

ИИТ

НАИЛУЧШИЕ
ДОСТУПНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

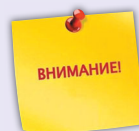
АНАЛИЗ
НА СООТВЕТСТВИЕ НДТ

МОДЕРНИЗАЦИЯ
Северной аэрационной
станции Екатеринбурга



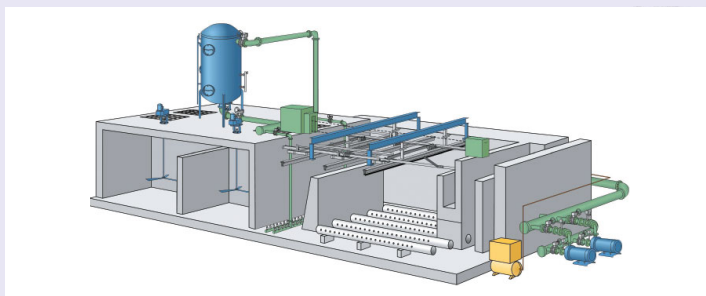
Почему водозаборные
скважины
приходится часто
перебуривать и как
этого избежать?

**VODA
NEWS**
ЭЛЕКТРОННЫЙ КАНАЛ
ОТРАСЛИ ВКХ



Современные
методы
обеззараживания
осадков
сточных вод

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАПОРНОЙ ФЛОТАЦИИ
на водопроводных очистных сооружениях



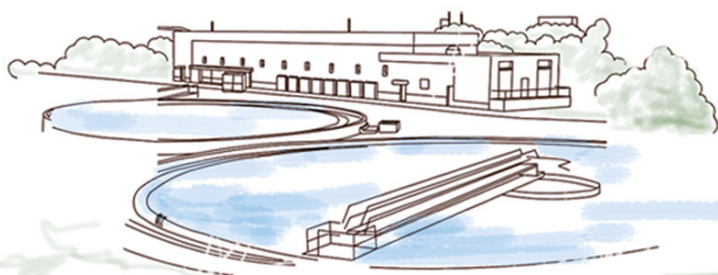
Так ли выгодно
хлорировать
сточную воду?



группа компаний

Водоканал Эксперт

Группа компаний «Водоканал Эксперт»
119334, Москва, Ленинский проспект, 38, корп. 2
<http://vodokanal.expert> +7 499 137-50-26





С Новым
годом!



ДЕКАБРЬ '2018 #6



ПРИНЦИП НДТ



ВЫБОР РЕШЕНИЯ

**Очистные сооружения
поселений** в преддверии
начала применения
принципов НДТ
в нормировании

4

Модернизация Северной
аэрационной станции
Екатеринбурга

10

**Так ли выгодно хлорировать
сточную воду?**

20

**Почему водозаборные
скважины приходится часто
перебуривать и как этого
избежать?**

26

Учредители
ЗАО «ГК Водоканал Эксперт»
ООО «Синергия-пресс»

Издатель
ООО «РАВВ-Конгресс»
119334, г. Москва,
Ленинский проспект,
д. 38, корп. 2
Тел. +7 (499) 137-32-40

Руководитель издания
Соболевская Елена Анатольевна
sobolevskaya@vodexp.com
Тел. +7 (495) 211-24-23

Эксперт-директор издания
Данилович Дмитрий
Александрович
da_danilovich@mail.ru

Подписка на сайте
<http://vodexp.com/ndt/>

Отдел рекламы
Тел. +7 (499) 137-50-26



ПЕРСПЕКТИВА ХХІ



КАЧЕСТВО ВОДЫ



ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

**Большая эффективность
при меньших затратах.**
Новые стандарты от Flottweg
при обезвоживании осадка

32

KSB в России. Итоги, планы,
перспективы

36

**Использование напорной
флотации** на водопроводных
очистных сооружениях

42

**Современные методы
обеззараживания** осадков
сточных вод

50

Не забудьте оформить подписку на 2019 год!
Счет на последней странице.

Очистные сооружения поселений в преддверии начала применения принципов НДТ в нормировании



АНАЛИЗ
НА СООТВЕТСТВИЕ НДТ

**О.В. Гревцов, канд.
мед. наук, начальник
отдела стандартизации,
методологии и оценки НДТ**

**К.А. Щелчков,
заместитель начальника
отдела стандартизации,
методологии и оценки НДТ**

**ФГАУ «НИИ «Центр
экологической
промышленной политики»**

Принятие Федерального закона от 21.07.2014 № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» повлекло за собой принципиальные изменения в нормировании воздействия предприятий на окружающую среду. Фактически впервые в российское законодательное поле было введено понятие «наилучшие доступные технологии» (НДТ), под которым понимается «технология производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемая на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности ее применения». Услуги объектов водопроводно-коммунального хозяйства (ВКХ) по очистке сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов стали рассматриваться как область применения НДТ впервые в мировой практике.

Термин «технология» используется в широком смысле и выступает в качестве понятия «technique» – метод, способ, подход, то есть и сама технология, и технические решения (прежде всего, средозащитная техника), и системы менеджмента (экологического, энергетического). Эта позиция получила отражение как в национальных стандартах по НДТ, которые разрабатываются и выпускаются в России с конца 90-х годов, так и в информационно-технических справочниках по наилучшим доступным технологиям.

Исходя из приведенного определения, можно утверждать, что природоохранное законодательство России претерпевает существенную трансформацию, суть которой заключается в переходе от экологического нормирования к нормированию технологическому.

Для систематизации данных определенных областей применения НДТ в 2015–2017 гг. в России в соответствии с распоряжением Правительства РФ от 31 октября 2014 № 2178-р «Об утверждении поэтапного графика создания в 2015–2017 гг. отраслевых справочников наилучших доступных технологий» был разработан 51 российский информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям (ИТС НДТ).

Одним из этих ИТС НДТ стал утвержденный в 2015 г. справочник ИТС 10-2015 «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов». В ИТС 10-2015 установлены НДТ и определены технологические показатели для веществ (параметров), характерных для отрасли.

Постановлением Правительства от 28 сентября 2015 г. № 1029 к объектам I категории, подпадающим под действие нового технологического регулирования, которые должны, начиная с 1 января 2019 г., получать комплексные экологические разрешения, условия которых установлены на основе технологических нормативов, отнесены все объекты по сбору и обработке сточных вод в части, касающейся очистки сточных вод централизованных систем, водоотведения (канализации) с объемом 20 тыс. куб. метров в сутки отводимых сточных вод и более. Тем самым в орбиту технологического нормирования были включены очистные сооружения всех поселений, в которых проживают от 50 тысяч человек.

Приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 18 апреля 2018 г. № 154 утвержден перечень 300 объектов I категории [1], которые должны будут получать комплексные экологические разрешения в 2019–2022 годах. В этот перечень вошли 77 объектов очистки сточных вод городских поселений, из которых:

- 3 сверхкрупных (здесь и далее по терминологии ИТС10-2015) для населения более 2 млн человек;
- 17 крупнейших станций для населения от 1 до 1,6 млн человек с производительностью по сточной воде, равной 400–600 тыс. м³/сутки;
- 51 крупная станция для населения от 200 тысяч до 1 млн человек с производительностью по сточной воде, равной 100–350 тыс. м³/сутки;
- 6 больших станций для населения до 200 тысяч человек с производительностью по сточной воде, равной 30–60 тысяч тыс. м³/сутки. Хотя в «первую волну» внедрения НДТ попали всего 6 станций такой производительности, этот масштаб станций

В СООТВЕТСТВИИ С ФЕДЕРАЛЬНЫМИ ЗАКОНАМИ № 219-ФЗ И № 7-ФЗ СОЧЕТАНИЕМ КРИТЕРИЕВ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАИЛУЧШЕЙ ДОСТУПНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЯВЛЯЮТСЯ:

- **НАИМЕНЬШИЙ УРОВЕНЬ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В РАСЧЕТЕ НА ЕДИНИЦУ ВРЕМЕНИ ИЛИ ОБЪЕМ ПРОИЗВОДИМОЙ ПРОДУКЦИИ (ТОВАРА), ВЫПОЛНЯЕМОЙ РАБОТЫ, ОКАЗЫВАЕМОЙ УСЛУГИ, ЛИБО ДРУГИЕ ПРЕДУСМОТРЕННЫЕ МЕЖДУНАРОДНЫМИ ДОГОВОРАМИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПОКАЗАТЕЛИ;**
- **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕЕ ВНЕДРЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ;**
- **ПРИМЕНЕНИЕ РЕСУРСОВ И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕТОДОВ;**
- **ПЕРИОД ВНЕДРЕНИЯ;**
- **ПРОМЫШЛЕННОЕ ВНЕДРЕНИЕ НА ДВУХ И БОЛЕЕ ОБЪЕКТАХ, ОКАЗЫВАЮЩИХ НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

объектов, обязанных перейти на НДТ составит до 300 единиц. Однако, все остальные очистные сооружения централизованных систем водоотведения, не отнесенные к I категории, будут иметь право перехода на технологическое нормирование.

Что же предстоит сделать предприятиям отрасли при переходе к новому технологическому регулированию? Эти вопросы обсуждались в статьях, посвященных результатам деловых игр, шагам, которые необходимо сделать водоканалам для получения комплексного экологического разрешения, и др. [2–3]. Последовательность действий по получению комплексных экологических разрешений (КЭР) четко описана в статье [4].

Обратимся к позициям, которые не слишком часто рассматриваются в литературе, – разработка проектов программ повышения экологической эффективности (ППЭЭ) и согласованию их в Межведомственной комиссии. Проекты ППЭЭ придется разрабатывать большинству водоканалов, эксплуатирующих очистные сооружения поселений, которые не смогут продемонстрировать выполнение технологических показателей НДТ при прохождении процедуры получения КЭР.

Принципиальным отличием ППЭЭ от планов, которые должны были разрабатываться и по старой системе нормирования, станет включение в них мероприятий по сокращению негативных воздействий на воду, воздух и почвы, требуемых отраслевым справочником по НДТ, а также мероприятий, аналогичных программам экологического менеджмента. Целевые показатели должны быть установлены таким образом, чтобы в течение периода выполнения программы было, как минимум, достигнуто соответствие состава очищенных сточных вод требованиям отраслевых технологических показателей, а также обеспечены выполнение иных требований законодательства.

Проект ППЭЭ подлежит рассмотрению Межведомственной комиссией, коллегиальным органом, координирующим деятельность заинтересованных федеральных органов исполнительной власти, Государственной корпорации «Росатом» и органов

исполнительной власти субъектов Российской Федерации [5]. До подачи заявки на КЭР собственник объекта должен утвердить ППЭЭ.

Для обеспечения экспертного обеспечения рассмотрения проектов ППЭЭ формируется экспертное сообщество; ранее высказывались предложения о том, что эксперты в сфере НДТ должны также участвовать в процедуре выдачи комплексных экологических разрешений [6–8]. Однако изменения в законодательство до настоящего времени не приняты, поэтому пока можно говорить лишь об экспертной поддержке, за ее целесообразность высказывается Министерство промышленности и торговли РФ, на которое возложено информационно-аналитическое и организационно-техническое обеспечение деятельности Межведомственной комиссии [5].

Предполагается, что эксперты для включения в состав сообщества (и, тем самым, для участия в рассмотрении проектов ППЭЭ) должны быть номинированы профессиональными сообществами, ассоциациями, учебно-методическими объединениями профильных вузов [8]. Отраслевые эксперты призваны оценивать технологическую обоснованность решений, которые предприятия будут включать в проекты программ. Межотраслевые эксперты могут потребоваться для рассмотрения вопросов, связанных, например, с экономической эффективностью выбранных решений.

Для предприятий ВКХ ситуация с экспертным сопровождением может быть оценена как благоприятная: во-первых, в стране есть не только сильные, но и независимые эксперты в области применения НДТ ИТС 10-2015 «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов», во-вторых – существуют активные отраслевые ассоциации, много лет участвующие в разработке НПА по технологическому нормированию.

Предприятиям нужна дополнительная поддержка, пошаговые разъяснения тех шагов, которые предстоит сделать уже не завтра, а сегодня. Для поддержки перехода к технологическому нормированию весьма

актуальна разработка отраслевых рекомендаций или стандартов по практическому применению ИТС 10-2015, по подготовке заявок на комплексные экологические разрешения и проектов программ повышения экологической эффективности, по производственному экологическому контролю (в том числе, автоматическому).

Опыт прошлых лет свидетельствует о том, что полезно участие в пилотных проектах. Так, в ближайшее время ожидается выполнение международного проекта, с российской стороны осуществляемого Бюро НДТ¹, направленного на подготовку предприятий, отнесенных к так называемым «экологическим горячим точкам» Баренцева региона, к переходу на технологическое нормирование в области охраны окружающей среды. Ведущие эксперты отрасли примут участие в работах на площадках предприятий и в региональных семинарах в ходе пилотных проектов. Осталось дожидаться выхода официального решения о формировании экспертного сообщества и напомнить ассоциациям, вузам, консалтинговым компаниям о необходимости номинирования экспертов.

Переход на технологическое нормирование неизбежен, до наступления 2019 г. остались всего недели. Чем раньше мы сможем объединить усилия практиков, отраслевых экспертов, специалистов в области стандартизации наилучших доступных технологий, тем более адекватную, востребованную поддержку сможем оказать предприятиям ВКХ. ●

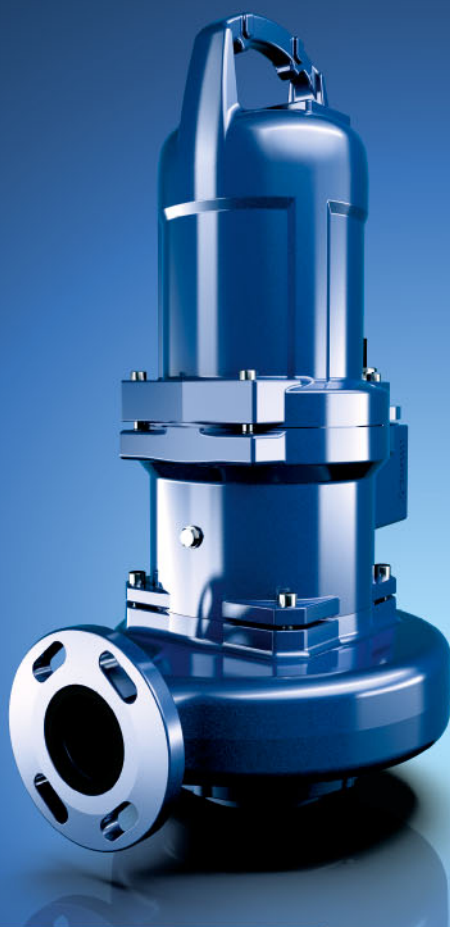
ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 18 апреля 2018 г. № 154 «Об утверждении перечня объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, относящихся к I категории, вклад которых в суммарные выбросы, сбросы загрязняющих веществ в Российской Федерации составляет не менее чем 60 процентов».
2. На АО «Мосводоканал» состоялась деловая игра «Выдача комплексного экологического разрешения Люберецким очистным сооружениям» // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. 2017. № 4. С. 15–18.
3. Данилович Д.А., Эпов А.Н. Оценка соответствия очистных сооружений поселений требованиям НДТ при получении комплексного экологического разрешения // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. 2017. № 4. С. 19–31.
4. Новиков А.В. Необходимые шаги для получения комплексного экологического разрешения // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. 2018. № 5. С. 2–7.
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 21 сентября 2015 г. № 999 г. Москва «О межведомственной комиссии по рассмотрению программ повышения экологической эффективности».
6. Гусева Т.В., Скобелев Д.О., Чечеватова О.Ю. Наилучшие доступные технологии: аспекты менеджмента и оценки соответствия // Менеджмент в России и за рубежом. 2017. № 4. С. 29–38.
7. Гусева Т.В., Чечеватова О.Ю. Наилучшие доступные технологии: аспекты оценки соответствия // Компетентность. 2017. № 3 (144). С. 34–37.
8. Скобелев Д.О., Чечеватова О.Ю., Гусева Т.В. Компетентностно ориентированное управление экспертными группами в области НДТ // Компетентность. 2017. № 5 (146). С. 12–17.

¹ Бюро наилучших доступных технологий (Бюро НДТ) – функциональная структура, созданная в Российской Федерации для координации деятельности технических рабочих групп по определению наилучших доступных технологий (технические рабочие группы) и разработки, актуализации и опубликованию информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям (ИТС).

В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 28 декабря 2016 г. № 1508 функции Бюро НДТ переданы в созданный в рамках проведения в России Года Экологии Центр экологической промышленной политики (ЦЭПП).

РЕНТАБЕЛЬНО ЭФФЕКТИВНО НАДЁЖНО



Новейшее поколение насосов KSB для СТОЧНЫХ ВОД

Идеальное сочетание незасоряемых рабочих колес и высокоэффективных двигателей KSB позволяет насосам серий Amarex KRT и Sewatec добиться максимальной эффективности. Дополнительная информация на сайте: www.ksb.ru

► Наши технологии. Ваш успех.
Насосы • Арматура • Сервис



23-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

бытового и промышленного оборудования для отопления,
водоснабжения, инженерно-сантехнических систем, вентиляции,
кондиционирования, бассейнов, саун и спа



aqua THERM MOSCOW

12-15 февраля 2019

Крокус Экспо | Москва

Получите бесплатный
электронный билет,
указав промокод:

Vnews



aquatherm-moscow.ru

Специализированные разделы



Организаторы



Developed by



В сентябре 2018 г. в рамках Конференции водоканалов России, проведенной Российской ассоциацией водоснабжения и водоотведения в г. Петропавловске-Камчатском, прошла стресс-сессия «Оценка на соответствие будущему нормированию реализованных и планируемых проектов». Целями этого мероприятия был анализ современных решений по реконструкции очистных сооружений канализации и их оценка с точки зрения соответствия НДТ. Представители водоканалов, выступившие в этой сессии, в рамках заявленного формата рассказали не только о достижениях, но и о проблемах модернизации, выслушали замечания и мнения коллег. Наиболее интересные доклады журнал «НДТ» публикует, снабдив развернутыми технологическими комментариями эксперт-директора издания Д.А. Даниловича. Надеемся, что при такой подаче материала читатели смогут не только получить информацию о передовом опыте, но и оптимально его использовать.

В этом номере предлагаем вниманию читателей публикацию статьи руководителя екатеринбургского водоканала Е.А. Буженинова о модернизации Северной аэрационной станции Екатеринбурга, которая была подготовлена на основе его доклада, а также любезно предоставленных дополнительных материалов.

Модернизация Северной аэрационной станции Екатеринбурга

Е.А. Буженинов, генеральный директор МУП «Водоканал» г. Екатеринбург

АНАЛИЗ
НА СООТВЕТСТВИЕ НДТ

КОММЕНТАРИИ ЭКСПЕРТА — Д.А. ДАНИЛОВИЧ





Рис. 1. Панорама Северной аэрационной станции

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О СТАНЦИИ

Екатеринбург – четвертый по численности город России, с населением 1,5 млн человек. Город имеет раздельную систему приема стоков – южную и северную зоны канализования. Стоки с северной части города (около 20 % всех сточных вод) проходят полную очистку на Северной аэрационной станции (САС). В границах северной зоны канализования проживает свыше 280 тыс. человек, а также располагаются крупнейшие промышленные предприятия Урала, самые известные из которых Уралмашзавод, Уральский турбинный завод, Уралтрансмаш, Уралэлектротяжмаш. До середины 1970-х годов Екатеринбург не имел эффективных очистных сооружений. В 1974 г. были введены в эксплуатацию Северные очистные сооружения канализации, которые имели классический для того времени набор технологий и оборудования (решетки-дробилки, горизонтальные песколовки с круговым движением воды, первичные радиальные отстойники, двухкоридорные аэротенки-вытеснители и вторичные радиальные отстойники). Перед сбросом в р. Камышенка происходила обработка сточных вод жидким хлором. Сооружений по обезвреживанию

осадка не было предусмотрено, осадок сточных вод подсушивался на иловых картах.

К концу 1990-х годов вследствие роста северной части города и активного строительства станция работала с постоянной перегрузкой, а качество очистки сточных вод не соответствовало требованиям санитарных норм. В начале 2000-х годов было принято решение о модернизации САС с частичным изменением схемы очистки стоков и полной заменой технологического оборудования. Проект модернизации, разработанный МосводоканалНИИпроект, впервые для Уральского региона планировалось комплексное использование новейших современных технологий и оборудования. Проект модернизации предусматривал следующие технологические процессы: тонкое процеживание на решетках, улавливание песка в песколовках, осветление в первичных отстойниках, очистка в аэротенках с нитри-денитрификацией, отстаивание во вторичных отстойниках и УФ-обеззараживание. В части обработки осадка сточных вод предполагалось мезофильное сбраживание в метантенках и механическое обезвреживание. Проектом предполагалась реализация 5 пусковых комплексов с доведением максимальной производительности станции до 140 тыс. м³/сут.

Этапы модернизации САС

В 2002 г. началась модернизация станции, продолжающаяся до настоящего времени. Этапы выполненных работ кратко описаны в табл. 1

Таким образом, за 16 лет завершен полный цикл работ по модернизации САС. В связи со снижением водопотребления населением и, соответственно, водоотведения, фактическая нагрузка станции составляет 55 000–65 000 м³/сутки. В связи с этим реализация 4-го и 5-го пусковых комплексов, предусматривающих увеличение производительности САС до 140 тыс. м³/сутки и создание сооружений доочистки, отложена.



Рис. 2. Новые песколовки и здание решеток

Создание сооружений доочистки в новой системе технологического нормирования не потребуется. Также весьма маловероятно, что возникнет задача увеличения производительности станции, с учетом реальной загрузки.



Основные результаты модернизации:

- обеспечение удаления соединений азота до уровня технологических показателей НДТ, многократное сокращение сброса органических загрязнений (БПК₅, взвешенных веществ);
- переход с опасного метода обеззараживания хлором на безопасное УФ-облучение;
- увеличение ее производительности до 100 тыс. м³/сутки;



Рис. 3. В здании решеток: оборудование типа ROTAMAT

Таблица 1.

Этапы модернизации Северной Азационной станции

Этап (пусковой комплекс)	Год запуска	Состав сооружений	Стоимость, млн руб.
1	2004	ГНС с погружными насосами с низковольтными двигателями. Здание решеток с оборудованием Rotamat, включающим промывку и прессование удержанных отбросов. Аэрируемые песколовки с пескопромывателями и обезвоживанием в шнеках	450
2	2009	Модернизация первичных и вторичных отстойников. Реконструкция аэротенков по технологии нитри-денитрификации. Устройство реагентного хозяйства для осаждения фосфора. Создание установки ультрафиолетового обеззараживания	1700
3	2015–2018	Илоуплотнитель. Биофильтр для очистки загрязненного воздуха. Цех механического обезвоживания с камерными пресс-фильтрами. Блочная газовая котельная. Цех сгущения осадка (2018 г.). Метантенки с газовым хозяйством, теплообменниками и усреднительным резервуаром-дегазатором (2018 г.)	1000

- сокращение численности персонала станции со 180 до 69 человек за счет автоматизации технологических процессов;
- снижение негативного воздействия на атмосферный воздух;
- обеспечение стабилизации осадка;
- переход к полному механическому обезвреживанию и прекращение использования иловых полей для складирования осадка сточных вод.



Рис. 4. Установки УФ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ КАНАЛЬНОГО ТИПА

ТЕХНОЛОГИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Каждый аэротенк представляет собой единый резервуар, разделенный продольной перегородкой на две смежные секции (по движению сточных вод): аноксидную (денитрификатор) и аэробную (нитрификатор). Принята схема предварительной денитрификации (денитрификатор расположен перед аэробной секцией). В свою очередь, аноксидная секция поделена на две зоны перегородкой для обеспечения карусельного движения внутри денитрификатора (см. рис. 5).

Осветленная в первичных отстойниках вода по 4-м трубопроводам Ду-1000 посредством щитовых и донных затворов направляется в аэротенки (№№ 1–4). Концы подводящих труб на 5 м входят по днищу в первый коридор денитрификатора. В этот же коридор посредством рециркуляционных насосных станций подается отобранный из вторичных отстойников активный ил и часть иловой смеси, отбираемая на выходе аэротенка. Для

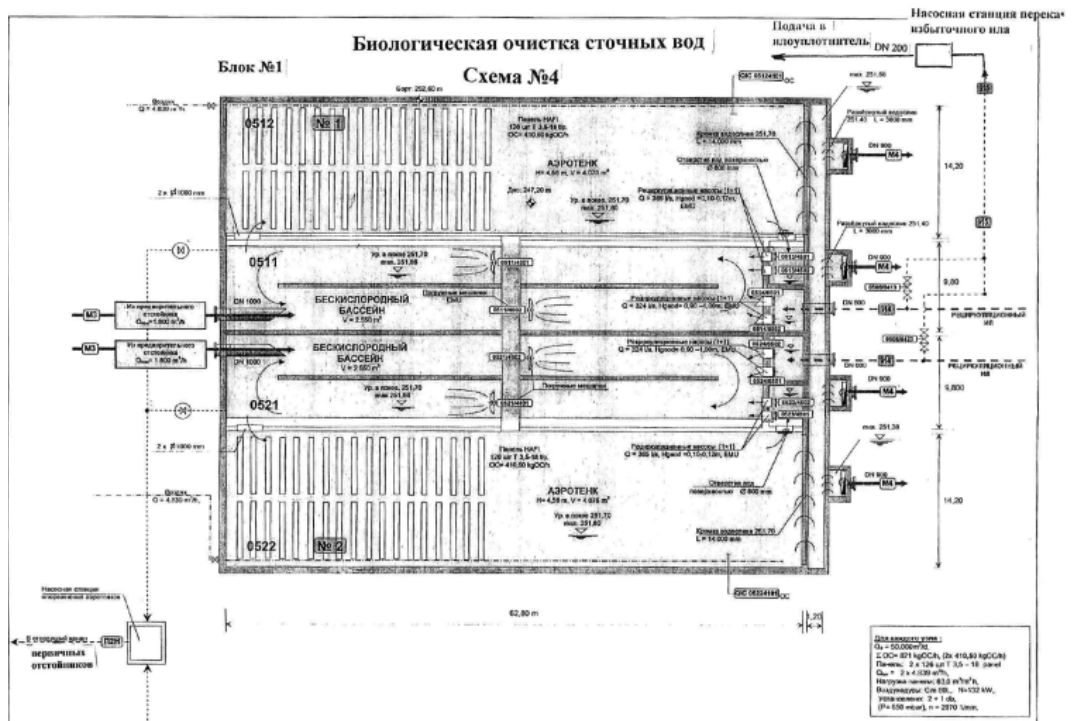


Рис. 5. СХЕМА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД (ПРОЕКТНЫЙ ЧЕРТЕЖ)

поддержания карусельного движения иловой смеси в каждом коридоре денитрификатора установлено по одной низкооборотной мешалке. В каждом аэротенке у торцевой стенки аноксидной секции, расположенной со стороны вторичных отстойников (на рис. 5 – справа), встроены две насосные станции погружного типа, обеспечивающие рециркуляцию 2-х потоков:

- активного ила, отбираемого из вторичных отстойников;
- иловой смеси (нитратный цикл), отбираемой из конца зоны аэрации (нитрификатора).

Напорные трубы от насосных станций заведены в аноксидную секцию. В зависимости от режима работы насосных станций можно варьировать степень рециркуляции потоков от 100 % до 250 % относительно объемов поступающих стоков.

Объем одного денитрификатора составляет 2756 м³, объем одного нитрификатора – 4013 м³. Общий объем аэротенков составляет около 27 тыс. м³.

После зоны нитрификации иловая смесь поступает в нижний сборный канал аэротенков № 1–2 и № 3–4, откуда по трубопроводам Ду-900 мм равномерно распределяется

между вторичными отстойниками (на каждый аэротенк – два вторичных отстойника).

Использованная схема распределения иловой смеси на вторичные отстойники (напрямую из нижнего канала аэротенков), а также подачи возвратного ила назад (в свою насосную станцию при каждом аэротенке) проста и компактна, однако технологически она несовершенна, т.к. формирует внутри станции почти отдельные технологические линии 1 аэротенк / 2 вторичных отстойника. Это затрудняет управление, т.к. вполне вероятно формирование индивидуальных условий в этих линиях, требующих индивидуального подхода к каждой. Оптимальным решением является сбор иловой смеси в одну камеру (не коридор) и равномерное распределение из нее по вторичным отстойникам. То же относится к подаче возвратного ила: единая насосная станция предпочтительнее (кстати, и по числу необходимых насосов).



Для аэрации иловой смеси в аэротенках установлена пневматическая система из мелкопузырчатых аэраторов. В каждом аэротенке установлены мембранные аэраторы «AEROSTRIP» (по 126 шт. L – 3,5 м). Подача и распределение воздуха на каждый аэротенк осуществляется по самостоятельно-



Использована простейшая, но достаточно надежная технология удаления азота с предвключенной денитрификацией. Конструктивное решение весьма интересное: перемешивание денитрификатора осуществляется всего двумя мешалками за счет карусели, однако аэробная зона оставлена как псевдовытеснитель. Данное решение следует оценить, с одной стороны, как более предпочтительное, чем распространенные решения с единой «каруселью», включающей в себя как аноксидную, так и аэробную зону, т.к. рециркуляция, обеспечиваемая единой каруселью, как правило, избыточна (может мешать денитрификации за счет заброса туда кислорода из аэробной зоны). В то же время перемешивание аноксидной зоны обеспечивается всего двумя мешалками. Недостатком такой схемы является ее недостаточная гибкость: объемы обеих зон жестко заданы и не могут быть изменены.

На момент разработки проекта (2000–2001 гг.) технология биологического удаления фосфора в России только осваивалась на опытных линиях, поэтому решение, использованное проектировщиками, с чисто химическим удалением фосфора, можно считать оправданным. По состоянию на настоящий момент технологию удаления фосфора на САС требуется проверить на соответствие требованиям ИТС 10-2015 в части НДТ 14д (применение ресурсосберегающих технологий, позволяющих удалять фосфор из сточных вод преимущественно за счет биологических процессов, обеспечивающих расход реагентов, при условии выполнения технологических нормативов, не более установленных в таблице 5.21). Данная НДТ применима к очистным сооружениям, начиная с крупных (с притоком свыше 40 тыс. м³/сутки), к каковым и относится САС. Использование в проекте только химического удаления фосфора не позволит достичь количественного значения технологического показателя НДТ 14д по удельному расходу реагента на массу удаленного фосфора. Для выполнения этого требования необходимо использовать биолого-реагентное удаление фосфора.

Время пребывания сточных вод в аэротенках в настоящее время при загрузке в 55–65 % от проектного значения достаточно комфортно и обеспечивает необходимое окисление аммонийного и нитритного азота. Однако возможность проектной нагрузки в 100 тыс. м³/сутки требует серьезного расчетного подтверждения.

Таблица 2. Динамика загрязненности поступающих сточных вод

Загрязняющие вещества	Проектные данные	До реконструкции 2008–2009 гг.	2010г.	2015г.	2016г.	2017г.	Среднее за 2015–2017 гг.
Взвешенные вещества	180	150	150	188	212	161	187
БПК ₅	153	125	130	185	223	208	205
ХПК	307	380	495	417	455	395	422
Азот аммонийный	20	20	22	33	43	39	38
Фосфаты (Р)	2,1	2,6	3,2	2,8	3,7	4,0	3,5

му трубопроводу Ду-400 мм от воздухоудв-
ной станции (схема № 5). Каждый азротенк
обеспечивается собственной частотно-регу-
лируемой воздухоудвкой. Необходимое коли-
чество воздуха регулируется автоматически
ПИД-регулятором в зависимости от показан-
ний кислородомера для измерения содержа-
ния растворенного кислорода в каждом аз-
ротенке.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Данные о динамике загрязненности по-
ступающих сточных вод приведены в табл. 2

Данные табл. 2 показывают, что за 15–
17 лет с момента разработки проекта кон-
центрация биогенных элементов в поступа-
ющем стоке выросла практически в 2 раза
по сравнению с проектными значениями,
тогда как БПК₅ увеличилась на 34 %.



Использование частотно управляемых роторных агрегатов – работоспособная и удобная схема, однако она обладает весьма существенным недостатком: эти воздухоудвки обладают значительно более низким КПД, чем турбоагрегаты. Для стан-
ций такой мощности ИТС10-2015 предписывает применение воздухоудвок с КПД не менее 80 %, чему роторные агрегаты не соответствуют (их КПД составляет около 65 %). Таким образом, затраты энергии на работу по проектной технологии суще-
ственно выше, чем оптимальные.



Такое изменение состава стока отмечено и во мно-
гих других российских городах. Оно снижает со-
отношение БПК/азот и ухудшает условия для про-
цесса денитрификации. Однако текущие значения
на САС можно оценить как вполне приемлемые
и позволяющие работать с использованием пер-
вичного осветления.

Данные о среднем за 2017 г. качестве
очищенной сточной воды по технологиче-
ски нормируемым веществам, в сравнении
со значениями технологических показателей
НДТ, приведены в табл. 3.

Таблица 3.

ДАННЫЕ О СРЕДНЕМ ЗА 2017 Г. КАЧЕСТВЕ ОЧИЩЕННОЙ СТОЧНОЙ ВОДЫ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИ НОРМИРУЕМЫМ ВЕЩЕСТВАМ

Наименование загрязня- ющего вещества	Средняя концентрация за 2017 г., мг/л	Значение технологического по- казателя НДТ (по НДТ 7д-е)	Оценка соответствия технологи- ческому показателю НДТ
Взвешенные вещества	1,99	10	Да
БПК ₅	2,31	8	Да
ХПК	26,85	80	Да
Азот аммонийный	0,7	1	Да
Азот нитратов	9,1	9	Незначительное превышение
Азот нитритов	0,01	0,1	Да
Фосфор фосфатов	3,88	0,7	Превышение свыше 5 раз

Причиной значительного превышения по фосфору фосфатов лежат не в технологической плоскости (САС оснащена оборудованием для дозирования раствора реагента для дефосфотации), сколько в экономической: эксплуатационные затраты на доведение фосфор фосфатов до ПДК для МУП «Водоканал» составляют 40 млн руб., при том, что начисление платы за негативное воздействие по этому загрязняющему веществу составляет 7 млн рублей.



Для того, чтобы получить комплексное экологическое разрешение как объекту, соответствующему НДТ, и не платить за сброс технологически нормируемых загрязняющих веществ САС должна будет осуществлять удаление фосфора. И, безусловно, использование в проекте биологического удаления фосфора позволило бы значительную часть его удалять практически бесплатно. Можно рекомендовать рассмотреть возможность внедрения на САС процесса биоудаления фосфора путем устройства анаэробных бассейнов.

Динамика сброса ряда загрязняющих веществ за время после реконструкции приведена на рис. 6.

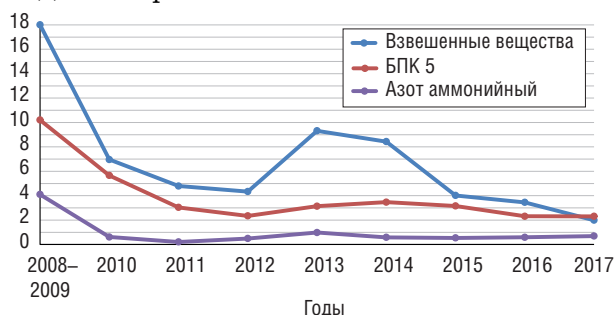


Рис. 6. Динамика сброса ряда загрязняющих веществ после реконструкции



С момента реконструкции САС демонстрирует очень устойчивое удаление окисляемых загрязнений. Концентрация взвешенных веществ также находится на постоянно низком уровне, однако нельзя не обратить внимание, что значения в 2015–2017 гг. являются аномально низкими, более подходящими для эффективной доочистки на фильтрах, нежели чем для вторичных отстойников. Рекомендуется разобраться, лежит ли причина этого в технологии эксплуатации (что было бы весьма интересно!), либо уточнить практику определения взвешенных веществ.

СООРУЖЕНИЯ ОБРАБОТКИ ОСАДКА

Технологическая схема обработки осадка, эксплуатируемая на САС с 2018 г. в полном объеме (за исключением блока подготовки биогаза и когенерации), включает в себя: уплотнение осадков, механическое сгущение избыточного активного ила, мезофильное сбраживание, механическое обезвоживание на камерных фильтр-прессах с минеральными реагентами (см. рис. 7–9). Все эти сооружения были созданы в ходе модернизации станции.

Метантенки (всего 2 шт., см. рис. 8) представляют собой цилиндрические железобетонные резервуары с коническим днищем ($V = 5000 \text{ м}^3$ каждый) и герметичным перекрытием, в верхней части которого имеется колпак для сбора газа, откуда газ отводится для дальнейшего использования.

Смесь осадков подается в водо-водяной теплообменник, перед которым в смесителе они смешиваются со сброженным осадком в соотношении 1:(6÷10) и затем, пройдя теплообменник, с помощью циркуляционного насоса загружаются в верхнюю часть метантенка. Теплообменник служит для поддержания стабильного температурного режима работы метантенков на уровне 35–37 °С (мезофильный тип процесса) и управляется автоматически в зависимости от температуры нагревающей воды (80 °С), температуры сбраживаемой массы в метантенке и расхода подаваемого осадка. Нагрев включается если температура метантенка 35 °С и выключается, если температура метантенка 37 °С (контроль и управление по датчику температуры на всасывающей линии перемешивающего насоса).

Для ускорения процесса сбраживания содержимое метантенка постоянно перемешивается циркуляционным насосом, обеспечивающим движение сбраживаемой массы снизу-вверх. Отбор сбраживаемой массы осуществляется насосом со дна метантенка, а возврат через вертикальный центрально-расположенный трубопровод внутри метантенка с движением осадка в верхнюю часть стояка, находящегося выше уровня сбраживаемой массы.

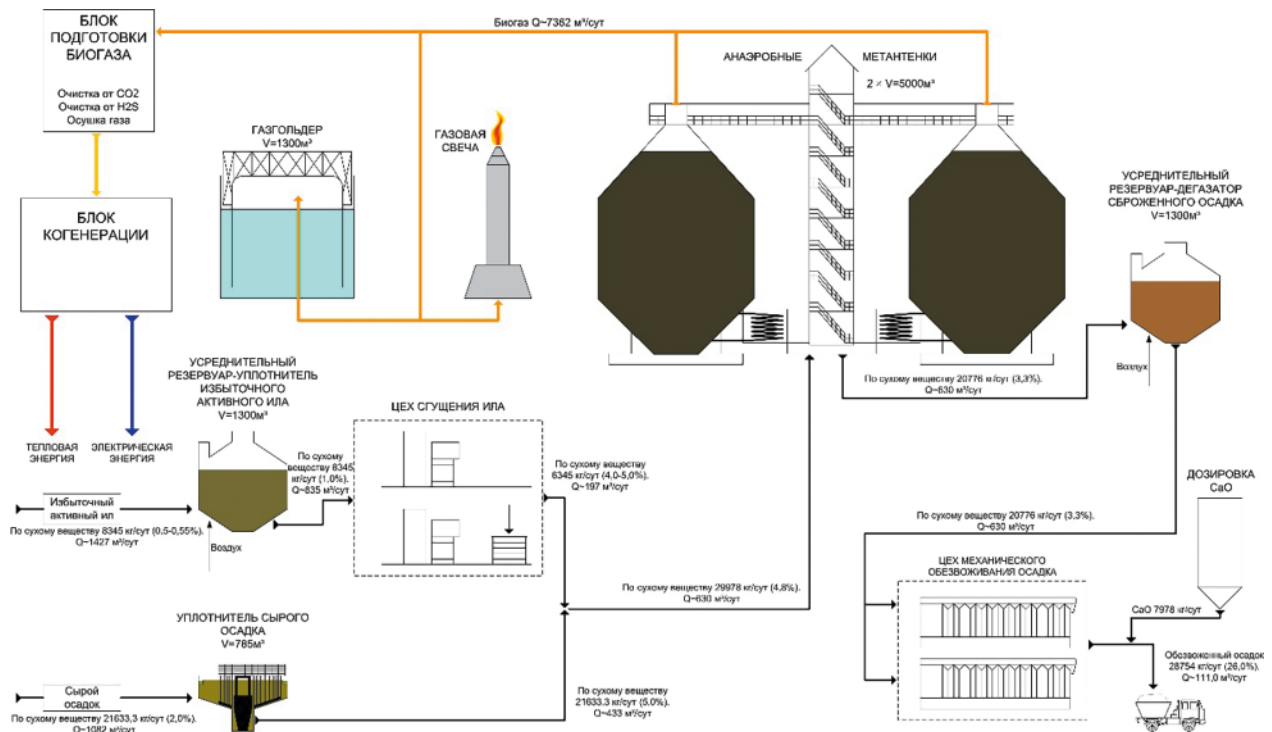


Рис. 7. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОБРАБОТКИ ОСАДКА

Эксплуатация метантенка проводится по прямоточной схеме, при которой загрузка и выгрузка осадка происходят одновременно и непрерывно. Такой режим создает благоприятные температурные условия в метантенке, так как исключает охлаждение бродящей массы от залповых поступлений более холодного сырого осадка и ила и обеспечивает равномерное газовыделение в течение суток.

Биогаз, образующийся в надиловом пространстве метантенков, постоянно отводится из газового купола через устройство отвода газа с пеноотделителем. Рабочее давление биогаза в надиловом пространстве метантенка составляет 30–35 мбар. Хранение/накопление биогаза осуществляется в газгольдере $V = 1040 \text{ м}^3$ с двойной стенкой: наружной (опорной) жесткой мембраной и внутренней гибкой (мембранной) отделяющей газ. Утилизация образующегося в метантенках биогаза в 2018 г. производится путем сжигания в во-

догрейном котле с последующим использованием тепловой энергии для поддержания необходимой температуры в метантенках. Котельная автоматизированная и работает без постоянного присутствия персонала.



Рис. 8. МЕТАНТЕНКИ САС



Рис. 9. Камерные мембранные фильтр-прессы

Интересным элементом новой технологической схемы является биофильтр (биоскруббер) для очистки загрязненного воздуха от илоуплотнителя. Загрязненный воздух забирается из-под перекрытия вытяжным вентилятором и поступает в увлажняющий скруббер. В нем помещён материал, который обеспечивает наибольшую степень контакта воздуха с циркулирующей в оборудовании жидкостью. В конденсационной камере встроен насос, который обеспечивает циркуляцию жидкости в направлении, противоположном направлению движения воздуха. Наполнение скруббера конденсатом контролируется датчиком уровня жидкости и перепускным клапаном.

Фильтруемый воздух, пройдя через скруббер, утрачивает концентрацию пыли и приобретает 100 % относительную влажность. Отфильтрованный воздух подается вентилятором в фильтрующую камеру биофильтра, где при прохождении воздуха через слой фильтрующего материала, размещённого на решётке фильтра, специальные микроорганизмы разлагают соединения, вызывающие неприятный запах. После этого воздух, освобождённый от неприятного запаха, удаляется через трубу.

В ближайших планах – использование биогаза для выработки электрической и тепловой энергии (когенерация). В следующем году планируется создание первого в Свердловской области объекта генерации на основе

зеленой энергетики (возобновляемый источник энергии). На прошедшей в июле 2018 г. международной выставке ИННОПРОМ-2018 подписан меморандум о сотрудничестве в реализации этого проекта с Администрацией г. Екатеринбурга и Правительством Свердловской области, в настоящее время проводится анализ имеющихся на рынке технологий и оборудования.

Ввод в эксплуатацию на САС метантенков – одно из важнейших технических событий в отрасли в 2018 г. Это, вероятно, первые сооружения такого масштаба, запроектированные и построенные в истории постсоветской России. Данное событие необходимо всячески приветствовать. Представляет интерес мембранный газгольдер, конструкция которого гораздо проще традиционного для СССР «плавающего опрокинутого колокола». Используемый биофильтр для загрязненного воздуха – также интереснейшее внедрение, одно из немногих в России подобной конструкции.

В целом вся технология обработки осадка полностью соответствует требованиям НДТ. Однако обращают на себя внимание следующие аспекты технологии, которые нельзя считать оптимальными (они соответствуют времени разработки проекта):

- использование насоса для перемешивания содержимого метантенков – существенно более энергоемкое и менее эффективное решение, чем мешалки с вертикальным валом;
- камерные фильтр-прессы – надежное, эффективное, но дорогое в обслуживании оборудование (большой расход ЗиП, неизбежность ручного труда);
- применение минеральных реагентов существенно дороже флокулянтов.

На базе опыта, полученного на САС, нам предстоит заняться модернизацией Южной аэрационной станции – это 80 % всех сточных вод Екатеринбурга и колоссальные инвестиции. В частности, ведется подготовка к созданию цеха сушки осадков на Южной аэрационной станции, таким образом, через пару лет мы сможем решить проблему с утилизацией осадков сточных вод – в настоящее время вывоз обезвоженных осадков на полигоны представляет большую проблему. ●



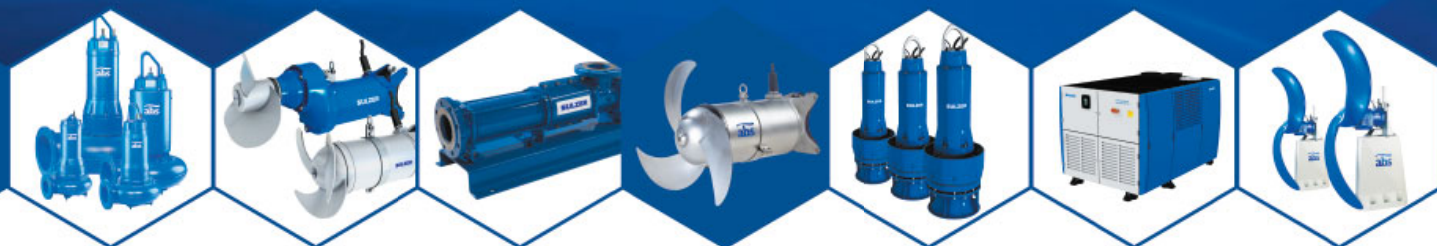
**Надежность,
не имеющая аналогов в мире**

SULZER

Authorized Partner



ВЫСОКОСКОРОСТНЫЕ ТУРБОКОМПРЕССОРЫ ABS HST



Global Solutions Provider

GSP-Project Ltd — официальный представитель SULZER

Россия, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 22

Тел.: +7 812 670 13 07, www.gsp-project.com

WATER AND WASTEWATER TECHNOLOGIES

Так ли выгодно хлорировать сточную воду? Сравнение эксплуатационных затрат на хлорирование и УФ-обеззараживание

А.А. ТКАЧЕВ,
ЗАМ. ГЕН. ДИРЕКТОРА
ПО ТЕХНОЛОГИИ¹

В.М. ПИСКАРЕВА,
РУКОВОДИТЕЛЬ ГРУППЫ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОТДЕЛА²

НПО «ЛИТ»

В статье рассмотрено сравнение эксплуатационных затрат систем обеззараживания сточных вод хлорреагентами и УФ-обеззараживанием. Исследование проводилось в 2017 г. на нескольких действующих очистных сооружениях, работающих с использованием жидкого хлора или гипохлорита (как привозного, так и электролизного), для которых оценивались ожидаемые эксплуатационные затраты при переводе этих сооружений на УФ-обеззараживание.

В соответствии с российским законодательством, сточные воды, сбрасываемые в водный объект, должны быть безопасны в эпидемиологическом отношении и подвергаться обязательному обеззараживанию. Экологическая и экономическая ситуации диктуют использование одновременно экологически безопасных и экономически эффективных технологий.

По опыту ведущих стран УФ-технология обеззараживания сточных вод занимает лидирующие позиции, как по экономическим, так и по экологическим оценкам. Ранее широко используемая технология хлорирования ушла на второй план. Обратимся к мировой практике обеззараживания сточных вод, например, опыту США. Там наиболее распространенным методом обеззараживания было обеззараживание хлором и хлорсодержащими реагентами, сейчас же обеззараживание ультрафиолетом является основным методом, применяемым на новых сооружениях (около 90 %). В большинстве

¹ Ткачев Андрей Анатольевич, 107076, Россия, Москва, Краснобогатырская ул., 44, тел.: (495) 733-95-26, e-mail: tkachev@npo.lit.ru

² Пискарева Виктория Михайловна, 107076, Москва, Краснобогатырская ул., 44, тел.: (495) 733-95-26, e-mail: piskareva@npo.lit.ru

штатов, согласно [1], не допускается хлорирование сточных вод без последующего дехлорирования. Основными веществами, используемыми для дехлорирования, являются диоксид серы, бисульфит и метабисульфит натрия. В США из всех очищенных сточных вод, подвергаемых обеззараживанию, 65 % обрабатываются ультрафиолетом.

Считается, что обеззараживание хлором является экологически безупречным, но самым бюджетным в эксплуатации решением. В 2017 г. нами было проведено сравнение эксплуатационных затрат на обеззараживание на нескольких действующих очистных сооружениях, работающих в настоящее время с использованием жидкого хлора или гипохлорита (как привозного, так и электролизного), с ожидаемыми эксплуатационными затратами при переводе этих сооружений на УФ-обеззараживание.

К учтенным в расчетах основным статьям эксплуатационных расходов на станции обеззараживания отнесены следующие затраты:

- на расходные материалы (реагенты и УФ-лампы);
- на электроэнергию;
- на обслуживание, включая техническое обслуживание, проведение технических экспертиз, ревизий, обслуживание территории и подъездных железнодорожных путей и т. д.;
- на зарплату персонала (с необходимыми отчислениями в фонды);
- страхование гражданской ответственности (только при хлорировании хлор-газом).

При применении метода хлорирования рекомендуется использование технологии дехлорирования – этапа, необходимого в связи с высокой токсичностью хлорированной сточной воды, сбрасываемой в водный объект, поэтому к статьям эксплуатационных расходов могут добавляться расходы на проведение этого этапа. Информационно-технический справочник по НДТ ИТС10-2015 «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений городских округов» устанавливает порядок применения этапа дехлорирования для сооружений разной производительности,

а также предъявляет для существующих и реконструируемых объектов различные требования:

- обеззараживание гипохлоритом натрия или иными хлорреагентами без дехлорирования возможно на существующих объектах вплоть до «больших» включительно (до 40 тыс. м³/сутки фактического притока), а на реконструируемых объектах – до «небольших» включительно (до 4 тыс. м³/сутки), на новых объектах – до «малых» включительно (до 1 тыс. м³/сутки);

- обеззараживание гипохлоритом натрия или иными хлорреагентами может осуществляться только с надлежащим дехлорированием на всех объектах вплоть до «крупных» включительно (до 200 тыс. м³/сутки). Однако экологически намного целесообразнее применять метод УФ-обеззараживания: дехлорирование позволяет избавиться от остаточного хлора, но не от хлорорганических соединений, успевших образоваться во время контакта хлора с органикой сточной воды;

- более мощные, «крупнейшие» и «сверхкрупные» сооружения должны быть оборудованы системами обеззараживания с помощью ультрафиолета, в этих диапазонах мощности использование хлорирования не допускается.

Таким образом, ИТС10-2015 устанавливает, что обеззараживание ультрафиолетом является НДТ для объектов любой производительности.

Для сопоставления эксплуатационных расходов при переходе к УФ-обеззараживанию рассмотрен ряд очистных сооружений канализации различной производительности, действующих на территории Российской Федерации, на которых в настоящее время реализован метод обеззараживания хлором или гипохлоритом натрия. Их производительность и требования к ним согласно Информационно-технического справочника ИТС10-2015 указаны в табл. 1.

Для оценки эксплуатационных затрат сооружений использовались данные, предоставленные эксплуатирующими организациями, а также информация с сайта zakurki.gov.ru. Для сооружений не учитывались потенциальная плата за сброс в водный объект

Таблица 1.
Производительность
исследованных
сооружений

хлора и хлорорганических соединений. Затраты на эксплуатацию УФ-установок были рассчитаны исходя из оборудования, рекомендованного для каждой конкретной станции с учетом производительности и качества очищенных сточных вод, и включали приведенную стоимость УФ-ламп на замену. Сравнение затрат приведено в табл. 2 и на рис. 1.

Сооружения №	1	2	3	4	5	6	7
Производительность сооружений, м³/сут	17 000	43 200	48 000	55 200	134 400	312 000	480 000
Наименование диапазона мощности по ИТС10-2015	Большие		Крупные			Крупнейшие	
Требования ИТС10-2015	Могут продолжать работу	Обязаны осуществлять обеззараживание хлорированием только с применением дехлорирования или переходить на УФ-обеззараживание				Обязаны переходить на УФ-обеззараживание	

Таблица 2.
Затраты на эксплуатацию станций обеззараживания, тыс. руб./год

Сооружения №	1	2	3	4	5	6	7
Обеззараживание хлором/ хлорсодержащими реагентами							
Тип реагента	Привозной гипохлорит	Жидкий хлор	Жидкий хлор	Жидкий хлор	Электролизный гипохлорит	Жидкий хлор	Жидкий хлор
Затраты на расходные материалы (реагенты)	809	1 878,50	2 209,00	1 600	1 148	5 827	9 176,00
Затраты на электроэнергию	6,9	1 198,70	914,00		7 757,2	173,9	266,00
Затраты на обслуживание	12	2 000	2 000	738,8	600	719	981
Затраты на зарплату персонала (с отчислениями)	408	2 470	2 470	1 128	670	5 088,8	7 433,3
Страхование гражданской ответственности	0	42,7	42,70	22,8	0	1140	1 665
Эксплуатационные расходы на хлорирование (всего)	1 236,0	7 589,9	7 635,4	3 489,6	10 475,0	12 948,7	19 522,1
Обеззараживание УФ							
Затраты на расходные материалы (УФ-лампы)	342,5	644,7	776,9	695,50	3 341,5	3 254,00	5 381,2
Затраты на электроэнергию	180	3 040	4 143	1 018,20	3 292,5	6 938,00	11 867,2
Затраты на обслуживание	0	11,5	11,5	2,5	19,4	298,5	431,1
Затраты на зарплату персонала (с отчислениями)	0	0	0	0	0	473,8	473,8
Эксплуатационные расходы на УФ-обеззараживание, всего	522,5	3 696,6	4 931,5	1 716,4	6 672,4	10 964,5	18 153,3
Экономия эксплуатационных расходов	713,5	3 893,3	2 703,9	1 773,2	3 802,6	1 984,2	1 368,8
Процент экономии при внедрении УФ-обеззараживания	58	51	35	51	36	15	7

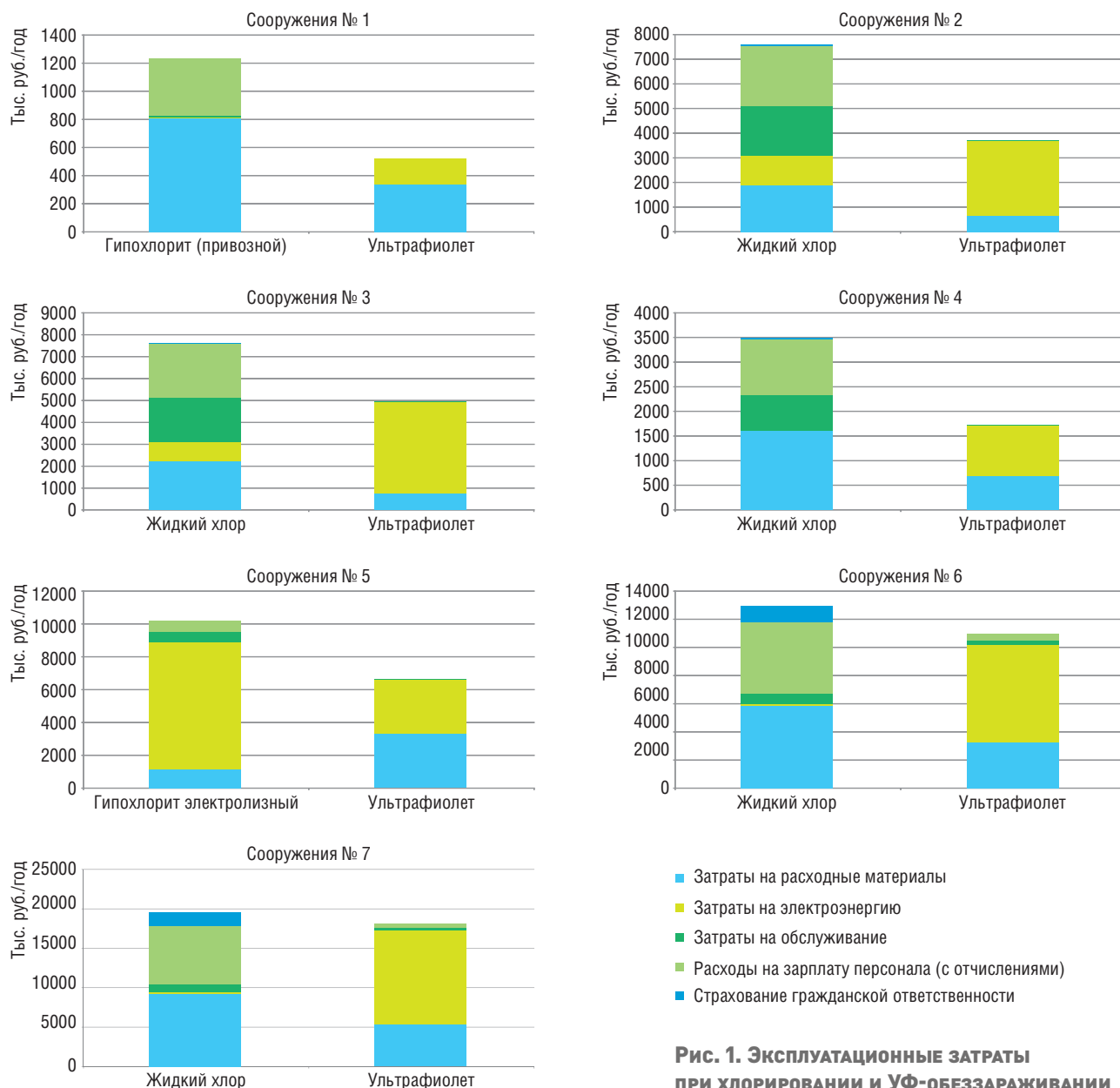


Рис. 1. Эксплуатационные затраты при хлорировании и УФ-обеззараживании

Таким образом, для сооружений, относимых в соответствии с ИТС 10-2015 к категории «крупные», где необходимо дехлорирование, годовая экономия средств на эксплуатационные расходы при УФ-обеззараживании составляет в среднем 39 %. «Малые» действующие сооружения № 1 при внедрении УФ вместо хлора будут экономить ежегодно порядка 58 %. На со-

оружениях № 6 и № 7 ультрафиолетовое обеззараживание должно быть внедрено вместо хлорирования, при этом эксплуатация систем обеззараживания будет более выгодной. Снижение экономического эффекта от внедрения УФ-обеззараживания для сооружений № 6 и № 7 можно объяснить относительно высоким тарифом на электроэнергию (свыше 3 руб. за кВт·ч) и гораздо

более дешевым хлором (его стоимость практически в два раза ниже, нежели у других станций, возможно, это вызвано большим объемом закупок).

Следует учитывать, что в табл. 2 для обеззараживания хлором и хлор-реагентами приведены фактические затраты, т.е. дехлорирование, которое требуется для перехода на НДТ объектов №№ 2–5, не учтено.

При применении обязательного этапа дехлорирования на сооружениях категории «крупные» годовая экономия при переходе на УФ-обеззараживание станет еще ощутимее. Данные об оценке эксплуатационных затрат на дехлорирование тиосульфатом натрия представлены в табл. 3.

Таблица 3.
ЗАТРАТЫ НА ЭКСПЛУАТАЦИЮ СИСТЕМ ДЕХЛОРИРОВАНИЯ,
ТЫС. РУБ./ГОД

Сооружения №	2	3	4	5
Дехлорирование тиосульфатом натрия				
Эксплуатационные расходы на тиосульфат	3 337	3 924	2 936	7 800
Эксплуатационные расходы на электроэнергию	834	981	734	1 950
Всего учтенные эксплуатационные расходы на дехлорирование	4 171	4 905	3 670	9 750
Процент экономии при внедрении УФ-обеззараживания вместо технологии хлорирования + дехлорирование	69 %	61 %	76 %	67 %

Видно, что при соблюдении требований ИТС 10-2015 и применении хлорирования совместно с обязательным внедрением этапа дехлорирования, экономия эксплуатационных средств при переходе к УФ-обеззараживанию достигает 76 %, что позволит окупить капитальные вложения в замену

технологии обеззараживания в кратчайшие сроки.

Приведем данные сравнения затрат на обеззараживание в США при переходе от существующей технологии обеззараживания гипохлоритом натрия к технологии обеззараживания ультрафиолетом, опубликованные в [2]. В работе рассмотрены очистные сооружения производительностью 40 тыс. м³/сут и 140 тыс. м³/сут. Сравнение показало, что переход на УФ позволит сэкономить на эксплуатации и техническом обслуживании станций обеззараживания соответственно 55 и 90 тыс. долларов США в год. Данные о сооружениях приведены в табл. 4.

Таблица 4.
ПЕРЕХОД ОТ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ
ГИПОХЛОРИТОМ НАТРИЯ К ТЕХНОЛОГИИ
ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ УЛЬТРАФИОЛЕТОМ В США [2]

Показатели	Сооружения № 1	Сооружения № 2
Проектный расход	37 860 м ³ /сут	132 500 м ³ /сут
Результат		
Ежегодная экономия эксплуатационных расходов	55 000 \$	90 000 \$
Срок окупаемости капитальных затрат	4,9 лет	8,2 года

Низкие эксплуатационные затраты на УФ-обеззараживание позволяют окупать капитальные затраты, связанные с переходом на ультрафиолет, в приемлемые сроки (от 5 до 10 лет).

Также в [3] приведен прогноз эксплуатационных затрат на 20 лет работы станций обеззараживания на действующих ОСК г. Нью-Джерси (США) мощностью 45 тыс. м³/сут (рис. 2). Из графика видно, что внедрение УФ-станции окупится через 5 лет, и за срок службы в 20 лет суммарные эксплуатационные затраты на хлорирова-

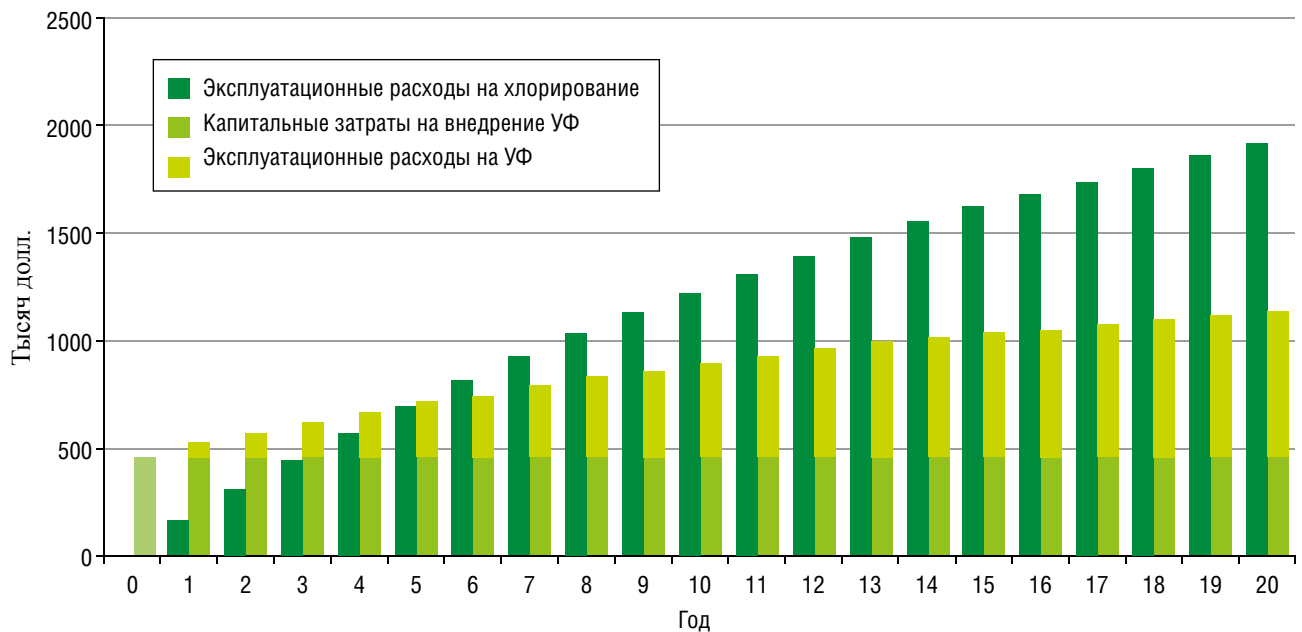


Рис. 2. Оценка суммарной стоимости эксплуатации при обеззараживании хлором и УФ (ОСК Нью-Джерси, США)

ние будут почти в 2 раза больше, чем все расходы на УФ-обеззараживание (эксплуатационные + капитальные).

Выводы

Затраты на хлорирование и обеззараживание УФ сопоставимы, с некоторым преимуществом в пользу УФ. При необходимости использования дехлорирования выигрыш становится очень выраженным.

Картина, наблюдаемая при переходе с обеззараживания хлорреагентами на ультрафиолет, схожа даже для столь различных рынков, как рынки России и США: низкие эксплуатационные расходы на проведение УФ-обеззараживания позволяют окупать капитальные затраты и получать ощутимую экономию средств. Кроме экономических преимуществ, внедрение экологически чистого метода обеззараживания позволяет реализовывать социальную ответственность организаций, эксплуатирующих очистные сооружения. ●

Источники

1. [HTTPS://WWW3.EPA.GOV/NPDES/PUBS/CHLO.PDF](https://www3.epa.gov/npdes/pubs/chlo.pdf)
2. [HTTPS://WWW.WATERONLINE.COM/DOC/COMPARISON-OF-UV-VS-SODIUM-HYPOCHLORITE-0001](https://www.wateronline.com/doc/comparison-of-uv-vs-sodium-hypochlorite-0001)
3. [HTTPS://WWW.WATERONLINE.COM/DOC/PROVEN-AND-EFFECTIVE-WASTEWATER-DISINFECTION-WHY-UV-ARTICLE-0001](https://www.wateronline.com/doc/proven-and-effective-wastewater-disinfection-why-uv-article-0001)

Почему водозаборные скважины приходится часто перебуривать и как этого избежать?



В.А. Кирьянычев¹,
ДИРЕКТОР

Группа компаний
«СИСТЕМЫ ПЛАСТИКОВЫХ
ТРУБОПРОВОДОВ

В статье проанализированы основные причины быстрого, с точки зрения мировой практики, выхода из строя скважин на воду или быстрого снижения их дебита. Раскрыты проблемы каждого этапа с момента проектирования до окончания жизненного цикла гидротехнического сооружения.

Описаны условия достижения качественных показателей скважин, включая оснащение современными некоррозионными материалами и требования к конструкции и параметров фильтров.

Подземные воды являются одним из основных источников питьевого водоснабжения в России, их доля в общем балансе водопотребления составляет 35–40 % (за вычетом мегаполисов, водоснабжение которых осуществляется из поверхностных источников, она выше в 1,5–2 раза), а для малых городов, поселков и сельской местности она достигает 90 %.

Основным элементом водозаборов подземных вод являются скважины, от качества и состояния которых зависит надежность всей системы водоснабжения в целом. В соответствии с российскими нормами скважины на воду отнесены к шестой амортизационной группе со сроком полезного использования 10–15 лет. При этом минимальный расчетный срок экс-

¹ Кирьянычев Владимир Алексеевич, г. Ярославль, ул. Осташинская, д. 29, тел. (4852) 503-003, 503-060, 503-070, 503-080. 8 800 500 65 75, www.yartruba.ru и www.yartruba.com.

пуатации защищенных запасов подземных вод на месторождениях составляет 25 лет. Таким образом, нормативно закреплена необходимость перебуривания всех скважин на водозаборах, что и происходит в регионах, где подземные воды залегают в рыхлых водовмещающих отложениях. На большинстве таких водозаборов можно наблюдать стандартную картину, когда вокруг одной скважины пробурены 2–4 новые, подключенные к колодцу или павильону первой пробуренной скважины. Многие скважины не дотягивают до нормативных сроков эксплуатации.

Анализ состояния водозаборных скважин на большинстве водозаборов подземных вод России свидетельствует о весьма низком их качестве, особенно при отборе воды из рыхлых отложений. Эксплуатация некачественных скважин сопровождается повышенными энергозатратами и частой заменой погружных насосов. При этом перебуривание скважин осуществляется без анализа причин их выхода из строя, и рядом появляются скважины-близнецы аналогичных конструкций с применением фильтров устаревших конструкций, кустарно изготовленных в мастерских буровых организаций.

Причины быстрого выхода из строя скважин

Причиной быстрого выхода из строя скважин в России являются недочеты в проектировании, строительстве и эксплуатации скважин. Можно констатировать, что в России отсутствуют квалифицированные проектировщики скважин на воду, и вопросы их проектирования в подавляющем большинстве случаев отдаются на откуп буровым организациям, которые ориентируются на имеющееся буровое оборудование, материалы и собственные фильтры кустарного производства, позволяющие экономить на себестоимости выполнения работ по обустройству скважин. При этом геолого-гидрогеологиче-

ские условия на конкретном участке уходят на второй план, поскольку буровики редко проводят детальное изучение разрезом.

Неграмотное проектирование скважин приводит уже на начальных этапах эксплуатации к повышенным сопротивлениям фильтров и прифильтровых зон, обуславливающих большие понижения уровня подземных вод. В свою очередь, это способствует возрастанию входных скоростей, турбулизации потока в зоне фильтра и интенсивной аэрации воды в скважине. При поступлении кислорода воздуха активируются и интенсифицируются процессы химического и биологического коагматажа фильтров и прифильтровых зон, приводящие к дальнейшему понижению уровня воды в скважине. Неграмотный подбор конструкций и материалов фильтров скважин способствуют появлению процессов суффозии¹ пород в прискважинной зоне, пескованию скважин, преждевременному выходу из строя погружных насосов.

Применение в конструкциях фильтров углеродистой стали, а также разнородных материалов приводит к химической и электрохимической коррозии конструктивных элементов фильтров, продукты которой дают старт образованию коагмулирующих осадков. Установлено, что состав коагмулирующих соединений на 60–70 % представлен соединениями железа, значительная доля которых представлена продуктами коррозии фильтров.

Касаясь вопросов эксплуатации скважин, следует отметить, в первую очередь, отсутствие гидрогеологического сопровождения, отсутствие возможности замеров динамического уровня, затрубных пьезометров. Невозможность контроля динамического уровня и удельного дебита приводит к преждевременному выходу из строя погружных насосов из-за постоянных отключений по «сухому ходу». Конструкции оголовков скважин не выдерживают критики, скважины не загерметизированы. Вопрос герметизации скважин весьма важен для продления срока их службы, поскольку отсутствие возможности поступления кисло-

² Суффозия – механический вынос частиц породы потоком подземных вод. – Примеч. ред.

рода воздуха существенно минимизирует процессы химического коагматажа скважин. И это только основные типичные проблемы, на которые наслаиваются другие, связанные с ошибками проектирования.

ТИПИЧНЫЕ ОШИБКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СКВАЖИННЫХ ФИЛЬТРОВ

Сегодня на отечественном рынке представлены самые современные конструкции фильтров отечественного производства, не уступающие по своим параметрам известным брендам. Однако сами по себе фильтры не смогут обеспечить требуемого водоотбора без грамотного подбора для конкретных условий с обоснованием всех параметров.

Типичной ошибкой проектирования фильтров является применение необоснованно длинных фильтров, что приводит к увеличению стоимости скважины без существенного прироста дебита. Из гидравлики фильтров скважин известно, что не более 30 % их длины в максимальной степени нагружены при эксплуатации, остальная часть практически не работает, постепенно заиливаясь. Чем длиннее фильтр, тем большая его часть остается неработоспособной. Одним из способов решения проблемы равномерной нагрузки на фильтр является установка в его средней части глухого участка, где будет установлен погружной насос. Выбор такого участка в разрезе также должен обосновываться данными о проницаемости (грансоставе) пород пласта.

Необоснованное завышение диаметров фильтров также встречается на многих городских водозаборах. Нередки случаи, когда устанавливаются фильтры 16" и длиной 10–15 м при производительности скважин 70–100 м³/ч. При грамотном подборе параметров для такого водоотбора достаточно фильтра диаметром 8" и длиной 8–10 м, что подтверждается мировой практикой.

Что касается гравийной обсыпки фильтров, то к ней предъявляются особые требования, главные из которых однородность (монофракция), форма зерен (должна быть близкой к форме шара) и отсутствие глинистых и карбонатных частиц.

Вместе с тем, в ряде гидрогеологических условий при doskonaальном знании разреза возможна установка щелевых фильтров без гравийной обсыпки.

Вопрос предварительного изучения разреза в точках заложения скважин является приоритетным во многих странах мира и полностью игнорируется в России. Предварительное изучение разрезов скважин в точках их заложения осуществляется с помощью пилотных скважин небольшого диаметра со сплошным отбором керна в интервале продуктивного пласта. Проблемой является разрыв во времени между бурением пилотной и эксплуатационной скважины в 2–3 месяца, необходимый для обработки данных бурения, разработки проекта скважин, заказа и поставки оборудования, что требует двукратного завоза бурового оборудования на площадку. Однако, затраты времени и средств на изучение разреза окупаются сторицей за счет длительной беспроблемной эксплуатации скважин в дальнейшем при минимальных эксплуатационных затратах.

СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СКВАЖИН

Общей мировой тенденцией является применение в скважинах некоррозионных материалов, начиная от фильтров и эксплуатационных колонн и заканчивая водоподъемными трубами. Главным образом это обсадные трубы и щелевые фильтры из нПВХ, а также нержавеющие фильтры типа «Johnson», признанные эталоном во всем мире. В настоящее время в России представлен весь ассортимент оборудования для скважин на воду из нПВХ и нержавеющих сталей, применимый для скважин любых диаметров. В составе оборудования необходимые фитинги для переходов на меньшие диаметры, в том числе для соединения с нержавеющими фильтрами, центраторы, пробки отстойников и пр. Пластиковые и нержавеющие фильтры изготавливаются со щелями размером от 0,1 до 3,0 мм, что позволяет подобрать их для любых геолого-гидрогеологических условий.

Надо отметить, что из пластиков в скважинах городских водозаборов не должны



применяться трубы и фильтры из полиэтилена, которые со временем подвержены деформации сечения и размера щелей. Из-за этого появляются проблемы с извлечением погружных насосов и повышением сопротивления прифильтровой зоны.

Немаловажное значение для создания высокодебитной качественной скважины имеет технология ее сооружения, в частности, технология вскрытия продуктивного горизонта. В России, за редким исключением, бурение скважин на воду осуществляется роторным способом с прямой промывкой глинистыми растворами. Причем качественные бентонитовые глины не заказываются, а используются те, что под рукой, понижая свойства бурового раствора. Параметры бурового раствора обычно не контролируются, что способствует интенсивной коагуляции прифильтровой зоны рыхлой и толстой гли-

нистой коркой. Однако даже при использовании бентонитовых глин для приготовления растворов малой плотности не всегда удается освоить скважину в должной мере, учитывая изначально созданное оставшейся глинистой коркой повышенное сопротивление прифильтровой зоны. Кроме того, фильтрат бурового раствора из низкокачественных глин глубоко проникает в пласт, вызывая набухание природных глинистых частиц и снижение пористости пласта.

Технология освоения скважин также оставляет желать лучшего, поскольку повсеместно применяемая элементарная эрлифтная откачка из общего ствола не решает проблему разрушения и выноса образовавшейся глинистой корки.

В идеале бурение скважин на воду должно осуществляться с обратной промывкой водой, как это делается во всем мире, и в России имеются буровые организации, успешно применяющие этот метод бурения.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СКВАЖИН

Говоря о проблемах эксплуатации скважин, в первую очередь, следует обратить внимание на важность контроля удельного дебита скважин – интегральной характеристики. Без знаний об удельном дебите невозможно судить о состоянии скважин и своевременно принимать решения о необходимости их профилактических обработок.

Для контроля удельного дебита необходимо обеспечить условия для измерения в скважине динамического уровня и расхода воды. Для этого оголовки скважин должны быть оснащены специальными патрубками с закручивающейся заглушкой для пропуска уровнемера. В идеальном случае для этого применяется пластиковая трубка небольшого диаметра, опускаемая в скважину отдельно или прикрепляемая к водоподъемной колонне при монтаже погружного насоса.

Нельзя забывать о необходимости герметизации ствола скважины для исключения попадания туда кислорода воздуха – это условие продления жизни скважин. При герметизации ствола эксплуатация осуществляется



с вакуумом внутри ствола, создаваемым при падении уровня после пуска насоса. При использовании трубок для замера уровня вакуум не срывается при производстве замеров.

Одновременно с этим, герметичный оголовок позволяет осуществлять мероприятия по обработке скважин реагентами без демонтажа погружных насосов. Говоря о профилактических обработках, надо обратить внимание на их важность для поддержания стабильной работы скважин во времени. При своевременных обработках можно применять несильные порошкообразные реагенты-восстановители и реагенты-нейтрализаторы, которые обладают низкой коррозионностью в отношении материала скважин, фильтров и погружных насосов и не оказывают отрицательного воздействия на окружающую среду при грамотном их использовании. Если допускать до значительных снижений удельных дебитов, придётся прибегать к применению крепкой соляной кислоты, обладающей сильной коррозионностью. Отметим, что практика импульсных методов обработки, таких как электрогидроудар или пневмоимпульсная обработка обеспечивают незначительный эффект на короткое время, по прошествии которого приходится повторять обработки. Наилучшим вариантом являются профилактические обработки с применением минимальных объемов слабых и безопасных реагентов. При своевременном проведении таких мероприятий удастся восстанавливать

удельный дебит на 100 %, а жизнь скважин продлевается на десятки лет.

Сигнал к необходимости обработок дает удельный дебит, снижение которого на 20–30 % требует проведения профилактических мероприятий. Если допустить снижение удельного дебита на 50–70 %, то полное восстановление скважины уже невозможно или затруднительно, сопряжено со значительными затратами времени и средств. К сожалению, на практике сигналом к спасению скважины является невозможность ее эксплуатации из-за критического снижения удельного дебита или непрерывное пескование, остановить которое практически невозможно.

Резюмируя сказанное, следует отметить, что залогом достижения качественных показателей скважин является их оснащение современными некоррозионными материалами и грамотный выбор конструкции и параметров фильтров.

Компания «Системы пластиковых трубопроводов» предлагает весь спектр материалов, оборудования для сооружения скважин. Это обсадные трубы и фильтры из нПВХ, каркасностержневые фильтры из нержавеющей стали типа «Johnson», водоподъемные трубы из О-ПВХ, калиброванную гравийную обсыпку для формирования фильтра внешнего контура, переходники и колпаки. Одновременно наши специалисты окажут консультационные услуги в расчетах при подборе фильтров и их параметров для конкретных гидрогеологических условий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Правительства РФ от 01.01.2002 № 1 (ред. от 28.04.2018) «О Классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы» (2.21.13.110)
2. Распоряжение МПР РФ от 27.12.2007 № 69-р «Об утверждении Методических рекомендаций по применению Классификации запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод, утвержденной Приказом Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 30 июля 2007 г. № 195».

АУДИТ НАСОСНЫХ СИСТЕМ – ПРОВЕРЕННЫЙ ПУТЬ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ



Реклама. Товар сертифицирован

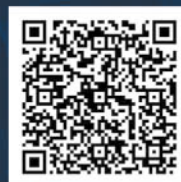
Аудит Насосных Систем от GRUNDFOS – современный инструмент повышения эффективности и снижения издержек при эксплуатации насосных систем, который включает в себя:

- тщательный анализ насосной системы;
- регистрацию параметров работы Мобильным Измерительным комплексом;
- определение профиля нагрузки насосного оборудования;
- обоснование экономической целесообразности замены оборудования;
- расчет срока возврата инвестиций.

Обращайтесь в ближайший к Вам филиал Грундфос или оставьте заявку на проведение Аудита Насосных Систем на сайте: <http://ru.grundfos.com/audit/audit-pumps.html>. Наши специалисты организуют всю необходимую работу.

Филиал ООО «Грундфос» в Москве: тел. (495) 7373000, 5648800

www.grundfos.ru



be
think
innovate

GRUNDFOS

Большая эффективность при меньших затратах.

Новые стандарты от Flottweg при обезвоживании осадка

**SVEN BEDÖ,
NILS ENGELKE,
WOLFGANG STEIGER,
АЛЕКСЕЙ РАСКАТОВ**

FLOTTWEG

Процесс обезвоживания осадка играет чрезвычайно важную роль в работе сооружений биологической очистки сточных вод. Цель состоит в том, чтобы обеспечить наиболее эффективную очистку сточных вод, снизив при этом затраты на утилизацию отходов. Помимо эффективности обезвоживания и высокого содержания сухого вещества в обезвоженном осадке, немаловажную роль играют и другие показатели, такие как расход флокулянта и энергопотребление. Инженеры компании Flottweg представили центрифугу, которая установила новые стандарты для обезвоживания осадка сточных вод, в частности, по таким параметрам как: эффективность обезвоживания, расход флокулянта и энергопотребление.

Концепция серии XELLETOR

На протяжении многих лет декантерные центрифуги определяют прогресс в области обезвоживания осадка сточных вод. Помимо превосходной эффективности обезвоживания данные машины также достигают высокой степени разделения даже при меняющихся свойствах поступающего осадка (эксплуатация летом/зимой). В поисках решения по достижению максимальной эффективности разделения инженеры компании Flottweg радикально пересмотрели существующую концепцию центрифуг. Так появилась новая серия Xelletor – центрифуги, изменяющие представление о процессе обезвоживания осадка. Новые принципы конструирования шнека и ротора в серии Xelletor явились основополагающими моментами и для достижения экономии при использовании.



XELLETOR

СОКРАЩЕНИЕ ЗАТРАТ НА ВЫВОЗ И РАЗМЕЩЕНИЕ ОСАДКА

Операторы на очистных сооружениях сталкиваются с рядом задач при обезвоживании осадка. Одной из них является достижение максимально возможного содержания сухого вещества в обезвоженном осадке. В то же время использование флокулянта должно быть минимизировано. Отделенная жидкость должна быть с минимальным содержанием взвешенных частиц, что является признаком высокого качества разделения. Это позволяет исключить повышенную нагрузку на сооружения очистки сточных вод и роста количества обрабатываемого осадка. Эффект задержания твердых частиц при обезвоживании осадка на центрифугах Xelletor достигает 99 %.

Декантеры Flottweg прошлых поколений достигли хороших результатов по глубине обезвоживания. Центрифуги серии Xelletor значительно их превосходят. Новая конструкция оборудования позволяет достичь большего содержания сухого вещества, что значительно уменьшает объем осадка. Во время испытаний на очистных сооружениях в г. Розенхайме (Германия) на оборудовании серии Xelletor удалось получить обезвоженный осадок на 2 % суше, чем на декантерах предыдущей серии. В результате при использовании оборудования серии Xelletor возможна экономия на утилизации осадка до 10 %.

В российских городах на очистных сооружениях мощностью, например, около 50 тыс. м³/сутки количество образующегося осадка (с содержанием сухого вещества 3 %), который необходимо обезвоживать, составляет около 128000 м³/год. Количество осадка, обезвоженного на стандартной центрифуге с 25 % сухого вещества, составит около 15330 т/год, а при использовании оборудования серии Xelletor – 14190 т/год. Разница составит 1140 т/год (около 7,5 %). При затратах на вывоз и размещение осадка около 5000 руб. за тонну отходов получается экономия около 5,7 млн руб./год.



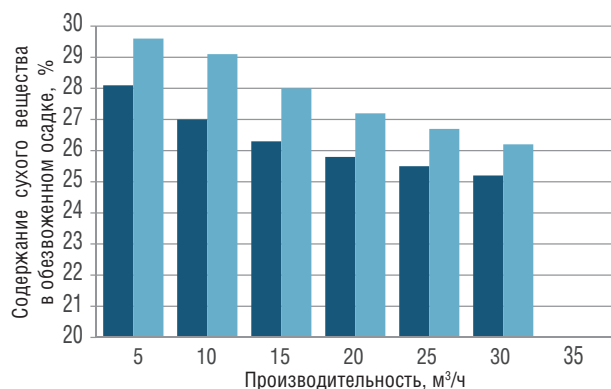
Слева: осадок перед обезвоживанием
Справа: фугат и обезвоженный осадок

ЭКОНОМИЯ ФЛОКУЛЯНТА

Значительная часть затрат при обезвоживании осадка связана с использованием флокулянтов. В большинстве случаев их использование неизбежно. Флокулянты склеивают твердые частицы в большие образования с достаточным для осаждения весом, что обеспечивает повышение эффективности обезвоживания. Благодаря плавному ускорению суспензии и суперглубокому пруду¹ в декантерах серии Xelletor возможна экономия флокулянта. Во время промышленных испытаний в реальных условиях была достигнута экономия флокулянта до 25 % при том же содержании сухого вещества и той же степени разделения.

Для рассмотренного примера очистных сооружений при снижении дозы флокулянта, например, с 6 до 4,8 кг/т сухого вещества при цене 1 кг флокулянта около 300 руб. экономия при использовании оборудования из серии Xelletor может достигать 1,4 млн руб./год.

¹ Термин, используемый в зарубежной практике, обозначающий увеличенное расстояние (глубину) от точки выхода фугата из ротора до внутренней стенки ротора. – *Примеч. ред.*



РЕЗУЛЬТАТЫ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ НА ОБЫЧНОЙ УСТАНОВКЕ В СРАВНЕНИИ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ НА ОБОРУДОВАНИИ СЕРИИ XELLETOR. ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОВОДИЛИСЬ НА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ В Г. РОЗЕНХАЙМ:
 ■ — C4E-4/454HTS; ■ — X4E-4/454

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

Декантерные центрифуги благодаря надежной их конструкции по праву считаются «марафонцами». Многие центрифуги 80-го года выпуска все еще «бегут» изо дня в день. Однако они потребляют много электроэнергии (от 1,2–1,5 и более кВт/м³). По сравнению с ними экономия энергии при использовании оборудования серии Xelletor достигает более 50 %. Ведь удельный расход электроэнергии при обезвоживании осадка на центрифугах серии Xelletor составляет всего лишь 0,5–0,7 кВт/м³. Для рассматриваемого примера экономия составит около 80 тыс. кВт·ч/год (около 350 тыс. руб.).

Удобство в использовании

Серия Xelletor от Flottweg – это удобство при максимальной эффективности. Помимо экономических факторов, удобство при использовании центрифуги также является большим преимуществом:

- Автоматическое регулирование дифференциальной скорости шнека. Благодаря приводу Simp Control® Flottweg достигается максимальное количество сухого вещества в обезвоженном осадке даже при изменении свойств поступающего осадка.
- Версия 4.0 – дополнительные опции дистанционного контроля и дистанционного обслуживания (по запросу).



C4E-4/454HTS



X4E-4/454

- Опционально: автоматический дозатор флокулянта с контролем в реальном времени помогает сократить его расход.
- Интеграция контроллера центрифуги в общий контроллер для достижения максимальной эффективности и технической надежности установки.
- Закрытая конструкция, снижающая уровень шума на рабочем месте и блокирующая неприятные запахи.
- Простое и доступное обслуживание на месте благодаря удобной замене изнашиваемых деталей.

Выводы

Многочисленные промышленные испытания на очистных сооружениях показали: центрифуги серии Xelletor выигрывают по таким параметрам как эффективность обезвоживания, расход флокулянта, энергопотребление, значительно превосходя показатели предыдущих серий центрифуг. Среди дополнительных преимуществ – низкий уровень шума и удобство в управлении.

Проанализировав рентабельность приобретения данного оборудования, становится очевидным – новая серия Xelletor позволит хорошо сэкономить. Как показали расчеты, для очистных сооружений в России мощностью 50 тыс. м³/сут. экономия по всем статьям затрат оценивается в 7,45 млн руб. в год. ●

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ, БИОЛОГИЧЕСКИЕ,
РАДИОЛОГИЧЕСКИЕ АНАЛИЗЫ ВОДЫ, ПОЧВЫ,
ОСАДКОВ, РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ВОДОПОДГОТОВКИ**

МЕТОДИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

МЕЖЛАБОРАТОРНЫЕ СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

ШКОЛЫ-СЕМИНАРЫ ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ЛАБОРАТОРИЙ



ЗАО «РОСА»

**119297, Москва,
ул. Родниковая, д. 7, стр. 35**

Тел.: +7 (495) 502-44-22

E-mail: mail@rossalab.ru

www.rossalab.ru

**Подписка на журнал «НДТ» на 2019 год
Счет опубликован на последней странице**

PRIMUS LINE

The prime solution for pipes.

Гибкие напорные трубопроводы

- ▶ Технология бестраншейной санации газо- водо- и нефтепроводов Ду 150-500
- ▶ Многослойная конструкция с арамидной тканью Kevlar® и специальная соединительная техника
- ▶ Протяжка на большие расстояния (до 2000 м)
- ▶ Возможность реконструкции дуговых участков до 45°
- ▶ Высокое рабочее давление

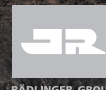
ПРОСТО – БЫСТРО – НАДЕЖНО

Rädlinger primus line GmbH

Kammerdorfer Straße 16
93413 Cham, Germany

Phone: +49 (0) 99 71-40 03-217
primusline@raedlinger.com

Designed,
developed and
made in Germany



www.primusline.com

KSB в России. Итоги, планы, перспективы

2018 год для компании KSB в России был полон знаковых событий и важных перемен. Во-первых, дальнейшее внедрение и расширение программы локализации производств концерна в России, окончание строительства собственного производственного комплекса ООО «КСБ» в Москве, а также смена генерального директора российского дочернего предприятия.

Вопросы об итогах работы, планах и перспективах мы задали новому руководителю компании Добродееву Андрею Викторовичу.





Андрей Викторович, когда и в связи с чем произошла смена руководства?

Генеральным директором ООО «КСБ» я официально являюсь с 1 сентября 2018 г. Решение со стороны концерна KSB в Германии было не спонтанным, передача дел велась в плановом порядке с апреля этого года. Мой предшественник и бывший руководитель г-н Юрген Занд после 14-летнего руководства ООО «КСБ» принял решение вернуться в Германию для работы в должности вице-президента Сервисного подразделения KSB SE & Co. KGaA. Я работаю в компании KSB почти 25 лет. За время своей карьеры отвечал за продажи насосного оборудования и трубопроводной арматуры для промышленных предприятий, в том числе нефтегазового и нефтехимического комплексов, а также горно-обогатительных комбинатов, руководил службой сервиса и производственным подразделением, долгие годы исполнял обязанности заместителя генерального директора.

Как Вы оцениваете итоги работы за текущий год, каких результатов удалось достичь?

Одним из главных достижений этого года мы считаем, безусловно, окончание строительства собственного производственного комплекса ООО «КСБ» на территории Новой Москвы. Сейчас завершается процесс согласования и получения разрешения на ввод в эксплуатацию, и в самое ближайшее время мы планируем переезд и перенос производственных мощностей. Производственный комплекс включает сборочно-производственную площадку с испытательным стендом, логистический, сервисный и учебный центры, складские помещения и административно-офисное здание. Наш новый сервисный центр на его территории имеет полное техническое оснащение для обслуживания всех типов насосов. Готовится склад стандартной продукции и склад запасных частей. Есть станочный парк для механической обработки насосных частей, а также



сборочный цех, где будет осуществляться агрегатирование насосного оборудования и сборка станций повышения давления и пожаротушения. Испытательный стенд позволит нам в перспективе тестировать произведенные насосы мощностью до 250 кВт. Данный инвестиционный проект позволит компании KSB повысить эффективность и увеличить мощности локального производства, в том числе расширить ассортимент российской продукции и спектр предлагаемых услуг. Весь процесс строительства, а также ведение всего этого проекта я курировал с самого начала, поэтому появление такого знакового для KSB объекта в России можно считать в том числе и моей заслугой. К слову хочу заметить, что инженерные си-

стемы нашего комплекса (ОВК, питьевое и противопожарное водоснабжение), оснащены исключительно насосным оборудованием KSB, в том числе популярными насосами серии Eta и Calio, скважинными насосами UPA и установками повышения давления Nuamat российской сборки.

В таком случае Вы, как никто другой, сможете ответить на вопрос, сложно ли создать производственную площадку в России?

Безусловно, локализация производства, особенно в Москве, представляет собой достаточно сложный и долгий процесс, связано это и с плотностью городской застройки, прежде всего, и с распределением промышленных зон, которые в большинстве своем вынесены за пределы города. При выборе места мы старались учесть удобство организации движения грузового транспорта и транспортную доступность для сотрудников компании, в том числе добирающихся на работу общественным транспортом. Кроме того, сам процесс оформления документов, согласования всех условий, прохождения итоговой проверки и, наконец, получения разрешения на ввод здания в эксплуатацию достаточно долгий и трудоемкий. Компании, решившей локализовать производство в России, необходимо очень тщательно подходить к планированию работы с учетом требований и особенностей местного законодательства, а также принятых норм и стандартов проектирования и строительства. Это позволит существенно сократить продолжительность строительства в целом.

Как Вы думаете, локализация иностранных производств в России – это логичное проявление глобализации или последствия современных экономических и политических изменений?

Локализация производств – это в большей мере неизбежный процесс для многих иностранных компаний, которые планируют расширять горизонты своего бизнеса, увеличивать долю своего присутствия на мировом рынке и развиваться в мировом масштабе. Цель любой локализации – в том числе оптимизация процесса работы и взаимодействия на локальном рынке, т. е. со-

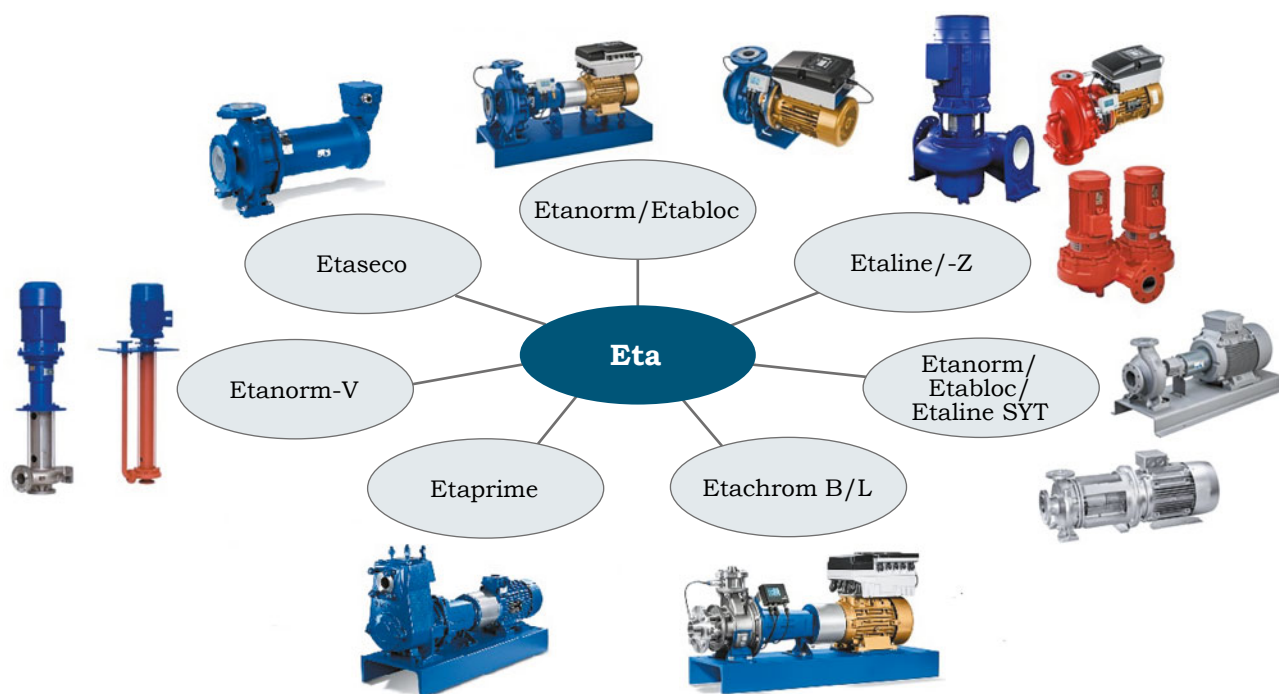
кращение сроков поставки, упрощение логистики, документооборота и т. п. Данная стратегия была намечена концерном еще в 2008 г., как только на российском рынке стал отмечаться стабильно растущий спрос на оборудование KSB стандартных позиций. А политико-экономические тенденции дали лишь импульс для ускорения ее внедрения.

Как сочетаются российское и немецкое на производственной площадке российского дочернего предприятия немецкого концерна?

Производственный комплекс ООО «КСБ» – это настоящий симбиоз немецких технологий и российского характера, знаний, стойкости и трудолюбия. Наш комплекс оснащен современным высокотехнологичным оборудованием для сборки насосов и насосных установок, мы всегда используем только высококачественные комплектующие. К со-

жалению, в настоящий момент в большей степени они пока европейского происхождения, т.к. российские аналоги не всегда могут пройти внутренний аудит качества, но мы находимся в постоянном поиске новых поставщиков качественных российских комплектующих. Мы также используем документацию и опыт многолетних наработок аналогичных производств концерна KSB в других странах. С 2016 г. ООО «КСБ» является членом Российской ассоциации производителей насосов (РАПН), т.к. сборка, агрегатирование, испытание оборудования KSB на тот момент уже была хорошо налажена и осуществлялась на арендованных площадях в Московской области. Вся продукция российской сборки соответствует техническим регламентам Таможенного союза и имеет документы, подтверждающие производство в России.





И, наконец, каковы Ваши прогнозы и планы на следующий год? На чем, прежде всего, сосредоточите свое внимание, какое направление станет приоритетным в работе и каких результатов ожидаете достичь?

С середины следующего года мы планируем при поддержке наших коллег из Германии внедрить технологию компонентной сборки стандартных насосов серии Eta, что послужит увеличению степени локализации нашей продукции в России.

Предполагается, что непосредственно сами насосы будут собираться в производственном комплексе ООО «КСБ» из готовых компонентов (корпус насоса, рабочее колесо, подшипниковая опора, торцовое уплотнение). Это позволит нам сократить сроки поставки агрегатов, обеспечить большее разнообразие применяемых материалов и предоставит больше возможностей по замене отдельных элементов на компоненты российского производства. ●

Наши технологии. Ваш успех.

www.ksb.ru



КАТЕНАРНАЯ РЕШЕТКА

НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ РЕШЕТОК ЭКОТОН

Решетка, которую не заклинивает.
Надежная конструкция.
Минимальное обслуживание.



ПРЕИМУЩЕСТВА КАТЕНАРНЫХ РЕШЕТОК

- Решетка способна справляться с крупными включениями **без заклинивания** благодаря особой запатентованной конструкции цепи, исключая направляющие полозья, нижние звездочки и подшипники в подводной части.
- **Увеличенная пропускная способность** решетки за счет изменения стандартного угла наклона полотна с 80 до 60°.
- **Улучшенный захват и сброс разнородных включений** за счет высоких граблей и специальной конструкции сбрасывателя.
- **Стойкость к износу** за счет применения термически упрочненных сталей и износостойких пластиков в узлах трения.
- **Более длительный срок эксплуатации подвижных элементов** за счет низкой скорости движения механизма и небольшого шага между граблями.
- **Снижение гидравлического сопротивления** на 15–30 % за счет применения гидравлически обтекаемых профилей прутьев фильтрующего полотна.
- **Простота обслуживания.** Решетка практически не требует обслуживания, а в случае необходимости возможно ее обслуживание без демонтажа из канала.

Использование напорной флотации на водопроводных очистных сооружениях



АО «МАЙ ПРОЕКТ»

В.М. Ульченко¹,
начальник отдела
водоподготовки

Н.О. Татьянко²,
инженер-технолог

АО «Май Проект»

В статье рассмотрена напорная флотация и основные направления в водоподготовке, где напорная флотация будет наиболее эффективной, а также наиболее распространенный тип напорных флотаторов для водопроводных очистных сооружений большой производительности. Главным вопросом использования флотации является технико-экономическая эффективность. Большая энергоемкость флотационных сооружений может быть успешно компенсирована снижением потребления очищенной воды водопроводными очистными сооружениями на собственные нужды. Показано, что флотаторы могут быть хорошей альтернативой седиментационным сооружениям при очистке вод из эвтрофных водоемов, цветных и маломутных вод. Напорная флотация, в силу компактности, может быть успешно применена при реконструкции водопроводных очистных сооружений, построенных по одноступенчатой схеме.

Напорная флотация – один из традиционных и испытанных методов извлечения взвешенных и волокнистых частиц, нефтепродуктов и жиров из сточных вод посредством агрегирования их с всплывающими пузырьками воздуха. Эффективность процесса может достигать 99 % и более.

¹ Ульченко Владимир Максимович, 115054, г. Москва, Б. Строченовский пер., д.7, эт.8, +7 (495) 989-85-04 (доб. 264), +7 (495) 981-98-80, uly@myproject.msk.ru, www.myproject.msk.ru.

² Татьянко Н.О. 115054, г. Москва, Б. Строченовский пер., д.7, эт.8, +7 (495) 989-85-04 (доб. 313), +7 (495) 981-98-80, tatyanko@myproject.msk.ru, www.myproject.msk.ru.

Принцип напорной флотации (НФ) позаимствован из горнодобывающей и рудообогатительной промышленности и впервые был применен в водоподготовке в 1960 г. в Южной Африке и Скандинавии. На сегодняшний день НФ часто применяется в Швеции, Нидерландах, Великобритании, США, Австралии и др. странах [1]. В России широкое применение напорная флотация находит только в технологиях локальной очистки стоков промышленных предприятий. В водоподготовке такой метод очистки применяется пока редко, в основном на первом этапе очистки в основном используются седиментационные сооружения. Вместе с тем, на ВОС г. Сыктывкар (построены в 2008 г.) отмечается высокая эффективность работы флотаторов на первой ступени очистки по сравнению с префильтрами [2,3].

ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЛОТАЦИИ

Опыт АО «Май Проект», полученный в последние годы, свидетельствует, что непопулярность флотации в водоподготовке в России во многих случаях лишена оснований. Особенно эффективно применение флотационных сооружений при осветлении вод поверхностных источников, с небольшим количеством мелкодисперсных взвешенных веществ и повышенной цветностью. Для такой воды использование флотации в качестве первой ступени очистки позволит достаточно эффективно справиться как с цветностью, так и окисляемостью и обеспечить минимальную нагрузку на последующие стадии очистки. На рис. 1 и рис. 2 представлены данные по сравнительной эффективности отстаивания и флотации, полученные в ходе экспериментальных испытаний на ВОС-2 г. Северодвинск.

Лабораторные исследования флотации проводились на воде с реагентами после смесителя водопроводных очистных сооружений, с дозой флокулянта Flopam 4590 – 0,15 мг/л (при отстаивании доза флокулянта составляла 0,1 мг/л, при этом увеличение дозы флокулянта не влияло на эффективность отстаивания). Для сатурации при давлении 6 бар использована очищенная вода

в объеме 10–12 %. При лабораторных исследованиях применялось механическое перемешивание на этапе хлопьеобразования, в то время как на очистных сооружениях в технологическом процессе предусмотрена камера хлопьеобразования зашламленного типа. Температура воды при выполнении работ составляла 10–11 °С.

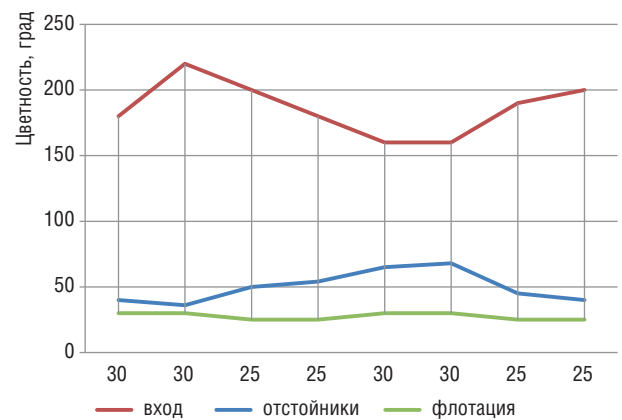


Рис. 1. Сравнительная эффективность отстаивания и флотации по снижению цветности: вход – вода из реки Солза, отстаивники – действующие промышленные сооружения, флотация – результаты лабораторного исследования на непроточной модели напорного флотатора

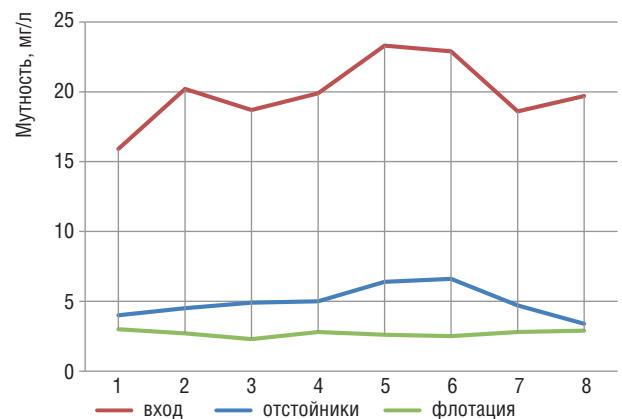


Рис. 2. Сравнительная эффективность отстаивания и флотации по снижению мутности: вход – вода из реки Солза, отстаивники – действующие промышленные сооружения, флотация – результаты лабораторного исследования на непроточной модели напорного флотатора



Рис. 3. Скорый фильтр на ВОС-2, г. Северодвинск

Результаты, полученные при флотационной очистке воды, оказались лучше, чем при отстаивании, как по цветности, так и по мутности. Разница по показателю цветности между отстаиванием и флотацией составила до 55 %, а по мутности – до 60 % в пользу технологии с флотацией. Это может быть связано с лучшими условиями хлопьеобразования и отсутствием негативного влияния на процесс флотации выделяющейся в процессе реагентной обработки свободной углекислоты. На фотографии скорого фильтра (рис. 3) виден слой хлопьевидного осадка (коагулюма), вынесенного из отстойника в результате флотации углекислым газом, создающего значительную нагрузку на фильтровальные сооружения.

В подобных случаях напорная флотация позволяет значительно снизить нагрузку на фильтровальные сооружения и ее применение, по нашему мнению, целесообразно.

Данные другой работы, проведенной на воде аналогичного водоемисточника (на ВОС г. Сыктывкар) [4], показывают преимущество напорной флотации перед префильтрами как по цветности, так и по мутности.

В последние годы в связи с повышением среднегодовой температуры и антропогенным загрязнением водных объектов на-

блюдается тенденция массового развития во многих водоемисточниках фитопланктона (цианобактерий, диатомовых водорослей и др.) – см. рис. 4 [5]. Фитопланктон недостаточно эффективно задерживается на первой ступени и проходит на скорые фильтры, в результате наблюдается сокращение продолжительности фильтроцикла. Это приводит к тому, что нагрузка на фильтры не превышает $6 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \times \text{час})$, а потребление воды на водопроводных сооружениях на собственные нужды повышается в 1,5–2 раза. В результате, если не принимать мер, в очищенной воде снижается прозрачность, изменяется окраска, ухудшаются органолептические показатели (появляется специфический привкус и запах), наблюдается увеличение содержания хлорорганических соединений.

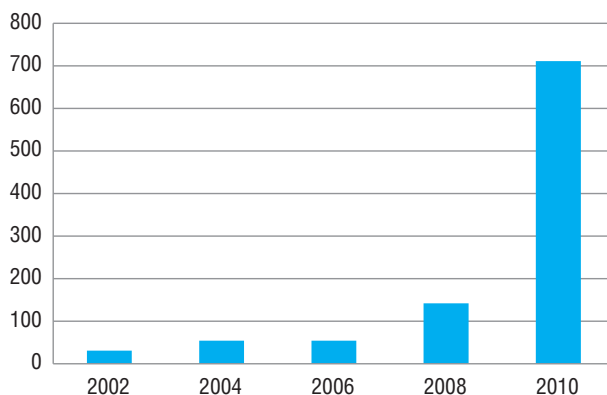


Рис. 4. Рост количества фитопланктона в Ижевском водохранилище

Используя двухступенчатую схему с седиментационными сооружениями, очень не просто справляться с таким ростом нагрузки на водопроводные сооружения (более чем 20-кратным, как в приведенном на рис. 4 случае).

Для решения этой задачи может быть успешно применена технология флотации. Флотаторы значительно превосходят седиментационные сооружения по эффективности удаления фитопланктона: если эффективность отстойников по удалению фитопланктона находится в пределах 60–90 %, то флотаторов 90–99 % [1].

Высокая эффективность напорных флотаторов по удалению фитопланктона полу-

чена на водопроводных очистных сооружениях г. Мостиште (Чехия), где количество клеток водорослей в очищаемой воде составляет от 357 000 кл/мл, а после флотации – 16100 кл/мл, со средней эффективностью равной 95,5% [6]. На этих сооружениях с помощью напорной флотации также успешно решена проблема снижения перманганатной окисляемости воды (эффективность составила в среднем 63,5 %) – см. рис. 5.

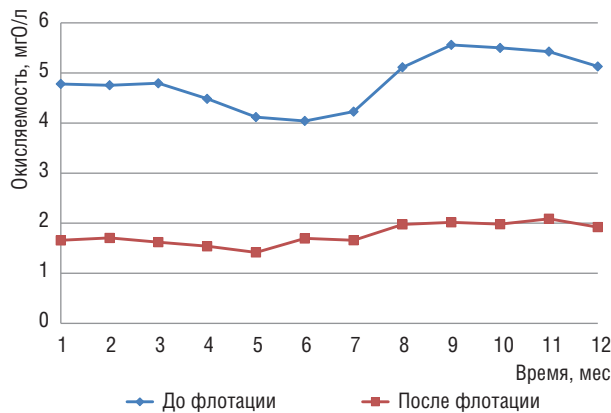


Рис. 5. Среднемесячная перманганатная окисляемость входящей и очищенной воды г. Мостиште

СХЕМА ОСВЕЩЕНИЯ ВОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАПОРНОГО ФЛОТАТОРА

Рассмотрим наиболее распространенную схему освещения воды, основанную на использовании напорного флотатора, и конструкцию самого флотатора, чаще всего используемую на крупных водопроводных очистных сооружениях.

Технология освещения воды с использованием напорного флотатора состоит из смесителя, камеры хлопьеобразования (флокуляции), флотатора, циркуляционного насоса, сатуратора и системы сбора и отвода флотошлама (один из примеров флотатора изображен на рис. 6). На флотатор поступает вода, предварительно обработанная коагулянтом и флокулянтом, после смесителя и камеры хлопьеобразования (предпочтительнее, если это будут сооружения с встроенными механическими мешалками). Формирование потока и равномерность нагрузки по сечению сооружений на этой стадии обеспечивается за счет полупогружных перегородок и затопленных стенок.

Сам флотатор можно разделить на зоны: контактную и разделения (см. рис 6). Контактная зона выполняется по принципу гидравлической камеры хлопьеобразования –

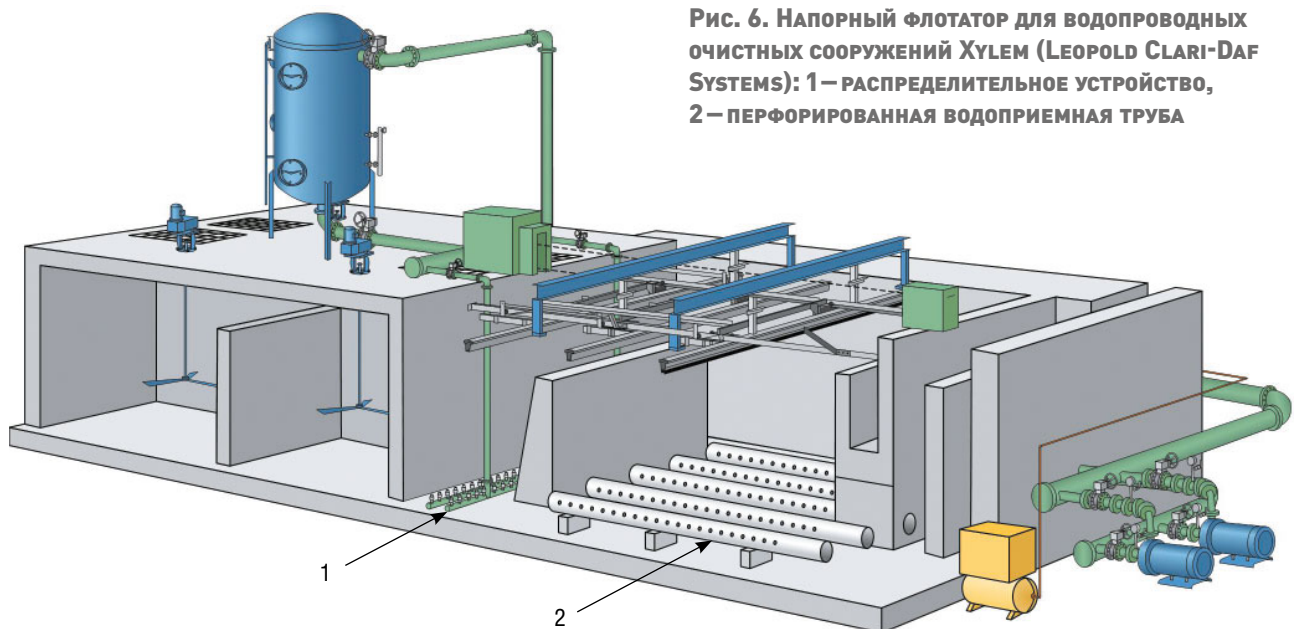


Рис. 6. Напорный флотатор для водопроводных очистных сооружений Xylem (Leopold Clari-Daf Systems): 1 – распределительное устройство, 2 – перфорированная водоприемная труба

с расширением по ходу движения воды для постепенного снижения скорости потока. В ней устанавливается распределительное устройство (1) для ввода сатурированной воды в поток. В качестве распределительного устройства может использоваться перфорированный трубопровод с установленным защитным козырьком [7], но лучше, если для ввода сатурированной воды будут использованы специальные форсунки [8].

В зоне разделения следует выделить еще несколько функциональных зон, на гидравлической модели флотатора с обозначенным распределением потоков (рис. 7) сверху вниз: зона флотошлама (А), зона сепарации (В) и зона осветленной воды (С).

Зона сепарации – центральная зона, расположенная между зоной осветленной воды и шлама, имеет глубину 800–1500 мм в зависимости от нагрузки на сооружения, давления сатурации, а также от объема рециркуляции сатурированной воды и других факторов. С ростом нагрузки на флотатор, давления в сатураторе и рецикла глубина зоны сепарации увеличивается. Зона сепарации совпадает с границей распространения пузырьков воздуха, а точнее – того воздуха, который является «движущей силой» флотации.

Размеры зоны сепарации могут быть уменьшены при размещении в этой зоне тонкослойных модулей, работающих по перекрестной или прямоточной схеме.

Для того чтобы обеспечить необходимую эффективность очистки воды и предотвратить проскок загрязнений из зоны сепарации в зону осветленной воды, глубина последней должна быть не менее 1000 мм.

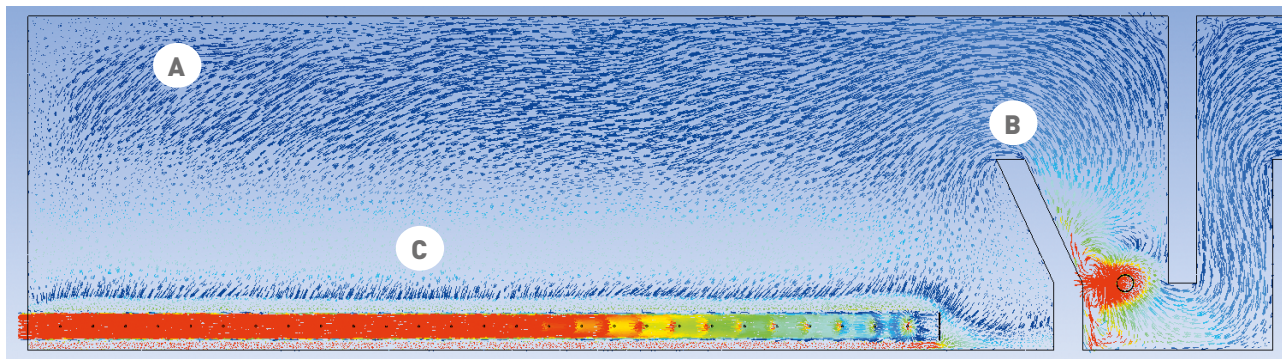
Для приема воды в зоне осветления устанавливается перфорированная водоприемная труба (2).

Удаление флотошлама из флотатора может быть выполнено несколькими способами, которые отличаются по принципу осуществления процесса. Флотошлам может удаляться за счет кратковременного подъема уровня воды с последующим сбросом в лоток вместе с водой. Этот способ удаления применен на ВОС г. Сыктывкар. Также может быть использовано постоянное удаление флотошлама с помощью специальных скребковых систем, закрепленных на бесконечной цепи (Redox), или скребков с обратнопоступательным приводом (Xylem).

В результате постепенной эволюции конструкций флотаторов удельная нагрузка на эти сооружения возросла с 5–6 м³/(м²·час) на первых установках такого рода до 30–40 м³/(м²·час) на современных модификациях оборудования.

Среди негативных сторон использования напорной флотации можно обозначить энергоемкость технологии и ограничения по содержанию взвешенных веществ во входящей воде. Так, удельный расход электроэнергии для очистки воды с использованием напорной флотации составляет 40–70 Вт/м³ (400–700 кВт·ч/сутки для ВОС на 10 тыс. м³/сутки). Основная часть энергии затрачивается на сатурацию воды под высоким давлением. На первый взгляд, расход электроэнергии весьма существенный, но насколько это так, рассмотрим далее, сравнивая схемы с флотационными и седиментационными сооружениями на первой ступени очистки.

Рис. 7. СХЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОТОКОВ В НАПОРНОМ ФЛОТАТОРЕ



Сравнительная оценка седиментационных и флотационных сооружений для первой ступени водопроводных сооружений

Преимущества флотационных сооружений по сравнению сооружениями предварительного осветления (осветлителями со взвешенным осадком, отстойниками) заключаются в следующем:

- компактность – скорость выделения взвеси из воды на флотаторах значительно больше, благодаря чему уменьшается общий объем очистных сооружений;
- улучшение состояния сооружений вследствие постоянного удаления выделенных загрязнений;
- быстрое и эффективное удаление из воды плавающих и плохо оседающих примесей, в т. ч. фитопланктона, что в большинстве случаев позволяет отказаться от установки микрофильтров;
- низкая обводненность образующихся шламов;

• отсутствие длительного пребывания воды в сооружении, что позволяет проводить первичное хлорирование уже после флотаторов и снизить количество образующихся хлорорганических соединений.

Преимущества седиментационных сооружений заключаются в минимальном энергопотреблении и отсутствии жестких ограничений по количеству взвешенных веществ в поступающей воде.

В табл. 1 представлены результаты расчета энергозатрат, связанных с работой флотационных сооружений.

В табл. 2 представлены результаты расчета затрат на промывку скорых фильтров, работающих после флотации (Ф-СФ), и после отстойника (От-СФ). Среднегодовая продолжительность фильтроцикла на скорых фильтрах в схеме Ф-СФ составляет 48 часов, в схеме От-СФ – 32 (столбец 4) и 24 часа (столбец 5).

Как видно при сравнении данных табл. 1 и 2, затраты на более частую промывку фильтров для отстойников по сравнению с флотаторами выше, чем дополнительные затраты электроэнергии на флотацию. Таким образом, флотация, как метод, исключаящий повышенную нагрузку по фитопланктону и ко-

агулюму на скорые фильтры, может быть, с экономической точки зрения, более выгодной, чем отстойники. Так, при двукратном увеличении фильтроцикла в схеме флотатор – скорые фильтры, применение флотации будет оправданным и позволит снизить себестоимость воды.

Таблица 1
Оценка увеличения энергозатрат, связанных с использованием флотации

№	Показатели	Значение
1	Производительность, м³/сут	11000
2	Расход электроэнергии, Вт*ч/м³	60
3	Расход электроэнергии, кВт*ч/сут	660
4	Стоимость электроэнергии, руб./кВт*ч	4,59
5	Стоимость дополнительной электроэнергии на флотацию, руб./сут	3029,4
6	Увеличение себестоимости воды, руб./м³	0,28

Мы не рассматриваем в рамках данной статьи различную производительность и состав оборудования для обезвоживания осадка из отстойника и флотошлама от флотатора при создании бессточных водопроводных сооружений, когда преимущество использования флотационной очистки будет бесспорным. При напорной флотации значительно сокращается объем осадка по сравнению с отстаиванием. Влажность осадка после отстойников редко снижается ниже 99 %, а после флотатора влажность флотошлама не будет превышать 97 %. А это значит, что после флотации объем осадка ниже в 3 раза, поэтому использование на первой ступени водопроводных очистных сооружений флотационной очистки значительно сокращает затраты на дальнейшую обработку осадка: сгущение и обезвоживание.

В сумме по результатам работы водопроводных очистных сооружений производительностью 11000 м³/сут в результате перехода с седиментационных сооружений на напорную флотацию среднесуточное потребление воды на собственные нужды сократится с 1000 м³/сут до 275 м³/сут и составит 2–2,5 % от производительности очистных сооружений.

Таблица 2

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЗАТРАТ НА ПРОМЫВКУ СКОРЫХ ФИЛЬТРОВ РАБОТАЮЩИХ В СХЕМЕ С ФЛОТАТОРАМИ И ОТСТОЙНИКАМИ

№	Показатели	(Ф-СФ)	(От-СФ)	(От-СФ)
1	Интенсивность промывки СФ, л/с/м ²	15	15	15
2	Продолжительность промывки, сек	420	420	420
3	Удельный расход воды на промывку, м ³ /м ²	6,3	6,3	6,3
4	Стоимость воды, руб./м ³	32,06	32,06	32,06
5	Удельный расход воды на фильтрование, м ³ /м ² *сут	160	160	160
6	Рабочая площадь фильтров, м ²	68,75	68,75	68,75
7	Количество промывок в сутки, раз/сут	0,5	0,75	1
8	Расход воды на промывку, м ³ /сут	216,56	324,84	433,13
9	Стоимость воды, руб./сут	6943,0	10414,5	13886,0
10	Расход электроэнергии на перекачку, кВт/1000 м ³	76	76	76
11	Расход электроэнергии на перекачку воды, кВт/сут	16,46	24,69	32,92
12	Стоимость электроэнергии для промывки, руб./сут	75,55	113,32	151,09
13	Затраты связанные с работой флотатора, руб./сут	3029,4		
14	Локальные эксплуатационные затраты, руб./сут	10 047,94	10 527,81	14 037,08
15	Увеличение себестоимости воды, руб./м ³	0,91	0,96	1,28
16	Повышение себестоимости от минимальной, %	0	4,6	28

Выводы

1. Напорная флотация на территории РФ незаслуженно редко рассматривается как альтернатива седиментационным сооружениям на первой ступени технологии водоподготовки.

2. Наиболее эффективно применение флотационных сооружений при осветлении вод поверхностных источников, с небольшим количеством мелкодисперсных взвешенных веществ и повышенной цветностью, или для эвтрофированных источников подверженных массовому «цветению».

3. Главный недостаток флотационных сооружений – высокая энергоемкость процесса, поэтому решение об использовании метода для первой ступени очистки необходимо принимать на основании технико-экономического анализа с учетом, как капитальных, так и эксплуатационных затрат.

4. Использование напорной флотации будет особенно эффективно при организации бессточной схемы работы водопроводных сооружений, что связано с минимальным количеством и влажностью получаемого флотошлама. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. James K. Edzwald Dissolved air flotation and me. Water Research, № 44, 2010.
2. И.Н. Мясников, А.Н. Горшенин, М.П. Нетреба, В.А. Воропаев, А.Г. Фетисов. Модернизация очистки питьевой воды методом напорной флотации // Водоснабжение и санитарная техника, 2004, № 9.
3. Фомина В.Ф., Фомин В.П. Эффективность очистки маломутной цветной воды в напорных флотаторах // Водоснабжение и санитарная техника, 2012, № 4.
4. Фомина В.Ф., Фомин А.В. Эффективность внедрения напорной флотации для подготовки питьевой воды в республике Коми // Известия Коми научного центра УрО РАН. Выпуск 4(16). Сыктывкар, 2013.
5. Дудкин Е.В., Самсонова С.П. Удаление фито- и зоопланктона методом микрофильтрации // Водоснабжение и санитарная техника, 2014, № 2.
6. Doc. Ing. Petr Dolejš. Návrhové parametry a separační účinnost flotace – ověření v provozu první vodárenské flotace v ČR na ÚV Mostiště. – W&ET Team.
7. Запольский А.К. Водоснабжение, водоотведение и качество воды. :К, Высшая школа, 2005.
8. Y. Zhang, D. M. Leppinen and S. B. Dalziel. A new nozzle for dissolved air flotation. WSTWS, Vol.9, № 6, 2009.

КОНФЕРЕНЦИЯ

«ОБ ОПЫТЕ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ В ЖКХ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

30.09-04.10.2019 г., КРЫМ, г. ЯЛТА
санаторно-оздоровительный комплекс
«РУССИЯ» (в прошлом ЦК КПСС, парк 15 га)

При поддержке
ГЛАВЫ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

УЧАСТНИКИ

- Правительство Республики Крым
- Государственный Совет Республики Крым
- Министерство ЖКХ Республики Крым
- Администрация г. Ялты
- РАВВ
- ГУП РК «Вода Крыма»
- ГУП РК «Водоканал Южного берега Крыма»
- ГУПС «Водоканал г. Севастополь»
- Межрегиональный союз проектировщиков
- Водоканалы и коммерческие организации

В ПРОГРАММЕ:

Обмен опытом и мнениями о практике и тенденциях развития систем водоснабжения и водоотведения в ЖКХ и в промышленности.

Дискуссия о наилучших доступных технологиях в ВКХ, энергоэффективности сооружений и систем водоснабжения и водоотведения.

**Заседание
ЭКСПЕРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕТА РАВВ**

Секции Ассоциации «ЖКХ и городская среда»

**Открытое заседание Технического комитета № 343
«КАЧЕСТВО ВОДЫ» Росстандарта**

Посещение объектов ВКХ г. Ялты

Экскурсионная программа

**Скидка за участие при оплате:
до 01.01.2019 г. – 40 %
до 28.02.2019 г. – 30 %**



ИНФОРМАЦИОННАЯ
ПОДДЕРЖКА

**ВОДА
NEWS**
ЭЛЕКТРОННЫЙ КАНАЛ
ОТРАСЛИ ВКХ

ИДТ
НАИЛУЧШИЕ
ДОСТУПНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

ВСТ
ВОДОСНАБЖЕНИЕ
И САНИТАРНАЯ ТЕХНИКА

**Водоочистка
Водоподготовка
Водоснабжение**



ОРГКОМИТЕТ

тел: (495) 641-0041

info@pump.ru

www.pump.ru

127018, Москва, Полковая, 1

ПАРТНЕР



Современные методы обеззараживания осадков сточных вод

Д.А. Данилович,
КАНД. ТЕХН. НАУК,
РУКОВОДИТЕЛЬ ЦЕНТРА
ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ
И МОДЕРНИЗАЦИИ В ЖКХ
Ассоциации «ЖКХ
И ГОРОДСКАЯ СРЕДА»,
ЭКСПЕРТ-ДИРЕКТОР ЖУРНАЛА
«НДТ», КООРДИНАТОР
ТЕХНИЧЕСКОЙ РАБОЧЕЙ
ГРУППЫ ТРГ 10 Бюро НДТ,
ЧЛЕН РАБОЧЕЙ ГРУППЫ
ПО РАЗВИТИЮ ЖКХ
ЭКСПЕРТНОГО СОВЕТА ПРИ
ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РФ

В целях уменьшения затрат на утилизацию осадка и снижения объемов размещаемых отходов необходимо стремиться к использованию осадка как удобрения, либо сырья для производства тех или иных продуктов. Подавляющее большинство этих направлений, безусловно, требуют глубокого и надежного обеззараживания осадка, включая дезинвазию.

Оптимальным является решение задачи обеззараживания совместно со стабилизацией осадка путем использования комплексных технологий их обработки, обеспечивающих как стабилизацию, так и обеззараживание (компостирования, термофильного сбраживания и др.).

В статье рассмотрены методы обеззараживания, обеспечивающие попутную и надежную дезинвазию. Приведены данные сравнительной оценки затрат.

Проблема утилизации осадка сточных вод актуальна для большинства российских водоканалов. Наряду со сложностями самой утилизации¹, отдельную проблему представляют требования к дезинвазии осадка (уничтожению возбудителей гельминтозов), предъявляемые Роспотребнадзором. Как известно, в 2014 году с принятием нового СанПиН 3.2.3215-14 исключены, либо чувствительно ограничены в технологическом диапазоне большинство реальных методов обработки осадка, обеспечивающих его обеззараживание и, в том числе, его дезинвазию, в пользу применения пресло-

вудного «ингибитора-стимулятора». Сложившаяся вокруг препарата «БИНГСТИ», объявляемого таковым «ингибитором-стимулятором» скандальная ситуация неоднократно освещалась в отраслевой печати². По имеющейся информации, в этом году она перешла в плоскость расследования компетентными органами деятельности «компаний-производителя».

Минстрой России и отраслевое сообщество последовательно добиваются отмены необоснованных ограничительных норм, введенных Роспотребнадзором³, надеемся, что это произойдет в ближайшее время.

¹ См. Зайчиков М.А. Опыт утилизации осадков сточных вод при производстве органического удобрения «Почвогрунт «Ульянинский»». «НДТ». 2017. № 2. С. 10–17.

² См. Данилович Д.А. Обработка осадка сточных вод: ожидаются серьезные изменения в регулировании. «НДТ». 2018. № 1. С. 32–42.

³ Там же.

Обеззараживание (дезинфекция) осадка включает в себя обезвреживание всех групп возбудителей опасных заболеваний, таких как бактерии, вирусы, патогенные простейшие и яйца гельминтов. Таким образом, дезинвазия является не более чем одной из задач обеззараживания, которая, с точки зрения разумного технологического подхода, не должна решаться путем применения отдельных методов, не обеспечивающих комплексного обеззараживания. Кроме того, автор, как и многие специалисты отрасли, придерживается позиции, что дезинфекция и ее составная часть – дезинвазия, не должны являться обязательными стадиями обработки осадка, применяемыми вне зависимости от фактического направления утилизации осадка. Если осадок не находит применения и размещается на полигонах ТКО и промтоходов как отход, то его контакт с человеком исключается, и какой-либо смысла в его обеззараживании отсутствует⁴.

Безусловно, для уменьшения затрат на утилизацию осадка и снижения объемов размещаемых отходов необходимо стремиться к использованию осадка как удобрения, либо сырья для производства тех или иных продуктов. Подавляющее большинство этих направлений, безусловно, требуют глубокого и надежного обеззараживания осадка, включая дезинвазию.

Важно помнить, что обеззараживание является одной из трех основных задач обработки осадка, к которым относятся сокращение объема (обезвоживание) и стабилизация органического вещества осадка. Без применения того или иного метода стабилизации органики осадка нельзя надежно подготовить осадок для использования в качестве сырья для производства почвогрунтов. Десятки лет известны методы стабилизации, которые одновременно обеспечивают и достижение обеззараживания. К ним относятся:

- термофильное метановое сбраживание при температуре не ниже 53 °C [1];
- автотермическая термофильная аэробная стабилизация (метод, известный под

сокращением ATAD, не применяется в России и ЕС, используется на многих объектах в США), при которой аэрируемый сгущенный осадок самопроизвольно разогревается до 60 °C и выше;

- компостирование осадка (проводимое с соблюдением всех необходимых требований: наличие достаточного количества органического вещества, достаточная порозность⁵ компостной массы, ворошение, либо подача воздуха, приемлемая температура окружающей среды).

Во всех трех этих технологиях обеззараживание протекает в результате длительного нахождения осадка при достаточно высоких температурах, а также (для аэробных процессов) вследствие деятельности микроорганизмов активного ила.

Использование данных методов требует весьма значительных инвестиций (метод ATAD – еще и высоких эксплуатационных затрат). В то же время одно из основных направлений почвенной утилизации осадка – использование его как удобрения, не требует обязательной предварительной стабилизации, однако, требует обеззараживания (см. табл. 1). Также обеззараживание необходимо при использовании осадка для рекультивации полигонов. Данная задача должна быть решена с помощью минимальных затрат.

Требования, аналогичные приведенным в табл. 1, предъявляются ГОСТ 5453402-2011 «Ресурсосбережение. Осадки сточных вод. Требования при использовании для рекультивации нарушенных земель», при этом для технической рекультивации (на подготовительном этапе комплексной рекультивации) требования соответствуют осадкам группы II, а для биологической рекультивации (на заключительном этапе комплексной рекультивации) – осадкам группы I. Также для рекультивации предъявляется требование отсутствия жизнеспособных личинок и куколок синантропных мух.

Многолетний опыт эксплуатации свидетельствует о том, что вполне эффективно «обеззараживание временем», путем вы-

⁴ Однако, такой подход не получил пока закрепления в нормативных актах. – *Примеч. авт.*

⁵ Порозность – (от сл. пора) – проницаемость тел, наличие в них пустот. – *Примеч. ред.*

держки на площадках. В климате средней полосы России требуется не менее 3-х лет (и использования большой площади), причем за этот период хранимый осадок не должен смешиваться с более свежим. Надежность этого метода оспаривается Роспотребнадзором (как показывает анализ американских нормативов, приведенный ниже – не без оснований), и к нему следует относиться как к временному до внедрения более современных решений, описанных ниже.

Таблица 1

САНИТАРНО-БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКИЕ И САНИТАРНО-ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОСАДКОВ [2]

Наименование показателя	Норма для осадков группы	
	I	II
Бактерии группы кишечной палочки, клеток/г осадка фактической влажности	100	1000
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, клеток/г	Отсутствие	Отсутствие
Яйца геогельминтов и цисты кишечных патогенных простейших, экз./кг осадка фактической влажности, не более	Отсутствие	Отсутствие

Примечание: в соответствии с п. 4.3. СанПиН 2.1.7.573-96 «Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения» по концентрации тяжелых металлов и мышьяка осадки при сельскохозяйственном использовании подразделяют на две группы. Если содержание хотя бы одного из нормируемых элементов превышает его допустимый уровень для группы I, то осадки относят к группе II. Осадки группы I используют под все виды сельскохозяйственных культур, кроме овощных, грибов, зеленных и земляники. Осадки группы II используют под зерновые, зернобобовые, зернофуражные и технические культуры. Осадки обеих групп применяют в промышленном цветоводстве, зеленом строительстве, лесных и декоративных питомниках, для биологической рекультивации нарушенных земель и полигонов ТБО.

Эффективными⁶ методами для отдельно от стабилизации обеззараживания осадка

являются также термические технологии, однако, не сопряженные с биологическими процессами. К ним относятся различные методы прямого нагрева осадка, а также его разогрева в результате химической экзотермической реакции гидратации оксида кальция (негашеной извести). Теоретически возможны также:

- химическое (неокислительное) обеззараживание осадка, например, тиазоном. Однако, этот весьма токсичный и дорогостоящий препарат, не производимый в России, требует высокой дозы внесения (согласно СанПиН 3.2.3215-14 «Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации» – 2 % от массы осадка) и, разумеется, использование обработанного осадка как удобрения после такой обработки весьма сомнительно;

- физическое нетепловое обеззараживание путем кавитационной обработки. Обработка жидкого осадка в ультразвуковом (УЗ) поле, приводящая к разрыву клеточных мембран и оболочек яиц гельминтов. Методы создания УЗ поля различны. В мировой практике получает распространение обработка осадка УЗ, генерируемым пьезокварцевыми излучателями, однако, этот метод, используемый не для обеззараживания, а для повышения глубины распада метанового сбраживания, весьма энергоемок и требует использования дорогостоящего оборудования.

В качестве инвестиционно доступных решений по обеззараживанию имеет смысл рассматривать только термические биологические методы обработки осадка. При этом возможна как обработка жидкого осадка, так и обезвоженного. С точки зрения термической технологии, при применении термических методов уместно говорить о пастеризации осадка.

⁶ Роспотребнадзор в своих документах использует выражения «гарантирующие методы» и «индустриальные методы», не давая им определений. При этом подразумевается, что выдержка осадка, не требующая оборудования – не гарантирующий и не индустриальный метод. Следует отметить, что с технической точки зрения, понятие «индустриальный» определяет метод, реализуемый в промышленных (индустриальных) масштабах, противопоставляя методам, ограниченных ручным трудом или пилотными масштабами. Соответственно, выдержка осадка на картах в масштабах всего объема осадка ОСК также является индустриальным методом. Понятие «гарантирующий метод», с инженерной точки зрения, может трактоваться, как «метод, обеспечивающий 100 % выполнения требований к продукции в течение всего времени». Однако, как раз при индустриальном применении любых методов, осуществляемых с использованием специального оборудования, полнота реализации обеззараживания зависит от доли осадка, прошедшего через зоны с условиями, его обеспечивающими. Если в используемом оборудовании по причине инженерного несовершенства метода эта доля окажется менее 100 %, то «гарантии» не будет. Таким образом, отнесение метода к «гарантирующим» только по одному их названию, без рассмотрения проекта его реализации, не выдерживает критики. – *Примеч. авт.*

Пастеризация – процесс однократного нагревания чаще всего жидких продуктов или веществ до 60 °С в течение 60 минут или при температуре 70–80 °С в течение 30 минут. При пастеризации в продукте погибают вегетативные формы микроорганизмов, однако споры остаются в жизнеспособном состоянии и при возникновении благоприятных условий начинают интенсивно развиваться. Пастеризация не означает стерилизации среды. Погибают при пастеризации в основном психротрофные и мезофильные бактерии, тогда как термофильные снижают свою активность. Однако, в силу своей физиологии (рост при температуре свыше 48–0 °С) термофильные бактерии не являются патогенными для любых многоклеточных организмов, в том числе и человека, т.к. не совпадают с ними по температурному диапазону.

Весьма детально вопросы обеззараживания осадков проработаны в законодательстве развитых стран. Эталонным признается нормирование в США, осуществляемое на основе документа Агентства охраны окружающей среды [3], который разделяет осадки на классы А и В. Осадки класса А считаются полностью обеззараженными и не ограничены к применению в сельском хозяйстве, могут поступать в коммерческий оборот. Осадки класса В считаются обеззараженными частично, они не могут реализовываться и применяться в местах общего пользования, также они ограничены по типам культур, под которые могут вноситься. Для соответствия осадка классу А, содержание патогенных организмов в нем не должно превышать приведенных в табл. 2 и одновременно должно быть выполнено хотя бы одно из 6 условий, приведенных в табл. 3.

Таблица 2
Обязательные требования к содержанию патогенных организмов для отнесения осадка к классам А и В (согласно документу Агентства охраны окружающей среды США)

Наименование показателя	Норма для осадков класса	
	А	В
Бактерии группы кишечной палочки, НВЧ*	1000 /г СВ	2 000 000 (среднее геометрическое содержание на 1 г СВ)
Сальмонеллы, НВЧ1 /4 г сухого вещества осадка	3	Не нормируется

* НВЧ – наиболее вероятное число

В перечисленных критериях многое представляет чрезвычайный интерес для совершенствования отечественной практики нормирования, в частности:

- комплексный подход к обеззараживанию, не выделяющий дезинвазию каким-то особым образом;
- использование формулы, позволяющей увязать температуру обработки осадка и ее продолжительность,
- использование множества опций обеззараживания,
- признание факта возможной низкой зараженности осадка патогенами, при соответствующих подтверждениях,
- комбинированный подход для отнесения осадка к классу А, сочетающий технологические требования и количественные значения.

Также цитируемый документ содержит условия отнесения осадка к классу В и описание технологий, приводящих к снижению содержания патогенов (PSRP). Количественные требования к содержанию патогенов приведены в табл. 2, критерии – в табл. 5, технологии описаны в табл. 6.

Анализируя всю совокупность нормирования обеззараживания осадка в США, важно отметить:

- значительное различие между уровнями загрязненности патогенами осадков класса А и В. К классу В могут быть отнесены все осадки, удаляемые с иловых площадок отечественных очистных сооружений,
- некоторую противоречивость требований к температуре и продолжительности обработки. В табл. 7. приведены результаты расчетов по формуле, приведенной в табл. 3, вариант 1, как условие отнесение к классу А.

Таким образом, при выдерживании при температуре 53 °С, что, как правило, выдерживается при термофильном сбраживании, достаточно 7 суток пребывания, чтобы осадок (при выполнении требований по содержанию патогенов) был отнесен к классу А. В то же время значение 6,7 суток (доза загрузки 15 % в сутки) как раз является современным проектным минимумом для термофильного сбраживания (п. 9.2.14.13 Свода правил СП 32.13330-2012).

Таблица 3

ВАРИАНТЫ УСЛОВИЙ ДЛЯ ОТНЕСЕНИЯ ОСАДКОВ К КЛАССУ А

1	<p>Термическая обработка, удовлетворяющая следующим условиям: <i>Для сгущенных и обезвоженных осадков (более 7 % СВ):</i> Случай А: время обработки определяется по формуле: $T = 13,17 \times 10^7 \times 10^{-0,14t}$, где T – время, сутки, t – температура, °С, при $T_{\min} = 50$ °С, $t_{\min} = 20$ мин. (0,014 суток) Случай В: для высушенного осадка в виде мелких частиц: $T_{\min} = 15$ с. (0,000174 суток), t_{\min} и общая формула – аналогично случаю А. <i>Для жидких осадков (менее 7 % СВ):</i> Случай С: $T_{\min} = 15$ с, $T_{\max} = 30$ мин (0,021 суток), общая формула – аналогично А. Значение t_{\min} не регламентируется. Случай D : $T = 5 \times 10^7 \times 10^{-0,14t}$, $T_{\min} = 30$ мин, $t_{\min} = 50$ °С</p>
2	<p>Содержание фекальной кишечной палочки – не более 1000 НВЧ/ г СВ, либо содержание сальмонеллы не более 3 НВЧ/4 г СВ (в момент, когда осадок удаляется или используется) при том, что в процессе обеззараживания осуществляется поддержание рН осадка более 12 в течение минимум 72 часов, при одновременном поддержании температуры более 52 °С в течение минимум 12 часов из них, с достижением после этого в результате подсушки на воздухе содержания СВ не менее 50 %</p>
3	<p>Осадок проанализирован до обеззараживания и при этом содержание энтеровирусов не превысило 1 БОЕ²/4 г СВ – до следующего эпизода контроля, либо до обработки в осадке содержание энтеровирусов превышало 1 БОЕ/4 г СВ, а после обработки – менее 1 БОЕ/4 г СВ, либо до обработки в осадке содержание энтеровирусов менее 1 БОЕ/4 г СВ, при том, что соблюдение параметров процесса обеззараживания задокументировано необходимым образом, в период, когда эти параметры соблюдались</p>
4	<p>Вне зависимости от используемого (неиспользуемого) процесса обеззараживания, содержание в осадке в момент, когда он удаляется или используется, не более: – фекальной кишечной палочки – 1000 НВЧ/ г СВ, – сальмонеллы – 3 НВЧ/4 г СВ, – жизнеспособных яиц гельминтов – 1 / 4 г СВ</p>
5	<p>Содержание фекальной кишечной палочки – не более 1000 НВЧ/ г СВ, либо содержание сальмонеллы не более 3 НВЧ/4 г СВ (в момент, когда осадок удаляется или используется) при том, что осадок обрабатывается одним из методов уменьшения содержания патогенов (PFRP) (см. табл. 4)</p>
6	<p>Содержание фекальной кишечной палочки – не более 1000 НВЧ/ г СВ, либо содержание сальмонеллы не более 3 НВЧ/4 г СВ (в момент, когда осадок удаляется или используется) при том, что осадок обрабатывается методом, признанным компетентным органом эквивалентным методам уменьшения содержания патогенов (PFRP)</p>

Таблица 4

ПЕРЕЧЕНЬ МЕТОДОВ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО УНИЧТОЖЕНИЯ ПАТОГЕНОВ (PFRP)

Метод	Требования к реализации
Компостирование	<p>При принудительной аэрации неподвижных буртов – в течение трех дней должна поддерживаться температура более 55 °С. При ворошении компостируемой массы – в течение 15 дней должна поддерживаться температура более 55 °С, при этом в этот период должно быть осуществлено не менее 5 ворошений буртов</p>
Термическая сушка	<p>До влажности не более 10 %, при температуре осадка более 80 °С, либо температуре сушащих газов на выходе из сушилки более 80 °С (по влажному термометру)</p>
Тепловая обработка	<p>Пребывание осадка при температуре более 180 °С в течение не менее 30 мин*</p>
Аэробное термофильное сбраживание	<p>Не менее 10 суток при температуре не менее 55 °С</p>
Облучение бета-радиацией	<p>Доза не менее 1 Мрад при комнатной температуре (20 °С)</p>
Облучение гамма-радиацией	<p>С помощью изотопов Кобальт-60 или Цезий-137 дозой не менее 1 Мрад при комнатной температуре (20 °С)</p>
Пастеризация	<p>Не менее 30 минут при температуре не менее 70 °С</p>

* Указанные значения характеризуют процесс тепловой обработки, популярный в 70-е/80-е годы XX века как метод кондиционирования осадка перед обезвоживанием.

Таблица 5

ОПЦИОНАЛЬНЫЕ ВАРИАНТЫ УСЛОВИЙ ДЛЯ ОТНЕСЕНИЯ ОСАДКОВ К КЛАССУ А

1	Среднее геометрическое содержание бактерий кишечной палочки в 1 г СВ осадка не более 2 000 000 НВЧ
2	Использование одного из методов значительного снижения патогенов (PSRP) – см. табл. 6
3	Использование метода, признанного компетентным органом эквивалентным PSRP

Таблица 6

ТЕХНОЛОГИИ, ПРИВОДЯЩИЕ К СНИЖЕНИЮ СОДЕРЖАНИЯ ПАТОГЕНОВ (PSRP)

Аэробное кондиционирование	Более 40 суток при температуре 20 °С и более 60 суток – при 15 °С
Естественная сушка на открытых площадках	Не менее 3-х месяцев, в течение 2-х из которых среднесуточная температура выше 0 °С
Анаэробное сбраживание при температуре ниже 55 °С	Не менее 15 суток при температуре 35–55 °С и не менее 60 суток – при 20 °С
Компостирование	При любом способе – не менее 5 суток при температуре 40 °С и более, при этом в течение минимум 4 часов – более 55 °С
Стабилизация известью	Поддержание pH не менее 12 в течение не менее 2-х часов

Весьма любопытно рассмотреть, с точки зрения обсуждаемой системы нормирования, распространенный за рубежом метод – применение извести. Как известно, этот метод может обеспечивать обеззараживание двумя путями: за счет существенного повышения pH и за счет нагрева. Первый путь обеспечивается применением любой формы извести – как гашеной ($\text{Ca}(\text{OH})_2$, например, в виде известкового молока), так и негашеной (CaO). Нагрев достигается только использованием негашеной извести. Как следует из данных табл. 3 и 6, само по себе повышение pH до 12 не позволяет отнести осадок к классу А, для чего требуются еще

Таблица 7

МИНИМАЛЬНОЕ ВРЕМЯ ОБРАБОТКИ ОСАДКА ПРИ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ [СМ. ТАБЛ. 3, ВАРИАНТ 1]

Температура, °С	Минимальное время обработки	
	Сутки	Часы
50	13,170	316,1
51	9,541	229,0
52	6,912	165,9
53	5,007	120,2
54	3,627	87,1
55	2,628	63,1
56	1,904	45,7
57	1,379	33,1
58	0,999	24,0
59	0,724	17,4
60	0,524	12,6
61	0,380	9,1
62	0,275	6,6
63	0,199	4,8
64	0,144	3,5
65	0,105	2,5
66	0,076	1,8
67	0,055	1,3
68	0,040	1,0
69	0,029	0,7
70	0,021	0,5
71	0,015	0,4

и разогрев осадка до 52 °С и последующее высушивание осадка на воздухе до 50 % СВ. Данный подход представляется весьма логичным, так как речь идет о совокупном воздействии на патогенов высокой pH, повышенной температуры, а также практического удаления из осадка свободной влаги.

Применение извести детально изучено также в ФРГ. Согласно [4], при использовании гашеной извести рекомендуемое значение pH – примерно 12,4. Однако яйца глистов в достаточной степени инактивируются только после трехмесячной выдержки при уровне pH выше 12 (следует отметить, что этого достичь весьма трудно по причине

карбонизации гидроксида кальция углекислым газом, как поступающим из воздуха, так и выделяющимся в результате различных процессов в самом осадке). По опыту, дозировка должна составлять не менее 0,2 и в отдельных случаях – до 0,4 кг $\text{Ca}(\text{OH})_2$ /кг массы СВ. При использовании негашеной извести, в зависимости от содержания СВ (20–35 %) и исходной температуры осадка требуется дозировка от 100 до 150 кг СаО на каждую тонну обезвоженного осадка или от 400 до 500 г СаО на каждый килограмм СВ, чтобы достичь температуры выше 50 °С. В цитируемом отчете для определения времени выдерживания нагретого осадка также приведена формула, аналогичная используемой в США, но с несколько меньшим коэффициентом: $T = 5 \times 10^7 \times 10^{-0,14t}$.

Таким образом, подходы американских (табл. 3) и немецких специалистов к обеззараживанию известью очень близки.

Затраты на реализацию такого процесса будут оценены ниже.

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ЖИДКИХ ОСАДКОВ

Возможен простой нагрев осадка до температуры пастеризации, однако, экономически целесообразна возврат (рекуперация) тепла от пастеризованного осадка поступающему. В современных вариантах реализации процесс заключается в последовательном

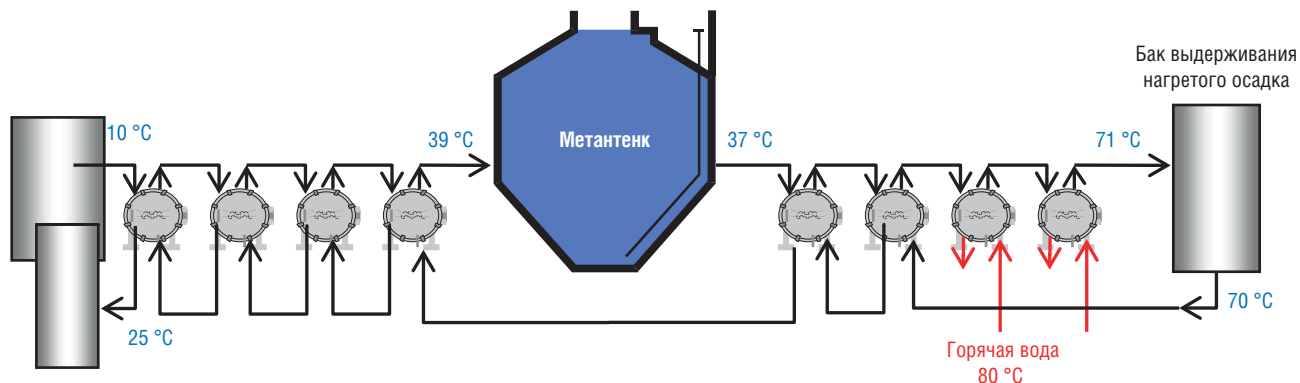
прохождении подаваемого насосом жидкого осадка через два теплообменника – рекупирующий и нагревающий, с выдерживанием нагретого осадка в резервуаре. Использование напорного резервуара позволяет избежать повторной перекачки осадка на рекуперацию тепла. Во второй теплообменник подается горячая вода. На рис. 1 приведена подобная технологическая схема, предоставленная российским представительством компании «Альфа Лаваль» (Швеция), на которой теплообменники использованы вначале для подогрева осадка перед мезофильным сбраживанием, а затем – до температуры пастеризации 70 °С.

Анализ затрат на пастеризацию осадка от 1000 м³/сточных вод в сутки



Применительно к осадкам сточных вод, имеющим температуру 15–20 °С, для пастеризации при 70 °С необходим нагрев жидкости на 45–55 °С (в среднем по году – примерно на 50 °С). За счет рекуперации эта величина может быть снижена примерно в 3 раза, в результате чего необходимые энергозатраты на пастеризацию будут соответствовать нагреву на 15–18 °С. Это требует затрат тепла 62–75 МДж/м³. Применительно к 1000 м³ сточных вод, при образовании около 330 кг сухого вещества (СВ) осадка, его объем составит около 10 м³ (1 % от объема сточных вод). Для его пастеризации потребуется около 0,62–0,75 ГДж тепла, что обеспечивается сжиганием 22–27 м³ природного газа. При его стоимости 4,5 руб./м³, затраты на топливо составят 100–120 руб./1000 м³ сточных вод.

Рис. 1. Вариант технологической схемы со сбраживанием и пастеризацией осадка с использованием спиральных теплообменников («Альфа Лаваль», ОСК МААВЈЕРК)



Конструкция нагревающего теплообменника не представляет особых проблем, т.к. загрязненная среда (осадок) в них движется по внутренним трубным конструкциям, качественное исполнение которых не столь сложно. А вот конструкция рекуперационного теплообменника имеет решающее значение для надежного и экономичного применения метода. Дело в том, что традиционные конструкции теплообменников типа «труба в трубе» при работе по схеме «осадок/осадок» имеют очень большой риск засорения внешней трубы грубодисперсными включениями в осадке, прежде всего, тряпками и волосами. Это связано с большей трудностью качественной сварки внешней трубы. Кроме того, большим недостатком такой конструкции является очень высокая материалоемкость, т.к. стандартные трубы имеют существенную толщину стенок, рассчитанную на гораздо более высокое давление, чем используется в процессе⁷.

Возможности применения рекуперационных теплообменников значительно расширились после того, как для рекуперации осадков стали использовать спиральные теплообменники, уже десятки лет применяемые в самых различных отраслях промышленности. Это техническое решение идеально подходит для работы с осадком, т.к. внутри аппарата на пути как нагреваемого, так и греющего потоков, нет ни одного резкого поворота, при этом легко достижима идеальная поверхность спирали. Аппарат включает в себя корпус (рис. 2), в торцы которого в пазы с помощью уплотнений установлены две концентрические спирали, образующие спиральные потоки. Нагреваемая (холодная) и нагревающая (горячая) среды движутся в противотоке, при этом горячая среда обычно входит в центр устройства, движется изнутри наружу и выходит на периферии. Холодная жидкость обычно с периферии течет в направлении центра, где и выходит (рис. 3). Противоточный принцип теплообмена (как и в аппаратах других типов) позволяет максимально снижать разницу между исходной

температурой горячей среды и итоговой температурой нагретой жидкости.

Отличительной особенностью конструкции спиральных теплообменников является простая и полная доступность всех каналов для механической (гидроструйной прочистки) прочистки, если химическая промывка не эффективна. Для этого достаточно открыть легкоъемные крышки корпуса. Среди других преимуществ таких теплообменников – высокий коэффициент теплопередачи и очень высокая компактность, т.к. ширина каналов составляет всего 20–25 мм.



Рис. 2. Внешний вид спиральных теплообменников

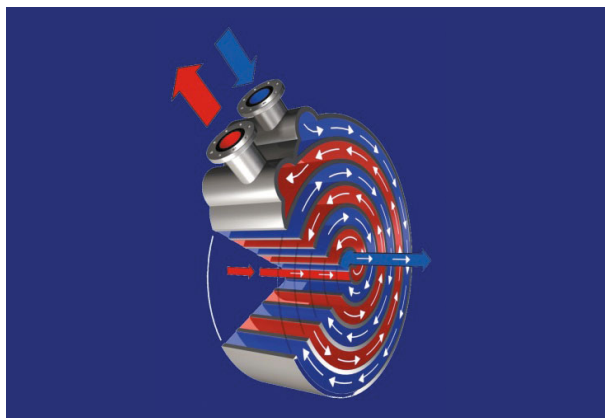


Рис. 3. Схема противоточной работы спирального теплообменника. Красным показан «горячий» (охлаждаемый) поток, синим – «холодный» (нагреваемый)

⁷ По причине проблем с качеством изготовления теплообменников «труба в трубе», например, не удалось внедрить в России процесс теплового кондиционирования осадка, который реализовывался на Люберецких очистных сооружениях Мосводоканала по лицензии, приобретенной у немецкой компании «Дойче Бабкок». – Примеч. авт.

В соответствии с закономерностями теплообмена, чем выше требуется полнота рекуперации тепла, тем большая площадь теплообмена необходима. Так, по данным «Альфа Лаваль», в одном теплообменнике площадью 30 м² (имеет диаметр около 2 м) при расходе среды около 40 м³/ч (1000 м³/сутки осадка, что соответствует около 100 тыс. м³/сутки сточных вод) может быть рекуперировано (отобрано у горячего осадка и передано холодному) около 20 °С. Для достижения энергетически оптимальной рекуперации тепла для такого расхода осадка будет необходимо использование как минимум двух таких теплообменников, а также одного – как нагревающего.

Важно отметить, что для проведения пастеризации жидких осадков целесообразно использовать хотя бы гравитационное уплотнение избыточного активного ила, и рассмотреть экономическую целесообразность механического сгущения.

Использование нагрева жидкого осадка в спиральных теплообменниках требует предварительного процеживания осадка с удалением из него грубодисперсных примесей размером свыше 10–12 мм (в зависимости от ширины канала).

В табл. 8 на с. ____ приведены основные экономические данные о тепловой пастеризации с использованием теплообменников (как и др. рассматриваемых в статье методов).

ПАСТЕРИЗАЦИЯ ОБЕЗВОЖЕННЫХ ОСАДКОВ

Несмотря на успехи в конструировании жидкостных теплообменников, затраты тепловой энергии на пастеризацию жидких осадков достаточно велики. Это поддерживает интерес к пастеризации обезвоженных осадков, которая может осуществляться принципиально различными методами: физическим (нагрев от внешних источников) и химическим. Интерес этот определяется тем, что объем обезвоженного осадка в 6–8 раз меньше, чем у жидкого. За счет

этого, несмотря на то, что энергия, вводимая в обезвоженный осадок, практически не рекуперировуема (т.е. нельзя сэкономить 2/3–3/4 вводимой энергии, как в случае с жидким осадком), итоговая потребность в тепловой энергии примерно в 2 раза ниже, чем при жидкостной пастеризации, что весьма существенно. Кроме того, теплоемкость обезвоженного осадка (за счет присутствия в нем твердой фазы осадка) на 10–15 % ниже, чем жидкого.

Анализ затрат на пастеризацию осадка от 1000 м³/сточных вод в сутки (продолжение)



При обезвоживании 330 кг СВ осадка образуется около 1,5 м³ обезвоженного осадка, для пастеризации которого потребуется около 0,29 ГДж тепловой энергии, что соответствует 10 м³ природного газа и затратам 45 руб./1000 м³ сточных вод.

Для физической пастеризации могут применяться самые различные способы нагрева: теплопередача (контактный нагрев), смешение с теплоносителем (паром), передача тепла ИК-излучением, нагрев в поле СВЧ, электрофорез.

Контактный нагрев обезвоженных осадков гораздо сложнее, с инженерной точки зрения, чем рассмотренный выше для жидких осадков, т.к. требуется более-менее равномерный нагрев массы вещества, обладающего достаточно плохими теплопередающими свойствами, порозного и трудноперемешиваемого, в том числе, способного налипать на греющие поверхности. Последнее свойство способно привести к подсыханию и пригоранию осадка на греющих поверхностях.

Эти проблемы, безусловно, решаемы, т.к. нагрев осадка до 70 °С – составляющая часть процесса сушки осадка, успешно реализуемого в установках различных типов. Разумеется, сушка осадка, в том числе, обеспечивает и его обеззараживание, однако, этот метод существенно дороже, имеет другие основные цели и в данной статье не рассматривается.

МЕТОДЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ПАСТЕРИЗАЦИИ ОБЕЗВОЖЕННЫХ ОСАДКОВ

ПРОГРЕВ ОСАДКА С ПОМОЩЬЮ ИНФРАКРАСНЫХ (ИК) ЛАМП

Для реализации такого процесса обезвоженный осадок распределяется тонким слоем по ленте и медленно перемещается под лучами ИК-ламп, обеспечивающих целевой нагрев расположенного под ними осадка (не нагревая воздух).

Естественный источник тепла – солнце, от его лучей нагревается земная поверхность, вода и твердые предметы, от которых тепло поступает в окружающий воздух. По такому же принципу работают и инфракрасные приборы. ИК лучи образуются керамическими панелями при их нагреве (рис. 4). Промышленные ИК-нагреватели работают, как правило, на природном газе. КПД их весьма высок и достигает 80 %.

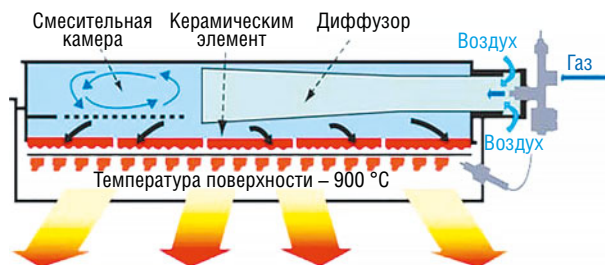


Рис. 4. Принципиальное устройство газовой ИК нагревателя

Для обеззараживания механически обезвоженных осадков в СССР московским заводом «Коммунальник» выпускалась ИК-камера дегельминтизации КДГМ, разработанная АКХ им. К. Д. Памфилова, состоящая из металлического пластинчатого транспортера с приемным бункером и установленных над ним газовых горелок инфракрасного излучения [3] (рис. 5). Несмотря на название, данное оборудование также должно обеспечивать пастеризацию осадка.

Автоматика предусматривала дистанционный розжиг горелок ГК-27У-1, контроль зажигания каждой горелки, отключение подачи газа к горелкам при погасании пламе-

ни горелки и при отключении вытяжного вентилятора.

КДГМ работает следующим образом. Обезвоженный осадок забирается из бункера роликми, формирующими слой определенной толщины. Толщина слоя осадка может регулироваться в пределах 10–25 мм (более толстый слой непрозрачного вещества не может быть эффективно прогрет). При движении по металлическому транспортеру осадок прогревается газовыми горелками инфракрасного излучения, в результате повышения его температуры до 60 °С происходит его обеззараживание и дополнительное снижение влажности на 2–5 %. По современным требованиям, необходима температура 70 °С и время контакта – 20 мин. Возможность достижения более высокой температуры не вызывает сомнения, а время контакта может быть обеспечено в бункере нагретого осадка.

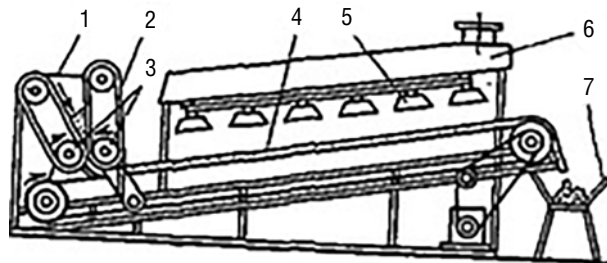


Рис. 5. Схема ИК установки по дегельминтизации осадков:

- 1 – ПРИЕМНЫЙ БУНКЕР; 2 – ПОДВИЖНЫЕ СТЕНКИ БУНКЕРА; 3 – РЕГУЛИРОВОЧНЫЕ ВАЛЫ;
- 4 – МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ ЛЕНТА ТРАНСПОРТЕРА;
- 5 – 24 ГАЗОВЫЕ ГОРЕЛКИ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ (6 РЯДОВ ПО 4 ГОРЕЛКИ); 6 – ВЫТЯЖНОЙ ЗОНТ;
- 7 – ТРАНСПОРТЕР ОБРАБОТАННОГО ОСАДКА

Разработанная конструкция предназначалась для очистных сооружений производительностью 20–30 тыс. м³/сут сточных вод. В то же время, по мнению автора, нет принципиальных ограничений по созданию более мощной установки за счет увеличения ширины ленты и длины камеры.

Однако, к настоящему времени завод «Коммунальник» давно не работает, да и уста-

новка полностью устарела. О наличии подобного оборудования импортного производства не известно. Хотя не вызывает сомнения, что производство подобных линий в сотрудничестве отечественных компаний-производителей оборудования для обезвоживания осадка и компаний, производящих промышленные ИК-нагреватели может быть легко налажено при востребованности их рынком.

ПРОГРЕВ ОСАДКА С ПОМОЩЬЮ ВОДЫ

Возможны различные конструкции, в основе которых лежит использование шнека (шнеков) в нагреваемых снаружи водой трубах. Простейшие конструкции приведены на рис. 6



Рис. 6. ШНЕКОВЫЕ ПАСТЕРИЗАТОРЫ ОБЕЗВОЖЕННОГО ОСАДКА

Важно обеспечить очистку греющего кожуха от налипшего осадка и отложений, что производится шнеком. Он же должен производить перемешивание перемещаемого по трубе осадка. Применение таких конструкций в России автору неизвестно, также как и производители шнеков, приведенных на рис. 6. Производительность их вряд ли превышает 0,5–1 т/ч сухого вещества осадка, что соответствует тому же диапазону производительности, что и КДГМ разработки АКХ им. К.Д. Памфилова. По мнению автора, возможна разработка более производительных (многошнековых) конструкций пастеризаторов.

ЭЛЕКТРООСМОТИЧЕСКОЕ ОБЕЗВОЖИВАНИЕ С ОДНОВРЕМЕННОЙ ПАСТЕРИЗАЦИЕЙ

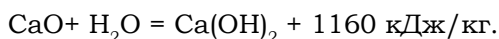
В основе процесса лежит движение жидкости, связанной в осадке, к отрицательному электроду под действием постоянного электрического тока (электроосмос). Эта технология в настоящее время только развивается. Имеются примеры ее применения в Южной Корее и Японии. Достигаемое значение содержания сухого вещества (55–60 %) недостижимо на осадках городских сточных вод с помощью обычного обезвоживания. Процесс идет с выделением тепла за счет сопротивления току, происходит разогрев обрабатываемого осадка до 55–65 °С.

К недостаткам метода относятся существенный расход электроэнергии, необходимость использования выпрямителей тока, потенциальная электроопасность для персонала, связанная, в том числе, с применением постоянного тока. Может потребоваться сбор и очистка образующихся дурнопахнущих выбросов.

В настоящее время нет примеров успешного применения таких аппаратов в России на осадках городских сточных вод (опытно-промышленные испытания были проведены в АО «Мосводоканал»). Таким образом, данный метод в настоящее время не готов к применению.

ХИМИЧЕСКАЯ ПАСТЕРИЗАЦИЯ ОБЕЗВОЖЕННОГО ОСАДКА

Давно известная и весьма несложная в реализации технология, заключающаяся в добавлении к осадку негашеной извести (оксид кальция CaO), которая в результате гидратации выделяет большое количество тепла



Технически добавление негашеной извести к обезвоженному осадку может производиться в двухшнековом смесителе (рис. 7).



Рис. 7. Двухшнековый смеситель для смешения осадка и негашеной извести

Добавление негашеной извести к осадку, таким образом, обеспечивает решение трех технологических задач:

- снижение влажности осадка: на 1 кг CaO потребляется около 0,32 кг воды, входившей в состав осадка, кроме того, образовавшаяся твердая двуокись кальция увеличивает содержание СВ;
- обеспечивается более жесткая структура обезвоженного осадка, что важно при его складировании;

- осадок разогревается за счет тепла экзотермической реакции.

Анализ затрат на обеззараживание осадка от 1000 м³/сточных вод в сутки (продолжение)



А. Исходя из требований СанПиН (достижение 70 °С). Необходимые для пастеризации 1,5 м³ обезвоженного осадка 0,29 ГДж могут быть обеспечены за счет добавления около 240 кг CaO, что составляет около 16,5 % от веса обезвоженного осадка или около 74 % от массы СВ осадка. В результате такой обработки содержание СВ осадка возрастет с 22 %, принятых при расчете, до 40 %. Обработанный осадок будет представлять собой массу, по своим механическим свойствам не уступающую грунту.

Б. Исходя из требований в США и ФРГ (разогрев до 52 °С при pH выше 12). Принято использование 120 кг CaO на 1 тонну обезвоженного осадка (55 % от СВ осадка), что для 1,5 м³ составит 180 кг CaO (75 % от потребности на пастеризацию). В результате содержание СВ сразу после обработки возрастет до 34%, а, учитывая высокую температуру осадка после обработки, можно надеяться, что его вылеживание позволит получить содержание СВ 50 %, требуемое в США в составе критериев для подтверждения класса А.

Автор имел возможность наблюдать работу такого узла обработки осадка негашеной известью на ОСК г. Мюнхена в 1996 г.,

Таблица 8

СРАВНЕНИЕ ЗАТРАТ НА ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ОСАДКА РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ (ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ОСК, ПРИНИМАЮЩИМ 100 ТЫС. М³/СУТКИ)

Оценка затрат	Ед. изм.	Методы пастеризации осадка			
		тепловая пастеризация жидких осадков	тепловая пастеризация обезвоженных осадков	обработка обезвоженных осадков негашеной известью	
				пастеризация	по нормам США и ФРГ (до 52 °С)
Капитальные вложения К (без стоимости здания)	млн руб.	100	50	10	10
Эксплуатационные затраты Э, в том числе:	млн руб./год	12,5	5,7	123	93
на топливо		4,5	1,7	—	—
на реагент		—	—	119	89
остальные затраты		8	4	4	4
Приведенные затраты (0,12 К + Э)	млн руб./год	24,5	11,7	124	94
	руб./м³ очищенной сточной воды	0,67	0,32	3,4	2,6

где добавление извести имело целью получение несущей способности материала, позволяющей формировать из него наземные полигоны виде холмов. К настоящему времени такая технология уже не используется.

Применительно к задаче, обсуждаемой в настоящей статье, подобные дозы использования извести экономически недоступны. При стоимости 1 т негашеной извести с доставкой на ОСК 12 тыс. руб./т при содержании активной части 90 % затраты на обработку осадка от 1000 м³ сточных вод составят около 3 тыс. руб., что в десятки раз выше затрат на тепловую пастеризацию.

Аргументы о пользе извести для кислых почв, увы, скорее теоретические, т.к. агрохозяйства будут готовы принять осадок с известью, но не будут готовы за нее платить. При укладке осадка в полигоны, как уже указывалось, задача обеззараживания не актуальна.

Таким образом, старой технологии обработки осадка негашеной известью довольно трудно будет найти экономически обоснованное место в современных условиях.

Из табл. 8 видно, что обеззараживание известью неконкурентоспособно по сравнению с тепловой пастеризацией. Пастеризация жидких осадков примерно в 2 раза дороже, чем обезвоженных, однако, обеспеченность оборудованием выше для обработки жидких осадков. В целом оба метода тепловой пастеризации следует оценить, как относительно доступные. Увеличение себестоимости очистки сточных вод в результате использования этих методов может составить 2—10 %, в зависимости от метода и величины себестоимости.

ВЫВОДЫ

1. Оптимальным является решение задачи обеззараживания совместно со стабилизацией осадка путем использования комплексных технологий их обработки, обеспечивающих как стабилизацию, так и обеззараживание (компостирования, термофильного сбраживания и др.). Однако за-

дача отдельного обеззараживания осадков достаточно востребована для подготовки осадка к утилизации в качестве удобрения.

2. Отдельные процедуры по дезинвазии осадка, не обеспечивающие обеззараживания остальных патогенных организмов, бессмысленны вне зависимости от эффективности предлагаемых для этого решений, т.к. обработанный осадок без комплексного обеззараживания все равно будет санитарно-эпидемиологически опасен, а все приемлемые методы обеззараживания обеспечивают попутную и надежную дезинвазию.

3. Следует ориентироваться на термическое обеззараживание физическими методами (путем внешнего нагрева осадка). Хорошо известная технология обработки осадка негашеной известью для достижения необходимого для обеззараживания разогрева требует слишком высоких затрат реагента, что делает ее экономически нецелесообразной для этой цели.

4. Энергозатраты на обеззараживание жидких осадков примерно в два раза выше, чем для обезвоженных. Однако, обеззараживание обезвоженных осадков менее обеспечено предложениями по оборудованию, хотя нельзя утверждать, что оно технически сложнее. Для обеззараживания жидких осадков требуется, как минимум, пять наименований оборудования (теплообменники рекуперации и нагрева, реактор для выдерживания, как минимум один насос, котел для получения горячей воды), тогда как для обеззараживания обезвоженных осадков – 2–3 (сам аппарат, бункер, при необходимости, водонагревательный котел).

5. В России практически отсутствует современный как опыт производства, так и использования оборудования для обеззараживания как жидких, так и обезвоженных осадков и, соответственно, отсутствуют актуальные предложения оборудования. В принципе возможна комплектация спиральными теплообменниками, но поставки их для установок обеззараживания осадка до настоящего времени не производились.

6. Из апробированных методов наиболее перспективным, как по эксплуатационным

затратам, так и по надежности работы представляется обеззараживание обезвоженного осадка с помощью нагрева инфракрасными лучами. Однако для его реализации необходимо конструирование и организация выпуска современного оборудования (техническая возможность его создания у автора не вызывает сомнений).

7. Весьма перспективным для решения задачи обеззараживания, как косвенной, может стать метод электроосмотического обезвоживания (после проведенного в последние годы усовершенствования оборудования), при котором нагрев достигается в качестве побочного эффекта. Однако этот метод должен успешно пройти производственную апробацию.

8. В целом сложившуюся в России ситуацию с обеззараживанием осадка следует оценить как недопустимую. Роспотребнадзор, вместо того, чтобы работать, как предлагалось совместно с Минстроем России, над комплексным и логичным регулированием требований к этому процессу, уже не первый год сосредотачивает свои регуляторные усилия на подпроблеме – дезинвазии, создавая условия для применения более чем сомнительного метода.

9. Не следует ожидать самостоятельного перехода водоканалов на обеззараживание осадков: все последние годы, несмотря на усилия Роспотребнадзора, так называемых «общественных организаций» и даже прокуратуры в сфере дезинвазии, не известно ни об одном внедрении современных установок. Соответственно, мы имеем замкнутый круг: на рынке с нулевой потребностью – нулевое предложение оборудования. Во многом это связано с отсутствием реальной, а не надуманной потребности, т.к. подавляющая часть осадка вывозится на полигоны, либо накапливается на иловых площадках, не требуя обеззараживания. Для того чтобы сдвинуть всю ситуацию (включая проблему утилизации осадка в целом) с мертвой точки, необходимо качественно иное регулирование. В этой связи автор возлагает надежды на принятие внесенных в Государственную Думу поправок к Федеральному закону № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении», касающихся, в том числе, обращения с осадком и разработки комплексного межведомственного подзаконного нормативного акта по всем аспектам обращения с осадком (использованию, размещению и др.). При его разработке необходимо использовать опыт США и ФРГ. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. Д. А. Данилович, А. Я. Ванюшина. **АНАЭРОБНОЕ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ – КЛЮЧЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ОСАДКОВ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД. ВОДОСНАБЖЕНИЕ И САНИТАРНАЯ ТЕХНИКА. 2013. № 10. С. 58–67 и № 11. С. 50–57**
2. СанПиН 2.1.7.573-96 **ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ СТОЧНЫХ ВОД И ИХ ОСАДКОВ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ И УДОБРЕНИЯ**
3. **ELECTRONIC CODE OF FEDERAL REGULATIONS. TITLE 40: PROTECTION OF ENVIRONMENT. PART 503—STANDARDS FOR THE USE OR DISPOSAL OF SEWAGE SLUDGE** Приведено по сайту **HYPERLINK «<https://www.ecfr.gov/cgi-bin/retrieveECFR?gp=2&SID=3bA5c96eb4bfc5bfdfa86764a30e9901&ty=HTML&n=L&n=PT40.30.503&r=PART>» \L «sp40.32.503.d»https://www.ecfr.gov/cgi-bin/retrieveECFR?gp=2&SID=3bA5c96eb4bfc5bfdfa86764a30e9901&ty=HTML&n=L&n=PT40.30.503&r=PART#sp40.32.503.d**
4. **Отчет рабочей группы DWA (Немецкой ассоциации предприятий по водоснабжению, водоотведению и утилизации отходов) АК-2.2 «Обеззараживание». Выдержки из отчета предоставлены д.х.н., проф. Ф.И. Лобановым**
5. **Н. И. Лихачев, И. И. Ларин и др. Справочник проектировщика «Канализация населённых мест и промышленных предприятий» Москва, Стройиздат, 1981**



НАИЛУЧШИЕ
ДОСТУПНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

ООО «РАВВ-Конгресс»

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

Юридический адрес: 119334, г. Москва, Ленинский пр-т, дом 38/2

БАНКОВСКИЕ РЕКВИЗИТЫ

ИНН 7736296977	КПП 773601001	р/с 40702810038000186906
ПАО «Сбербанк», г. Москва	БИК 044525225	к/с 30101810400000000225

СЧЕТ № НДТ-11

дата: « 30 » ноября 2018 г.

Предмет счета	Кол-во комплектов	Цена (руб.)	Сумма (руб.)
Подписка на журнал «Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения» на 2019 г. (6 номеров)	1	7800-00	7800-00
НДС 18 % (в том числе)			1189-83
Итого			7800-00

Всего к оплате: **Семь тысяч восемьсот рублей 00 копеек**

Генеральный директор

Гл. бухгалтер



Андреева С.В.

Андреева С.В.

ОБРАЗЕЦ ЗАПОЛНЕНИЯ ПЛАТЕЖНОГО ПОРУЧЕНИЯ

Сумма прописью	Семь тысяч шестьсот рублей 00 копеек		
ИНН	КПП	Сумма	7800 - 00
Платательщик	Сч. №		
	БИК		
	Сч. №		
Банк платателя	БИК	044525225	
ПАО «Сбербанк», г. Москва	Сч. №	30101810400000000225	
Банк получателя	ИНН 7736296977	КПП 773601001	
ООО «РАВВ-Конгресс»	Сч. №	40702810038000186906	
Получатель	Вид оп.	Срок плат.	1
	Наз. пл.	Очер. плат.	
	Код	Рез. поле	

Обязательно укажите:

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

Почтовый адрес:

Подписка на журнал «Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения» 2019 г. (6 номеров) по счету № НДТ-11 от 30.11.2018 (в т.ч. НДС 18 % – 1189-83 руб.)

Назначение платежа

Телефон:

М.П.

Подпись

Отметки банка



**Российская ассоциация водоснабжения и
водоотведения поздравляет Вас с наступающий
2019 годом!**

Новый год – время начинать новые дела, ставить новые интересные задачи, проверять свою силу воли и духа новыми испытаниями, стремиться к новым неизведанным высотам.

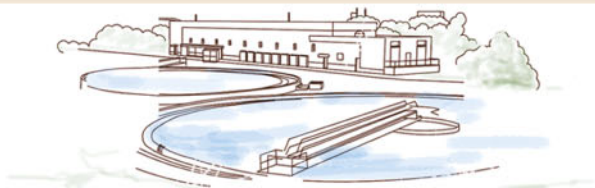
От души желаем Вам оказаться на новой вдохновляющей волне от совершенного, поймать удачу и получить удовольствие от желанной победы. Пусть каждый день нового года уверенно ведет Вас к исполнению заветных желаний!

VODA NEWS

информационный канал отрасли ВКХ

VODA
NEWS

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ
ДАЙДЖЕСТЫ



Читайте декабрьский дайджест
2018 года

ЦИФРОВОЙ ВОДОКАНАЛ: слагаемые производства и бизнес-модели



СОДЕРЖАНИЕ:

- Концепция цифрового водоканала
- Как видят направления цифровизации в РКС и Росводоканале
- Роль и задачи АСУ ТП в контексте цифровизации
- Геоинформационная система предприятия ВКХ: опыт Мосводоканала

В ПЕРВОМ ПОЛУГОДИИ 2019 ГОДА БУДУТ РАЗОСЛАНЫ ДАЙДЖЕСТЫ ПО ТЕМАМ:

- Переход на технологическое нормирование. Анализ объектов на соответствие НДТ
- Комплексное экологическое разрешение: алгоритм подготовки
- Проектирование очистных сооружений: как избежать ошибок
- Осадки сточных вод: методы обеззараживания, почвогрунты

ХОТИТЕ ПОЛУЧАТЬ БЕСПЛАТНУЮ РАССЫЛКУ?
ПОДПИШИТЕСЬ НА САЙТЕ

www.vodanews.info

