных параметров определить

⁴ Принята сквозная нумерация объектов (городов) во всех статьях авторского цикла «Пути достижения требуемого качества очищенной воды». – Примеч. ред.

⁵ Курсивом выделены выкопировки из рассматриваемого ОТР. – Примеч. ред.

⁶ Перцентиль – это статистическая мера, указывающая на положение значения в упорядоченном наборе данных, при этом N-й перцентиль показывает, что N % всех значений находятся на этом уровне или ниже. – Примеч. ред.

максимальный часовой расход. Первичные отстойники следует рассчитывать на среднесуточное значение расхода в сутки 85-го процентиля, что требует численного определения при обработке расходных данных суточного расхода 85-го процентиля. При расчете вторичных отстойников требуется принимать значение максимального часового расход в сутки 85-го процентиля. Поверочные расчеты вторичных отстойников и сооружений доочистки следует делать на суточные расходы 97-го и 99-го процентилей.

Итак, указан *общий среднечасовой расход* – $441,8 \text{ м}^3/\text{час}$. Получается, что среднесуточный расход сточных вод (в таблице ОТР не указан) составляет $411,8 \times 24 = 9883,2 \text{ м}^3/\text{сут}$. Указанное в таблице ОТР значение суточного расхода 85-го процентиля составляет $9883,6 \text{ м}^3/\text{сут}$, то есть заложенное в данных ОТР значение суточного расхода 85-го процентиля соответствует среднесуточному расходу. Таким образом, в ОТР фактически из суточных значений расходов определен только среднесуточный расход, из часовых расходов – только максимальный часовой расход. Следовательно, в расчет сооружений закладывается среднесуточный расход, что неправильно. Сейчас даже не будем говорить о том, что в данных ОТР отсутствуют хоть какие-то промежуточные результаты обработки расходных характеристик и обоснования. Написано, что обработка данных производилась в соответствии с СП 32.13330.2018 (изм. 1, 2) и даны значения расходных характеристики, которые приведены табл. 1.

Подчеркнем, нельзя, чтобы в решения закладывались среднесуточные расходы сточных вод (среднесуточные расходы используют только для расчета годовых эксплуатационных затрат, сооружения же и оборудование не рассчитывают на среднесуточные значения расходов). Таким образом, обработка расходных характеристик сточных вод в рассматриваемых ОТР выполнена неверно.

Данные по качественному составу поступающих на КОС сточных вод даны в ОТР в виде таблицы «Основные физико-химические параметры поступающих сточных вод» (см. табл. 2).

Таблица 2. Основные физико-химические параметры поступающих сточных вод

№	Показатель	Единица измерения	Исходная сточная вода
1.	БПК ₅	мг/л	268
2.	ХПК	мг/л	322
3.	Взвешенные вещества	мг/л	168
3.	Фосфор фосфатов	мг/л	8,3
4.	Общий фосфор	мг/л	9,6
5.	Аммонийный азот	мг/л	51,5
6.	Азот нитритов	мг/л	0,01
7.	Азот нитратов	мг/л	0,62
8.	Общий азот	мг/л	59,2

В ОТР отсутствует информация, на основании каких данных были получены указанные выше качественные характеристики поступающих сточных вод, каким образом была выполнена обработка массива данных.

Физико-химические параметры поступающих сточных вод с учетом возвратных потоков (см. табл. 3). Как определены эти значения, на основании каких показателей или допущений, в ОТР не отражено.

Таблица 3. Основные физико-химические параметры поступающих сточных вод с учетом возвратных потоков

№	Показатель	Единица измерения	Исходная сточная вода
1.	БПК ₅	мг/л	277
2.	ХПК	мг/л	458
3.	Взвешенные вещества	мг/л	177
3.	Фосфор фосфатов	мг/л	8,4
4.	Общий фосфор	мг/л	11,1
5.	Аммонийный азот	мг/л	51,6
6.	Азот нитритов	мг/л	0,01
7.	Азот нитратов	мг/л	0,74
8.	Общий азот	мг/л	59,4

Никакой дополнительной информации не приведено. Таким образом, в рассматриваемых ОТП отсутствуют информация о массиве обрабатываемых данных, промежуточные результаты и обоснование подходов к обработке данных. Приведены только цифры в таблицах, при этом, расходные характеристики представлены только среднесуточным расходом, среднечасовым и максимально часовым (секундные расходы

представляют собой соответствующие часовые расходы, деленные на 3600). Качественные параметры сточных вод представлены значениями в таблице без объяснения того, как эти значения получены, на каком массиве данных, как проводилась обработка и каковы промежуточные и окончательные результаты. Как заказчику и/или проектировщику проверить корректность входных данных – не понятно.

КОРРЕКТНЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ РАЗДЕЛА ОТП «ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ»

Рассмотрим заложенный в [1, 2] подход к обработке массива данных качественных и количественных показателей сточных вод и рекомендуемый автором статьи подход к предоставлению информации в ОТП. В качестве примера используем массив данных КОС города Н5.

ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ ДАННЫХ ПО ФАКТИЧЕСКИМ РАСХОДНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ ПОСТУПАЮЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

Согласно [1, 2], исходные данные для проектирования развития и реконструкции очистных сооружений следует принимать на основании верифицированных результатов контроля расхода и свойств поступающих сточных вод. Заказчик должен передать проектировщику массив суточных и часовых расходов поступающих сточных вод за 3 полных года.

В ходе статистической обработки данных проектировщиком (разработчиком ОТП) определяются, используя функции Excel, все требуемые суточные расходные характеристики: как среднесуточные, так и суточные расходы указанных значений процентилей (85-го, 97-го, 99-го, 99,7-го). Если технолог, разрабатывающий ОТП или выполняющий разработку и расчет проектных решений, считает, что ему для работы необходимо определить значения суточных расходов других значений процентилей,

то их также рассчитывают. Для определения значений максимальный часовых расходов в сутки 85-го процентиля, после определения суточного расхода 85-го процентиля, рассчитывается значение максимально часового расхода в эту дату и затем определяется значение максимального часового расхода в сутки 85-го процентиля. Максимальный часовой расход определяется по массиву данных часовых расходов. Что же касается учета возвратных потоков, то необходимо изучить, в какую точку КОС подаются возвратные потоки, до или после точки контроля расходов (и/или концентраций) поступающих сточных вод. В результате, должны иметь место обоснованные подтверждения полученных количественных значений расходных характеристик. В тексте ОТП должно быть представлено краткое описание выбранного массива данных, например: «Анализ расходных характеристик сточных вод, поступающих на КОС города Н5, был проведен за полные 2022–2024 гг. по данным суточных и часовых расходов, переданных заказчиком».

Далее в ОТП дано описание определяемых расходных характеристик (данные расходов определяются в приемной камере, ПК) и результаты математической обработки данных сточных вод, поступающих на КОС города Н5, согласно требованиям и рекомендациям [1, 2]. В результате, предоставляется итоговая таблица полученных результатов (например, как в табл. 4).

Обработка и анализ данных по фактическим нагрузкам поступающих сточных вод и определение расчетных значений концентраций соответствующих загрязнений

Таблица 4. Расчетные значения фактических расходов (2022–2024 гг.)

	Показатель	Усл. обознач.	Ед. изм.	Значение факт 2022–2024 ПК КОС
1	Среднесуточный расход среднее значение из среднесуточных значений каждого года (2022–2024)	Q_d	м³/сут	239 844ч
2	Суточный расход 85 процентиля РАСЧЕТНОЕ ЗНАЧЕНИЕ. Среднее из 85 перцентилей суточных расходов	Q_{d85}	м³/сут	260 947
3	Суточный расход 97 процентиля Среднее из 97 перцентилей суточных расходов.	Q_{d97}	м³/сут	319 669
4	Суточный расход 99 процентиля Среднее из 99 перцентилей суточных расходов.	Q_{d99}	м³/сут	337 380
5	Максимальный суточный расход Среднее из 99,7 перцентилей суточных расходов	$Q_{d,max}$	м³/сут	345 867
6	Средний часовой расход в сутки со средним притоком	$Q_{h,d\,mid}$	м³/час	9994
7	Средний часовой расход в сутки 85 процентиля	$Q_{h,mid,d85}$	м³/час	10 873
8	Максимальный часовой расход в сутки 85 процентиля	$Q_{h,max,d85}$	м³/час	14 766
9	Средний часовой расход в сутки максимального притока	$Q_{h,max}$	м³/час	14 411
10	Суточный коэффициент неравномерности	K_d		1,442

Математическую обработку массива входных данных по качественным характеристикам поступающих сточных вод рекомендуется проводить в соответствии с [2]. Для обработки массива данных для проектирования развития и реконструкции существующих очистных сооружений следует принимать данные за период не менее 3 лет (п. 9.1.2). При этом, в качестве базовых исходных данных для получения расчетных концентраций необходимо использовать величины массовых нагрузок по загрязняющим веществам (кг/сут, т/сут), определяемые как произведение расхода сточных вод в конкретные сутки на концентрацию данного загрязняющего вещества в эти сутки. Далее проводится математическая обработка массива фактических данных по концентрациям выбранных (необходимых в дальнейшей разработке схемы КОС и расчетах сооружений) качественных параметров сточных вод с указанием точки отбора пробы.

Например, массивы данных на входе в ПК КОС:

- взвешенные вещества (ВВ);
- ХПК;
- БПК₅;
- аммоний ион NH₄;
- фосфор фосфатов P–PO₄.

Определяется нагрузка по рассматриваемым показателям загрязнений поступающих сточных вод W_{i,d^*} в указанной точке (или точках). Рассчитывается произведение концентрации данного показателя C_{i,d^*} и суточного расхода поступающих сточных вод Q_d : $W_{i,d^*} = C_{i,d^*} \times Q_d$.

Далее, согласно [2], надо определить (за 3 года или другой выбранный период) среднее из значений:

- 85-е процентили (за каждый год), если массив W_{i,d^*} составляет более 100 значений за год;
- 87-е процентили (за каждый год), если массив W_{i,d^*} составляет более 40 значений за год;
- 90-е процентили (за каждый год), если массив W_{i,d^*} составляет менее 40 значений за год;
- 95-е процентили (за каждый год), если массив W_{i,d^*} составляет менее 15 значений за год.

Определенное таким образом значение нагрузки является расчетным значением нагрузки по конкретному показателю i .

Далее расчетное значение концентрации рассматриваемых параметров (по конкретному показателю, C_i) определяется из расчетного значения нагрузки и расчетного значения расхода Q85 (85-й процентиль суточного расхода). В отчете ОТП указываются все данные.



Пример. Анализ нагрузки поступающих сточных вод в ПК и определение расчетных значений концентраций соответствующих веществ.

Нагрузка по ВВ (вход в ПК)

За общий период (ОП) расход Q_{85} , ОП = 260 947 м³/сут (по массивам суточных расходов 2022–2024 гг.).

Имеется массив данных концентраций взвешенных веществ (ВВ) за 2022–2024 гг.:

- 2022 – 51 значение;
- 2023 – 52 значения;
- 2024 – 52 значения;

Так как количество значений превышает 40, то определяем 87-й процентиль нагрузки.

Период	Кол-во значений	87-й процентиль нагрузки, кг/сут	Среднее значение нагрузки 87-го процентиля за 3 года, кг/сут	Расчетное значение расхода, м³/сут	Расчетное значение концентрации, мг/л
2022	51	85 213	80 973,3	260 947	310,31
2023	52	77 648			
2024	52	80 059			

Таким образом, расчетное значение для ОП (за 2022–2024 гг.) ВВ = 310 мг/л.

В отчете ОТП должна быть представлены результаты расчетов по всем рассматриваемым параметрам. После расчетов дается таблица расчетных качественных показателей сточных вод, например: «Расчетные концентрации по результатам обработки фактических массивов данных за 2022–2024 гг.»

В табл. 5 приведены расчетные значения по результатам обработки (согласно [1]) фактических данных за 2022–2024 гг. по качественным характеристикам сточных вод, поступающих в ПК КОС города Н5.

Таблица 5. Расчетные значения фактических концентраций загрязнений

Показатель	Ед. изм.	Расчетное значение вход ПК 2022–2024
Суточный расход 85-й процентиль массивов 2022–2024	м³/сут	260 947
Взвешенные вещества ВВ	мг/л	310
ХПК	мг/л	437
БПК ₅	мг/л	206
Аммоний ион NH ₄	мг/л	53,4
Азот аммонийный N–NH ₄	мг/л	41,5
Азот общий N _{tot}	мг/л	54,0
Фосфор фосфатов P–PO ₄	мг/л	3,53
Фосфор общий P _{tot}	мг/л	6,35

ПРИМЕР НЕКОРРЕКТНОГО ПОДХОДА К РАЗРАБОТКЕ РАЗДЕЛА ОТП, КАСАЮЩЕГОСЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ОЧИЩЕННОЙ ВОДЫ

Требования к качеству очищенной воды, заложенные в решениях рассматриваемых ОТП, представлены в табл. 6.

Таблица 6. Качественные характеристики очищенной воды

Показатель	Ед. изм.	Очищенная сточная вода
Взвешенные вещества ВВ	мг/л	5–6
ХПК	мг/л	80
БПК ₅	мг/л	2,1
Азот аммонийный N–NH ₄	мг/л	0,4
Азот нитритов	мг/л	0,02
Азот нитратов	мг/л	9,0
Азот общий N _{tot}	мг/л	9,52
Фосфор фосфатов P–PO ₄	мг/л	0,2
Фосфор общий P _{tot}	мг/л	0,2

В рамках данной публикации не будем анализировать, почему в ходе разработки ОТП качество очищенной воды по взвешенным веществам задано не как конкретное число, а дан диапазон (5–6 мг/л), на основании каких документов ХПК очищенной воды составляет 80 мг/л, почему качество очищенной воды по фосфору фосфатов и общему фосфору равны и пр.

Зафиксируем, что показатели, на которые в рассматриваемых ОТП разрабатываются решения, отличаются от технологических показателей НДТ, на достижение

которых ориентирует справочник ИТС-10-2019. Вместе с тем, целый раздел посвящен анализу технологий, заложенных в ИТС-10-2019, хотя, как сказано выше, ОТР разрабатывается на обеспечение требований «рыбхоза». В подобном случае при разработке ОТР или проектных решений не надо ссылаться на ИТС-10-2019.

ПРИМЕР НЕКОРРЕКТНОГО ПОДХОДА К РАЗРАБОТКЕ РАЗДЕЛА ОТР «РАСЧЕТ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ. РЕШЕТКИ»

В данном разделе дана только следующая информация: «Принимаются к установке 3 механические шнековые решетки (марку не приводим) с прозором 5 мм (2 рабочие и одна резервная). Узел перегрузки с ленточным транспортером (марку не приводим) – 1 шт. и отжимными прессами (марку не приводим) – 2 шт., бункер сбора и накопления задержанных отбросов с решеток из нержавеющей стали $V=2,5 \text{ м}^3$, 2 комплекта».

Результаты расчетов решеток и количества отбросов, в том числе и промежуточных, должны быть представлены в ОТР, оптимальное количество информации – это выкопировки расчетов (например, расчетного файла Excel), которые дополняются информацией о подходах к выполненным расчетам. В рассматриваемых ОТР результаты расчета никак не отражены. Заказчику необходимо запросить их у разработчиков ОТР.

Когда в дальнейшем проектировщик или заказчик получает технико-коммерческое предложение поставщиков/производителей оборудования, необходимо будет сделать перерасчет предлагаемого оборудования и дать согласование на корректность предложенного оборудования, чтобы, с одной стороны, мощностей было достаточно для обеспечения технологических требований обеспечения процессов очистки сточных вод, с другой стороны, чтобы не было переизбытка данных мощностей.

ПРИМЕР НЕКОРРЕКТНОГО ПОДХОДА К РАЗРАБОТКЕ РАЗДЕЛА ОТР «РАСЧЕТ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ. РАСЧЕТ ПЕСКОЛОВОК»

Расчет песколовков выполнен на удаление частиц диаметром 0,25 мм с гидравлической крупностью 24,2 мм/с, что противоречит рекомендациям [2], где указано, что для средних по производительности КОС при отсутствии первичных отстойников песколовки должны рассчитываться на задержание песка диаметром 0,15 мм с гидравлической крупностью 13,3 мм/с. Следовательно, решения, заложенные по песколовкам в данных ОТР, должны быть изменены.

ПРИМЕР НЕКОРРЕКТНОГО ПОДХОДА К РАЗРАБОТКЕ РАЗДЕЛА ОТР «РАСЧЕТ СООРУЖЕНИЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ»

В ОТР предложена схема реализации биологической очистки сточных вод в аэротенке как схема (рис. 1) последовательных зон анаэробной (А), аноксидной (Д1), аэробной (Н1), аноксидной (Д2) и аэробной (Н2). Следует отметить, что данная схема (последовательная) не является оптимальным решением реализации процессов биологической очистки сточных вод от соединений азота и фосфора по причинам невозможности:

- регулирования требуемого количества нитратов (суммарного рецикла возвратного активного ила и нитратного рецикла) [3], которые следует подавать в аноксидные зоны для обеспечения заданного качества очищенной воды по нитратам;
- оптимального распределения расходов сточной воды в аноксидные зоны, а также в связи с «заносом» во вторую аноксидную зону большого количества кислорода, что приводит к аэробному окислению в этих зонах органических соединений и, как следствие, снижению эффективности процесса денитрификации.

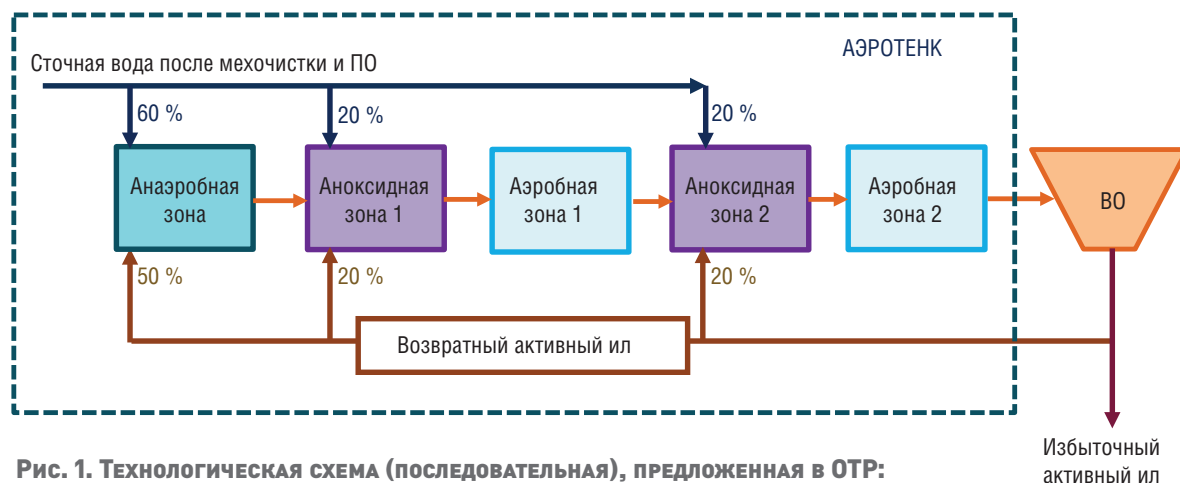


Рис. 1. Технологическая схема (последовательная), предложенная в ОТР:
ВО – вторичный отстойник (как видно из рисунка, суммарное значение
рецикла ВАИ составляет 90 %, где еще 10 % – авторы ОТР не уточняют)

Данную схему можно применять только после тщательно выполненных расчетов количества заносимого в аноксидную зону кислорода, потребления органических соединений в зонах денитрификации на заносимом растворенном кислороде, снижения нитратов на оставшихся органических соединениях и расчета качества очищенной воды по нитратам при использовании данной схемы. В рассматриваемых ОТР такой расчет не проведен, более того, расчет объемов аноксидных зон выполнен не для предложенной последовательной схемы, а для схемы с предвключенной денитрификацией, которая является максимально надежной и эффективной, и не несет указанных выше рисков, характерных для предложенной схемы последовательных зон.

Прирост активного ила в анализируемых ОТР рассчитан по формуле:

$$P_i = K_g \times (\text{БПК}_{\text{полн,вх}} - \text{БПК}_{\text{полн,вых}}),$$

где K_g – коэффициент прироста активного ила.

Данная формула расчета прироста активного ила является неверной, так как отражает только прирост активного ила на органическом субстрате, без учета температуры и прироста активного ила на инертном веществе. Более того, используемое значение K_g принято равным 0,3 мг/л. Это значение прироста

активного ила на $\text{БПК}_{\text{полн}}$ было заложено в соответствующую формулу в СНиП 2.04 03-85 [4]. Однако в формуле прироста ила в [4] присутствует еще слагаемое, учитывающее прирост активного ила на взвешенных веществах. В рассматриваемых ОТР данное слагаемое отсутствует. Следует отметить, что в [4] коэффициенты прироста были получены как усредненные значения на КОС, которые работали на низких значениях возраста активного ила, и сегодня использовать данную формулу некорректно, так как значение K_g зависит от возраста активного ила. Учитывая перечисленные ошибки, значение прироста активного ила в ОТР рассчитано неправильно.

Далее, в рассматриваемых ОТР указано, что значение общего рецикла (сумма рецикла возвратного активного ила (ВАИ) и нитратного рецикла) для обеспечения требуемого качества очищенной воды по нитратам должно быть равно 5, что корректно (4 – рецикл нитратного рецикла и 1 – рецикл ВАИ). Такое значение рецикла возможно обеспечить в схеме с предвключенной денитрификацией (рис. 2), когда при значении рецикла ВАИ 1, остальной расход рецикла добираем нитратным рециклом из конца аэробной зоны в начало аноксидной. Однако в рассматриваемых ОТР заложена схема с последовательными зонами. При значении рецикла ВАИ 1 (как



Рис. 2. Схема с предвключенной денитрификацией и химическим удалением фосфора:
ВО – вторичный отстойник; **СД** – сооружения доочистки (фильтрования).
СД могут использоваться в схеме при соответствующем обосновании их применения
расчетами всего блока биологической очистки

заложено в ОТП), количество иловой смеси, поступающей во 2-ю аноксидную зону, будет соответствовать значению нитратного рецикла 1. То есть проведенные в рассматриваемом ОТП расчеты для схемы с предвключенной денитрификацией не применимы к предложенной к реализации схеме, и обеспечить расчетное суммарное значение рецикла 5 невозможно. В результате, заложенная разработчиками ОТП схема не позволяет проденитрифицировать то количество нитратов, которое необходимо для обеспечения требуемой концентрации нитратов в очищенной воде. Для реализации процессов биологического удаления азота и фосфора максимально стабильной и эффективной является схема УСТ, для реализации процессов биологического удаления азота и биолого-химического удаления фосфора – схема УСТ с химическим доудалением фосфора (рис. 3).

В данной статье не будем останавливаться на достаточно спорных результатах расчета объема аэробной зоны аэротенков, выполненного через скорости окисления аммонийного азота и через скорости окисления органических соединений (и не выполнены через

значения аэробного возраста ила и для 1-й стадии, и для 2-й стадии). В ОТП скорость аэробного окисления органических соединений получилась БПК 3,5 мг/г·час (не указано, БПКполн или БПК5), и время на аэробное окисление остаточного после реализации процесса денитрификации количества органических соединений составило более 20 часов (при дозе ила 3,5 г/л). Полученная в ОТП скорость снижения БПК соответствует скорости эндогенного дыхания ила и применять эту скорость для расчета времени процесса аэробного окисления органических соединений — очень спорное решение. Впрочем, как и сам подход к подобному расчету скорости (еще и с учетом того, что в ОТП заложен аэротенк вытеснитель, а не смеситель). (Детально подход к расчету аэробной зоны аэротенка через скорости окисления органических соединений в аэробных условиях с методическими выкладками и примерами будет опубликовано в рамках цикла в соавторстве с канд. тех. наук П. П. Авдеенковым).

Согласно [2, 3] расчет объемов аэробной зоны аэротенка должен быть выполнен как

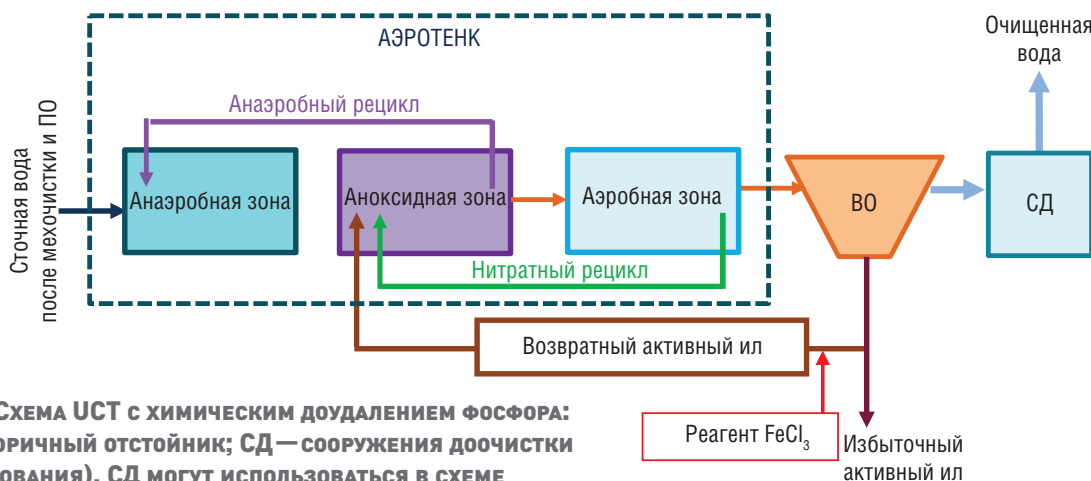


Рис. 3. СХЕМА УСТ с химическим доудалением фосфора: ВО — вторичный отстойник; СД — сооружения доочистки (фильтрования). СД могут использоваться в схеме при соответствующем обосновании их применения РАСЧЕТАМИ ВСЕГО БЛОКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ

минимум исходя из расчетных значений аэробного возраста активного ила, обеспечивающих требования к качеству очищенной воды и по азоту нитритов, и по азоту аммонийному. Принимается максимальный из полученных объемов. В данном ОТР расчет аэробной зоны аэротенка выполнен только исходя из скорости нитрификации и скорости снижения БПК. В ОТР произведен перерасчет возраста ила через рассчитанный по скорости снижения БПК (3,5 мг/г·час) объем аэробной зоны аэротенка и расчетное значение прироста активного ила. В результате получено значение аэробного возраста активного ила $\mu_{\text{аэроб.расч}}$ 15 сут. Проверка достаточности указанного значения аэробного возраста активного ила сделана следующим образом: «Полученное значение возраста активного ила целесообразно сравнить с минимальным возрастом активного ила для фактических условий проведения нитрификации. Согласно СП 32.13330.2018 (п. 9.2.9.10) аэробный возраст ила рекомендуется принимать не менее 8 сут. Скорость роста нитрификаторов составит $\mu = 0,16 \text{ сут}^{-1}$. В таком случае $\mu_{\text{аэроб.расч}} = 6 \text{ сут}$. Поскольку $\mu_{\text{аэроб.расч}} > \mu_{\text{аэроб.мин}}$, то пересчитывать объем аэробной зоны не требуется». Подход, безусловно, интересный, но неправильный.

СП 32.13330.2018. Свод правил. Канализация. Наружные сети и сооружения. СНиП 2.04.03-85 (утв. и введен в действие приказом Минстроя России от 25.12.2018 № 860/пр)

«9.2.7.10. Необходимо обеспечивать возраст ила, достаточный для надежного протекания процесса нитрификации. При расчетной концентрации аммонийного азота после аэротенков менее 0,5 мг/л аэробный возраст ила рекомендуется принимать не менее 8 сут или уточнять методом математического моделирования или экспериментально».

В ред. Изменения № 2, утв. приказом Минстроя России от 27.12.2021 № 1023/пр

«9.2.7.10. Необходимо обеспечивать аэробный возраст ила, достаточный для надежного протекания обеих стадий процесса нитрификации, обеспечивающих заданное качество очищенной воды как по аммонийному азоту, так и по азоту нитритов. Определять значения аэробного возраста активного ила следует расчетным путем. Полученное значение должно иметь инженерный запас, учитывающий возможные колебания нагрузки по загрязнению и концентрации растворенного кислорода в аэрируемых зонах.

При разработке [1] (на который ссылаются разработчики рассматриваемого ОТП) цитируемый пункт был скорректирован, так как его формулировка могла вводить в заблуждение о том, что значение аэробного возраста ила можно принимать без расчета, ориентируясь на указанное значение 8 суток (обращаем внимание, что 8 суток – это значение аэробного возраста активного ила для достижения концентрации аммонийного азота менее 0,5 мг/л, про концентрации нитритов в данном СП вообще не говорится). Брать за основу информацию из СП, который утратил силу, неправильно. Дальнейшие выводы тоже ничем не подкреплены. Таким образом, расчет аэробной зоны аэротенка в рассматриваемых ОТП выполнен некорректно, расчет на нитриты не произведен.

В [7] даны методические подходы к расчету значения аэробного возраста активного ила, обеспечивающие требуемое качество очищенной воды по аммонийному азоту и азоту нитритов. Для заложенной в ОТП минимальной расчетной температуры 17 °С и концентрации растворенного кислорода (КРК) 2,0 мг/л, значения аэробных возрастов активного ила, рассчитанные по классическим формулам ферментативной кинетики, должны быть, для обеспечения концентрации аммонийного азота 0,4 мг/л и азота нитритов 0,02 мг/л, соответственно 7,8 сут и 23,4 сут. Таким образом, проектное значение должно быть 23,4 суток.

Детально формулы расчетов аэробных возрастов активного ила, толкование заложенных коэффициентов, приведенных в расчетной таблице и рекомендуемые значения, даны в [6, 7].

Кроме того, в ОТП не рассчитана достаточность щелочности на реализацию процессов нитрификации и достижение требуемого качества очищенной воды по аммонийному азоту. Перерасчет процессов нитрификации и денитрификации (соответственно на потребление и высвобождение щелочности в данных процессах) [3] показал, что без дозирования внешнего источника щелочности процесс нитрификации будет идти до 0,4 мг/л по аммонийному азоту (при корректно выполненных остальных блоках расчета) только при значении щелочности в поступающих сточных водах 6,6 мг-экв/л. При типовых же значениях щелочности данного типа сточных вод 4,0–5,0 мг-экв/л необходимо дозировать 29–49 л/час NaOH (50 %).

Следует обратить внимание что, на данный момент, часто при разработке ОТП и при проектировании достаточность щелочности не рассчитывается. В результате аммонийный азот в очищенной воде превышает требования в 10 и более раз только за счет недостаточности щелочности на дальнейшее продолжение процессов нитрификации. Достаточность щелочности должна быть рассчитана при разработке ОТП и при проектировании КОС и, когда ее недостаточно для обеспечения требуемого качества очищенной воды по аммонии, необходимо проектировать систему дозирования NaOH (как оптимальное решение для обеспечения достаточности щелочности в ходе биологической очистки) с расчетом требуемого расхода щелочи.

Отметим еще, что в рассматриваемом ОТП заложено перемешивание иловой смеси в денитрификаторе воздухом, что приведет к риску насыщения иловой смеси кислородом и, как следствие, срыву процесса денитрификации.

Расчет воздуха, который должен поступать в аэробные зоны на реализацию процессов аэробного окисления, выполнен в ОТП по формуле СНиПа 2.04.03-85 [4] с добавлением слагаемого в числителе (потребление кислорода на процесс нитрификации). В те времена, когда формула расчета воздуха разрабатывалась и затем была включена в [4] на подавляющем большинстве КОС использовались фильтросные пластины, их показатели эффективности и были заложены как эмпирические коэффициенты (коэффициент K_1) в формулу расчета воздуха. Доза активного ила традиционно в аэротенках в те времена закладывалась 2 г/л, поэтому формула, приведенная в [4], не учитывает эффективность современных аэраторов, которая даже для одного и того же аэратора зависит от расхода воздуха через аэратор. Также данная формула не учитывает зависимость эффективности массопередачи от дозы активного ила. В настоящее время применение формулы [4] является некорректным и приводит к ошибке в расчете требуемого расхода воздуха, что влечет за собой недостижение требуемого качества очищенной воды. Перерасчет расхода воздуха для рассматриваемых ОТП на принятое автором статьи значение $sSOTE$ 6,5 %/м при коэффициенте снижения эффективности аэраторов 1 дает значение расхода воздуха в 1,6 раз больше, чем заложенный в ОТП. Кроме того,

Таблица 7. Расчет значений аэробного возраста ила

 Архитектура Водных Технологий	
Модель AWT/Bio v.2.09 (расчет биореакторов)	
Расчет значений аэробного возраста ила	
Параметры	Расчетные величины
1. Блок исходных данных	
Поступающая в аэротенки сточная вода	
T_{min} – температура расчетная минимальная, °C	17,0
Требования к очищенной воде:	
$N_{ам,вых}$ – азот аммонийный, мг/л	0,40
$N_{NO_2,вых}$ – азот нитритов, мг/л	0,02
2. Блок технологических параметров	
C_0 – КРК в аэробных зонах (усредненная по аэротенкам в значимых точках), O_2 , мг/л	2,0
3. Блок констант	
$TKN/N-NH_4$	1,16
$\mu_{max,A1,20}$ – максимальная скорость роста нитрифицирующих бактерий 1-й стадии для 20 °C, 1/сут	0,6
χ_{A1} – температурная константа 1-й стадии нитрификации, 1/°C	0,09
$K_{s,A1}$ – константа полунасыщения по $N-NH_4$, мгN/л	0,50
$K_{s,O_2,A1}$ – константа полунасыщения по кислороду для NH_4 , мгO/л	0,70
$b_{A1,20}$ – скорость распада нитрифицирующих микроорганизмов 1-й стадии нитрификации для 20 °C, 1/сут	0,03
$\mu_{max,A2,20}$ – максимальная скорость роста нитрифицирующих бактерий 2-й стадии для 20 °C, 1/сут	1,0
χ_{A2} – температурная константа 2-й стадии нитрификации, 1/°C	0,07
$K_{s,A2}$ – константа полунасыщения по $N-NO_2$, мгN/л	0,2
$K_{s,O_2,A2}$ – константа полунасыщения по кислороду для NO_2 , мгO/л	0,2
$b_{A2,20}$ – скорость распада нитрифицирующих микроорганизмов 2й стадии нитрификации для 20 °C, 1/сут	0,03
4. Блок расчетов	
4.5. Расчет аэробной зоны	
1-я стадия нитрификации	
$\mu_{max,A1}$ – максимальная скорость роста нитрифицирующих бактерий 1-й стадии нитрификации для текущей температуры T °C, 1/сут	0,46
b_{A1} – скорость распада нитрифицирующих бактерий 1-й стадии нитрификации для текущей температуры, 1/сут	0,023
2-я стадия процесса нитрификации	
$\mu_{max,A2}$ – максимальная скорость роста нитрифицирующих бактерий 2-й стадии нитрификации для текущей температуры T °C, 1/сут	0,81
b_{A2} – скорость распада нитрифицирующих бактерий 2-й стадии нитрификации для текущей температуры, 1/сут	0,024
5. Блок вывода результатов	
θ_{A1} – расчетное значение аэробного возраста AI для достижения требуемой концентрации $N-NH_4$, сут	7,8
θ_A – Расчетное значение аэробного возраста AI для достижения требуемой концентрации $N-NO_2$, сут	23,4
$K\theta_A$ – Коэффициент запаса	1
θ_A -Проектное значение аэробного возраста AI для достижения требуемых концентраций $N-NH_4$ и $N-NO_2$, сут	23,4

аэраторы в ходе эксплуатации снижают эффективность на 17–25 % (и более) за первые 3–4 года эксплуатации, что необходимо учитывать при проектировании аэрационной системы, в ОТП и это не отражено.

Расчет реагента для химического удаления фосфора в рассматриваемом ОТП проведен без учета фактора, учитывающего неполное смешение с реагентом (β фактор), необходимость применения при расчете расхода реагента β фактора прописана в [1, 2, 3]. Более того, расчет реагента проведен только по сухому веществу реагента и не сделан на товарный продукт. Такой подход не позволяет провести проектирование системы дозирования реагента.

В ОТП заложен биореактор, как сооружение доочистки с заложенным временем нахождения воды в нем 39 минут. Что он собой представляет, зачем применен в данном решении, какие процессы реализуются, какое снижение концентраций и каких показателей, как получено время пребывания в нем воды – не объяснено. Вообще, биореакторы доочистки (если это именно биореакторы, то в них должны быть реализованные некие биологические процессы) по опыту автора статьи – сооружения весьма спорные, они отличаются нестабильностью эффективности работы и влекут за собой высокие риски образования вторичных загрязнений.

Отметим еще один недочет данного ОТП. Расход избыточного ила был рассчитан по сухому веществу через разницу «начальной концентрации взвешенных веществ» и концентрации взвешенных веществ на выходе из вторичных отстойников (10 мг/л). То есть, по разнице концентраций взвешенных веществ в сточных водах, поступающих на биологическую очистку и очищенных после вторичных отстойников, был определен прирост активного ила по сухому веществу (!). Комментарию излишни.

Выводы

1 Основные технические решения на реконструкцию/новое строительство канализационных очистных сооружения должны представлять правильно рассчитанные и обоснованные варианты решения задачи обеспечения требуемого качества очищенной воды. Вопрос ответственности разработчиков ОТП за корректность разработанных ими решений в настоящее время остается открытым.

2 Анализ рассматриваемых ОТП на реконструкцию КОС города Н4 позволил выявить следующие некорректные подходы и решения: не представлены подходы и промежуточные результаты обработки входных расходных и качественных параметров поступающих сточных вод, не даны результаты расчетов решеток, песколовки рассчитаны на диаметры частиц более, чем требуется [2], схема аэротенков – неоптимальная для реализации процессов денитрификации, расчет аэротенков выполнен некорректно, нет характеристик, описания и цели использования биореактора доочистки. Все это приводит к необходимости полной корректировки данных ОТП.

3 При разработке корректных ОТП рекомендуется проводить обработку массива данных согласно [2], разрабатывать оптимальную для решения конкретной задачи схему КОС с обоснованием данного решения на основании результатов расчетов и сравнения нескольких вариантов, проводить корректный расчет сооружений с описанием подходов к расчету и выдачей выкопировок результатов расчетов в отчете ОТП, применять расчетные методики, за выбор и корректность применения которых несет ответственность компания, которая разрабатывает ОТП. В целом разработчик ОТП ответственен за корректность предложенных решений.

4 Проектная организация, которая затем проектирует КОС, должна проводить анализ и перерасчет решений прежде, чем берется за проектирование КОС по ОТП. В случае некорректных решений, заложенных в ОТП, проектная организация должна решать вопрос с заказчиком о необходимости корректировки ОТП.

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 32.13330.2018 Канализация. Наружные сети и сооружения. Изм. 2.
2. СП 32.13330.2018. Наружные сети и сооружения. Изм. 3.
3. Харькина О. В. Эффективная эксплуатация и расчет сооружения биологической очистки сточных вод. Волгоград. 2015.
4. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения.
5. СП 32.13330.2018 Канализация. Наружные сети и сооружения.
6. Харькина О. В. Основные риски при проектировании канализационных очистных сооружений. Расчет аэротенков (часть 1) (в порядке обсуждения)// Водоснабжение и санитарная техника. 2023. № 7. С. 23–35.
7. Харькина О. В. Анализ рисков при реализации процессов нитрификации и пути их минимизации. НДТ. 2025. № 4. С. 38–47.

Решения AIKON для очистных сооружений: практика обновления системы водоснабжения и водоотведения в ТиНАО Москвы

ПАВЕЛ
РУБЛЕВСКИЙ,
ООО СИЭНПИ РУС

В условиях ограничительных санкций российские водоканалы сталкиваются с высокими рисками, обусловленными зависимостью от поставок оборудования для систем водоочистки европейского производства. При этом альтернативные решения, которые предлагают многие отечественные производители, далеко не всегда сопоставимы по своим эксплуатационным параметрам с продукцией ведущих европейских брендов. Кроме того, не все новые игроки рынка обладают производственными возможностями для бесперебойной и своевременной поставки оборудования в нужных объемах, имеют необходимый опыт, штат специалистов и сеть сервисных партнеров для организации его своевременного технического обслуживания. Компания «СИЭНПИ РУС», официальный представитель брендов CNP¹ и Aikon² в России, предлагает не только альтернативу продуктам ведущих производителей из Европы, но и помощь в адаптации новых решений с минимальными затратами.

Примером успешной практики является использование мешалок AIKON на очистных сооружениях нового поколения мощностью 6000 м³/сут в рамках реализуемого АО «Мосводоканал» масштабного проекта обновления системы водоснабжения и водоотведения в ТиНАО Москвы. Их строительство было завершено в 2021 году. Всего в рамках программы модернизации было реконструировано 8 локальных объектов, выведены из эксплуатации 3 устаревших, построено 10 очистных сооружений.

Необходимость альтернативы

На очистных сооружениях в поселке Киевский ТиНАО Москвы работает современное оборудование, отличающееся энергоэффективностью и высоким уровнем автоматизации. Сточные воды проходят комплексный цикл механической и биологической очистки, а также обеззараживание ультрафиолетом. В 2022–2023 гг. встал вопрос о необходимости подбора альтернативы

на замену ранее установленного импортного оборудования, в частности, погружных мешалок.

Производители предлагают несколько типов оборудования для перемешивания стоков и ила на очистных сооружениях, в том числе высокоскоростные и низкоскоростные погружные мешалки, а также гиперболические мешалки. На объектах АО «Мосводоканал» преобладают высокоскоростные и низкоскоростные мешалки европейских производителей. В целях диверсификации и расширения ассортимента используемого оборудования было принято решение о проведении опытно-промышленных испытаний (ОПИ) высокоскоростной мешалки AIKON. Она представляет собой погружное устройство с прямым соединением рабочего колеса (винта) и вала двигателя и обеспечивает равномерное перемешивание иловой смеси без значительного энергопотребления.



Погружная мешалка AIKON QJB2,5/8-400/3-740/S

¹ Один из крупнейших производителей насосного оборудования в Китае.

² Производитель промышленного насосного оборудования и автоматики.

РЕШЕНИЕ AIKON

Высокоскоростные погружные мешалки AIKON QJB оснащаются многополюсными двигателями, а их гидравлические компоненты изготавливаются из нержавеющей стали. Как правило, погружные мешалки комплектуются импеллерами для увеличения осевого усилия и снижения радиального расхода, а также для уменьшения вибраций и повышения плавности работы.

Многофункциональные погружные мешалки AIKON типа QJB имеют следующие преимущества:

- компактная конструкция и малый вес;
- простота эксплуатации и обслуживания;
- длительный срок службы;
- высокоэффективный винт с функцией самоочистки лопастей для предотвращения наматывания и засорения мусором;
- пониженное энергопотребление, улучшенное насыщение кислородом и отсутствие осадка при использовании в сочетании с системой аэрации;
- уникальная конструкция уплотнения, исключающая возможность утечки и провисания кабеля;
- двигатель с уровнем защиты IP68 и изоляцией обмотки по классу H;
- высококачественные подшипники, не требующие технического обслуживания;
- наличие датчика утечки в масляной камере двигателя и датчиков защиты от перегрева в обмотках;
- два независимых торцевых уплотнения с коррозионностойкой карбонизированной сталью в качестве фрикционного материала;
- крепежные детали из нержавеющей стали.

АДАПТАЦИЯ

Выбор конкретной модели мешалки AIKON для проведения ОПИ был обусловлен ее сопоставимыми техническими характеристиками с ранее используемым аналогом. Заменой стала модель AIKON QJB 2,5/8-400/3-740/S с двигателем мощностью 2,5 кВт и винтом диаметром 400 мм из нержавеющей стали, который вращается со скоростью 740 об./мин. Оборудование выпускается на производственной площадке компании AIKON в зоне экономического развития Лонгчи (Нанкин, провинция Цзянсу, КНР).

Важной особенностью предложенного технического решения стала возможность проведения монтажных работ без опорожнения азротенка. Новое оборудование было установлено на штатные места крепления ранее используемой мешалки. Для адаптации потребовались лишь дополнительные текстолитовые проставки.



**Монтаж погружной мешалки AIKON
QJB2,5/8-400/3-740/S**

Электропитание и автоматика (датчики перегрева и затопления) были подключены к существующему шкафу управления. Оценка качества перемешивания проводилась визуально и с помощью портативного мутномера HACH LXV TSS Portable с погружным ИК-датчиком, что позволило измерять концентрацию взвешенных веществ в реальном времени.

Программа испытаний

Совместный проект сервисной службы CNP и ООО БиоПроект – дилера, поставившего оборудование и выполнявшего надзор за монтажными работами, – стартовал в сентябре 2023 года и завершился подготовкой отчета в январе 2024 года, включая этапы доставки и монтажа оборудования, тестирования и анализа результатов. Целью испытаний было тестирование мешалки AIKON QJB в реальных условиях для подтверждения ее соответствия технологическим тре-

бованиям и проверки возможности интеграции в систему очистных сооружений, а также комплексная оценка эффективности и стабильности работы в различных режимах эксплуатации.

В частности, требовалось подобрать оптимальную частоту вращения вала для достижения эффективного перемешивания при минимальном энергопотреблении и обеспечения поддержания активного ила во взвешенном состоянии по всей рабочей глубине аноксидной зоны аэротенка № 3: замеры профиля активного ила проводились в различных точках на глубинах 1, 2, 3 и 3,5 м от поверхности.

Параллельно проводилась сравнительная оценка результатов тестов с показателями импортной мешалки, установленной в аналогичной зоне аэротенка № 2, включая анализ надежности, удобства обслуживания и энергозатрат. В конечном итоге проект должен был определить возможность применения мешалок AIKON как замещающего оборудования для нужд АО «Мосводоканал» и подтвердить

их соответствие стандартам эксплуатации на очистных сооружениях.

Для комплексной оценки результатов были сформулированы технологические, энергетические и эксплуатационные критерии:

- подтверждение равномерного перемешивания иловой смеси в зоне действия размером 6500×4000×4000 мм с отклонением показателя дозы ила не более, чем на 10 % по всему объему;
- энергопотребление AIKON не должно превышать аналогичный показатель более, чем на 25 %;
- обеспечение стабильной работы без неполадок и сбоев в течение всего срока испытаний;
- отсутствие видимых следов износа узлов и агрегатов по завершении тестов;
- объем технического обслуживания, включая расходные материалы и трудозатраты, не должен превышать аналогичные показатели ранее установленного импортного оборудования.



Монтаж направляющих роликов мешалки AIKON QJB2



Резервуар очистных сооружений с установленной мешалкой AIKON QJB2

Выбор аноксидной (анаэробной) зоны аэротенка № 3 в качестве место установки мешалки для проведения испытаний был обусловлен тем, что эта зона характеризуется необходимостью постоянного перемешивания иловой смеси для предотвращения расслоения и осадения осадка.

К месту испытаний мешалка AIKON была доставлена 20 сентября 2023 года, монтаж и пусконаладочные работы выполнены 3 октября. Основным этапом тестирования проходил с 3 октября по 15 декабря, а анализ полученных данных и подготовка итогового отчета – с 15 декабря 2023 года по 17 января 2024 года. Монтажные работы выполнили специалисты производственного управления водопроводно-канализационного хозяйства (ПУ ВКХ) ТиНАО под контролем представителей ООО «БиоПроект».

Результаты испытаний

Тесты подтвердили высокую эффективность оборудования AIKON. Так, по состоянию на 4 октября, 18 октября, 2 ноября, 21 ноября и 8 декабря 2023 года измеренная доза ила варьировалась в пределах 4,68–9,25 г/л с минимальными отклонениями (менее 10%) по глубине и точкам. Это указывает на отсутствие расслоения иловой смеси и залегания осадка на дне. Например, 4 октября значения составили 8,88–9,25 г/л, а 21 ноября – 13,4–13,8 г/л. Аналогичные замеры для мешалки в аэротенке № 2 показали дозу ила от 2,34–7,26 г/л на те же даты, также без значительных отклонений, но с более низкими средними значениями: возможно, из-за различий в загрузке зон. Концентрация растворенного кислорода в зоне AIKON не превышала 0,4 мг/л, что соответствует требованиям аноксидного режима и предотвращает нежелательное окисление.

Кроме того, 2 ноября 2023 года представители ООО «БиоПроект» измерили уровень вибрации на подъемных механизмах: для обеих мешалок он составил 0,05 мм/сек, подтвердив отсутствие различий в механической стабильности. Выполненный 17 января 2024 года при подъеме осмотр мешалки AIKON не выявил следов износа узлов и агрегатов, что подтверждает ее надежность.

Замеры электрических параметров показали превосходство AIKON. В частности, сила тока в цепи двигателя мешалки QJB варьировалась в пределах от 4,6 А до 4,95 А на разные даты, тогда как для KSB – от 5,06 А до 6,5 А. При этом

расчетное энергопотребление AIKON за период с 4 октября 2023 по 17 января 2024 года составило 6300 кВт/ч, что оказалось ниже показателя используемого оборудования за то же время при сопоставимых условиях эксплуатации. Фактическая экономия электроэнергии составила около 19%.

Результаты тестов, проведенных на КОС пос. Киевский

Глубина замеров от поверхности аэротенка, м	T.1	T.2	T.3	T.4
	Доза ила, г/л			
Дата замеров 04.10.2023				
1	9	8,96	8,88	9,25
2	8,98	9,02	9	9,2
3	9,04	9	9,02	9,16
3.5	9,02	9,2	9,07	9,18
Дата замеров 18.10.2023				
1	7,38	7,7	7,54	7,62
2	7,3	7,6	7,5	7,51
3	7,29	7,52	7,52	7,54
3.5	7,29	7,37	7,54	7,49
Дата замеров 02.11.2023				
1	4,81	4,77	4,74	4,76
2	4,77	4,8	4,68	4,7
3	4,7	4,75	4,81	4,76
3.5	4,76	4,74	4,77	4,75
Дата замеров 21.11.2023				
1	13,8	13,6	13,6	13,7
2	13,6	13,7	13,7	13,6
3	13,6	13,6	13,4	13,5
3.5	13,7	13,6	13,5	13,5
Дата замеров 08.12.2023				
1	5,43	5,56	5,55	5,49
2	5,5	5,58	5,51	5,52
3	5,56	5,51	5,57	5,54
3.5	5,51	5,52	5,6	5,5



ИЗМЕРЕНИЕ УРОВНЯ ВИБРАЦИИ НА ПОДЪЕМНЫХ МЕХАНИЗМАХ СПУСТЯ 2 НЕДЕЛИ РАБОТЫ

Испытания продемонстрировали, что мешалка AIKON обеспечила поддержание в рабочей зоне требуемых технологических параметров: отсутствие избытка растворенного кислорода и равномерное распределение иловой смеси без расслоения. За 3,5 месяца эксплуатации не зафиксировано поломок, остановов или сбоев, оборудованию не потребовалось техническое обслуживание, что соответствует или превосходит показатели ранее установленного импортного оборудования. Объем регламентных работ, расходных материалов и трудозатрат оказался минимальным, без превышения по сравнению с аналогами.

Таким образом, решение AIKON не только может успешно использоваться в качестве альтернативы применявшимся ранее на очистных сооружениях АО «Мосводоканал» погружным мешалкам европейского производства, но и пре-

восходит их по ряду параметров, включая энергоэффективность. Согласно утвержденным заказчиком выводам, с целью масштабирования полученного опыта рекомендовано дальнейшее внедрение оборудования AIKON в аналогичных зонах очистных сооружений.

АССОРТИМЕНТ РЕШЕНИЙ AIKON

Компания «СИЭНПИ РУС» предлагает широкий ассортимент мешалок типа QJB для очистных сооружений. Помимо высокоскоростных, применение которых было рассмотрено в статье, он включает также модельный ряд низкоскоростных погружных мешалок – образователей потока, предназначенных для поддержания движения жидкости с низкой или средней вязкостью. Такие решения используются на промышленных и городских очистных сооружениях, в аэротенках и анаэробных резервуарах, крупных резервуарах для нитрификации и денитрификации.

Конструктивно низкоскоростные погружные мешалки состоят из винта и двигателя, сопряженных через редуктор. Они применяются с пластичным и гладким винтом из ударопрочного пластика, армированного стекловолокном, который способен эффективно поглощать динамические нагрузки, обладает коррозионной стойкостью, устойчивостью к кислотам и щелочам, а также хорошей износостойкостью в сточных водах. Конструкция лопастей также предполагает самоочистку. Шестерни редуктора выполнены из высококачественной легированной стали, что обеспечивает высокую надежность и длительный срок службы оборудования.

Высокоскоростные (220–620 об./мин.) мешалки AIKON QJB поставляются с двигателями мощностью от 0,37 до 22 кВт и винтом диаметром от 220 до 620 мм, развивающим осевую тягу в диапазоне 180–6100 Н (в зависимости от модели).

Низкоскоростные (29–130 об./мин.) модели комплектуются двигателями мощностью от 1,5 до 7,5 кВт и винтом диаметром 1100–2500 мм. Для этой линейки оборудования осевая тяга варьируется в диапазоне 650–3230 Н.

Также компания поставляет гиперболические мешалки для обеспечения циркуляции больших объемов сточных вод, мешалки якорного типа, предназначенные для перемешивания вязких субстанций и неньютоновских жидкостей, и насосы рецикла для перекачки стандартных и тяжелых стоков.

Обратные клапаны «ОКТАМ»: исключение гидроударов, сокращение эксплуатационных расходов, увеличенный срок службы

Обратные клапаны применяются для перемещения рабочей среды в прямом направлении и предотвращения ее движения в обратном направлении. Клапаны используются в системах водоснабжения, теплоснабжения, пожаротушения и других системах, от которых зависит наше жизнеобеспечение, поэтому простота и надежность их играет решающую роль. Традиционные конструкции обратных клапанов и затворов имеют существенные недостатки, что приводит к проблемам эксплуатации. На рис. 1, 2. показаны одностворчатый (1ств) и двухстворчатый (2ств) обратные клапаны соответственно.

В открытом состоянии диск этих клапанов устанавливается почти параллельно потоку жидкости. Из-за флуктуации давления с разных сторон диска возникают автоколебания, приводящие к дефекту трущихся поверхностей, т. е. к повышенному износу оси диска и посадочных гнезд. Это приводит к повышенным эксплуатационным расходам.



Рис. 1. Обратный затвор «Тесофи» СВ 3240



Рис. 2. Обратный затвор «Тесофи» СВ3448

На рис. 3 показан клапан с подъемной тарелкой (п.тар), при открытии и закрытии которого запирающий элемент многократно ударяется о центратор и седло. Это приводит к ускоренному износу элементов конструкции. Кроме, того при малых расходах возникает «звон» запирающего элемента клапана.

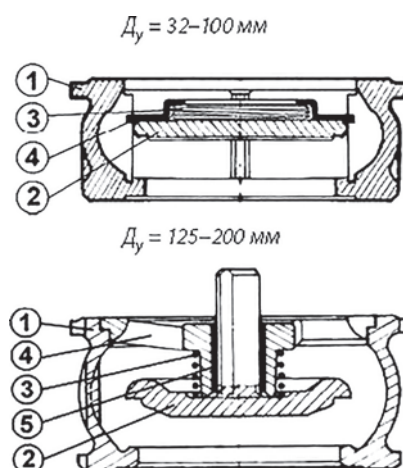
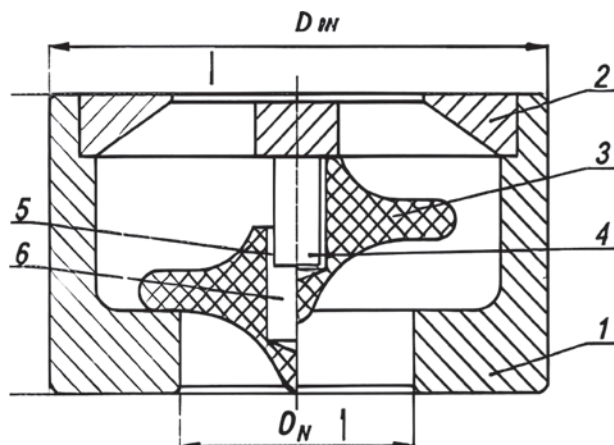


Рис. 3. Конструкция обратного клапана подъемного DANFOSS тип NVD 802 в двух модификациях: 1 — корпус; 2 — центратор; 3 — запирающий элемент; 4 — неподвижный стержень; 5 — зазор

ПРЕИМУЩЕСТВА ОБРАТНОГО КЛАПАНА «ОКТАМ»

Обратный клапан «ОКТАМ» (рис. 4) лишен недостатков, которые имеют клапаны, рассмотренные выше.



Обр. 1

Рис. 4. Конструкция обратного клапана «ОКТАМ» с демпфирующим звеном: 1 – корпус; 2 – центратор; 3 – запирающий элемент; 4 – неподвижный стержень; 5 – зазор; 6 – полость

Под воздействием напора жидкости запирающий элемент 3 движется по штоку 4 (антифрикционная пара) до центратора 2, при исчезновении напора запирающий элемент возвращается в исходное положение, оставаясь параллельно своему первоначальному положению. Движение запирающего элемента при закрытии и открытии клапана происходит плавно за счет встроенного демпфера. Износ запирающего элемента, центратора, седла и всего обратного клапана «ОКТАМ» в целом минимизирован, кроме того, не возникает «звона» запирающего элемента клапана при малых расходах.

Благодаря наличию входного и выходного обтекателей клапана «ОКТАМ» гидравлическое сопротивление его меньше, чем у клапанов других конструкций подъемного типа.

На вертикальных потоках металлический клапан «ОКТАМ» может работать без пружины, так как тарелка закрывает клапан под действием собственного веса.

Конструкция клапана «ОКТАМ» защищена патентом № 202501 от 19.02.2021. Декларация о соответствии ТР ТС 010/2011 № RU D-RU.A 301. В.08232. Клапан «ОКТАМ» соответствует техническим условиям ТУ3742-001-98942892-09.

Гидроудар

Причина возникновения гидроудара – быстрое открытие и закрытие обратного клапана.

Гидравлический удар может привести к серьезным последствиям для насосных систем и связанного с ними оборудования:

- разрывы трубопроводов при превышении предела прочности материала;
- деформация трубопроводов и нарушение герметичности соединений;
- повреждение опорных конструкций из-за резких динамических нагрузок;
- механические повреждения насосов: разрушение рабочих колес, подшипников, уплотнений;
- выход из строя клапанов и задвижек;
- экономический ущерб: в системах водоснабжения – до 0,8 % стоимости инфраструктуры;
- простои производства;
- потери перекачиваемого продукта;
- затраты на ремонтные и восстановительные работы;
- преждевременный износ оборудования.

В табл. 1 представлены технико-экономические характеристики обратных клапанов, ведущих западных и российских производителей.

Таблица 1

№ п.п.	Тип конструкции	Фирма	Страна	«Звон тарелки»	Возникновение гидроудара	Эксплуатационные расходы
1	1 ств	Техарматура	Россия	+	+	+
2	1 ств	DN	Россия	+	+	+
3	1 ств	РАШБОРК	Россия	+	+	+
4	1 ств	Tecofi	Франц	+	+	+
5	2 ств	Техарматура	Россия	+	+	+
6	2 ств	РАШБОРК	Россия	+	+	+
7	2 ств	Текофи	Франц.	+	+	+
8	2 ств	Zetkama	Польша	+	+	+
9	2 ств	FAF Valve	Турция	+	+	+
10	п.тар	Benarmo	Китай	+	+	+
11	п.тар	РАШБОРК	Россия	+	+	+
12	п.тар	Аста ОК352	Россия	+	+	+
13	п.тар	Gestra41	Германия	+	+	+
14	п.тар	VYC172	Испания	+	+	+
15	п.тар	NVD802	Дания	+	+	+
16	п.тар	Zetkama	Польша	+	+	+
17	п.тар	ОКТАМ	Россия	–	–	мин.

Клапан «ОКТАМ» (17) благодаря, встроенному демпферу имеет простую надежную конструкцию, не провоцирует гидроудары, «звон тарелки» и имеет низкие эксплуатационные расходы, в отличие от клапанов традиционных конструкций (1–16).

Многолетний опыт эксплуатации и положительные отзывы организаций ОАО «МОЭК», филиала групповых котельных г. Санкт-Петербурга, тепловых сетей МО, г. Казань и других подтверждают высокую надежность и долговечность клапанов «ОКТАМ».

На рис. 5 представлен обратный клапан «ОКТАМ», изготовленный из полимерно-композитных материалов (ПКМ). К пластику не прилипают загрязнения, которые увеличивают гидравлическое сопротивление клапана, а самое главное – он не подвержен коррозии, что увеличивает срок службы клапана и расширяет сферы их применения.

Замена металлических клапанов на композиционные позволяет:

- устранить проблему коррозии;
- уменьшить массу изделия в 7 раз;
- обеспечить высокую стойкость к воздействию различных агрессивных сред;
- увеличить срок эксплуатации;
- уменьшить стоимость;
- облегчить установку.

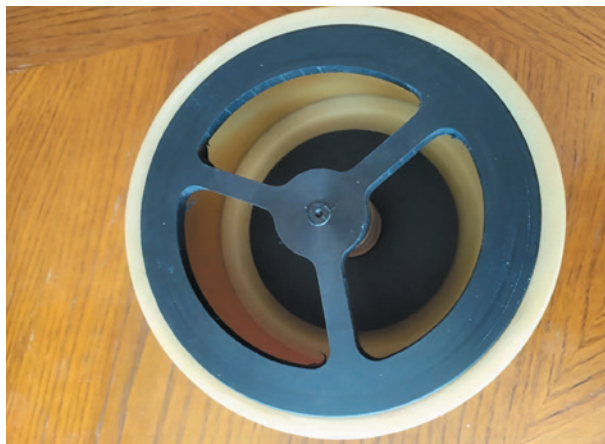


Рис. 5. Обратный клапан «ОКТАМ» из ПКМ

ИП Пенкин В. М.

Трубопроводная арматура

+7 916 211 22 43

volgal450@yandex.ru

<https://tru-arm.ru/>

? Вопрос эксперту

В целях цифрового развития организации интересуется информация о программном обеспечении, используемом водоканалами РФ для решения следующих задач:

- управление ресурсами: планирование, учет, анализ потребления воды;
- работа с абонентами: системы обработки заявок, личные кабинеты;
- финансово-хозяйственная деятельность: бухгалтерский учет, финансовое планирование.

Мы будем признательны за предоставление данных:

- обобщенный перечень наиболее распространенных программных продуктов, используемых водоканалами РФ в вышеуказанных областях;
- примеры конкретных программных решений (названия, производители), применяемых в крупных и средних водоканалах.

МУП АГО «Ангарский Водоканал»

ЭКСПЕРТ
Е. А. Соболевская,
Российская ассоциация
водоснабжения
и водоотведения



В целях системной поддержки цифровой трансформации организаций ВКХ с 2023 г. действует Национальный центр цифрового развития водных технологий (НЦЦР), проектный офис которого организован базе РАВВ.

Экспертами НЦЦР совместно с рабочей группой Экспертно-технологического совета РАВВ собрана и проанализирована информация о применяемых на водоканалах информационных системах (ИС), в том числе по обеспечению кибербезопасности. В результате создан Каталог информационных технологий и решений по защите данных (далее – Каталог).

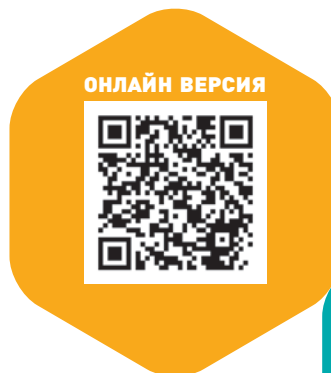
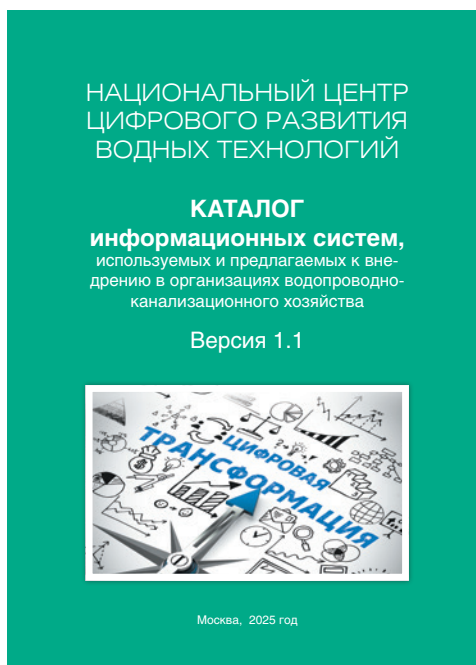
Каталог содержит информацию, структурированную в соответствии с типом (назначением) информационной системы:

- работа с абонентами;
- АСУ ТП (технологические процессы);
- АСУП (производственные процессы);
- финансово-хозяйственное управление ресурсами;
- информационная безопасность и защита критической инфраструктуры;
- кадровое развитие;
- интеграция с внешними ИС;
- технологии информационного моделирования (ТИМ).

Каталог включает данные о наименовании ИС, разработчике ПО, референц-объектах внедрения и записи в Реестре российского ПО (при наличии).

Каталог представляет собой обновляемый онлайн документ.

В случае заинтересованности в испытании/внедрении новых ИТ-технологий для решения конкретных задач предприятия и обеспечения информационной безопасности НЦЦР может быть предоставлена поддержка и экспертное сопровождение.



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ водоснабжения и водоотведения

- Сертификация
- Реестр цифровых продуктов
- Экспертиза, оценка
- Проекты «под ключ»

Проектный офис:
raww.ru
ndt@raww.ru
тел. +7 495 211 24 23

КАТАЛОГ

информационных систем (ИС), используемых и предлагаемых к внедрению в организациях водопроводно-канализационного хозяйства (ВКХ) (фрагмент)

Информационные системы (ИС)	Внедрение в ВКХ (да, нет)	Название*	Перечень референц-объектов, в том числе ВКХ	Разработчик	Реестр российского программного обеспечения
Работа с абонентами					
Личный кабинет абонента		РВК.Личные кабинеты потребителей ЮЛ и ФЛ	ООО «РВК-Воронеж», ООО «Краснодар Водоканал», ООО «Оренбург Водоканал»	ООО «РВК.Цифровые решения»	
		ЛК	МУП «Водоканал» г. Подольск	Собственная разработка. Стек технологий: HP/JS/Java/PostgreSQL	
		ЛК	МП г. Пскова «Горводоканал»	Собственная разработка	
	Нет	Linkage Visual	в различных отраслях: телеком, финансовый сектор, ритейл	АО «ГРУППА КОМПАНИЙ «ВЕСТЛИНК»	
	ДА	АИИСУВ Водоприбор Учёт	ГП «Калугаоблводоканал», ГУП МО «КС МО», МУП «Владимирводоканал»	ОАО «Завод Водоприбор»	
	ДА	ЛК для абонентов ФЛ и ЮЛ	более 150, в том числе: АО «Ростовводоканал», АО «Мончегорскводоканал», ГУП Республики Башкортостан «Нефтекамскводоканал», МУП «Элиставодоканал», Смоленский ВК и др.	ООО Компания «Стек»	
	ДА	Gelicon Core	ПАО «Т Плюс», ГК «Российские коммунальные системы», МУП «ПОВВ» г. Челябинска, ЭК «Восток» и т.д.	ООО «Геликон Консалтинг»	Реестровая запись
		Gelios			Реестровая запись
Цифровой колл-центр	ДА	Единое окно	МУП «Водоканал» г. Подольск	Доработка. Стек технологий: asterisk postgresql	
		«Колл-центр»	МП г. Пскова «Горводоканал»	Собственная разработка на базе asterisk	
	Нет	Linkage Contact Center BI, EPM	в отраслях: телеком, ритейл, др.; в аутсорсинговых колл-центрах, и имеющих собственные контактные центры	АО «ГРУППА КОМПАНИЙ «ВЕСТЛИНК»	

Информационные системы (ИС)	Внедрение в ВКХ (да, нет)	Название*	Перечень референц-объектов, в том числе ВКХ	Разработчик	Реестр российского программного обеспечения
Цифровой колл-центр	ДА	Датум АВР: Блок «Обращения» Блок «Заявки»	ООО «РВК-Воронеж», ООО «КВС-Саратов», АО «Нижегородский водоканал», АО «Ростов-водоканал» и др.	ООО «ДАТУМ СОФТ»	Реестровая запись
	ДА	Контакт-центр	АО «Ростовводоканал» и др.	ООО Компания «Стек»	
	ДА	Gelicon Utilities	ГК «Российские коммунальные системы», МУП «ПОВВ» г. Челябинска	ООО «Геликон Консалтинг»	
Управление обращениями		СЭД «Дело», Личный кабинет	ГП Калининградской области «Водоканал»	ООО «ЭОС Софт» собственная разработка	Реестровые записи
	Нет	Linkage Contact Center BI BI		АО «ГРУППА КОМПАНИЙ «ВЕСТЛИНК»	
	ДА	Датум АВР: Блок «Обращения» Блок «Заявки»	ООО «РВК-Воронеж», ООО «КВС-Саратов», АО «Нижегородский водоканал», АО «Ростов-водоканал» и др.	ООО «ДАТУМ СОФТ»	Реестровая запись
		Контакт-центр	АО «Ростовводоканал» и др.	ООО Компания «Стек»	
	ДА	Контакт-центр	АО «Ростовводоканал» и др.	ООО Компания «Стек»	
	ДА	Gelicon Utilities	ГК «Российские коммунальные системы», МУП «ПОВВ» г. Челябинска	ООО «Геликон Консалтинг»	
Договорная и претензионно-исковая работа	ДА	1С, ПО «Полнофункциональный модуль подготовки исков и заявлений о вынесении судебных приказов»	ГП Калининградской области «Водоканал»	ООО «РИВЦ «Симплекс»	
		1С: ЖКХ 3.0 доработка: изменены алгоритм и функционал	МУП «Водоканал» г. Подольск	ООО «1С»	
		1С: Учет в управляющих компаниях ЖКХ, ТСЖ и ЖСК доработка	МУП «Водоканал» г. Шелехов	ООО «1С»	Реестровая запись
		1С: Расчет квартплаты и бухгалтерия ЖКХ доработка	МП г. Пскова «Горводоканал»	ООО «Сервер»	
	Нет	Linkage Contact Center BI BI		АО «ГРУППА КОМПАНИЙ «ВЕСТЛИНК»	
	ДА	Программы Работа с должниками – ФЛ Работа с должниками – ЮЛ	более 150, в том числе АО «Ростовводоканал», АО «Мончегорскводоканал», СМУП «Горводоканал», МУП «Элиставодоканал», Вологодский, Смоленский ВК и др.	ООО Компания «Стек»	

Информационные системы (ИС)	Внедрение в ВКХ (да, нет)	Название*	Перечень референц-объектов, в том числе ВКХ	Разработчик	Реестр российского программного обеспечения
Технологическое присоединение	ДА	ГИС ЖКХ	МУП «Водоканал» г. Шелехов		
	Нет	Личный кабинет техприсоединения и модуль техприсоединения	Нет	ООО Компания «Стек»	
	ДА	Gelicon Utilities Gelicon Core	ПАО «Т Плюс», ГК «Российские коммунальные системы», МУП «ПОВВ» г. Челябинска, АО «Ямалкоммунэнерго»	ООО «Геликон Консалтинг»	Реестровая запись
Объединение данных большого кол-ва ИС	Нет	Linkage BI		АО «ГРУППА КОМПАНИЙ «ВЕСТЛИНК»	
Цифровизация УКОТСЖ, личный кабинет жителя	ДА	Домопульт	Города (УК) инсталляции ПО	ООО «ДомоПульт»	Реестровые записи
Водная инспекция	ДА	ИС Водная инспекция	АО «Ростовводоканал»	ООО «ДАТУМ СОФТ»	
АСУ ТП (технологические процессы)					
Диспетчеризация (SCADA) сетей (гидравлические процессы)	ДА	MasterScada доработка	МУП «Водоканал» г. Подольск МУП «Водоканал» г. Шелехов	ООО «МПС софт»	Реестровые записи
		SimpleScada	МП г. Пскова «Горводоканал»	ООО «Симпл-Скада»	
		ClearScada 2010		Schneider Electric	
		MES, BI	ГП Калугаоблводоканал, водопровод «Большая вода», ПсковАгроИнвест	Группа компаний «МЗТА»	
	ДА	ПАК «Акватория»	Водоканалы РФ: Белгород, Самара, Тольятти, Димитровград, Киров Водоканалы РБ: Минск, Могилев, Гомель, Гродно, Витебск, Орша, Барановичи, Жодино, Мозырь и др.	ОДО НПП «Техникон»	Реестровая запись
Диспетчеризация (SCADA) очистки природных вод	ДА	MasterScada	МУП «Водоканал» г. Подольск	ООО «МПС софт»	Реестровые записи
		SimpleScada	МП г. Пскова «Горводоканал»	ООО «Симпл-Скада»	
		MES, BI	ГП Калугаоблводоканал, аэропорт Шереметьево, Посольство России в Непале, ПсковАгро-Инвест	Группа компаний «МЗТА»	
Диспетчеризация (SCADA) очистки сточных вод	ДА	MasterScada	МУП «Водоканал» г. Подольск	ООО «МПС софт»	Реестровые записи
		MasterScada доработка	МУП «Водоканал» г. Шелехов		



НАИЛУЧШИЕ
ДОСТУПНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

ООО «Центр перспективного развития»

Почтовый адрес: 119334, г. Москва, а/я 169

Юридический адрес: 119330, Москва, ул. Мосфильмовская, д. 35, стр. 2

БАНКОВСКИЕ РЕКВИЗИТЫ

ИНН 9729374850	КПП 772901001	р/с 40702810000110001186
Филиал «Центральный» Банка ВТБ (ПАО), г. Москва	БИК 044525225	к/с 30101810145250000411

СЧЕТ № НДТ-5/25

дата: « 13 » октября 2025 г.

Предмет счета	Кол-во комплектов	Цена (руб.)	Сумма (руб.)
Подписка на журнал «Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения» на 2026 г. (6 номеров).	1	11 940-00	11 940-00
Итого			11 940-00

Всего к оплате: **Одиннадцать тысяч девятсот сорок рублей 00 копеек**

Генеральный директор

Гл. бухгалтер



Андреева
Андреева

Андреева С.В.

Андреева С.В.

ОБРАЗЕЦ ЗАПОЛНЕНИЯ ПЛАТЕЖНОГО ПОРУЧЕНИЯ

Сумма прописью	Одиннадцать тысяч девятсот сорок рублей 00 копеек				
ИНН	КПП	Сумма	11 940-00		
Платательщик		Сч. №			
		БИК			
		Сч. №			
Банк платателя	Филиал «Центральный» Банка ВТБ (ПАО), г. Москва	БИК	044525411		
Банк получателя	ИНН 9729374850 КПП 772901001	Сч. №	30101810145250000411		
ООО «Центр перспективного развития»		Сч. №	40702810000110001186		
Получатель		Вид оп.	Срок плат.	1	
		Наз. пл.	Очер. плат.		
		Код	Рез. поле		
Почтовый адрес: Подписка на журнал «Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения» на 2026 г. по счету от 13.10.25 № НДТ-5/25					
Телефон:					
Назначение платежа					
М.П.	Подписи	Отметки банка			

Обязательно укажите:

- Название издания и период подписки
- Номер счета, на основании которого производится оплата
- Подробный почтовый адрес, на который будет высылаться журнал
- Контактный телефон



Х ВСЕРОССИЙСКИЙ
ВОДНЫЙ КОНГРЕСС

 VODEXPO 2026

КЛЮЧЕВОЕ КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНОЕ МЕРОПРИЯТИЕ В ОТРАСЛИ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ТЕХНОЛОГИЧНОЕ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ

20-22 МАЯ 2026, ГОСТИНЫЙ ДВОР
Москва, ул. Ильинка, 4

- КОММУНАЛЬНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ
И ВОДООТВЕДЕНИЕ
- ТРУБОПРОВОДНЫЕ СИСТЕМЫ
- ПРОМЫШЛЕННАЯ
ВОДОПОДГОТОВКА И ВОДООЧИСТКА
- ЭКОНОМИКА ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА,
ОБРАЩЕНИЕ С ОСАДКАМИ СТОЧНЫХ ВОД
- ОХРАНА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ
- ГИДРОТЕХНИКА И МЕЛИОРАЦИЯ
- ВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ
- МЕЖДУНАРОДНОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ
СОТРУДНИЧЕСТВО



WATERCONGRESS.RU
VODEXPO.RU

Видеоролик
2025 года



Забронировать
стенд



Организатор





ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЙ НОВЫЙ ГОД

Законодательство в сфере водоснабжения и водоотведения. Итоги 2025 года и перспективы на 2026 год

В ПРОГРАММЕ:

Водоканалы совместно с органами власти и экспертами подведут итоги уходящего года, обсудят результаты работы и перспективы развития водопроводно-канализационного хозяйства.

Представители профильных министерств и ведомств расскажут о наиболее значимых принятых и планируемых к разработке отраслевых нормативных документах, стандартах, правилах и изменениях в водохозяйственной сфере.

Эксперты RAWW подробно рассмотрят предложенные за год инициативы по совершенствованию отраслевого законодательства и правовые коллизии.

В обновлённом формате проведения предусмотрены обсуждения в группах практических вопросов применения отраслевого законодательства, нестандартных технических решений и использования кадрового потенциала.

Участники обменяются практикой решения актуальных вопросов в неформальной обстановке товарищеского вечера и совершат незабываемую экскурсию по новогодней вечерней Москве.



Зарегистрироваться
на мероприятие можно
перейдя по QR-коду

16 – 18 декабря 2025 года
Отель «Золотое Кольцо», Москва, ул. Смоленская, 5

Российская ассоциация
водоснабжения и водоотведения
+7 (495) 055-23-17
www.raww.ru

Варга Татьяна
+7 (901) 580-66-12
varga@raww.ru