

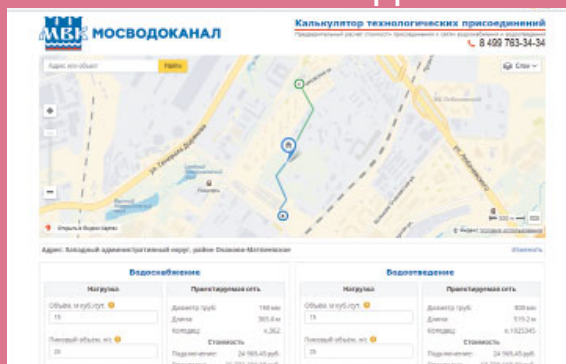
ВНД

НАИЛУЧШИЕ
ДОСТУПНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ



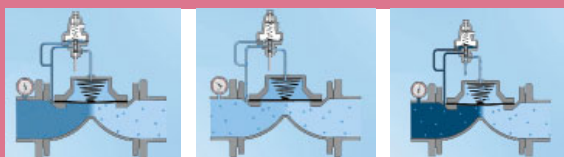
**Необходимые шаги для
получения комплексного
экологического разрешения**

**Опыт создания ЕГИС
АО «Мосводоканал»**



**Акустический метод повышения
эффективности водоподготовки**

Разработана
биотехнология
ГРАИЛ
с сверхвысокой
дозой частично
гранулированного
ила



Регулирующая арматура
пилотного принципа действия
для управления водоснабжением

**VODA
NEWS**

ЭЛЕКТРОННЫЙ КАНАЛ ОТРАСЛИ ВКХ
vodanews.info

Только нужные новости — в рассылке Voda News

#УЗНАТЬ_ПЕРВЫМ_ОТ_ПЕРВЫХ



ОКТАБРЬ '2018 #5



ПРИНЦИП НДТ



ГОРЯЧАЯ ТЕМА



ВЫБОР РЕШЕНИЯ

Необходимые шаги
для получения **комплексного
экологического разрешения**

2

**Кризис компетенции
в проектировании** очистных
сооружений канализации:
формы, последствия, пути
преодоления (*окончание*)

8

**Опыт создания ЕГИС
АО «Мосводоканал»**

20

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 XXI



КАЧЕСТВО ВОДЫ



ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

Комплексный акустический метод повышения эффективности водоподготовки

34

Регулирующая арматура пилотного принципа действия: решение практических задач управления водоснабжением

42

Разработка циклической технологии очистки коммунальных сточных вод **со сверхвысокой дозой частично гранулированного ила**

54

WODA NEWS

#УЗНАТЬ_ПЕРВЫМ_ОТ_ПЕРВЫХ

Необходимые шаги для получения комплексного экологического разрешения



**А.В. Новиков,
руководитель
департамента
экологической политики**

**Российская ассоциация
водоснабжения
и водоотведения (РАВВ)**

В статье, подготовленной экспертами РАВВ, предлагается последовательность действий по получению комплексного экологического разрешения, что будет актуально уже с 2019 г. в отношении объектов I категории негативного воздействия на окружающую среду.

Пошагово описаны действия заявителей и участники административных процедур, оценена продолжительность каждого этапа и суммарное время получения разрешения.

С точки зрения отраслевой практики, проанализированы проблемы и неопределенности перехода на новое нормирование.

В соответствии с приказом Минприроды России № 154 от 18.04.2018 организации, эксплуатирующие объекты, включенные в перечень объектов, вклад которых в суммарные выбросы, сбросы загрязняющих веществ в Российской Федерации составляет не менее чем 60 %, с 01.01.2019 по 31.12.2022 обязаны *обратиться с заявкой* на получение комплексного экологического разрешения (КЭР).

Указанным приказом утвержден перечень 300 таких объектов I категории, в который вошел 71 объект ВКХ¹, осуществляющий водоотведение.

На все иные объекты I категории КЭР обязаны получить до 01.01.2025.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ДЕЙСТВИЙ ПО ПОЛУЧЕНИЮ КЭР

1. Отнесение технологических зон водоотведения к централизованным системам водоотведения городского округа.

2. Проведение инвентаризации сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду.

3. Определение гидрологических и гидрохимических характеристик водных объектов на участках выпусков сточных вод.

4. Осуществление классификации хозяйственных участков, водных объектов, их частей, в которые осуществляется сброс сточных вод.

5. Определение среднегодовых значений (концентраций) технологических показателей и нормативов допустимых сбросов, сравнение с фактическими значениями.

6. Разработка проекта программы повышения экологической эффективности (при невозможности соблюдения технологических нормативов).

7. Согласование программы повышения экологической эффективности Межведомственной комиссией (при невозможности соблюдения технологических нормативов).

8. Подготовка заявки на получение комплексного экологического разрешения.

9. Прохождение государственной экологической экспертизы.

10. Подача заявки и получение комплексного экологического разрешения.

Шаг 1. Отнесение технологических зон водоотведения к централизованным системам водоотведения городского округа

Этот шаг необходим по следующим основаниям:

- дает возможность установления технологических нормативов для технологически нормируемых веществ (взвешенные вещества, ХПК, БПК₅, азот аммонийный, азот нитратов, азот нитритов, фосфор фосфатов);
- позволит не обеспечивать достижение нормативов допустимых сбросов для веществ, не относящихся к технологически нормируемым;
- при исчислении платы за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС) дает возможность применять льготные коэффициенты (понижающий – 0,5 и замещающий (вместо 25 и 100) – 1), установленные Федеральным законом от 29.07.2017 № 225-ФЗ.

Данный этап включает административную процедуру, предусматривающую внесение органом местного самоуправления поселения, городского округа изменений в схему водоснабжения и водоотведения на основании сведений, предоставленных собственником или иным законным владельцем технологической зоны водоотведения (до 01.01.2020).

Шаг 2. Проведение инвентаризации сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду

Позволит определить перечень загрязняющих веществ (ЗВ), не относящихся к технологически нормируемым, в отношении которых будут рассчитываться нормативы допустимых сбросов.

Примерная продолжительность: 365 календарных дней (не учитывая сроков на проведение процедуры закупки).

¹ См. на сайте <http://vodanews.info>

Таблица 1.

Основной перечень загрязняющих веществ, в отношении которых проводится инвентаризация сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду (проект)

А. Для объектов централизованных ливневых систем водоотведения

№	Наименование показателя
1	Аммоний-ион (азот аммонийный*)
2	Сульфаты
3	Хлориды

В. Для объектов централизованных общесплавных и бытовых систем водоотведения

№	Наименование показателей	№	Наименование показателей
1	Нефтепродукты	10	Хром трехвалентный
2	Фенол	11	Хром шестивалентный
3	Сульфаты	12	Никель
4	Хлориды	13	Кадмий
5	Алюминий	14	Свинец
6	Железо	15	Мышьяк
7	Марганец	16	Ртуть
8	Медь	17	АСПАВ (анионные синтетические поверхностно-активные вещества)
9	Цинк		

Шаг 3. Определение гидрохимических и гидрологических характеристик водных объектов на участках выпусков сточных вод

Позволит учитывать разбавление при расчете нормативов допустимых сбросов для получения более «мягких» значений нормативов для веществ, не относящихся к технологически нормируемым.

Примерная продолжительность: 365 календарных дней (не учитывая сроков на проведение процедуры закупки).

Шаг 4. Осуществление классификации водных объектов, их акваторий и водохозяйственных участков

Классификация водных объектов производится согласно Правилам отнесения

водных объектов к категориям водных объектов для целей установления технологических показателей НДТ (в разработке). Федеральное агентство водных ресурсов РФ осуществляет классификацию водных объектов по собственной инициативе, а также по заявлению организации, осуществляющей водоотведение, органа государственной власти субъекта Российской Федерации или органа местного самоуправления, и ведет учет.

На этом шаге определяются категории водных объектов, в которые осуществляется сброс сточных вод через выпуски сточных вод, для установления технологических нормативов.

Включает административную процедуру, осуществляемую Федеральным агентством водных ресурсов РФ. *Примерная продолжительность:* 30 календарных дней (срок может быть продлен однократно, не более чем на 30 календарных дней).

Шаг 5. Определение среднегодовых значений (концентраций) технологических показателей и нормативов допустимых сбросов, сравнение с фактическими значениями

Данный этап позволит определить:

- численные среднегодовые значения (концентрация) технологических показателей для установления технологических нормативов и значения нормативов допустимых сбросов;
- необходимость разработки программы повышения экологической эффективности.

Для сверхмалых, малых и небольших очистных сооружений включает административную процедуру по получению информации у Федерального агентства водных ресурсов РФ о расстоянии от выпуска сточных вод до ближайших следующих организованных выпусков сточных вод поселений, городских округов. *Примерная продолжительность:* 30 календарных дней.

Шаг 6. Разработка проекта программы повышения экологической эффективности

При невозможности соблюдения технологических нормативов разрабатывается программа повышения экологической эффектив-

ности (ППЭЭ). Утвержденные до 01.01.2019 планы снижения сбросов загрязняющих веществ, иных веществ и микроорганизмов в поверхностные водные объекты могут быть использованы в качестве ППЭЭ.

Внутренняя процедура, срок не регламентирован.

Шаг 7. СОГЛАСОВАНИЕ ПРОГРАММЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕЖВЕДОМСТВЕННОЙ КОМИССИЕЙ

Этот этап необходим для последующего утверждения ППЭЭ хозяйствующим субъектом и предоставления в качестве заявки на получение комплексного экологического разрешения.

Административная процедура, выполняемая Межведомственной комиссией (созданной Министерством промышленности и торговли РФ) при участии заинтересованных федеральных органов исполнительной власти, Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации. *Примерная продолжительность:* 120 календарных дней (срок может быть продлен однократно, не более чем на 60 календарных дней).

Шаг 8. ПОДГОТОВКА ЗАЯВКИ НА ПОЛУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕШЕНИЯ И МАТЕРИАЛОВ ОБОСНОВАНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

Внутренняя процедура, срок не регламентирован.

Шаг 9. ПРОХОЖДЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Для получения КЭР требуется положительное заключение государственной экологической экспертизы материалов обоснования комплексного экологического разрешения (в случае, если данные материалы не содержат информацию о наличии положительного заключения государственной экологической экспертизы, проведенной в отношении объектов I категории).

Административная процедура, выполняемая Росприроднадзором. *Примерная про-*

должительность: 90 календарных дней (срок может быть продлен однократно, не более чем на 30 календарных дней).

Процедуре предшествуют общественные обсуждения (ст. 14 Федерального закона от 23.11.1995 № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе»), их примерная продолжительность составляет до 90 календарных дней.

Примерная продолжительность: 180 календарных дней.

Шаг 10. ПОЛУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

Подача заявки в Росприроднадзор или его территориальный орган.

Административная процедура. *Примерная продолжительность:* 35 календарных дней.

ОБЩАЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПОДГОТОВКИ К ПОЛУЧЕНИЮ КЭР

Для получения комплексного экологического разрешения потребуется не менее 580 календарных дней, в случае необходимости согласования программы повышения экологической эффективности – не менее 700 календарных дней (без учета возможности продления сроков административных процедур на 60 календарных дней).

ПРОБЛЕМЫ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПЕРЕХОДА НА НОВОЕ НОРМИРОВАНИЕ

Необходимо отметить многочисленные неопределенности с получением новой разрешительной документации при переходе на новую систему нормирования. Остановимся на ключевых моментах.

ДЕЙСТВИЕ РАНЕЕ ВЫДАННЫХ РАЗРЕШЕНИЙ И ЛИМИТОВ

Разрешения на сброс и выброс, лимиты на сбросы и выбросы, лимиты на размещение отходов, полученные лицами, осуществляющими деятельность на объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду и относящихся к областям применения наилучших доступных технологий действуют

до дня получения комплексного экологического разрешения (п. 1 ст. 11 Федерального закона от 21.07.2014 № 219-ФЗ).

Так как объектами, оказывающими значительное негативное воздействие на окружающую среду и относящиеся к областям применения наилучших доступных технологий, являются объекты I категории (п. 1 ст. 4.2 Федерального закона от 10.01.2002 № 7-ФЗ) возникает неопределенность.

? Речь только об объектах I категории?

К областям применения НДТ могут быть отнесена деятельность, которая оказывает значительное негативное воздействие на окружающую среду, и технологические процессы, оборудование, технические способы и методы, применяемые при осуществлении деятельности (п. 2 ст. 28.1 Федеральный закон № 7-ФЗ). К ней относится очистка сточных вод и выбросов загрязняющих веществ при производстве продукции (товаров), проведении работ и оказании услуг на предприятиях (Распоряжение Правительства РФ от 24.12.2014 № 2674-р).

? Распространяется ли на очистные сооружения II категории?

? Можно ли получить разрешение на сброс или лимиты на сбросы (при необходимости) на период, необходимый для получения комплексного экологического разрешения?

РАНЕЕ РАЗРАБОТАННЫЕ ПЛАНЫ СНИЖЕНИЯ СБРОСОВ

С 01.01.2015 г. до дня получения комплексного экологического разрешения при установлении временно разрешенных сбросов для действующих объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду и относящихся к областям применения наилучших доступных технологий, достижение нормативов допустимых сбросов в результате реализации мероприятий, включенных в планы мероприятий по охране окружающей среды, не требуется (п. 2 ст. 11 Федеральный закон № 219-ФЗ).

? Это относится только к объектам I категории?

? Для объектов II категории переходный период не установлен?

Планы снижения сбросов организаций, осуществляющих водоотведение, разработанные до 01.01.2019, действуют до окончания срока их действия и признаются программами повышения экологической эффективности (для I категории) или планами мероприятий по охране окружающей среды (для II категории) (п. 2 ст. 6 Федеральный закон № 225-ФЗ).

Вне зависимости от намерения получить комплексное разрешение в отношении объектов II категории и подготовки к такому получению необходимо реализовывать мероприятия плана.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ДЕКЛАРАЦИИ И РАЗРЕШЕНИЙ

Декларация о воздействии на окружающую среду представляется не позднее завершения срока действия полученных разрешений на выброс, разрешений на сброс (проект приказа Минприроды России «Об утверждении формы декларации...»).

? Декларации о воздействии на окружающую среду заполняется на основании действующих разрешений (в пределах утвержденных нормативов)?

? Как заполнить при отсутствии одного из действующих разрешений?

«ПРАВИЛА ИГРЫ» В РАЗРАБОТКЕ

В настоящее время в разработке находятся документы, которые регламентируют получение КЭР:

- Постановление Правительства РФ «Об утверждении Положения о выдаче комплексных экологических разрешений, их переоформлении, пересмотре, внесении в них изменений, а также их отзыве»

- Постановление Правительства РФ «Об утверждении Правил отнесения водных объектов к категориям водных объектов для целей

установления технологических показателей наилучших доступных технологий в сфере очистки сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов, и о внесении изменений в Положение о ведении государственного водного реестра»

• Приказ Минприроды России «Об утверждении правил разработки технологических нормативов»

• Приказ Минприроды России «Об утверждении правил разработки плана мероприятий по охране окружающей среды, программы повышения экологической эффективности»

• Приказ Минприроды России «Об утверждении формы декларации о воздействии на окружающую среду и порядка ее заполнения, в том числе в форме электронного документа, подписанного усиленной квалифицированной электронной подписью».



Российская ассоциация водоснабжения и водоотведения

По инициативе Российской ассоциации водоснабжения и водоотведения (РАВВ) ввиду многочисленных неопределенностей по обсуждаемой теме в сентябре т. г. состоялось совещание с ответственными работниками Минприроды России и Росприроднадзора. По итогам обсуждения было обозначено:

1. Сроки начала действия изменений в ФЗ № 7 «Об охране окружающей среды» в части технологического нормирования к переносу не планируются. Все изменения начнут действовать с 01.01.2019. Это означает, что для предприятий ВКХ, имеющих объекты I категории, не будет возможности после 01.01.2019 утвердить НДС, ПДВ, получить разрешения на сбросы и выбросы, лимиты на размещение отходов.

2. Предприятиям ВКХ в срочном порядке до конца текущего года (в случае окончания срока действия разрешительной документации на сбросы, выбросы, размещение отходов) необходимо подать заявки на оформление/переоформление соответствующих документов.

3. Действующие планы снижения сбросов организаций, осуществляющих водоотведение, разработанные до 01.01.2019,

действуют до окончания срока их действия и признаются программами повышения экологической эффективности или планами мероприятий по охране окружающей среды. При этом не будет требоваться достижения значений показателей, не входящих в технологически нормируемые вещества.

4. Приняты предложения РАВВ о необходимости внесения изменений в соответствующие регламенты переоформления разрешительной документации на выбросы, сбросы, нормы образования отходов и т.д. в случае смены организационно-правовой формы предприятия ВКХ.

5. Сроки и условия подачи декларации для объектов II категории будут изложены в регламенте, который в настоящий момент находится на согласовании в Правительстве РФ.

6. При расчете НДС для соответствующей декларации для объектов II категории Минприроды России планирует до конца года внести изменения в Методику разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей (приказ Минприроды России от 17 декабря 2007 года № 333), которые позволят представлять расчет совместно с подачей декларации. ●

Г.А. Самбурский,

**ЗАМЕСТИТЕЛЬ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ДИРЕКТОРА РАВВ
ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКЕ**

Кризис компетенции в проектировании очистных сооружений канализации: формы, последствия, пути преодоления (окончание)¹



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

Планируемая масштабная реконструкция объектов в условиях кризисного состояния проектной сферы, колоссального дефицита квалифицированных кадров и наслоившихся искажений эксплуатационной практики угрожает неэффективным расходованием большей части бюджетного финансирования.

В публикации дан детальный анализ составляющих этой комплексной проблемы, предложены системные меры для ее уменьшения. В частности, сформулированы рекомендации заказчикам проектов и эксплуатирующим организациям, финансирующим структурам, собственникам ОСК, специалистам проектных организаций.

¹ Начало см. «НДТ». 2018. № 4. С. 5–16.

3. ВЫБОР ПРОЕКТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ



ЖЕСТКИЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ УЧЕТА КОМПЕТЕНТНОСТИ ПРОЕКТИРОВЩИКА. НЕДОСТАТКИ В СИСТЕМЕ ФОРМИРОВАНИЯ НАЧАЛЬНОЙ МАКСИМАЛЬНОЙ ЦЕНЫ КОНТРАКТА (НМЦК). ОТСУТСТВИЕ НЕЗАВИСИМОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ КОНКУРСНЫХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ

Федеральный закон от 05.04.2013 № 44-ФЗ (ред. от 03.08.2018) «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» ограничивает влияние ценовых критериев (в том числе к компетенции поставщика) в системе оценки предложений. Наверное, это вполне обосновано применительно к таким сферам деятельности, как поставки и строительство, т.е. в значительной степени измеримых и подлежащих проверке качества. Однако применительно к проектированию ОСК речь идет о сфере деятельности, граничащей, как бы это громко не звучало, с творчеством, требующей выраженной компетенции и опыта. Особенно это важно при решении задач реконструкции сооружений. Разработанный проект может соответствовать всем формальным требованиям, но после его реализации сооружения не заработают, либо будут требовать непомерных эксплуатационных затрат.

Ни для кого не секрет, как теперь нередко строится работа: на конкурсе в результате де-факто демпинга выигрывает никому не ведомое ООО, не имеющее «за душой» почти ничего. После победы оно предлагает проигравшим конкурс профессионалами сделать ту же работу, но за полцены. В безвыходных условиях те вынуждены соглашаться.

Другой проблемой является неправильное определение НМЦК, когда не учитываются многие объемы работ, которые должны быть выполнены в соответствии с действующим законодательством. Также практическая реализация этого принципа не позволяет высококвалифицированным компаниям выходить на конкурс с более качественными предложениями.

Пока не будут усовершенствованы нормы проведения конкурсов на проектирова-

ние сложных объектов, к которым относятся ОСК, законодательство будет продолжать работать против профессионализма в отрасли.



ТЕНДЕНЦИЯ К РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТА ИНЖИНИРИНГОВЫМИ КОМПАНИЯМИ, ЗАИНТЕРЕСОВАННЫМИ В ПОСТАВКЕ «СВОЕГО» ОБОРУДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТА «ПОД СЕБЯ»

Подобная очень распространенная тенденция ведет к следующим последствиям:

- на конкурсе на проектирование такая компания может снижать цену почти до нуля, выбивая с рынка квалифицированные проектные организации, не занимающиеся инжинирингом. Для того чтобы выжить и играть по этим правилам, последним приходится вступать в неформальные альянсы с производителями оборудования;

- такой проектировщик очень хорошо знает оборудование, которое ему надо применять в проекте («свое»), в отличие от нередких ситуаций, когда обычная проектная организация может не располагать достаточной информацией о необходимом оборудовании. Для конкретного объекта подобная ситуация может дать и положительный эффект, если привлечена ответственная и квалифицированная фирма. Ну и, разумеется, наоборот.

В общем случае в подобной ситуации не приходится говорить об оптимальности проекта. В целом, такая тенденция в нынешних формах работает на разрушение процесса проектирования.

За рубежом с этой проблемой научились справляться уже десятки лет назад, используя некоторые плюсы такого подхода и устраняя минусы:

- на первом этапе консалтинговая компания, на основе вариантных проработок, выдает заказчику непредвзятый базовый инжиниринг с изложением необходимых требований к строительным решениям и оборудованию. Эти требования, что очень важно, не должны быть, насколько возможно, ориентированы на конкретное оборудование. При этом заказчику выдается два комплекта конкурсной документации: для строительного и для инжинирингового подрядчиков.

• заказчик проводит, как правило, два соответствующих конкурса. Выигравшие компании проводят разработку детального инжиниринга, опираясь на собственные возможности по строительной технике, персоналу, и по оборудованию, которое может быть предложено. После чего реализуют проект (компания-строитель передает объект инжиниринговой компании, а та уже работает «под ключ»).

Такой подход позволяет совместить непредвзятость выбора и разработки базовых проектных решений с профессионализмом при детальном проектировании, превратив негативную на настоящий момент тенденцию в плюс для отрасли. В России для внедрения данного подхода надо менять действующие НПА.

4. РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА



Недостаточная достоверность данных по качеству поступающей сточной воды

На многих объектах можно обнаружить данные по качеству поступающей сточной воды, не являющиеся достоверными, либо вызывающие большое сомнение в точности анализов. Нередки случаи, когда контроль ведется в недостаточном объеме.

К сожалению, наличие аттестатов аккредитации химико-бактериологической лаборатории не гарантирует от неточных результатов. Следует отнестись с большой осторожностью, например, к данным, в которых величина БПК₅ близка к ХПК, концентрации взвешенных веществ и БПК₅ различаются в разы.

Что касается недостоверных данных о загрязнении на притоке, то, увы, абсурдная система нормирования сбросов сточных вод способна изуродовать даже эту часть работы ОСК. Логика простая – чем меньше пришло загрязнений, тем меньше сбросили (при этом, разумеется, по качеству сброса также используются недостоверные данные). Автору приходилось наталкиваться на такие ситуации даже на крупных водоканалах. Отличить «сгенерированные» данные по притоку от настоящих можно, прежде всего, по неестественно малому разбросу в рядах значе-

ний и повторяющимся, либо очень близким, цифрам. Хотя, если технолог ОСК понимает, что такое статистические закономерности применительно к сточным водам, то подмена может быть безукоризненной (автору случилось принять недостоверные данные за истинные, а правду узнать позднее).



Невыполнимые сроки разработки ПСД

Уже стал обычным примерно следующий временной сценарий разработки проекта, когда заказчик месяца четыре разрабатывает ТЗ, столько же согласовывает конкурсную документацию и проводит конкурс, после чего месяца четыре остается на все предпроектные изыскания, разработку ПСД и ее согласование. Такие условия приемлемы только для тех участников, кто пришел на конкурс с почти готовым проектом (который, однако, в большинстве случаев никак не годится для местных условий). Но разве это кого-то волнует? Увы, давно сказано С.П. Королевым, что все скоро забудут, как быстро был сделан проект, зато будут долго помнить, как плохо. Все недостатки наспех сделанного проекта лягут на заказчика и эксплуатирующую организацию.

Особенно «смешно» выглядят подаваемые на конкурс сметы, по которым в условиях недопустимо сжатых сроков проект должны разрабатывать одновременно едва ли не сотни проектировщиков.

Бороться с этим можно, только установив на федеральном уровне реальные нормативные сроки выполнения стадий разработки и согласования ПСД, а также механизмы переноса выделенного, но не освоенного целевого финансирования.



Отсутствие у многих проектировщиков нацеленности на создание проекта, недорогого в реализации и в эксплуатации. Непродуманность проектов с точки зрения эксплуатации. Пренебрежение гидравлическими аспектами проекта

Проектные организации, к сожалению, по своей инициативе редко делают какие-то

дополнительные, по их мнению, лишние, усилия. Нередки случаи, когда в проектах используются решения, ранее детально проработанные на других объектах, но, мягко говоря, не очень подходящие для нового объекта. Этому же способствуют сжатые сроки проектирования.

Мало уделяется внимание изящным простым компоновкам с минимумом зданий. В результате это приводит к разбуханию эксплуатационных затрат на содержание.

Бывает, что в проектах забывают обеспечить нормальные условия для работы персонала в ходе эксплуатации: недопустимо зауживаются проходы для обслуживания, не решаются такие элементарные проблемы, как предотвращение накопления плавающих веществ в отдельных зонах сооружений, возможность удобного опорожнения сооружений (в основном – азотенков), включая их мойку. Остаются непродуманными многие аварийные ситуации, не проработанной – минимизация их последствий. Все это объясняется тем, что очень редко проектировщики имеют собственный опыт эксплуатации ОСК и просто недостаточно владеют такими аспектами своей работы.

Чем дальше, тем больше уходит в прошлое качественная проработка гидравлической схемы проектов. В советский период гидравлические расчеты были неотъемлемой частью пояснительной записки, сейчас это можно увидеть редко. Часто весьма примитивно решаются узлы гидравлического распределения сточных вод и ила, что приводит к неравномерности нагрузки сооружений и/или невозможности измерять и регулировать эти потоки.

Для того чтобы этого избежать, можно рекомендовать представителям заказчика четко формулировать проектировщикам свои предпочтения, очень плотно контролировать разработку проектных решений на стадии ТХ, до того, как выданы задания смежникам. Работая в эксплуатационной организации, автору, как представителю заказчика, неоднократно приходилось руководить работой проектировщиков, предлагать эскизные решения узлов, компоновок и т.п. Как говорится, сам не сделаешь – никто хорошо не сделает.

Безусловно, большую положительную роль могла бы сыграть активная техническая политика на федеральном уровне (разработка методических указаний, рекомендаций в этой и схожих сферах), однако, как уже было отмечено, этим занимаются очень мало.



РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР МНОГИХ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ ОТРАСЛЕВОГО СНИПа, НАПРАВЛЕННЫХ НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ. ОТСУТСТВИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО СХЕМНОГО ПОДХОДА В СНИП

Старый СНИП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения» был обязательным к применению проектировщиками. Актуализированный документ на его основе Свод правил 32.13330 в подавляющей части положений является рекомендательным. Это позволяет проектировщикам использовать СНИП по своему усмотрению, ссылаясь на него, когда им нужно и забывая о нем в других ситуациях, несмотря на положения, допускающие те или иные решения по обоснованию, а не по умолчанию.

Кроме того, данный СНИП (СП) традиционно представляет собой некий «супер-маркет» технических решений, в котором проектировщик может набирать в «корзину» приглянувшиеся ему технические решения. Рекомендации по их оптимальным сочетаниям и условиям применения отсутствуют. Однако, технологический процесс очистки сточных вод – цельный и взаимозависимый, поэтому такая системная проблема СНИП (СП) ухудшает качество разрабатываемых проектов.



РЕЗКОЕ СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ ОФОРМЛЕНИЯ ПОЯСНИТЕЛЬНЫХ ЗАПИСОК ПРОЕКТОВ. ОТСУТСТВИЕ УНИВЕРСАЛЬНО ПРИМЕНИМЫХ ОБЩЕДОСТУПНЫХ РАСЧЕТНЫХ МЕТОДИК

После актуализации СП 32.13330 (СНИП 2.04.03-85) практически не содержит формул по расчету ОСК. Это было вызвано требованиями Минрегиона России по реализации положения ФЗ «О безопасности зданий и сооружений», предусматривающими либерализацию расчетных систем. Разрешенную законом

возможность использования альтернативных методик некоторые проектировщики восприняли, как возможность вообще отказаться от расчетов сооружений, особенно используя уже имеющиеся разработки проектов и сооружений, в том числе компактных. В подавляющем большинстве проектных записок расчет сводится к таблице его основных результатов, а во многих вместо расчета – не более, чем рекламные данные оборудования.

При либерализации системы расчетов подразумевалось, что проектная организация должна принимать те или иные методики как стандарт организации и использовать их, что может быть всегда проверено, а методика запрошена экспертизой. На деле же все это забывается.

Еще сильнее, чем с результатами расчетов, стоит проблема с самими методиками расчетов. Это злободневно для расчета большинства базовых сооружений ОСК: методика расчета аэротенков полной биологической очистки СНиП 2.04.03-85 полностью устарела для применения вместе с самой этой технологией (на смену которой пришли технологии с удалением азота и фосфора); методика расчета аэрационных систем – вместе с фильтросными пластинами. Методика расчета первичных отстойников слишком громоздкая, а вторичных – лишена важнейшего блока: расчета процессов сгущения отделенного ила на дне сооружения.

Весьма неудовлетворительная ситуация с методиками расчета сооружений биологической очистки детально описана² и требует незамедлительного решения.



ОТСУТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЙ К РАСЧЕТУ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ В СОСТАВЕ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

В СССР в составе ТЭО проводился не только расчет капитальных вложений (К), но и обязательный учет эксплуатационных затрат (Э),

с расчетом приведенных затрат (П) по формуле, известной каждому студенту:

$$П = Э + 0,12К,$$

Таким образом, автоматически подразумевалось распределение капитальных вложений примерно на 8 лет, этот же срок считался ориентиром при оценке целесообразности инноваций. При отказе от стадии ТЭО учет эксплуатационных затрат в проектах утрачен. Постановление от 16 февраля 2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» не предъявляет к оценке эксплуатационных затрат никаких требований. Проектировщики лишь приводят расчетные (т.е. максимальные, при целом ряде оговорок) потребности сооружений и оборудования в энергии и ресурсах, не определяя стоимость затрат на них.

В результате заказчик получает проект с неизвестной стоимостью владения. К чему это может привести, показано автором в статье об ошибках проектирования³: в рассмотренном примере излишние (которых можно избежать при качественном проекте!) затраты на эксплуатацию новых запроектированных ОСК оказались сопоставимы с общим объемом поступления платежей за услуги водоканала по водоотведению.

Необходимо включить в состав требований к содержанию проектной документации оценку основных затрат на эксплуатацию сложных технических сооружений, таких, как ОСК. В современных условиях такой расчет было бы правильно осуществлять по методике затрат жизненного цикла (LCC)⁴.

В ряде ТЗ в последнее время начали появляться требования, чтобы эксплуатационные затраты по реализованному проекту не превысили некой установленной величины. Однако, такая практика, к сожалению, должна быть признана порочной, т.к. эта величина

² См. Данилович Д.А., Эпов А.Н. Как рассчитывать аэротенки с нитри-денитрификацией: выбор методики. «НДТ». 2018. № 1. С. 46–53.

³ См. Данилович Д.А. Проектирование очистных сооружений канализации: как избежать негативного опыта. «НДТ». 2018. № 1. С. 36–45.

⁴ См. Баженов В.И. Методика расчета стоимости жизненного цикла для оборудования, систем и сооружений водоснабжения и водоотведения. «НДТ». 2018. № 1. С. 34–43.

определяется заказчиком волонтаристски, в том числе, из соображений действующего тарифа и не может быть обеспечена на эффективных современных сооружениях.

Можно рекомендовать заказчикам вменить проектировщикам (либо, если это не удастся, то делать самим) в ходе рассмотрения проекта рассчитывать основные предстоящие затраты по ОСК и сопоставлять их с существующими, с затратами на других ОСК и т.п. Это позволит более выпукло увидеть вклад тех или иных проектных решений в себестоимость очистки и, пока не поздно, принять решение об их оптимизации. Конечно, как уже говорилось, для этого существует стадия предпроектных проработок. Но, если проект реализуется без них, либо они были формальными, лучше пойти на переделку некорректного, неоправданно дорогого проекта, чем нести ненужные многолетние затраты.



Недостаточная компетенция многих проектировщиков-технологов

Уровень проектировщиков-технологов в России чрезвычайно различается. Можно встретить как весьма квалифицированного специалиста, глубоко увлеченного нашей специальностью, так и безграмотного исполнителя, путающегося в базовой терминологии и понятиях.

На рынке множество небольших компаний, занимающихся проектированием сетей и большим спектром поставок оборудования от водозаборов до комплектных очистных сооружений, имеет универсальных технологов, разбирающихся во всем понемногу. Для небольших простых объектов этого в той или иной мере достаточно. Однако большая проблема возникает, когда такая компания, или технолог вдруг берется за ответственный проект крупных ОСК. А ведь, как показано далее, такому специалисту повысить свою квалификацию практически нигде. В интернете, конечно, масса информации, но отделить качественную от устаревшей или недостоверной – такому специалисту трудно.

Все виды оценки квалификации отраслевых специалистов, которые применялись и применяются, либо формальны, либо ори-

ентированы преимущественно на задачи проектирования сетей.

Проблема может быть решена только созданием образовательного центра по повышению квалификации отраслевых технологов (проектировщиков и работников служб эксплуатации), с привлечением к сотрудничеству ведущих специалистов отрасли. Параллельно должна быть создана специализированная система требований к таким технологам, обязывающая подтверждать и повышать квалификацию. Как любая работающая система, она не должна быть ориентирована на то, чтобы всем раздать сертификаты, а на то, чтобы отсеять тех, кто не может и не должен заниматься этой работой, и повысить уровень оставшихся.

Сложившаяся ситуация с квалификацией проектировщиков является следствием крайне неудовлетворительного состояния в системе отраслевого образования: она практически уничтожена. В советское время ведущий строительный институт страны МИСИ (сейчас МГСУ) обучал по специальности 1217 «Рациональное использование водных ресурсов и обезвреживание промышленных стоков». При некоторой искусственности названия, по данной специальности готовили в год около 50 технологов по водоподготовке и очистке сточных вод, а по смежной специальности 1209 – около 100 специалистов отрасли строительного профиля (с базовыми технологическими навыками). К настоящему времени нет не только обеих этих специальностей, но и профессионального образования по водоснабжению и водоотведению как такового. В МГСУ теперь имеется только многократно более широкая специальность 38.03.10 «Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура» с 40 бюджетными местами в бакалавриате и 30 в магистратуре. Несколько лет назад с МГСУ был слит еще один московский вуз – МИКХиС, где также давали весьма неплохое образование по специальности. Хороших технологов по очистке сточных вод также готовили в бывшем МИХМ, однако этот вуз, один из ведущих в стране, вошел в состав Московского политехнического университета, при этом направление инженерной защиты окружающей среды теперь уже не выделено.

В другом крупнейшем вузе – СПбГАСУ еще сохранилась специальность 20.04.02 «Природообустройство и водопользование», однако численность обучающихся составила в 2017 г. 7 (!) человек, в том числе за счет бюджета – 5 (правда, в бакалавриате по этой специальности обучалось 22 человека).

Зато везде в вузах присутствует специальность 20.03.01 «Техносферная безопасность», по которой, в том числе, среди других имеется профиль «Охрана природной среды и ресурсосбережение» (код специальности 2.20.03.01). Но, к сожалению, по этому профилю выпускают экологов, но никак не инженеров-технологов и проектировщиков, столь необходимых отрасли.

Ситуация в вузовской отраслевой науке следует за состоянием дел в образовании. Исправно защищаются диссертации, при том, что уровень подавляющего большинства (по личному опыту автора как оппонента в диссертационных советах) недопустимо низок, а во многих случаях бывает очевидным, что диссертант имеет очень малое отношение к своей работе. Только на первый взгляд, эта практика относительно безобидна, на деле она разлагает профессиональную среду, еще больше дискредитируя само понятие науки.

Полноценное поствузовское образование по специальности очистки сточных вод, несмотря на усилия ряда ведущих водоканалов по созданию подразделений (организаций) по подготовке кадров, пока отсутствует.

5. ПРИЕМКА И ГОСУДАРСТВЕННАЯ ЭКСПЕРТИЗА ПСД



ОТСУТСТВИЕ У БОЛЬШИНСТВА ЗАКАЗЧИКОВ ВОЗМОЖНОСТИ КВАЛИФИЦИРОВАННО РАССМОТРЕТЬ ПРОЕКТ, РАЗРАБОТАННЫЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Наряду с объектами, на которых обеспечивается приемлемый уровень эксплуатации, весьма велика доля очистных сооружений, где он недопустимо низок. Значительный вклад вносит недостаточное фи-

нансирование всех статей затрат, включая абсолютно необходимые. В результате этого, а также общей нехватки квалифицированных специалистов, грамотный главный технолог есть далеко не на каждом очистном сооружении.

К сожалению, у водоканалов практически отсутствует практика привлечения независимых экспертов, а только она способна решить проблему квалифицированного рассмотрения проекта. Наиболее надежная система – описанная выше схема проектирования с базовым и детальным проектами, при продолжении сотрудничества с консалтинговой компанией на стадии детального проекта.

Нельзя не отметить, что во многих случаях заказчик бывает «мотивирован» исполнителем в такой степени, что приемка проекта проходит формально, а стороннее мнение только мешает этому процессу «единения».

Безусловно, положительную роль в преодолении кризиса компетенции при рассмотрении проектов может сыграть укрупнение водоканалов, либо аутсорсинг технологических функций.



ФОРМАЛЬНЫЙ ПОДХОД ГОСЭКСПЕРТИЗЫ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ И ЭКОНОМИЧЕСКИМ (НЕ СМЕТНЫМ) АСПЕКТАМ ПРОЕКТОВ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

К сожалению, далеко в прошлом осталась профессиональная работа ГИПов с экспертизой, задавшей им непростые вопросы и заставлявшей улучшать проект. Примеров тому немало, один из них – вопиюще непрофессиональный проект крупных ОСК, выполненный за бюджетные средства, детально описан⁵. Этот проект в прошлом году практически в неизменном виде получил положительное заключение государственной экспертизы. Данный эпизод, в ряду многих других, не столь ярких и всех вышеописанных проблем проектирования, которые не встречают противодействия на данной стадии рассмотрения проекта, позволяет

⁵ См. Данилович Д.А. Проектирование очистных сооружений канализации: как избежать негативного опыта. «НДТ». 2018. № 1. С. 36–45.

сделать вывод о том, что инструмент государственной экспертизы (ГЭ) неэффективен. Заключение ГЭ, как правило, представляет собой перелицованную пояснительную записку проекта, с итоговым утверждением, что нормы и требования соблюдены.

В реестре лиц, аттестованных на право проведения экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий, из 13,3 тысяч номеров аттестатов (некоторые фамилии повторяются), не менее 600 приходится на направление деятельности «Системы водоснабжения и водоотведения». Из них только две фамилии (преподаватели вузов) известны как специалисты отрасли по публикациям, выступлениям и другой подобной активности, и только один из этих двух является экспертом по очистке сточных вод. Т.е. ведущие специалисты отрасли, занимающиеся ее формированием и развитием, и эксперты государственной экспертизы – два совершенно разных мира.

Одна из причин сложившейся ситуации в том, что направление «Системы водоснабжения и водоотведения» в подавляющем большинстве рассматриваемых проектов предполагает экспертизу решений внутренних систем зданий и линейных объектов (сети, КНС). Однако опыт, имеющийся у экспертов в этих направлениях, никак не помогает им при рассмотрении проектов очистных сооружений.

Представляется, что сложившуюся ситуацию может исправить Минстрой России, как минимум, следующими действиями:

- выделить в госэкспертизе направление деятельности «Очистные сооружения канализации» в отдельное (полагаю, что и применительно к водоподготовке надо поступить аналогично);
- провести дополнительную аттестацию экспертов для этого направления, для чего привлечь ведущих специалистов отрасли;
- привлечь к сотрудничеству с госэкспертизой опытных специалистов отрасли. При этом отказаться от недопустимой практики аттестации с билетами, как на экзамене. Для таких ситуаций должна применяться объективная система оценки вклада специалиста в развитие отрасли;

- разделить экспертизу технологической части сложных проектов ОСК (полагаю, начиная с сооружений производительностью 5000 м³/сут, и выше) на два уровня: экспертиза технологических решений и правильность расчетов; экспертиза графической части ТХ, с привлечением для этой работы двух экспертов, в совокупности обладающих достаточной компетенцией (вместо одного, как в настоящее время).

6. Пуско-наладка сооружений и последующая эксплуатация



**Огромный дефицит на ОСК
квалифицированного персонала,
искажения эксплуатационной практики**

Персонал не сможет эксплуатировать современные технологии, а готовность регулирующих органов увеличивать тариф на водоотведение, который неизбежно должен вырасти после реконструкции подобных объектов, невелика.

Проблема уровня эксплуатации тесно связана с системой организации технологического управления на объектах ВКХ. Автор относится к числу безусловных сторонников необходимости укрупнения водоканалов, либо путем включения их в систему областных водоканалов (аналогично предприятию «Вода Крыма»), либо в крупные федеральные или региональные управляющие структуры. И даже при выполнении этого условия, учитывая острый дефицит квалифицированных технологов, приемлемый уровень эксплуатации во многих местах может быть обеспечен только благодаря созданию и использованию единых центров технологического управления ОСК на уровне управляющих компаний.

Другим решением может быть частичный аутсорсинг технологического управления и сопровождения ОСК, когда эти работы выполняются на подряде высококвалифицированным исполнителем. Это даст возможность использовать при управлении опыт, полученный на многих сооружениях, применять самый современный инструментарий для управления системой эксплуатации:

программные комплексы, позволяющие создавать симуляторы конкретных сооружений, переносные приборы контроля и др.

Выводы

На основании проведенного анализа можно предложить следующее решение описанных проблем:

А. Государственным структурам (прежде всего, Минстрою России):

1. Совершенствовать законодательство, регулирующее разработку проектной документации для сложных объектов:

- вернуть, в той или иной форме, стадию ТЭО, включая расчет затрат жизненного цикла по вариантам;

- создать условия для привлечения консалтинговых организаций и экспертов к процессу проектирования;

- совершенствовать условия проведения конкурсов на проектирование таких сложных объектов, как ОСК, усилив в конкурсных критериях роль показателей квалифицированности и опыта подрядных организаций;

- усилить регламентацию проведения предпроектных проработок;

- утвердить реалистичные нормативные сроки выполнения стадий разработки и согласования ПСД, которые нельзя произвольно уменьшить;

- обеспечить применение для расчетов только тех методик, которые имеют, как минимум, статус стандарта предприятия, с обязательным оформлением полного расчета;

- создать механизмы переноса выделенного, но не освоенного целевого финансирования;

- реформировать работу государственной экспертизы по рассмотрению ОСК и подобных сложных объектов, привлекая к этой работе ведущих специалистов отрасли.

2. Проводить активную техническую политику, способствовать разработке рекомендательной и нормативной технической документации.

Создать и развивать:

- базу данных по эффективным технологиям и оборудованию их применению,

а также механизм анализа и апробации новых решений;

- систему сбора, анализа и сопоставления данных (бенчмаркинга) предприятий отрасли;

- государственный, либо государственно-частный отраслевой центр новых технологий;

- отраслевой центр повышения квалификации проектировщиков сооружений ВКХ и работников служб эксплуатации.

3. Изучить возможности применения в российских условиях зарекомендовавшей себя за рубежом модели базового и детального инжиниринга, исключающей рабочую документацию как отдельную стадию инвестиционного процесса.

4. Сформировать и реализовывать план разработки нормативно-методических документов для отрасли, включая расчетные методики.

5. Повысить роль отраслевого СП 32.13330, нормализовать порядок его переработок и дополнений, осуществить переработку с внедрением в него схемного подхода и принципов наилучших доступных технологий (НДТ).

6. Всячески содействовать тенденции укрупнения компаний, эксплуатирующих системы ВКХ, на субъектовом и федеральном уровнях, созданию единых центров технологического управления сооружениями, развитию системы технологического аутсорсинга.

7. Переломить тенденцию развала отраслевого образования. Добиться от Министерства науки и высшего образования возвращения в вузы специальностей, важных для отрасли.

8. Всесторонне развивать условия для привлечения инвестиций частного капитала в отрасль.

Б. Заказчикам проектов и эксплуатирующим организациям:

- не доверять разного рода «ноу-хау», не прошедшим достаточной апробации и не получившим поддержки ведущих отраслевых экспертов;

- изыскивать возможности для проведения предпроектных проработок для сравнения вариантов технических решений;

- не позволять одному из исполнителей формировать задание на проектирование

«под себя», так как в результате эти решения могут оказаться далеко не оптимальными, а вся ответственность ляжет на заказчика;

- исходить из того, что с 2019 г. соблюдение технологических нормативов, основанных на использовании НДТ, должно позволить не ориентироваться в проектах на требования, обусловленные соблюдением ПДК в водных объектах;

- не указывать в задании на проектирование реконструкции действующих сооружений конкретных расчетных величин по притоку и загрязненности сточных вод, уделять внимание соблюдению при проектировании рекомендаций СП 32.13330 по определению расчетных нагрузок на сооружения;

- не допускать чрезмерно жестких сроков разработки проекта;

- привлекать независимых и незаинтересованных в получении подряда на разработку проекта или СМР экспертов (экспертные организации) на всех стадиях процесса, от замысла до пуска-наладки;

- самостоятельно и/или с привлечением экспертов детально рассматривать базовые проектные решения на стадии их разработки, до выдачи заданий проектировщикам-смежникам, добиваться экономных и рациональных решений;

- при сопровождении проектирования и приемке особое внимание уделять ситуациям нештатной эксплуатации сооружений, добиваться проектных решений, необходи-

мых для надежной эксплуатации в подобных условиях;

- осуществлять при сопровождении проекта оценку эксплуатационных затрат и оперативно вмешиваться при очевидно несоразмерной величине затрат на эксплуатацию проектируемых сооружений.

В. Финансирующим структурам, собственникам ОСК:

- внимательно оценивать действительную необходимость строительства новых ОСК, а не реконструкции существующих;

- не допускать завышения производительности сооружений относительно существующего уровня притока сточных вод без очень веских обоснований.

Г. Проектным организациям и их специалистам:

- внимательно оценивать данные о загрязненности сточных вод, предоставляемых заказчиками;

- критично относиться к возможности экстраполяции опыта, полученного на сооружениях существенно иной производительности, либо в иных отраслях;

- утверждать используемые при расчетах расчетные методики в качестве Стандарта предприятия;

- использовать имеющиеся информационно-справочные материалы (ИТС10-2015) при выборе технологических решений;

- отслеживать и анализировать публикации практической направленности в ведущих отраслевых изданиях. ●



stab-techno.ru

Международная выставка-форум
наилучших доступных технологий



6-9 ноября
2018 года

МОСКВА
КРОКУС ЭКСПО

**СИНЕРГИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ –
ДРАЙВЕР РАЗВИТИЯ «ЗЕЛЕННОЙ» ЭКОНОМИКИ!**

Более **11 000** участников форума
и посетителей выставки
из российских регионов
и зарубежных стран

Около **450** компаний-участников

16 000 м² экспозиции
отечественных и зарубежных
«зеленых» разработок и инноваций

250 ведущих спикеров
и экспертов

Свыше **30** мероприятий
деловой программы



Тел.: +7 (495) 727-25-23
www.greentech-expo.ru

Организатор:

 **КРОКУС ЭКСПО**
Международный выставочный центр

12+ реклама

НАСОСЫ ДВУСТОРОННЕГО ВХОДА **GRUNDFOS LS**



Реклама. Товар сертифицирован

ВЫСОКОЕ КАЧЕСТВО И УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ

Консольные несамовсасывающие насосы двустороннего входа Grundfos LS с разъемным корпусом обладают высокой надёжностью и энергоэффективностью, при этом имеют низкую стоимость жизненного цикла. Оборудование может успешно применяться в различных областях: водоснабжение, ирригация, отопление, кондиционирование и хладоснабжение.

- Подача (Q): от 12 до 12 000 м³/час
- Напор (H): от 8 до 165 м
- КПД до 91,5 %
- Горизонтальная и вертикальная установка
- Температура жидкости: от 0 до 150°C
- Высоковольтное исполнение

Филиал ООО «Грундфос» в Москве: (495) 7373000

www.grundfos.ru

be
think
innovate

GRUNDFOS 

Опыт создания ЕГИС АО «Мосводоканал»

А.Н. Арсеньев,
ЗАМЕСТИТЕЛЬ
ГЛАВНОГО ИНЖЕНЕРА
АО «Мосводоканал»

А.Н. Майоров,
РУКОВОДИТЕЛЬ
ПРОЕКТНОГО ОФИСА
АО «ГЕОКИБЕРНЕТИКА»

Публикация посвящена опыту создания Единой геоинформационной системы (ЕГИС) АО «Мосводоканал» в целях решения задачи обеспечения комплексного ведения баз данных о полном жизненном цикле производственных активов: строительство – учет – эксплуатация.

Разработчики рассказали о развилках, которые возникали в процессе выбора решений, а также дали рекомендации тем, кто только собирается внедрять подобную производственную систему на своем предприятии.

Над созданием производственных информационных баз данных АО «Мосводоканал» работает уже более 20 лет, однако это были разрозненные базы, основанные на устаревших программных продуктах и технологиях. Задача создания единой системы впервые стала обсуждаться в 2012 г. Тогда были поставлены новые задачи, такие как модернизация центра обработки данных (ЦОД), каналов связи, диспетчерских и систем реального времени, а также централизацию производственных информационных баз данных – создание единой геоинформационной системы (ЕГИС).

Тогда мы встали на распутье, которое определило всю дальнейшую судьбу будущей ЕГИС. Был выбор между запуском собственной разработки или внедрением готового программного решения. Другими словами, подобрать готовую систему и перестроить производственные процессы под нее, либо создать свою систему под исторически сложившиеся процессы. Путь внедрения готовой системы, в свою очередь, заставлял сделать еще один выбор: внедрить крупный программный комплекс корпоративного уровня на базе какой-либо всемирно известной программной платформы или приобрести готовый программный продукт, «заточенный» специально под нужды водоканалов.

Первый вариант, с одной стороны, предполагает использование проверенных решений мировой практики, а с другой – накладывает идеологические и технологические рамки, выйти за которые впоследствии крайне сложно. И главное, такой подход требует пересмотра процессов, регламентов и даже базового понятийного аппарата не только в производственных подразделениях, но и во всех управлениях и службах, которые, так или иначе работают с данными.

Второй вариант также предполагает перестройку исторических процессов под функции, которые предлагает программный продукт. Кроме того, имеющиеся на рынке продукты не являются системами корпоративного уровня, поэтому не могут обеспечить всех потребностей предприятия такого масштаба, как «Мосводоканал». Как пример, не могут предоставить необходимых возможностей по разграничению уровней доступа как по вертикали (функции), так и по горизонтали (данные).

Сетевое хозяйство АО «Мосводоканал»:

Напорные и самотечные коммуникации, общей протяженностью превышающие расстояние от Москвы до Владивостока и обратно, сечением до 5 м, около 1000 больших и малых насосных станций, более 300 тысяч объектов водопотребления, более 600 тысяч люков.

В итоге, проанализировав все «за» и «против», мы отметили для себя следующие основные риски:

- риск трансформации исходного назначения системы в систему хранения отчетности. Когда пользователи продолжают работать в им привычной рабочей среде, а ЕГИС будут использовать периодически, переноса туда данные лишь потому, что «так требует руководство»;
- изменения в базовых понятиях и принципах, которые заставят пользователей работать в терминах системы, а между собой продолжать общаться на привычном языке, либо вынудят пользователей применять двойную или даже тройную нумерацию объектов и сооружений: номер в новой системе, номер в старой системе, строительный номер и т.п.;

- отсутствие заинтересованности, отторжение процесса внедрения среди сотрудников вплоть до его саботирования;

- неучтенные затраты на взаимодействие со смежными бизнес-процессами, которые могут перекрыть затраты на автоматизацию основных процессов;

- высокие расходы на лицензии при масштабировании системы.

Манифест ЕГИС

В качестве первого шага мы разработали манифест ЕГИС, в котором отразили основные принципы и идеи, которым должен отвечать процесс внедрения системы и конечный результат:

- непрерывное повышение качества традиционных процессов – важнее их кардинальной реструктуризации;

- собственные разработки и отечественное ПО – важнее импортных аналогов;

- назначение функций системы должно определять глубину проработки информационной модели, а не наоборот;

- корректность вводимых сведений – важнее затраченного на это времени;

- улучшение качества имеющихся данных – важнее, чем ввод этих данных с чистого листа;

- система – единственный и достаточный источник достоверных сведений, как для администраторов, так и для пользователей.

Стоит отметить, что манифест, в первую очередь, обозначает акценты, но не отменяет возможности кардинальной реструктуризации процессов, применения импортного ПО и т.д.

Манифест не оставил нам выбора, кроме того, чтобы приступить к разработке системы с «нуля». Для этого требовался надежный и проверенный партнер, владеющий достаточным опытом, технологиями и собственной программной платформой. Выбор пал на компанию – АО «Геокибернетика». Являясь разработчиком собственного программного продукта под маркой «GeoBuilder», компания успела зарекомендовать себя во многих успешных проектах в сфере ЖКХ г. Москвы, имела положительный опыт разработки аналогичных систем для других отраслей.

ПЕРЕХОДНЫЙ ПЕРИОД

Мы собрали данные 5-ти информационных систем, которые эксплуатировались на предприятии в тот момент. Морально устаревшие системы локального характера имели слабую интеграцию друг с другом, использовали обособленные хранилища по подразделениям с процедурами периодического слияния. Нам предстояло заменить имеющиеся системы, сохранив при этом базовые принципы обработки информации, которые сложились за их многолетнюю эксплуатацию, а также привести в порядок имеющиеся данные, довести их до состояния, готового к использованию в автоматизированных расчетных алгоритмах.

Проектирование, разработка и внедрение системы – длительный процесс, продолжительность которого была оценена в 2 года, и запланирована на 2014–2015 гг. Мы не могли терять время и дожидаться окончания разработки системы. Мы запустили процесс по выверке данных. Для этого мы классифицировали ошибки и выявили более 20 их разновидностей.

В результате появился план по исправлению порядка 100 тысяч ошибок и прозрачная система контроля качества данных с инфографикой, наглядно отражающей прогресс и приближение к конечной цели по каждому производственному подразделению. График перестраивался раз в неделю, а процесс взял под личный контроль заместитель генерального директора. На карте был создан специальный слой с красными точками, каждая из которых означала неисправленную ошибку. Карта в тот момент вся пестрила красным цветом.

К концу 2015 г. система была готова и запущена в опытно-промышленную эксплуатацию. Все данные из прежних систем на 100 % были перенесены в новую. Красные точки на карте стали редкостью.

Теперь пользователи обрабатывали исполнительную документацию в ЕГИС.

АППАРАТНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

ЕГИС была передана в промышленную эксплуатацию в Управлении автоматизации АО «Мосводоканал». В результате внедре-

ния ЕГИС были выведены из эксплуатации 5 прежних систем, включая IBM Lotus. Система была развернута на катстрофоустойчивой аппаратной архитектуре в виртуальной операционной среде. Программная архитектура системы построена в идеологии SOA (сервисно ориентированная архитектура), центральной частью является интеграционная шина Microsoft Service Bus, в качестве системы хранения используется СУБД SQLServer Spatial, в качестве ГИС платформы используется ПК «GeoBuilder» с применением стандартов OGR/OGC. Работа и производительность системы находится под постоянным контролем системы мониторинга Kibana/Elasticsearch.

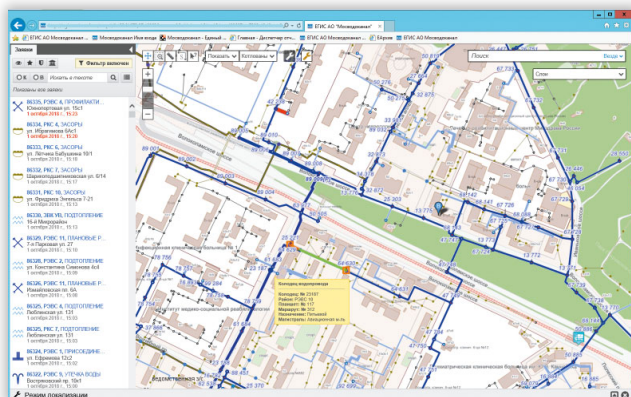
Использование интеграционной шины позволило обеспечить работу всех модулей системы в режиме 24×7 без потери данных даже в момент временной остановки отдельных компонентов системы, например, во время обновления новых версий.

ЕДИНЫЙ ПОРТАЛ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЕГИС

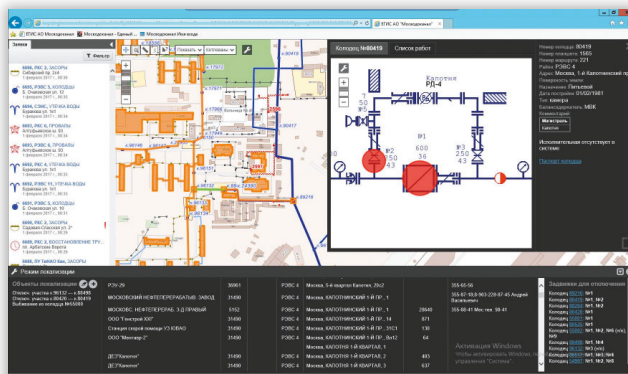
Был введен в эксплуатацию Единый портал диспетчерского управления ЕГИС (рис. 1), который обеспечивает решение базовых задач диспетчерской службы.

ЕДИНАЯ СИСТЕМА ПАСПОРТИЗАЦИИ СЕТЕЙ И ОБЪЕКТОВ ВОДОПРОВОДНОЙ И КАНАЛИЗАЦИОННОЙ СЕТИ

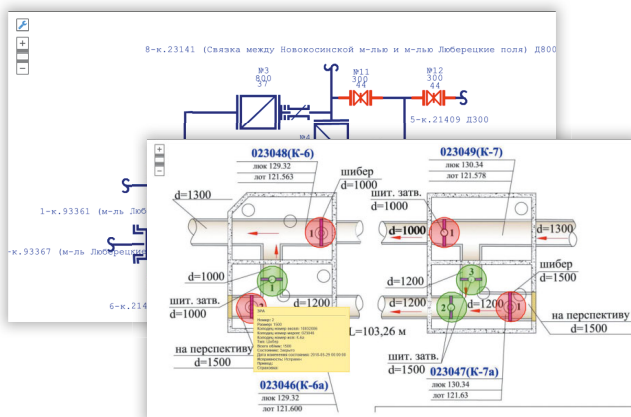
Ведение схем и паспорта водопроводных и канализационных сетей, используемых в Едином портале диспетчера, реализовано в Единой системе паспортизации (рис. 2). У этих систем единая БД, единый непрерывный процесс актуализации данных. Поэтому на портале диспетчерского управления данные всегда однозначны и актуальны. В системе ведется единая для других систем предприятия адресная база данных, интегрированная с общегородскими источниками.



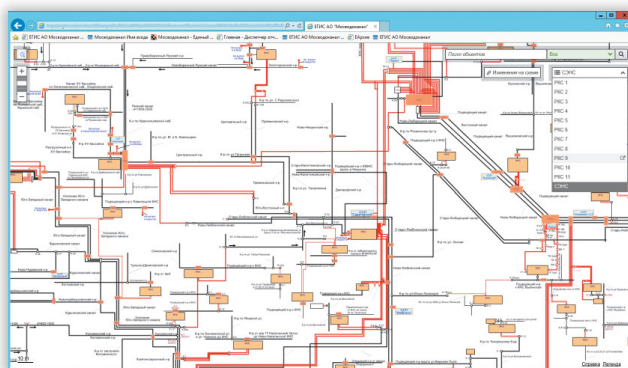
Единый информационный портал



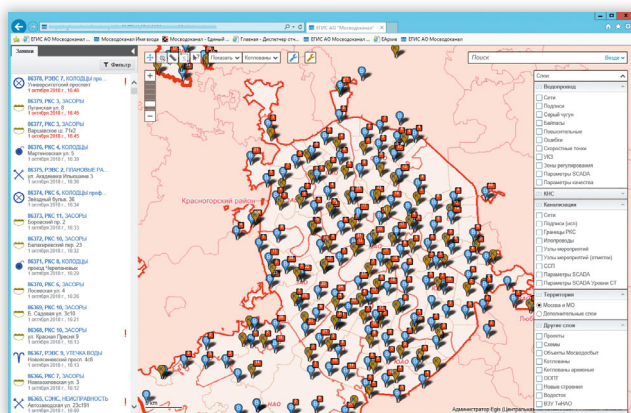
Моделирование отключений с прогнозированием отключений абонентов



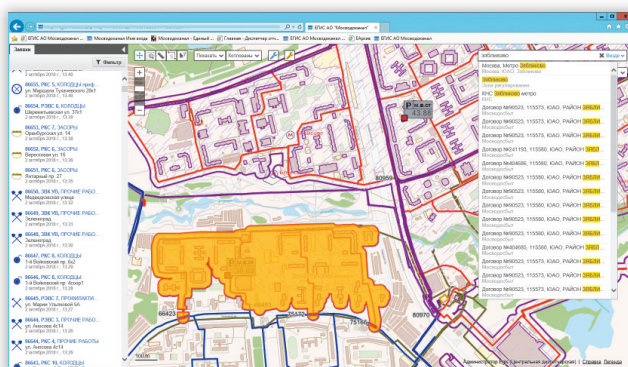
Узлы переключения водопровода и канализации с учетом состояния ЗРА



Технологические схемы с данными реального времени



Информация по аварийным и плановым работам



Построение зон сетевого регулирования на основе данных по ЗРА

Рис. 1. Единый портал диспетчера «Оперативное управление сетями и объектами ЕГИС»

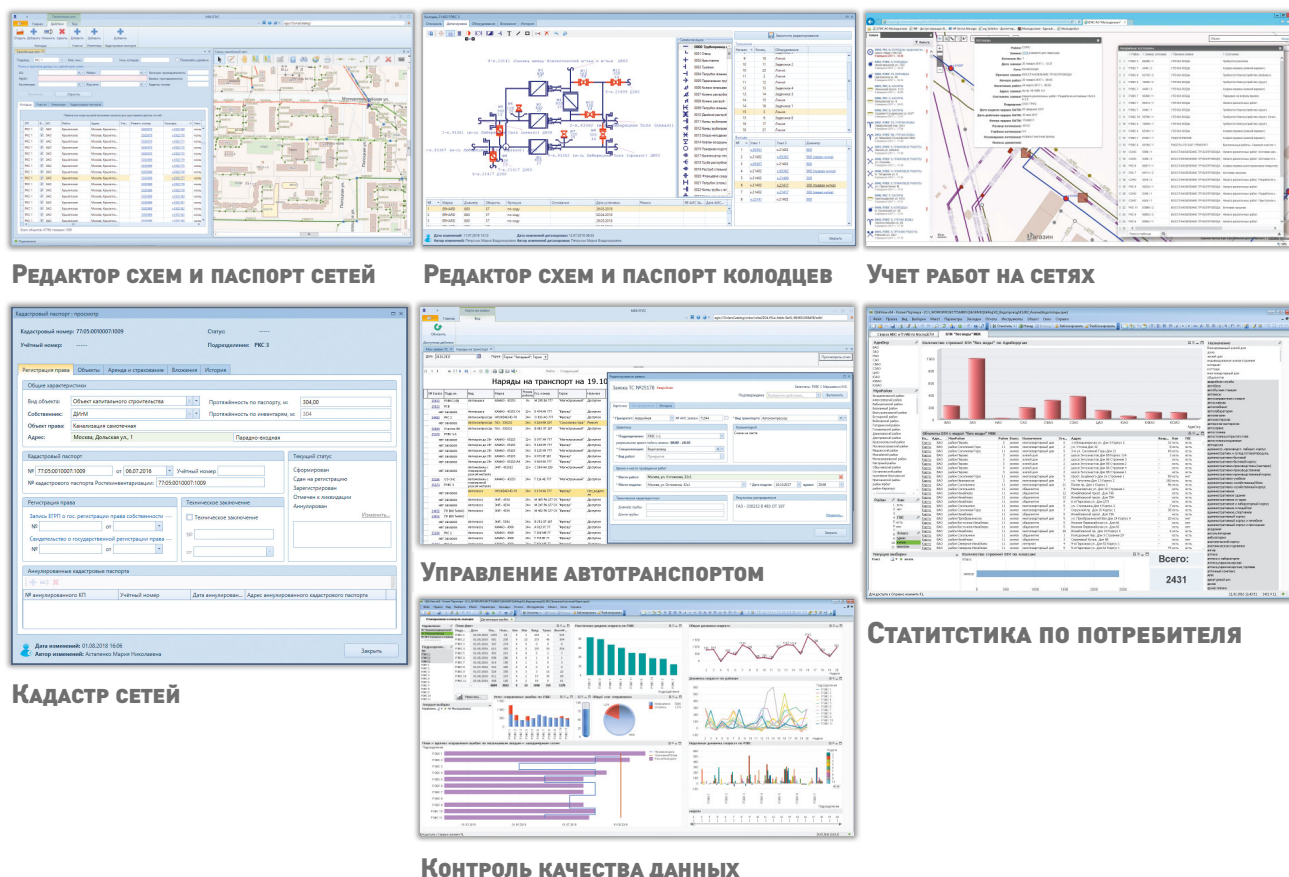


Рис. 2. Единая система паспортизации сетей и объектов водопроводной и канализационной сети

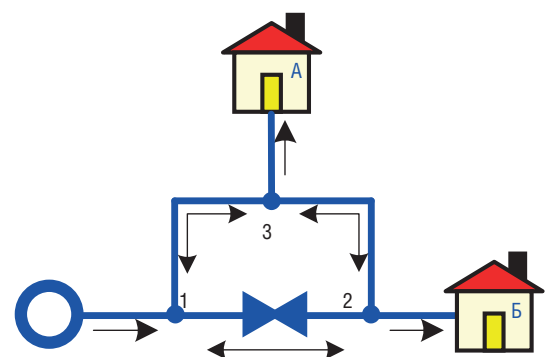
Базовые задачи диспетчерской службы:

- послойное графическое представление цифровых схем сетей и планов расположения других объектов с привязкой к ЕГКО Москвы М 1:10000 (Единая государственная картографическая основа (Постановление Правительства Москвы от 19.01.1999 № 24 «О введении Единой государственной картографической основы г. Москвы для решения задач управления городским хозяйством с использованием автоматизированных технологий»);
- отображение единой схемы водопроводных и канализационных сетей;
- отображение детализированных камер и схемы узлов с состоянием запорно-регулирующей арматуры (ЗРА);
- отображение информации по абонентам, прогнозирование отключений;
- отображение данных по паспорту сетей и оборудования узлов сети (колодцев, камер, абонентов и т.п.);
- оперативный поиск требуемых участков сетей и объектов по различным критериям (адрес, наименование, номер объекта и т.д.);
- получение справок и генерация отчетов о сетях, в том числе статистических выборок;
- моделирование переключений, режимы «Локализация повреждений», «Замена задвижки», «Выбивание из колодца», «Неисправная задвижка»;
- расчет зон сетевого регулирования водопроводной сети;

- отображение заявок по аварийным и плановым работам на фоне единой карты;
- ведение реестра и отображение мест проведения разрывов (котлованов);
- отображение автомобилей аварийных бригад на фоне единой карты;
- отображение на карте технологических параметров в реальном времени;
- ведение реестра аварийных мероприятий с привязкой к карте;
- отображение технологических схем канализационной сети, которые позволяют диспетчеру оперативно определить технические характеристики, местоположение относительно городских объектов, состояние сетей и оборудования, положение ЗРА в основных узлах переключений, а также определение действия персонала в аварийных ситуациях непосредственно на выбранном участке;
- просмотр карты расположения установок катодной защиты;
- контроль давления в распределительной сети района;
- визуализация зон регулирования режима сети;
- контроль уровней заполнения коллекторов и каналов в городских сетях;
- контроль показаний автоматических анализаторов на распределительной сети;
- получение справочной информации по абонентскому вводу;
- локализация повреждений на водопроводной сети.

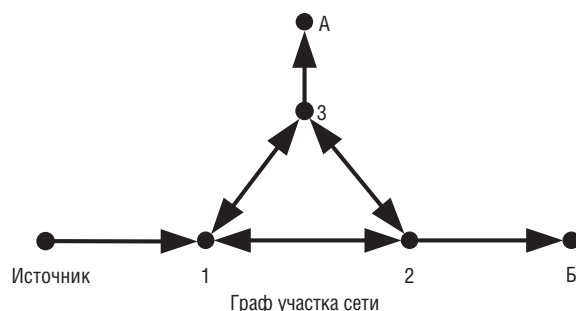
Схема водопровода была представлена в виде графа: математической модели, состоящей из узлов и связей между ними (рис. 3). Узлы соответствуют любым разветвлениям на сети: тройникам, крестовинам, врезкам и т.п. Связи между узлами – это трубопроводы или запорная арматура. Связи бывают направленными, двунаправленными, а также могут быть открытыми или закрытыми. Закрытая связь соответствует закрытому состоянию запорной арматуры. Направленная связь соответствует участку, где направление воды известно заранее и не меняется: магистральная сеть, либо водопроводный ввод (участок к потребителю). Двунаправленные связи составляют 99 % относительно всех связей графа. Всего разработанный нами граф-модель московского водопровода содержит порядка полутора миллионов связей и узлов.

Граф перестраивается непрерывно в реальном времени в момент, когда инвентаризация производственных подразделений вносит изменения в схему водоснабжения или когда диспетчер изменяет положение ЗРА, отмечая этапы выполнения работ.



Источник

Планарная схема участка сети от источника до потребителя



Источник

Граф участка сети

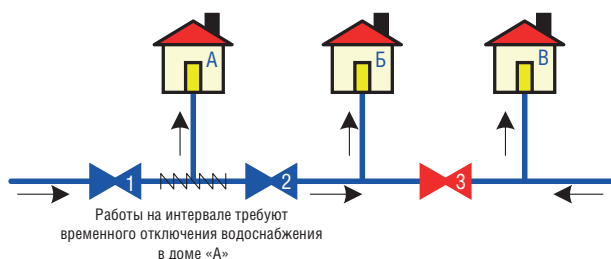
Рис. 3. Граф участка сети

Создав графовую модель сети, мы смогли получить ответы на следующие вопросы:

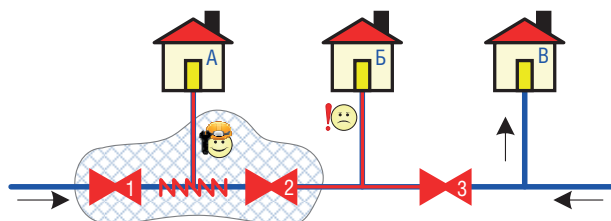
- какие участки и потребители отключены в данный момент и кто будет отключен при проведении работ или при расширении зоны проведения работ;
- где проходит граница зон влияния станций или зон сетевого регулирования, изолирована ли зона в данный момент, если нет, то где именно;
- какие задвижки должны быть закрыты для локализации аварии на участке или поступлении воды из колодца, либо для замены арматуры в колодце.

Стоит отметить особо, что лишь благодаря наличию целостной базы данных удалось достоверно определять всех отключенных потребителей, включая тех, что раньше могли быть отключены несанкционированно (ситуация иллюстрирована рис. 4).

Рисунок отражает случай, когда рядовые плановые работы на сети могут привести к незапланированному отключению абонента или гидранта, которые находятся за пределами зоны проведения работ.



1. Задвижки № 1, 2 находятся в открытом состоянии
2. Задвижка № 3 закрыта, но не препятствует водоснабжению
3. Дома «А», «Б», «В» подключены к водоснабжению



1. Задвижки № 1, 2 закрыты, чтобы локализовать интервал для проведения работ
2. В доме «А» произошло плановое временное отключение
3. В доме «Б» произошло незапланированное отключение

Рис. 4. ЕГИС позволяет определять незапланированно отключенные участки сети

Такое чаще происходит когда, к примеру, за-
движки № 2 и № 3 (см. рис. 4) эксплуатиру-
ются различными районами. Без использо-
вания ЕГИС такие ситуации могли упускаться
из виду. Теперь система однозначно опреде-
ляет все отключенные участки, здания, ги-
дранты вне зависимости от того, попадают
ли они в зону проведения работ или нет.

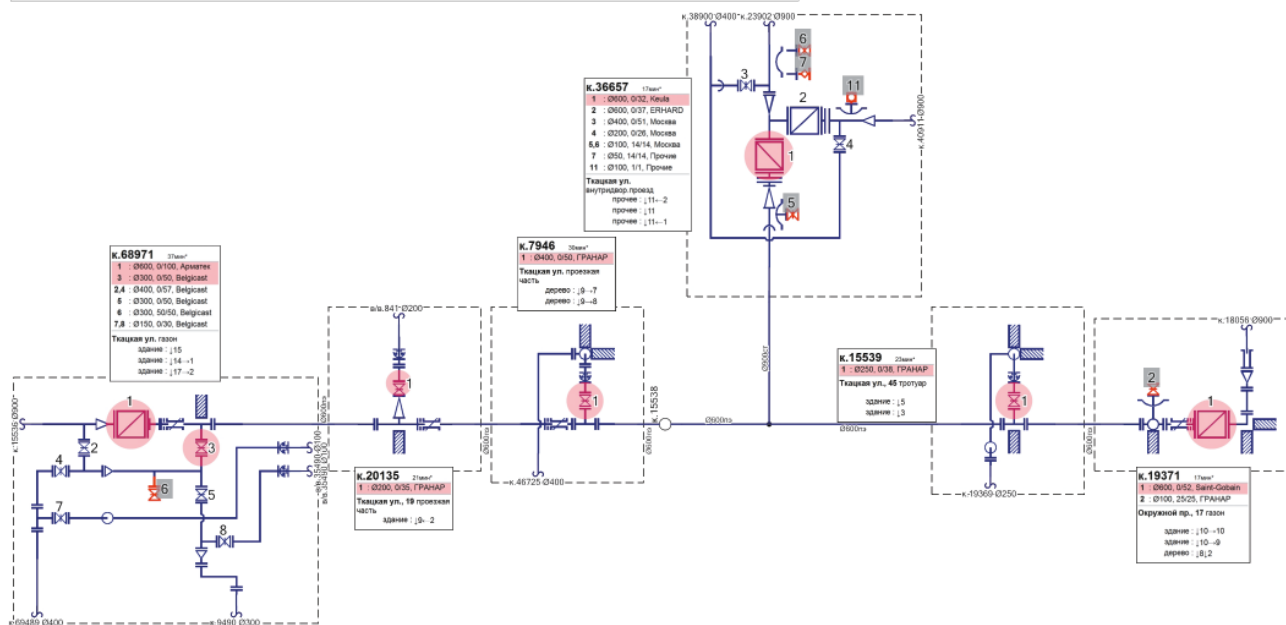
АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПОСТРОЕНИЕ СХЕМ ЗАКРЫТИЯ

Многие пользователи сразу оценили
те результаты, которые выдавала система
и помощь, которую она оказывала в каж-
додневной работе, но все же скептики пока
были в большинстве. Шло время, и мы пре-
одолели психологический барьер недоверия
пользователей к данным, люди увидели, что
система выдает корректный и качествен-
ный результат там, где была проведена пол-
ная выверка. Вскоре мы пришли к тому, что
все согласования графиков на проведение
работ стали сверяться в ЦДУ с результатами,

которые выдает ЕГИС. При малейшем раз-
ногласии, происходила проверка данных
как в ЕГИС, так и в графиках до тех пор,
пока они не начинали соответствовать друг
другу. Таким образом, мы пришли к прин-
ципу непрерывной обратной связи: «введи –
используй – откорректируй», который вывел
процесс выверки данных на новый уровень:
данные находились в постоянном саморе-
гулируемом процессе контроля качества,
причем устранение замечаний происходило
практически сразу при их выявлении.

Аппетит приходит во время еды. Эту
известную фразу уместно применить в на-
шем случае. Работая в ЕГИС, пользователи
продолжали рисовать схемы закрытия сетей
на бумаге, используя результаты инструмен-
та локализации, как основу: компоновали
изображения со схемами колодцев таким
образом, чтобы они поместились на одном
или двух листах, соединяли соседние колод-
цы линиями, создавая таким образом пла-
нарную принципиальную схему закрытия
участка сети. Этот процесс был не только
трудоемким, но и нестандартизованным.

РЭВС 11. Закрытие участка магистрали Ткацкая
Участки: Ø=900, 600мм, L=1386,0п.м., V=394,7м³
Колодцы №№: 7946, 15538, 15539, 19371, 20135, 36657, 68971. Планшеты: 203, 204. Маршруты: 102, 112.
Адрес: Окружной пр., 17, Ткацкая ул., 19, 27, 45



* Нормативное время последовательного закрытия всех необходимых задвижек без учета времени на отпечку и вентиляцию колодцев

Рис. 5. ЗАКРЫТИЕ УЧАСТКА СЕТИ

В зависимости от специалиста, его уровня, возраста и т.п., схемы очень сильно разнились. А опытные пользователи интуитивно понимали, что такие схемы может формировать ЕГИС автоматически. Тогда мы запустили новую работу по реализации автоматизированного построения схем закрытия на основе инструмента локализации.

В течение 2017 г. на протяжении 10 месяцев шла разработка и апробирование алгоритмов. В итоге, в нашем распоряжении появилась поистине уникальная функция, не имеющая аналогов, результаты работы которой отображены на рис. 5 и 6.

На рис. 5 изображена схема закрытия интервала сети общей протяженностью 1,3 км, которая помещается на лист формата А4. Для формирования требуется несколько кликов мыши, печатается за считанные секунды.

Основные функции ЕГИС при формировании схемы закрытия интервала:

- 1) формирование планарной схемы закрытия участка сети с отображением текущего положения ЗПА и ЗРА, предназначенной для закрытия;
- 2) формирование ситуационного плана на фоне карты города;
- 3) формирование ведомости закрытия с перечнем отключаемых абонентов, гидрантов;
- 4) список дополнительных мероприятий, которые должны быть выполнены при закрытии, при их наличии на закрываемом участке (например, порядок закрытия, компенсация);
- 5) подсчет общего времени на закрытие интервала на основе временных нормативов;
- 6) особый режим с условным названием «задвигка не закрылась». Полезна, когда появляется необходимость расширить зону локализации, при этом сохранив конфигурацию первоначальной схемы. В результате появляется новая страница, которую останется лишь положить рядом с исходной схемой для получения полной картины;
- 7) печать на выбранный формат и ориентацию бумаги.

СХЕМА СТРОИТСЯ АВТОМАТИЧЕСКИ ИЗ КАМЕР, В КОТОРЫХ НЕОБХОДИМО ПРОИЗВЕСТИ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ. НА КАРТЕ ОТОБРАЖАЮТСЯ ОТКЛЮЧАЕМЫЕ СЕТИ И АБОНЕНТЫ.



Ведомость закрытия участка сети/магистральной

Задания к зачетному								Всего 2
Коды	№	Ф	Объект	Тип	Функция	Мир	Примод	Состояние
4816	2	500	049	Задания	по нуду	Велост		Густине
57123	1	500	039	Задания	по нуду	Халве		Густине
57430	1	400	050	Задания	по нуду	Халве		Густине
57522	2	100	015	Задания	по нуду	Халве		Густине
	1	800	055	Персональный запир	по нуду	Saint-Gobain		
	2	500	066	Задания	по нуду	Халве		
57523	1	500	066	Задания	по нуду	Халве		
	4	500	066	Задания	своба	Халве		
	5	500	066	Задания	своба	Халве		
	6	500	066	Задания	своба	Халве		
57533	1	500	039	Задания	по нуду	НТР		8816
57629	1	500	049	Задания	реабилитаци	Москва		
57630	1	500	021	Задания	реабилитаци	Москва		44900
57630	1	800	2149	Задания	по нуду	НТР		
57694	1	800	054	Персональный запир	по нуду	Saint-Gobain		
				Персональный запир	по нуду	Saint-Gobain		97215
98132	1	500	039	Задания	по нуду	Халве		97215
9591	2	500	039	Задания	по нуду	Халве		97217
98303	1	500	050	Задания	реабилитаци	Халве		
				Задания	по нуду	Халве		

Суммарный рас

Отличительные авторы						
Введен	Роспат	Договор	Адрес	Назначение	Этапы	Наименование
1010	56,68		ул. Академическая, Виноградный, 141	мониторинговый дом	17	ООО "ТНН-Конфид" ОДЭ-Нормативы, 4 955 89 89
1616	3,59		ул. Академическая, Виноградный, 142	гараж	3	ООО "ТНН-Конфид" ОДЭ-Нормативы, 4 955 89 89
2373	124,45		ул. Академическая, Виноградный, 1	мониторинговый дом	16	Уральск-Конфид ОДЭ-Нормативы, 4 955 89 89
3862	1,48		ул. Академическая, Виноградный, 7	музыкальные саундс	3	Уральск-Конфид ОДЭ-Нормативы, 4 955 89 89
			ул. Академическая, Виноградный, 7-2	ЦТП	1	Уральск-Конфид ОДЭ "КОС" ОДЭ-Нормативы, 4 955 89 89
3395	51,50		ул. Академическая, Виноградный, 341	мониторинговый дом	17	ООО "ТНН-Конфид" ОДЭ-Нормативы, 4 955 89 89
39719	18,80		ул. Академическая ВДНГ, 15	автоматизация	5	"Нормативы для автотестирования и мониторинга объектов Стороннего Аудита"

* Исключая субабоненто
 ** По сведениям Водоканала X
 x Отсутствует подвал спелтно

× Отсутствуют подходы спонсоров

- Воды в источнике

Butylated hydroxytoluene (BHT)

[illegible]

X СТРАНИЦА ИЗ 10

- 9330000000

Downloaded from <http://ajphaphapubs.com/> by guest on June 10, 2015

АВТОМАТИЧЕСКИ ФОРМИРУЮТСЯ:

—ВЕДОМОСТЬ ОТКЛЮЧАЕМЫХ АБОНЕНТОВ:

— ПЕРЕЧЕНЬ КАМЕР С УКАЗАНИЕМ ЗРА ДЛЯ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЙ

Рис. 6. ПЛАНАРНАЯ СХЕМА ЗАКРЫТИЯ УЧАСТКА СЕТИ

Конечно, внедрение этой функции не обошлось без сложностей. Всплыли ошибки, о которых мы знали еще в 2015 г., но не работали над ними, т.к. их исправление не оказывало влияния на результаты расчета локализации, приоритет у них был низкий. Теперь, эти ошибки стали критичными, т.к. напрямую влияли на качество получаемой схемы. Нам удалось разработать алгоритм, который смог устранить 20 % ошибок в автоматическом режиме, остальные ошибки требовали ручного вмешательства, они были устранены в короткое время.

На сегодняшний день, схемы закрытия – основной производственный инструмент при планировании работ на сети, одновременно являющийся средством непрерывного подтверждения (валидации) данных.

Дополнительные модули и подсистемы ЕГИС

Кроме инструмента моделирования и схем закрытия, мы работали над другими направлениями деятельности предприятия.

ЕГИС интегрирован более чем с десятком систем, находящихся в промышленной эксплуатации на предприятии, среди которых:

- АИС Заявка. Система диспетчерского управления.
- Сбыт. Система учета договоров и абонентов
- КИСУ. Корпоративная информационная система управления предприятием
- 1С Автотранспорт. Номенклатура автотранспорта
- Глонасс. Отображение положения автомобилей в реальном времени
- iFix. Технологические данные реального времени
- PI Systems. Операционные ретроспективные данные предприятия.
- QlikView. Средство бизнес анализа.
- Ави́зо. Связь с бухгалтерским учетом
- ЕИП ЦТД. Единое информационное пространство Центра технической диагностики.
- АИС Водомерное хозяйство. Информация по потребителям.
- Avanpost. Централизованная система управления учетными записями пользователей.
- SMS Gate. Система рассылки СМС оповещений.
- MikeUrban. Система гидравлического моделирования.

В интеграции с MikeUrban ЕГИС выступает в качестве донора информации, необходимой для гидравлического моделирования магистральных сетей водопровода. ЕГИС выгружает в MikeUrban упрощенный граф, в котором отсутствуют промежуточные узлы, не влияющие на конечные результаты гидравлического расчета. Также выгружаются точки водопотребления, рассчитанные по среднесуточному показателю водосчетчиков за интересующий период.

В результате упрощения сети количество узлов уменьшается в 100 раз, с 500 тысяч до 5 тысяч, что позволяет эффективно использовать модель в гидравлических расчетах.

Дополнительные модули и подсистемы ЕГИС:

- Модуль ведения аварийных мероприятий на канализационной сети. Инструмент формирования списка мероприятий при аварии на канализационной сети, который стал аналогом инструмента моделирования локализации в водопроводе, только он базируется не на алгоритмических расчетах, а на списке заранее отработанных действий, подготовленных в подразделениях по эксплуатации канализационной сети.
- Мобильный автономный клиент ЕГИС под управлением ОС Android.
- Модуль ведения технологических схем самотечной и напорной канализации, схем узлов аварийных мероприятий на канализации.
- Центральный сервис адресов и топонимов города и окрестностей (адресный сервис). Наполняется автоматически на основе данных, предоставляемых Геотрестом, МосгорБТИ и открытых источников.
- Модуль ведения байпасов, аварийных и плановых котлованов с отображением на картографическом портале диспетчера.
- Подсистема паспортизации станций катодной защиты для Центра технической диагностики.
- Модуль заказа автотранспорта для Спецавтобазы.
- Калькулятор присоединений.

Не останавливаясь подробно на описании функции всех модулей, отметим, что на сегодняшний день ЕГИС насчитывает более 900 активных пользователей, для которых определено порядка 60 ролей.

КАЛЬКУЛЯТОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИСОЕДИНЕНИЙ

Отдельно прокомментируем подсистему «Калькулятор технологических присоединений» (рис. 7). Проект калькулятор при-

соединений был разработан по поручению Правительства Москвы как онлайн сервис, находящийся в открытом доступе в сети интернет. Это сервис предварительного расчета стоимости технологического присоединения к сетям водоснабжения и водоотведения. Калькулятор размещен на сайте АО «Мосводоканал» и пока эксплуатируется в тестовом режиме, без авторизации. В дальнейшем, сервис будет доступен только авторизованному пользователю, имеющему аккаунт в Единой системе идентификации и аутентификации (ЕСИА).

Аналогичные сервисы Правительство Москвы поручило разработать не только в городских энергоснабжающих предприятиях. Отличительной особенностью этого калькулятора от остальных аналогов является возможность интерактивного ввода параметров присоединения с непосредственной привязкой к карте:

• Для начала расчета указывается объект подключения – точка на карте в любом интересующем месте. Задаются требуемые нагрузки, и система автоматически определяет ближайшие колодцы, в которых возможно подключение такой мощности.

• Далее, пользователь рисует на карте оптимальный маршрут прокладки водопровода, исходя из окружающей обстановки. Например, без пересечения с домами или дорогами. После нанесения маршрута система автоматически рассчитает ориентировочную стоимость подключения согласно тарифу.

• Далее, пользователь рисует на карте оптимальный маршрут прокладки водопровода, исходя из окружающей обстановки. Например, без пересечения с домами или дорогами. После нанесения маршрута система автоматически рассчитает ориентировочную стоимость подключения согласно тарифу.

Рис. 7. Калькулятор технологических присоединений

Калькулятор технологических присоединений
Предварительный расчёт стоимости присоединения к сетям водоснабжения и водоотведения
8 499 763-34-34

Адрес или объект: **Найти**

Адрес: Западный административный округ, район Очаково-Матвеевское

Водоснабжение		Водоотведение	
Нагрузка	Проектируемая сеть	Нагрузка	Проектируемая сеть
Объём, м куб./сут. <input type="text" value="15"/>	Диаметр труб: 150 мм Длина: 365,6 м Колодец: к.362	Объём, м куб./сут. <input type="text" value="15"/>	Диаметр труб: 300 мм Длина: 519,2 м Колодец: к.1025345
Пиковый объём, л/с <input type="text" value="25"/>	Стоимость Подключение: 24 969,45 руб. Прокладка: 26 772 299,38 руб.	Пиковый объём, л/с <input type="text" value="25"/>	Стоимость Подключение: 24 969,45 руб. Прокладка: 63 739 068,80 руб.
Изменить	Изменить	Изменить	Изменить

Итого: 90 561 307,08 руб. **Напечатать**

Данный расчет является предварительным. Расчет применим при однотрубной прокладке и только для объектов, расположенных на территории г.

ТЕКУЩИЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ

В июне 2018 г. завершена разработка и проводится опытная эксплуатация дополнительного модуля ЕГИС – ведение архива исполнительной и проектной документации (электронный архив ЕГИС), целью создания которого являются формирование единого структурированного электронного архива производственной документации.

Задачи единого электронного архива ЕГИС:

- систематизация, приём, учёт, хранение на бумажных и электронных носителях исполнительной и утвержденной проектной документации на линейные сооружения водопровода и канализации и объекты капитального строительства;
- автоматизация процессов выверки, актуализации и контроля качества (на основе исполнительной документации) производственных графических и справочных баз данных ЕГИС для повышения точности и оперативности принятия решений на основе данных ЕГИС в процессах диспетчерского управления, эксплуатации и ремонта объектов водопроводных и канализационных сетей;
- привязка электронных копий исполнительной и проектной документации из архива к объектам сетей, сооружениям или карте города в ЕГИС для повышения скорости поиска и отображения документов непосредственно на рабочем месте производственного персонала в ЕГИС при решении оперативных эксплуатационных задач, а также контроля этапов строительства новых объектов;
- систематизация, приём, учёт, хранение на бумажных и электронных носителях исполнительной документации на линейные сооружения водопровода и канализации в соответствии с ЕГИС, документации рассмотренных проектных решений на линейные сооружения водопровода и канализации, образующейся в процессе деятельности АО «Мосводоканал»;
- создание единого информационного и поискового аппарата к документации архива (карточки технического описания, номенклатур дел, описи, акты и т. п.).

Также в 2018 г. была создана интерактивная карта располагаемых пьезометрических напоров (рис. 8). Она строилась на основе показателей датчиков контроля давления путем аппроксимации этих данных на всю территорию города с учетом выделенных зон сетевого регулирования и зон влияния станций. На карте отчетливо видно, что зоны сетевого регулирования имеют равномерную заливку. Данный ресурс используется для экспресс-оценки располагаемого напора при выдачи ТУ.

В настоящее время реализуется проект «Уточнение местоположения колодцев 360» и их последующего отображения на мобильном устройстве для их однозначной идентификации на местности. В рамках выполнения работ осуществляется разработка стационарного АРМ, обеспечивающего ведение единой базы данных и связанной с ней идентификационной, справочной, графической информацией, а также фотоизображениями, обеспечивающими однозначную идентификацию колодцев на местности. Ведется создание мобильного АРМ инженера-инспектора, обеспечивающего отображение всей необходимой для однозначной идентификации колодцев информации (карты, схемы, фотоматериалы, описания) на индивидуальном планшете. В проекте решено использовать не только фотографии маршрута движения к колодцу и фотографии колодца, но и самые современные технологии интерактивной панорамной фотографии на 360 градусов, которые позволяют однозначно и абсолютно точно идентифицировать колодец даже в самых трудных случаях для человека, который первый раз прибыл на данное место.

Планируется дальнейшее развитие ЕГИС. Уже подготовлены частные технические задания на развитие функциональности ЕГИС, в части учета и отображения в ЕГИС информации о планах (ТУ, ТЗ, ПИР) и ходе реализации СМР по строительству и реконструкции водопроводных и канализационных сетей. Система обеспечит нанесение на карту объектов подключения и эскизов трассировки новых сетей по утвержденным проектным решениям. В Управлении по перспективному развитию и присоединениям будет автоматизирована функция контроля реализации договоров на технические присоединения. В Управлении технического контроля будет обеспечено ведение поэтапного плана выполнения работ с отображением хода строительства. Будет обеспечена подготовка отчетов о ходе строительства с автоматическим выявлением «проблемных объектов» для своевременного информирования руководства о возможных задержках реализации планов производства работ.

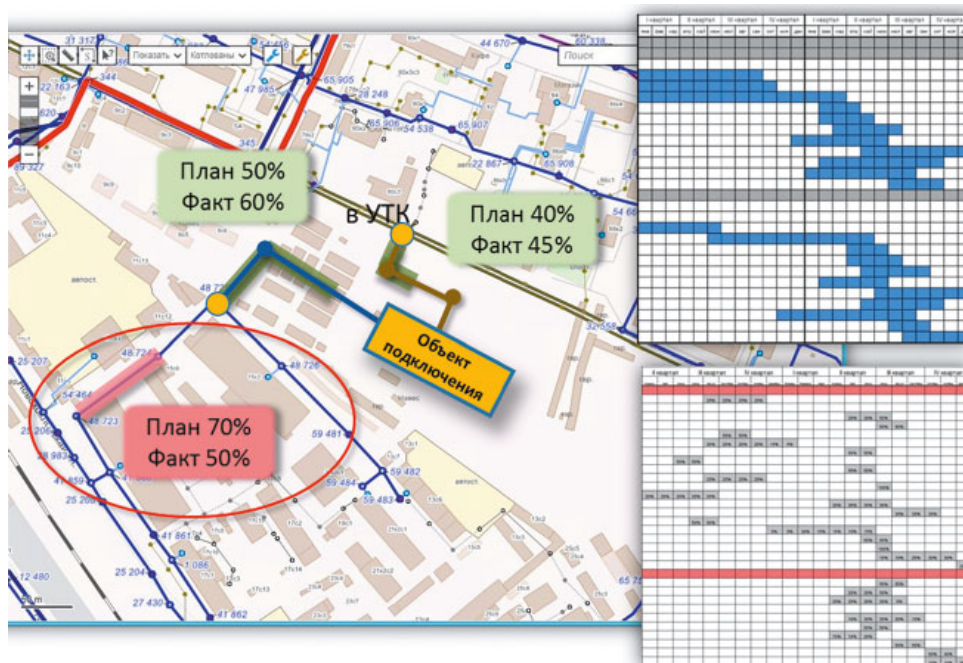


Рис. 9. Отображение информации о ходе реализации СМР по строительству и реконструкции водопроводных и канализационных сетей

ВЫБОР РЕШЕНИЯ



Рис. 10. Комплексный анализ данных

После внедрения указанных модулей в ЕГИС будет собрана информация, как по существующим сетям, так и о реализации текущих планов ремонтов, развития и реконструкции (рис. 10). Комплексный анализ этих данных позволит повысить эффективность принятия решений как по включению объектов в планы ремонтов, так и решений по развитию сети.

Таким образом, целью Единой геоинформационной системы (ЕГИС) АО «Мосводоканал» является обеспечение процесса поддержки принятия технически и экономически эффективных решений по управлению, обслуживанию, ремонту и развитию сетей. Задача ЕГИС – обеспечить комплексное ведение баз данных о полном жизненном цикле производственных активов: строительство – учет – эксплуатация (рис. 11).

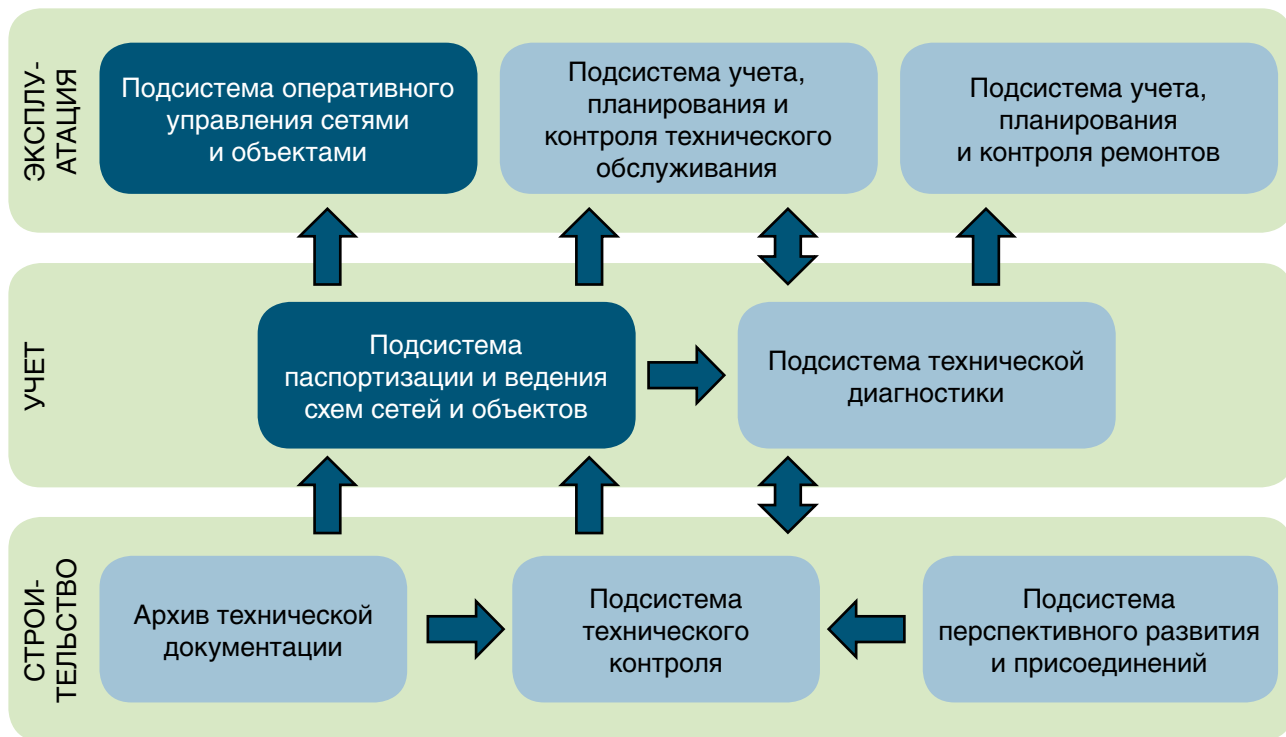


Рис. 11. Комплексное ведение баз данных о полном жизненном цикле производственных активов: СТРОИТЕЛЬСТВО – УЧЕТ – ЭКСПЛУАТАЦИЯ

ТЕМ, КТО НАХОДИТСЯ В НАЧАЛЕ ПУТИ

В завершение хотелось бы обратиться к тем, кто находится в начале пути по созданию своей системы. Мы рассказали о практике построения ЕГИС в нашей организации, о нашей идеологии, о выборе технологий, о проблемах, которые нам пришлось преодолеть. Не стоит воспринимать наш опыт, как историю выбора единственно верного пути. Наш проект, как и любой другой – похож на ребенка. Сначала он родился, потом стал подстраиваться под внешние вызовы, а через некоторое время начал проявлять характер, оказывая, таким образом, влияние на свою дальнейшую судьбу. Ваш проект, как ваш ребенок, будет не похож на всех остальных. Какой бы путь развития для своего проекта вы не выбрали, примите во внимание несколько рекомендаций от команды ЕГИС АО «Мосводоканал» тем, кто только собирается внедрять производственную систему на своем предприятии водной отрасли:

- Система должна строиться на ГИС платформе на современной СУБД с поддержкой пространственных типов данных. Не стоит использовать платформу класса CAD (системы автоматизированного проектирования).
- Не рекомендуем смешивать внедрение производственной системы с финансовыми системами или системой расчета с абонентами.
- Разделите свою будущую систему на блоки и внедряйте их друг за другом: паспорт, диспетчерское управление, эксплуатация, надежность.
- Не бойтесь затраченного времени. В зависимости от масштаба предприятия, законченный паспорт всех коммуникаций предприятия можно получить уже через нескольких месяцев.
- И самое главное. Помните, что систему делают люди, а они – важнее, чем любые, даже самые совершенные технологии. ●



Комплексный акустический метод повышения эффективности водоподготовки

С.А. БАХАРЕВ¹,
Д-Р ТЕХН. НАУК, ПРОФ.,
ДЕЙСТВ. ЧЛ. РАЕН

Обсуждается проблема качественной подготовки питьевой воды, отобранной из поверхностных источников водоснабжения. Известно, что во многих регионах РФ даже основные параметры питьевой воды не соответствуют санитарно-эпидемиологическим нормативам, что снижает качество и продолжительность жизни людей. Также проблему создает то, что недостаточно хорошо очищенные промывные воды сбрасываются в природные водотоки, и не эффективные рыбозащитные устройства не обеспечивают защиту оголовков водозаборов от попадания рыб, в том числе, молоди.

Описан разработанный автором комплексный акустический метод повышения эффективности и экономичности водоподготовки, который позволяет использовать оборудование одновременно для решения несколько разноплановых задач. Приведены некоторые результаты применения описанного комплексного акустического метода в Российской Федерации и за рубежом.

В настоящее время в РФ оборудование многих предприятий водоподготовки морально и физически устарело. В результате даже основные параметры (мутность и др.) питьевой воды зачастую не соответствует санитарно-эпидемиологическим нормативам [1], что, в конечном итоге, снижает качество и продолжительность жизни людей. Актуальность проблемы возрастает в связи с необходимостью одновременного (с подготовкой питьевой воды) решения экологических (качественная очистка промывных вод станций водоподготовки, сбрасываемых в реки)

и природоохранных (эффективная защита оголовков водозаборов от попадания рыб, в том числе, молоди) задач [1–5], которые, к сожалению, практически всегда решаются по «остаточному» принципу. Более того, во многих южных регионах РФ (например, в Астраханской и в Ростовской областях) и за рубежом (например, в Республике Корея и в Испании) приходится одновременно решать и четвертую задачу – защиту оголовков водозаборов, самотечных труб и приемных камер водозаборных колодцев от биообрастания (моллюском дрейсена и др.).

¹ Контакты: e-mail: taf@list.ru

Решение всех перечисленных проблем при водоподготовке возможно на основе использования методов и средств акустики [4–6] и нелинейной гидроакустики [6, 7], в частности. При этом речь идет об использовании специальных устройств (генераторов сигналов и т.д.), обладающих высоким энергетическим потенциалом и обеспечивающих в трехфазной водной среде (содержащей минеральные и биологические примеси, а также различные газовые включения) формирование различных нелинейных эффектов (акустическую кавитацию и т.д.) в диапазоне частот от десятков Гц до десятков кГц [4, 6, 7].

Следует отметить, что акустические методы и средства, основанные на принципах нелинейной акустики, в последние два десятилетия активно используются в процессе изучения Мирового океана, при освоении его богатств (в морской геофизике, в промышленном рыболовстве и т.д.) в медицине, в военно-морской деятельности и т.д. [4, 6, 7].

Акустическое осветление воды происходит за счет использования следующих физических механизмов [5, 8]:

- под воздействием акустических волн более подвижные и менее массивные тонкодисперсные частицы размером менее 5 мкм, сталкиваются с менее подвижными и более массивными среднелдисперсными частицами размером 5–25 мкм. При этом благодаря акустической энергии преодолевается отталкивающее воздействие одноименных поверхностных зарядов частиц (акустическая кавитация). Вновь образованные крупнодисперсные частицы гораздо быстрее выпадают в осадок;

- под воздействием акустических волн, распространяющихся сверху вниз, исход-

ные и вновь образованные частицы из верхнего слоя воды перемещаются в средний слой воды, или (и) непосредственно в придонный слой отстойника;

- под воздействием акустических волн, распространяющихся вдоль дна, происходит уплотнение осадка, который в дальнейшем не разрушается под воздействием внешних факторов. Для примера на рис. 1 иллюстрируется изменения распределения диаметров исходных и акустически коагулированных частиц в пробах, отобранных из горизонтальных отстойников одного из очистных сооружений в Архангельской области (данные автора).

Как видно на рис. 1 под воздействием акустических волн происходит физическое увеличение (в 2,5–3 раза) среднего диаметра исходных частиц (с 2,5 мкм до 6,5 мкм). На рис. 2 показан внешний вид илистого глинистого осадка, формируемого за месяц на верхней защитной крышке гидроакустического излучателя ЦГИ-ШНЧ, размещенного на горизонте 2 м от поверхности воды в камере водоприемного колодца одного из предприятий водоподготовки в Астраханской области.

Как видно на рис. 2 под воздействием акустических волн в камере водоприемного колодца происходит акустическая коагуляция минеральных и биологических примесей.

Акустическое обеззараживание воды происходит как следствие кавитационных процессов в жидкости в соответствии со следующими физическими механизмами [5–8]:

- в момент схлопывания кавитационной каверны давление и температура газа локально могут достичь 100 МПа и 10 000 °С. Выделяющейся энергии достаточно для воз-

Рис. 1.
Типовые размеры исходных (кривая 1) и акустически коагулированных (кривая 2) частиц

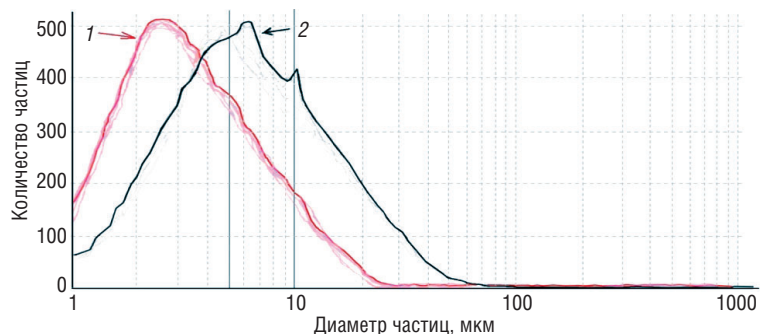




Рис. 2. Водоприемный колодец с гидроакустическим излучателем и глинисто-иловой смесью на его верхней крышке: а) общий вид; б) детальный вид

буждения, ионизации и диссоциации молекул воды, газов и веществ с высокой упругостью пара внутри кавитационной полости;

- бактерицидное действие пероксида водорода и радикалов ОН, которые образуются при диссоциации молекул воды в кавитационных образованиях.

Акустическая защита оголовков водозаборов от попадания рыб (в том числе, молоди рыб), работает следующим образом: в водную среду по закону случайных чисел излучают интенсивные гидроакустические сигналы, оказывающие разнообразное воздействие: информационное (например, звуки хищника), энергетическое (дезориентирующие рыб), высокоградиентное (воздействующие на воздушные полости у рыб) и биорезонансное (воздействующие на живые клетки рыб).

Акустическое противодействие биообрастателям осуществляется следующим образом:

- создание акустическими полями дискомфортных условий для питания и размножения биообрастателей в водной акватории (водозаборы ковшового типа);

- акустическое уничтожение (посредством полного разрушения газовых вакуолей) одной части биообрастателей и обездвиживание другой части биообрастателей;

- акустическое удаление («стряхивание») биообрастателей с внутренних поверхностей самотечных труб.

Акустическую очистку зернистого фильтрующего материала (ЗФМ) насыпных фильтров осуществляют следующим образом:

- гидроакустические излучатели заранее устанавливают (зарывают в ЗФМ) на среднем горизонте ЗФМ в геометрических центрах обеих секций насыпного фильтра;

- после начала промывки насыпного фильтра акустическими сигналами осуществляют отделение примесей от ЗФМ (акустическую дезинтеграцию агломератов, образовавшихся в ходе фильтрации);

- после окончания промывки ЗФМ излучение акустических сигналов прекращают.

Использование совокупности рассмотренных воздействий позволило создать комплексный акустический метод (КАМ), который может одновременно и с помощью одного и того же набора акустического оборудования решать разноплановые задачи [5–8]. При этом не требуется производить глубокую модернизацию существующих очистных сооружений, а процесс их усовершенствования заключается лишь в установке в определенных местах гидроакустических излучателей и цифровых усилителей мощности, изготавливаемых в РФ мелкими сериями с 1999 г.

В табл. 1 представлен состав и указаны места установки акустического оборудования (условные «акустические рубежи») на примере станции водоподготовки производительностью 20 тыс. м³/сут.

В табл. 2 представлены весовые и габаритные характеристики всех типов гидроакустических излучателей и цифровых усилителей мощности, используемых в процессе реализации метода КАМ.

Таблица 1

Состав и места установки акустического оборудования для станции водоподготовки производительностью 20 тыс. м³/сут.

№ п/п	Место установки оборудования	Решаемые задачи	Состав приборов
1.	Оголовок водозабора	Вытеснение рыб (в том числе, молоди рыб); уничтожение или обезвреживание биообрастателей (моллюсков дрейсены); уничтожение части болезнетворных бактерий, попавших с водой в оголовок; физическая коагуляция части примесей, попавших с водой в оголовок; изменение траектории движения примесей в потоке воды в районе оголовка	2 излучателя ПГИ-ШНЧ и 1 усилитель ДЦУМ-2хЗДБС
2.	Водоприемный колодец	Вытеснение рыб (в том числе, молоди рыб) через самотечную трубу; уничтожение или обезвреживание биообрастателей; уничтожение части болезнетворных бактерий; физическая коагуляция части примесей; осаждение части примесей	1 излучатель ПГИ-ШНЧ, 1 излучатель ЦГИ-ШНЧ и 2 усилителя ОЦУМ-1х6БС
3.	Двухкамерный смеситель	Уничтожение или обезвреживание биообрастателей; уничтожение части болезнетворных бактерий; физическая коагуляция части примесей; осаждение части примесей	2 излучателя ЦГИ-ШСЧ и 1 усилитель ДЦУМ-2хЗДБС
4.	Четыре блока осветлителей (12 камер)	Физическая коагуляция примесей; принудительное осаждение исходных и ранее физически коагулированных примесей; уплотнение осадка	12 излучателей ЦГИ-ШВЧ и 3 усилителя ДЦУМ-2хЗДБС
5.	Четыре блока фильтров (8 камер)	<i>Качественная, ускоренная и с минимальными затратами (воды, электроэнергии и времени) промывка насыпного материала фильтров</i>	<i>8 излучателей «СГИ-ШСЧ» и 2 усилителя ДЦУМ-2хЗДБС</i>
6.	Два отстойника для промывных вод	<i>Физическая коагуляция механических примесей, принудительное осаждение исходных и акустически коагулированных примесей, акустическое уплотнение осадка</i>	<i>2 излучателя ПГИ-ШНЧ и 1 усилитель ДЦУМ-2хЗДБС</i>
7.		Итого:	28 излучателей и 10 усилителей

Примечание: курсив – дополнительные опции;

энергопотребление одного усилителя с соответствующим излучателем – 300 Вт/час (итого для 10 усилителей и 28 излучателей – 3 кВт/ч). Как видно из табл. 1, метод КАМ способен внести вклад в решение трех важнейших задач, стоящих перед системами водоподготовки:

1) повышение качества и продолжительности жизни населения данного региона: путем подготовки более качественной питьевой воды за счет дополнительного уменьшения мутности и цветности воды, а также остаточного содержания алюминия в ней (в случае применения химических реагентов на основе сернистого алюминия), дополнительного уменьшения (или полного исключения) количества болезнетворных бактерий;

2) уменьшение сбросов загрязнений в окружающую среду: путем повышения качества очистки промывных вод, в том числе, в интересах их повторного использования для промывки фильтров, а также качества утилизации осадка;

3) сохранения биоразнообразия в водном объекте: путем повышения эффективности защиты оголовка водозабора от попадания в него рыб (в том числе, молоди рыб): за счет заблаговременного вытеснения рыб от оголовка водозабора. На рис. 3 показан внешний вид основных типов используемых в процессе реализации метода КАМ усилителей мощности с блоками согласования (рис. 3а), а также широкополосных низкочастотных (рис. 3б) и широкополосных высокочастотных (рис. 3в) гидроакустических излучателей ЦГИ-ШНЧ и ЦГИ-ШВЧ, обеспечивающих воспроизведение, усиление и излучение специально синтезированных сигналов (ранее записанных на цифровые носители информации) в диапазоне частот от 200 Гц до 20 кГц.

Таблица 2

ВЕСОГАБАРИТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ И УСИЛИТЕЛЕЙ МОЩНОСТИ

№ п/п	Наименование прибора	Габариты, мм	Масса, кг
1.	Гидроакустический излучатель «ПГИ-ШНЧ»	500×400×400	30
2.	Гидроакустический излучатель «ЦГИ-ШНЧ»	450×300	20
3.	Гидроакустический излучатель «ЦГИ-ШВЧ»	250×150	10
4.	Усилитель мощности «ОЦУМ-1х6БС»	600×500×350	18
5.	Усилитель мощности «ДЦУМ-2хЗДБС»	600×500×350	18



Рис. 3. Внешний вид усилителей мощности и гидроакустических излучателей: а) цифровые усилители мощности; б) низкочастотный излучатель ЦГИ-ШНЧ в термощкафу в водоприемном колодце; в) высокочастотный излучатель; г) высокочастотные излучатели ЦГИ-ШВЧ в блоке осветителей

Акустические приборы (гидроакустические излучатели и усилители мощности), используемые в процессе реализации метода КАМ, отличаются незначительными весогабаритными характеристиками. Промышленные испытания различных акустических способов (в частности, защиты оголовков от рыб, защиты самотечных труб от биообрастателей, коагуляции минеральных и биологических примесей, принудительного осаждения исходных и ранее коагулированных примесей, уплотнения осадка, обеззараживания воды и др.), входящих в состав комплексного акустического метода КАМ, проводились в России (Приморский и Камчатский края, Архангельская, Астраханская и Ростовская области) и за рубежом (в Республике Корея, в Республике Вьетнам, в Испании и во Франции) в период с июня 1999 г. по сентябрь 2018 г.

Проанализируем, для примера, результаты некоторых промышленных испытаний отдельных акустических модулей, проведенных в последние 2 года на территории РФ.

На примере конкретной станции водоподготовки с производительностью 20 тыс. м³/сут. в Астраханской области. Минимальная конфигурация акустического оборудования, позволяющего вытеснять рыб (в том числе, молодь рыб) от оголовка водозабора через самотечную трубу и улучшить освещение воды, требует использования одного крупногабаритного гидроакустического излучателя «ПГИ-ШНЧ», жестко установленного в камере водоприемного колодца на горизонте самотечной трубы, и 12 (по числу камер 4-х блоков осветления) малогабаритных гидроакустических излучателей «ЦГИ-ШНЧ», подвешенных на среднем горизонте каждой из камер 4-х блоков осветления, и 4-х цифровых усилителей мощности с блоками согласования, установленных в малогабаритных термощкафах в непосредственной близости от соответствующих гидроакустических излучателей. Суммарные капитальные затраты на данный набор оборудования, включая его приобретение, доставку и монтаж, составляют около 6 млн руб., а суммарный расход электроэнергии на их работу – всего около 1,2 кВт/час. Как

показала опытно-промышленная эксплуатация данного комплекта акустического оборудования, проводимая с апреля 2017 г. по сентябрь 2018 г., была обеспечена 100 % защита оголовка водозабора от рыб (в том числе, от молоди рыб) и уменьшение мутности воды на выходе блока осветлителей на 20–30 %, без использования химических реагентов в период с октября по апрель. В случае применения химических реагентов (на основе сернокислого алюминия) в период с мая по сентябрь обеспечено: уменьшение мутности воды на выходе блока осветлителей на 30–40 % и уменьшение остаточного содержания алюминия в ней на 30–40 % при неизменном расходе химических реагентов. Испытания возможности уменьшения расхода химических реагентов с использованием метода КАМ при обеспечении того же качества питьевой воды, были проведены на данной станции водоподготовки в апреле–мае 2017 г. В ходе испытаний весь расход обрабатываемой воды подвергался 2-х кратной акустической обработке: сначала в камере 2-х секционного железобетонного колодца (диаметром ~6 м и глубиной подземной части ~10 м), а затем – в камерах (размером 10,5×9 м) блока осветлителей коридорного типа (скорость восходящего потока 0,3–1,0 мм/сек, выпуск шлама – 1 раз в сутки). В табл. 3 представлены результаты

сравнительных испытаний по расходу химических реагентов в аналогичные периоды (апрель и май) 2016 г. (без использования акустического оборудования) и 2017 г.

Как видно из табл. 3, снижение расхода реагента было более 5 раз как в апреле 2017 г., когда исходная мутность воды в реке оказалась в 2 раза ниже, чем в прошлом году, так и мае 2017 г., когда эти величины были сопоставимы. В 2016 г. на данном предприятии было затрачено 1,26 млн руб. на приобретение 64 т коагулянта – сернокислого алюминия (ГОСТ 12966-85). В период углубленного тестирования метода КАМ в 2006 г. и на одной из станций водоподготовки (производительностью 800 000 м³/сут.) г. Сеула (Республика Корея) удалось снизить средний расход химических реагентов в 7,3 раза, как при средней концентрации взвешенных веществ в реке: 20 мг/л – в сухой сезон, так и 200 мг/л – в сезон дождей. При этом в 2005 г. расход химических реагентов (в виде раствора) составлял: около 30 мг/л при концентрации взвеси ~20 мг/л и около 300 мг/л при содержании взвешенных веществ ~200 мг/л. Экономия затрат на реагенты составила по сравнению с 2005 г. свыше 17 млн долларов. В качестве еще одного примера в табл. 4 представлены результаты промышленных испытаний метода КАМ, проведенных на предприятии водоподготовки в Астраханской области,

Таблица 3

Влияние акустической обработки методом КАМ на расход коагулянта на станции водоподготовки

Период	Средние параметры			
	Мутность воды, забираемой из реки, мг/л	Мутность подаваемой питьевой воды, мг/л	Суммарный расход реагента, кг	Снижение расхода реагента, разы
Без применения метода КАМ				
Апрель 2016	9,8	1,50	2764,0	—
Май 2016	17,2	1,43	10 479,0	—
С применением метода КАМ				
Апрель 2016	4,8	1,22	524,0	5,3
Май 2016	13,4	1,37	1827,0	5,7

Примечание: акустическое воздействие на воду, отобранную из реки: осуществляют в водоприемном колодце и во всех блоках осветления

направленных на уменьшение остаточного содержания алюминия в питьевой воде. При этом необходимо обратить внимание на важный аспект – производительность водоподготовки на данном предприятии в течение суток изменяется в 3–4 раза. Данное обстоятельство, на фоне резких (в течение нескольких часов) и существенных (до 2-х раз) изменений мутности воды в реке, приводит в летнее время к ухудшению качества питьевой воды.

Как видно из табл. 4, мутность воды на выходе испытуемого отстойника уменьшилась, в среднем, на 27 %, а остаточное содержание алюминия в ней – на 37 %.

Говоря об эффективности акустической защиты оголовков водозаборов от рыб (в том числе, от молоди), необходимо отметить, что на всех 3-х предприятиях (два – в Астраханской области и одно – в Архангельской области) в период опытно-промышленной эксплуатации акустического оборудования (с апреля 2017 г. по настоящее время – на одном из предприятий в Астраханской области, с мая 2018 г. по настоящее время – на двух других предприятиях), рыб (в том числе, молоди) в приемных камерах водоприемных колодцев, в смесителях или на фильтрах отмечено не было, тогда, как до начала испытаний такие факты отмечались.

На всех объектах отмечался сопутствующий эффект – акустическое обеззараживание (от 40 % и выше) по бактериологическим показателям качества воды в водоприемном колодце при размещении только одного (направленного в самотечную трубу) гидроакустического излучателя ПГИ-ШНЧ. Были отме-

чены случаи, когда обработанная звуком вода вообще не содержала бактериологических загрязнений. Для примера в табл. 5 представлены результаты акустического обеззараживания воды (сопутствующий эффект) в водоприемном колодце на одной из станций водоподготовки в Астраханской области.

Как видно из табл. 5, в камере водоприемного колодца происходит акустическое обеззараживание воды (сопутствующий эффект). При этом необходимо отметить, что (строка № 2 табл. 1) автором метода КАМ рекомендуется использовать и второй (ненаправленный) гидроакустический излучатель ЦГИ-ШНЧ, расположенный на среднем горизонте водоприемного колодца. В этом случае существенно (на 30 % и более) повышается эффективность коагуляции ВВ, обеззараживания воды и физического уничтожения биообрастателей.

В табл. 6 представлены результаты промышленных испытаний метода КАМ по уничтожению диатомовых водорослей в районе оголовка водозабора предприятия водоподготовки г. Пусан (Республика Корея, 2006 г.).

Следует заметить, что по данным промышленных испытаний, проведенных в Республике Корея в 2005–2007 гг., средняя эффективность уничтожения диатомовых водорослей составляет 90 % в радиусе 1 м от гидроакустического излучателя ЦГИ-ШНЧ, развиваемого на своей оси акустическое давление в 10 кПа на частоте 10 кГц. То есть, для решения данной проблемы необходимо задействовать несколько гидроакустических излучателей, обладающих высоким энергетическим потенциалом.

Таблица 4
Показатели качества воды

Период	Средние параметры				
	Мутность воды, забираемой из реки, мг/л	Мутность воды на выходе отстойника, мг/л	Снижение мутности воды, %	Остаточное содержание Аl в воде, мг/л	Снижение остаточного содержания Аl в воде, %
Без применения метода КАМ					
Май 2018	21,2	17,0	—	0,7	—
С применением метода КАМ					
Июнь 2018	22,5	12,3	27	0,45	36,7

Примечание: акустическое воздействие на воду, отобранную из реки: осуществляют в водоприемном колодце, в смесителе и в испытуемом отстойнике.

Таблица 5

РЕЗУЛЬТАТЫ АКУСТИЧЕСКОГО ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ В ВОДОПРИЕМНОМ КОЛОДЦЕ

Точка отбора / Показатели	ОМЧ КОЕ в 1 мл	ОКБ КОЕ в 100 мл	ТКБ КОЕ в 100 мл	ССК число спор в 20 мл
До акустического воздействия	73	12	Не обнаружено	Не обнаружено
После акустического воздействия	44	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Разница (%)	29 (39,72 %)	12 (100 %)	нет	нет

Примечание: ССК – споры сульфоредактирующих клостридий.

Таблица 6

РЕЗУЛЬТАТЫ УНИЧТОЖЕНИЯ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ

Период	Количество водорослей, млн.шт./см ³			Изменение количества водорослей, %	
	Общее	В том числе живых	В том числе мертвых	Уменьшение количества живых	Увеличение количества мертвых
	Без	применения	метода	КАМ	
Май 2006	23,9	19,5	4,4	—	—
	С	применением	метода	КАМ	
Май 2006	24,1	13,0	11,0	33	154

Таким образом, метод КАМ позволяет одновременно и помощью одного и того же комплекта оборудования решать несколько разноплановых задач. Автор метода готов осуществлять работы по оптимизации сооружений водоподготовки и поставлять акустическое оборудование без предварительной оплаты, с оплатой после получения параметров эффективности, оговоренных контрактом. ●

Литература

1. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – М., 2001.
2. Николадзе Г.И., Сомов М.А. Водоснабжение. – М.: Стройиздат, 1995, 378 с.
3. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно-допустимых концентраций и ориентировочно-безопасных уровней воздействия вредных веществ для воды и водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. – М.: ВНИРО, 1999, 304 с.
4. Урик Р. Дж. Основы гидроакустики. – Л.: Судостроение, 1978, 347 с.
5. Бахарев С.А., Максимова И.С. Новая технология безреагентной очистки воды от взвешенных веществ. – Всерос. НТК «Сохранение биоразнообразия Камчатки». – П-Камчатский: КИГ, 2005, с. 25–28.
6. Зарембо Л.К., Красильников В.А. Введение в нелинейную акустику. – М.: Наука, 1966, с.124–133.
7. Бахарев С.А., Рогожников А.В. Перспективы развития гидроакустических средств гражданского назначения, в том числе с использованием методов нелинейной акустики. – Труды Всероссийской конференции «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики». – СПб, 2012, с. 30–33.
8. Бахарев С.А. Результаты использования акустического метода очистки сточных вод от взвешенных веществ в бассейне нерестовых рек Камчатки. – Вестник XXI. Разведка, добыча, переработка полезных ископаемых / под общ. ред. В.Ж. Аренса. – М.:Интермет Инжиниринг, 2007, с. 43–46.

Регулирующая арматура пилотного принципа действия: решение практических задач управления водоснабжением



**ГОРАЩЕНКОВ Д.В.,
НОСЫРЕВ А.А.¹,
ИНЖЕНЕРЫ-ТЕХНОЛОГИ
НПЦ ПромВодОчистка**

Современный пилотный метод регулирования давления/расхода позволяет реализовать решение множества задач для разнообразных потребителей.

В статье сделан обзор практических задач управления водоснабжением с помощью пилотных регуляторов. Базовые решения, как правило, недороги. Комбинация такой арматуры обеспечивает выполнение самых сложных задач управления водоснабжением.

¹ Контакты: e-mail: 35@4210055.ru

Одной из важнейших задач водоснабжения является обеспечение необходимого давления и объема воды. Человеку некомфортно, если в квартиру подается высокое магистральное давление воды, сопровождающееся скачками напора. Крупному предприятию для разнообразного оборудования требуется различный объем жидкости под определенным давлением. Наконец, особенности рельефа местности также усложняют водоснабжение и водоотведение на больших площадях. Со всеми перечисленными проблемами позволяет справиться регулирующая арматура, особенности которой рассмотрены в предлагаемой вниманию читателей публикации.

Виды регулирующей арматуры

Для решения задач водоснабжения существует множество вариантов разнообразной арматуры, ниже приведем основные устройства:

1. Регуляторы давления/расхода – делятся на несколько типов по принципу регулирования и назначению на *регуляторы прямого действия* и *пилотные регуляторы*.

Одним из примеров регуляторов прямого действия являются *рычажные регуляторы* (рис. 1). В этой конструкции проточная часть клапана перекрывается штоком с пробкой. Шток связан с мембраной в мембранной коробке, в которую, в свою очередь, подводится импульсная трубка, а также с системой противовесов. В случае изменения количества жидкости, проходящей через регулирующее устройство, нарушится равновесие давления жидкости, подающегося через импульсную трубку в мембрану и системы противовесов. Шток поднимается/опускается, изменяя расход через регулятор, вместе с изменением расхода меняется и давление до тех пор, пока система вновь не уравновесится.

Пружинные регуляторы устроены похожим образом (рис. 2), но систему противовесов заменяет одна или несколько мощных пружин.

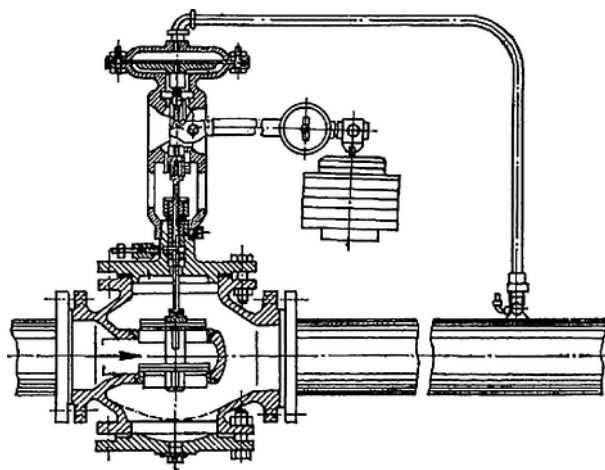


Рис. 1. Рычажный регулятор

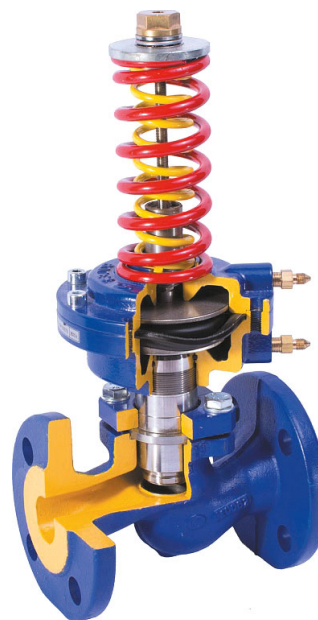


Рис. 2. Пружинный регулятор

Из плюсов регуляторов прямого действия можно отметить возможность работы как с жидкой, так и с газообразной средой, устойчивость к высоким температурам (вплоть до 300 °С). Минусы – высокие потери давления, большие габариты, необходимость монтажа в вертикальном положении, низкая точность регулировки и долгий процесс изменения заданного давления (дополнительные грузы, смена пружин.).

2. *Пилотные регуляторы* – современное изящное решение проблемы регулирования давления (рис. 3).

В пилотных регуляторах (внешний вид одного из вариантов показан на рис. 4) датчиком величины выходного давления выступает энергия рабочей среды, подающаяся на небольшой управляющий клапан, гидравлически связанный с трубопроводом, называемый пилотом.



Рис. 3. Пилотный регулятор

Используются несколько вариантов исполнения корпуса основного клапана, отличающиеся способом перекрытия проточной части.

Для крупных сетей с постоянным расходом, небольших трубопроводов с нерегулярным водоразбором и систем полива используются *регуляторы с гибкой диафрагмой* (см. схему на рис. 5)

Как следует из названия, седло клапана перекрывает резиновая диафрагма (1). При изменении расхода жидкости меняется давление на выходе клапана, в результате

чего изменяется положение запирающего элемента в пилоте (подробнее описано далее), в результате чего либо подается, либо отключается давление в камере управления (2). В результате она либо наполняется, либо опустошается, за счет чего изменяется диаметр проточной части клапана, что обеспечивает выполнение требуемой функции.

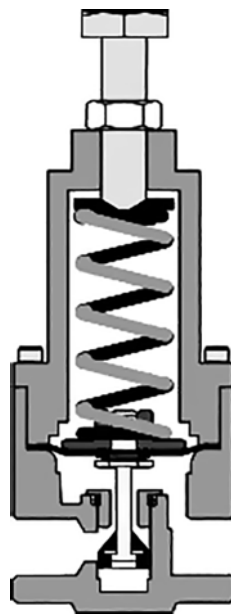


Рис. 4. Схема одного из вариантов пилота

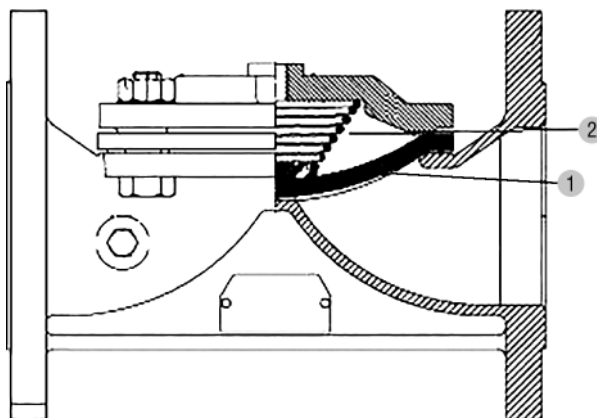


Рис. 5. Схема клапана-регулятора с гибкой диафрагмой

Данная конструкция имеет ограничения в эксплуатации. Диафрагма, находясь при температуре выше 80 °С, имеет свойство размягчаться и выгибаться, чем выше перепад давления – тем быстрее происходит этот процесс. Максимальное давление в трубопроводе для таких регуляторов не должно быть более 16 атмосфер. Также данный способ перекрытия не дает полной герметичности, при долговременном отсутствии расхода давление до и после регулятора будет выравниваться. Тем не менее, для систем с постоянным водоразбором, систем полива и систем водоснабжения жилых зданий эти регуляторы прекрасно подходят, так как просты в конструкции и обслуживании, как правило, недороги и доступны.

Для магистральных трубопроводов крупного диаметра, систем с повышенной надежностью, где требуется долгое герметичное закрытие, существуют *регуляторы с подвижным штоком* (см. рис. 6).

В этом конструктивном решении перекрывание проточной части клапана осуществляет не резиновая диафрагма, а свя-

занный с ней штоком плоский диск, что позволяет регулятору обеспечивать герметичность по классу А. Повышенная надежность конструкции дает возможность применять эти регуляторы для решения задач при давлении до 25–40 атмосфер. Также на них можно реализовать широкий спектр дополнительных опций – индикацию положения диска, защиту от кавитации, изолирование камеры управления от проточной части.

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НА РЕГУЛЯТОРАХ С ПИЛОТНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Пилотное управление позволяет решить множество задач благодаря разнообразным методам подключения, обвязки и разнообразию пилотов, начиная от снижения/поддержания давления и заканчивая быстрым открытием для защиты трубопровода от гидроудара и управления уровнем жидкости в резервуарах. Приведем основные примеры функций, которые могут быть реализованы благодаря пилотному управлению.

Детали базового клапана

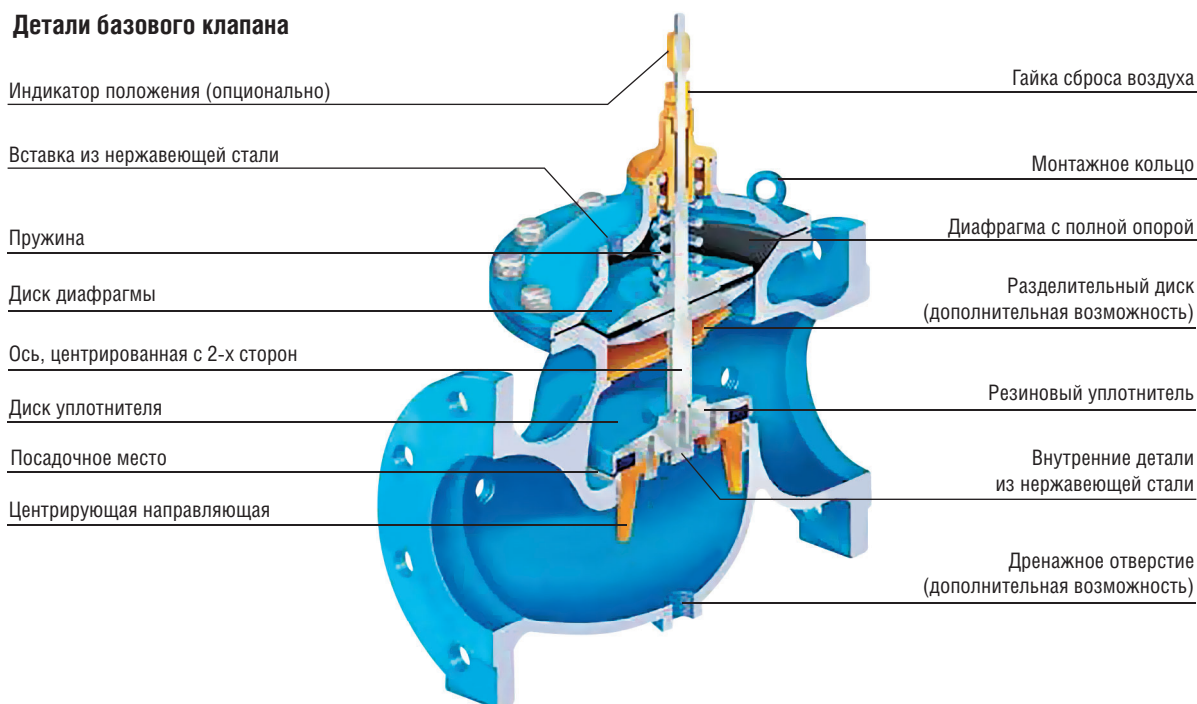


Рис. 6. Клапан-регулятор с подвижным штоком

РЕГУЛЯТОР ДАВЛЕНИЯ «ПОСЛЕ СЕБЯ»

Как можно понять из названия, эти регуляторы предназначены для регулирования (снижения) давления в трубопроводе после регулятора. Схема приведена на рис. 7.

При повышении давления в трубопроводе выше заданного уровня давление жидкости преодолевает сопротивление пружины в пилоте, открывается отверстие (порт), связывающее импульсную трубку входа в регулятор и камеру управления клапана, происходит наполнение управляющей камеры, и диафрагма в клапане прикрывает основное проходное сечение, в результате чего давление на выходе из регулятора снижается. При снижении давления в трубопроводе после регулятора, порт в пилоте закрывается, входное давление вытесняет жидкость из камеры управления, и диафрагма в клапане приоткрывается, в результате чего давление увеличивается до заданного уровня. Работа регулятора показана на рис. 8.

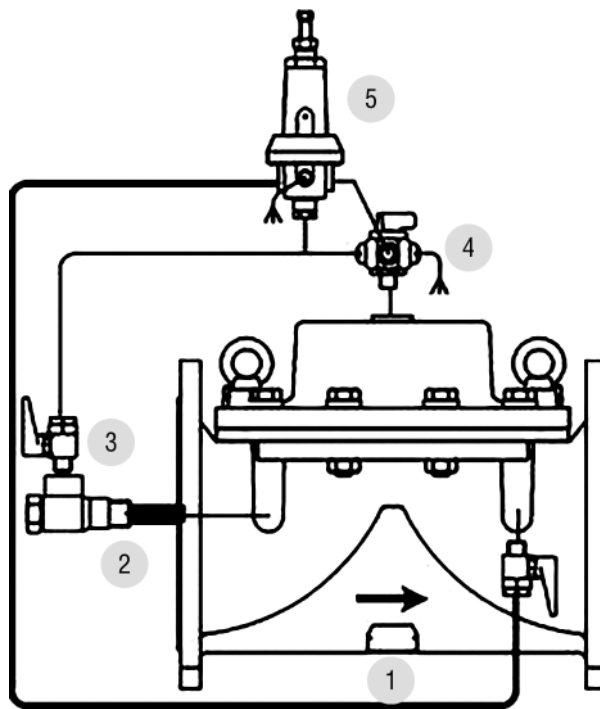


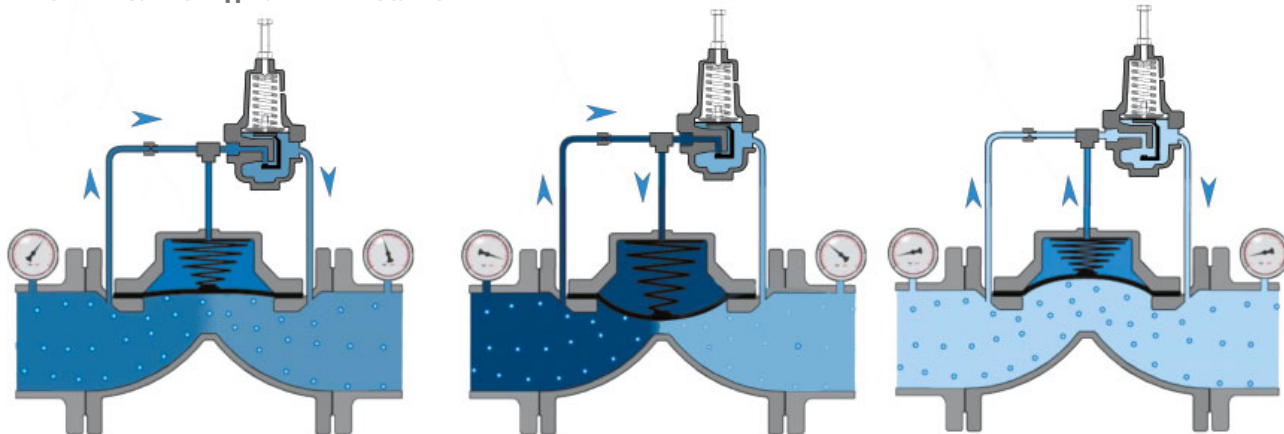
Рис. 7. Схема регулятора давления «после себя»:

- 1 – базовый клапан;
- 2 – самопромывающийся фильтр;
- 3 – контрольный кран*;
- 4 – ручной 3-ходовой селектор*;
- 5 – 3-ходовой пилотный регулятор (другие типы по требованию).

* Дополнительная возможность

Рис. 8.

РАБОТА РЕГУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ «ПОСЛЕ СЕБЯ»



ДАВЛЕНИЕ НА ВЫХОДЕ ИЗ РЕГУЛЯТОРА
СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБУЕМОМУ

ДАВЛЕНИЕ НА ВЫХОДЕ ИЗ РЕГУЛЯТОРА
ВОЗРАСТАЕТ: КЛАПАН ПРИКРЫВАЕТСЯ

ДАВЛЕНИЕ НА ВЫХОДЕ ИЗ РЕГУЛЯТОРА
СНИЖАЕТСЯ: КЛАПАН ОТКРЫВАЕТСЯ

Задача

Кольцевая система водоснабжения с несколькими группами потребителей. Давление в системе 12 атм.

Для каждой группы потребителей необходимо обеспечить определенные значения давления:

- группа 1: 4 атм.
- группы 2 и 3: 6 атм.
- группа 4: днем – 6 атм., ночью – 3 атм.
- группа 5: необходимо снижать давление при снижении расхода
- группа 6: необходима возможность плавного регулирования давления

Решение

• группа 1 – регулятор давления воды «после себя» (стандартное исполнение) с настройкой на 4 атм.

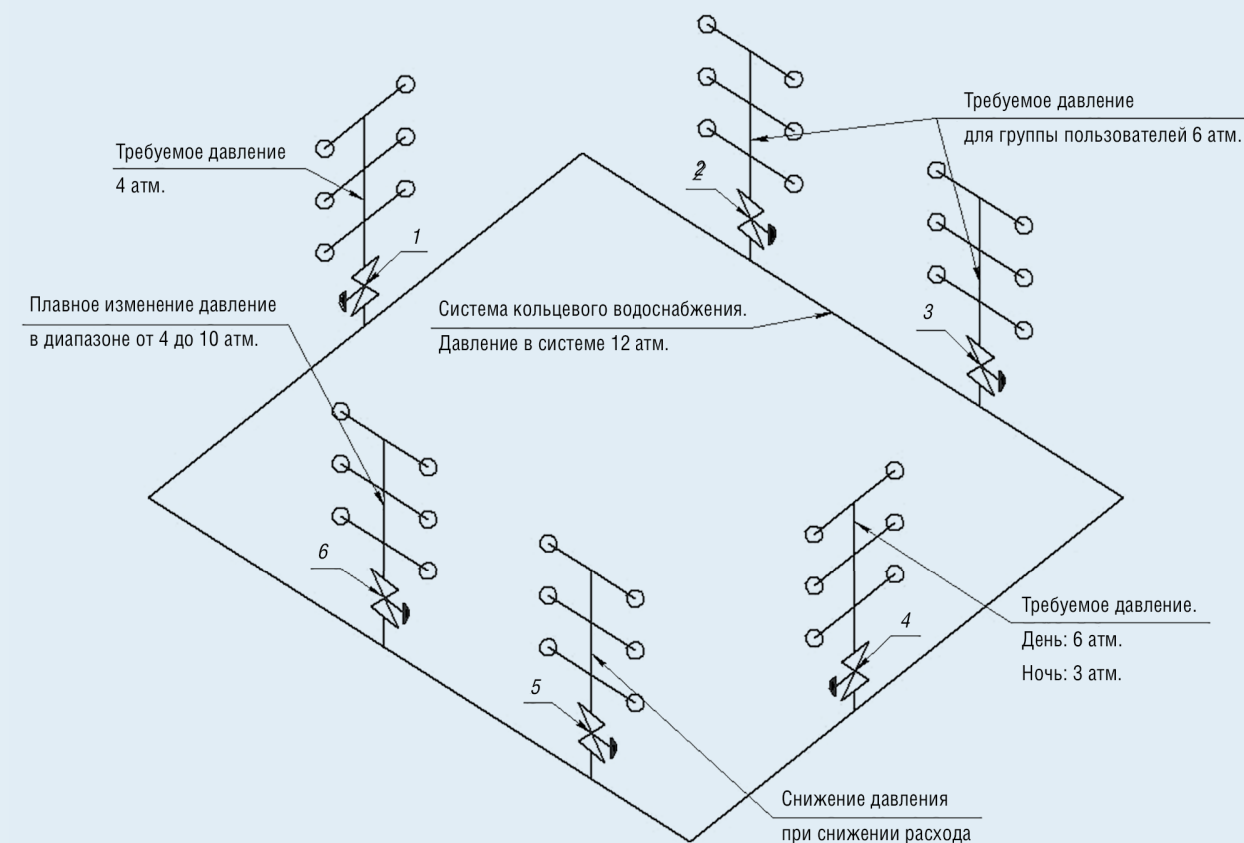
• группы 2 и 3 – два независимых регулятора давления «после себя» на 6 атм. или

два регулятора, подключенных к одному пилоту.

• группа 4 – регулятор давления воды «после себя» с двумя пилотами, настроенными на 4 и 6 атм., соответственно, переключение между пилотами вручную или по таймеру. Используется регулятор давления PRV, обеспечивающий переключение между пилотами при изменении расхода до определенного заданного уровня.

• группа 5 – регулятор давления типа HiMood. Позволяет автоматически изменять давление при изменении расхода. Чем ниже становится расход, тем ниже становится давление и наоборот.

• группа 6 – регулятор давления воды «после себя» в стандартном исполнении, возможно оснащение пилота сервоприводом, управление которым осуществляется из диспетчерского пункта.



РЕГУЛЯТОРЫ ДАВЛЕНИЯ «ДО СЕБЯ»

Данные регуляторы предназначены для ограничения давления путем сброса излишка воды, а также создания подпора жидкости на участках с перепадом высот. Клапан поддерживает давление даже в случае резких колебаний (скачков) давления. Клапан полностью закрывается, когда давление до него падает ниже установленного. Если давление до клапана превышает давление настройки, пилот открывает порт на выпуск жидкости из камеры управления, клапан приоткрывается и поддерживает давления «до себя» на установленном уровне (сбрасывает только избыточное давление). Когда давление до клапана становится ниже установленного, клапан снова закрывается. Схема конструкции клапана приведена на рис. 9, схема работы – на рис. 10.

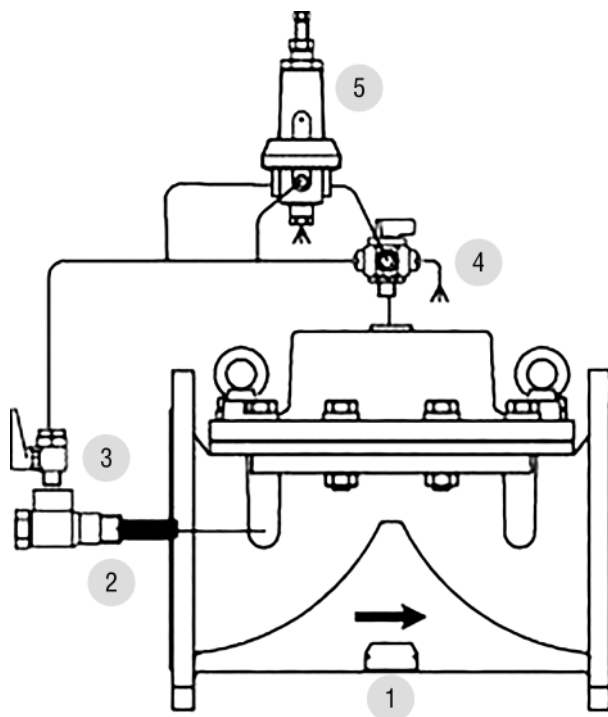
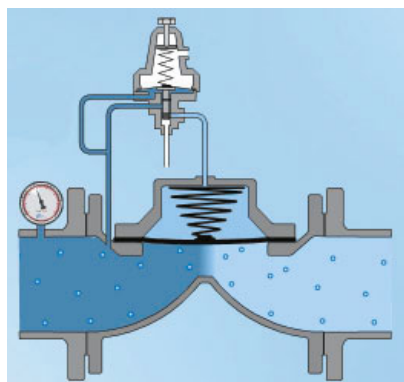


Рис. 9. СХЕМА РЕГУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ «ДО СЕБЯ»:

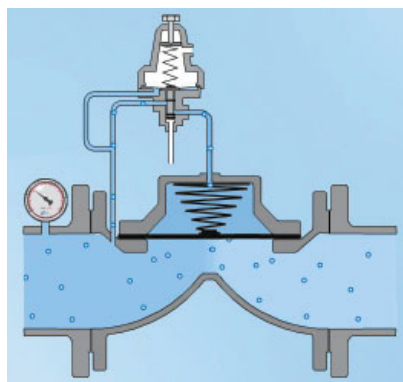
- 1 – БАЗОВЫЙ КЛАПАН;
- 2 – САМОПРОМЫВАЮЩИЙСЯ ФИЛЬТР;
- 3 – КОНТРОЛЬНЫЙ КРАН*;
- 4 – РУЧНОЙ 3-ХОДОВОЙ СЕЛЕКТОР*;
- 5 – 3-ХОДОВОЙ ПИЛОТНЫЙ РЕГУЛЯТОР (ДРУГИЕ ТИПЫ ПО ТРЕБОВАНИЮ).

* Дополнительная возможность

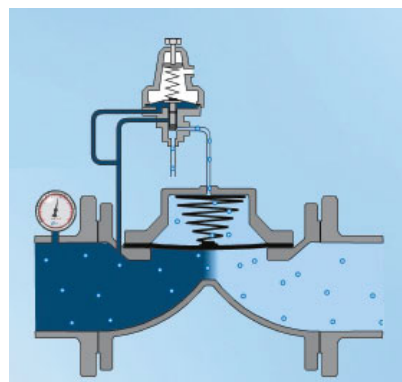
Рис. 10. РАБОТА РЕГУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ «ДО СЕБЯ»



РЕГУЛИРОВАНИЕ ДАВЛЕНИЯ



ДАВЛЕНИЕ ПОВЫСИЛОСЬ, КЛАПАН ОТКРЫВАЕТСЯ



ДАВЛЕНИЕ СНИЖАЕТСЯ, КЛАПАН ПРИКРЫВАЕТСЯ

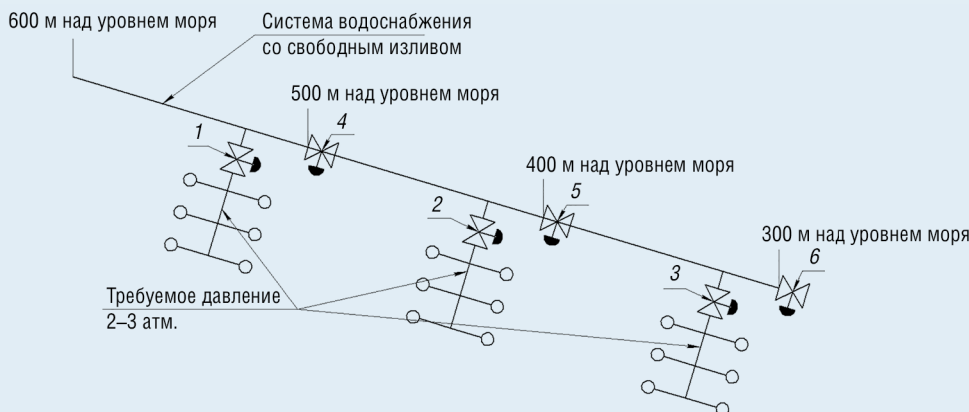
Задача

Имеется самотечная система водоснабжения, при которой подача воды с горы осуществляется потребителям, расположенным на различных отметках, методом свободного излива. Естественный перепад в системе составляет 300 м. Различным участкам сети по уровню высотных отметок необходимо обеспечить давление, не превышающее 9 атм., а отдельным группам потребителей на этих участках обеспечить давление на уровне 2–3 атм.

Решение

Для обеспечения регулируемого подпора столба жидкости на заданных участках трубопровода необходимо установить в позициях 4б на схеме регуляторы давления «до себя» с настройкой на 9 атм. Таким образом, на каждом участке трубопровода будет поддерживаться давление от 1 атм. в самой высокой точке, до 9 атм. в самой низкой точке.

Для обеспечения у потребителей требуемого давления в 2–3 атм. на каждом отводе к потребителю в позициях 1–3 на схеме устанавливается регулятор давления «после себя».



Регуляторы расхода

Данные регуляторы оснащаются калибровочной шайбой перед регулятором (см. рис. 11), обеспечивающей перепад давления, который используется в пилоте для определения расхода жидкости, проходящей через участок трубопровода. При изменении расхода происходит изменение давления после шайбы, пилот реагирует на это открытием порта на заполнение камеры управления либо порта на ее опустошение.

Таким образом, регулятор осуществляет контроль расхода, автоматически поддерживает давление на выходе на заданном установленном уровне, вне зависимости от колебаний давления и расхода на входе.

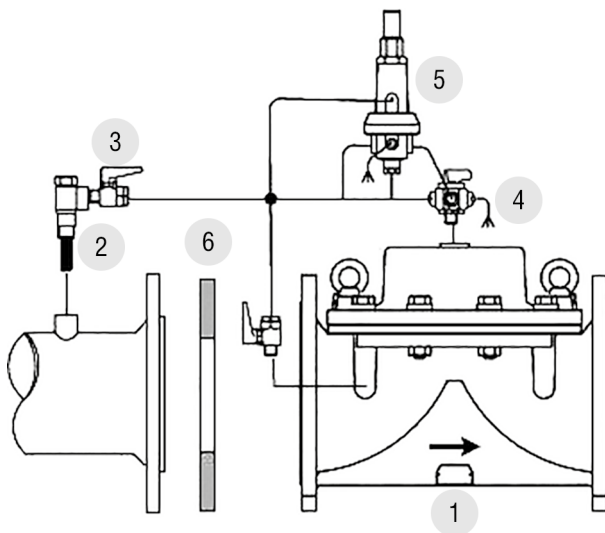


Рис. 11. СХЕМА РЕГУЛЯТОРА РАСХОДА: 1 — БАЗОВЫЙ КЛАПАН; 2 — САМОПРОМЫВАЮЩИЙСЯ ФИЛЬТР; 3 — КОНТРОЛЬНЫЙ КЛАПАН*; 4 — РУЧНОЙ 3-ХОДОВОЙ СЕЛЕКТОР*; 5 — 3-ХОДОВОЙ ПИЛОТНЫЙ РЕГУЛЯТОР (ДРУГИЕ ТИПЫ ПО ТРЕБОВАНИЮ); 6 — ШАЙБА С КАЛИБРОВАННЫМ ОТВЕРСТИЕМ.

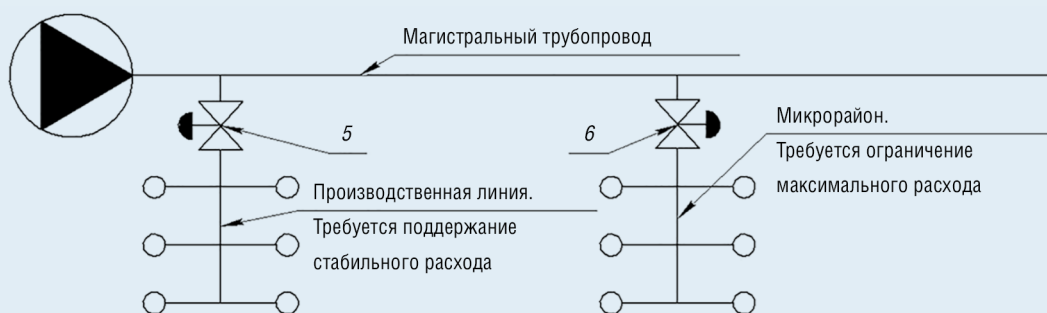
* Дополнительная возможность

ЗАДАЧА

На магистральном трубопроводе с двумя потребителями одному из них (производственная линия) требуется поддерживать постоянный расход, независимо от изменения давления, а для второго (микрорайон) требуется поддерживать расход не выше определенного уровня.

РЕШЕНИЕ

В обоих случаях применяется регулятор расхода, но с различной обвязкой. В одном случае пилотный клапан будет обеспечивать стабильность расхода, независимо от давления, во втором случае, пилотный регулятор будет принудительно ограничивать максимальный расход, независимо от расхода потребителей.



ПИЛОТНЫЕ РЕГУЛЯТОРЫ УРОВНЯ

Применяются на емкостях, в которых нет возможности установить поплавков, водонапорных башнях. Для определения уровня жидкости используется высокочувствительный гидростатический пилот, настроенный на давление, соответствующее разности высоты между местом установки пилота и верхним уровнем жидкости. По мере наполнения резервуара возрастает давление, приходящее на диафрагму пилота (см. рис. 12). При требуемом уровне жидкости пилот наполняет камеру управления и перекрывает поток жидкости через регулятор.

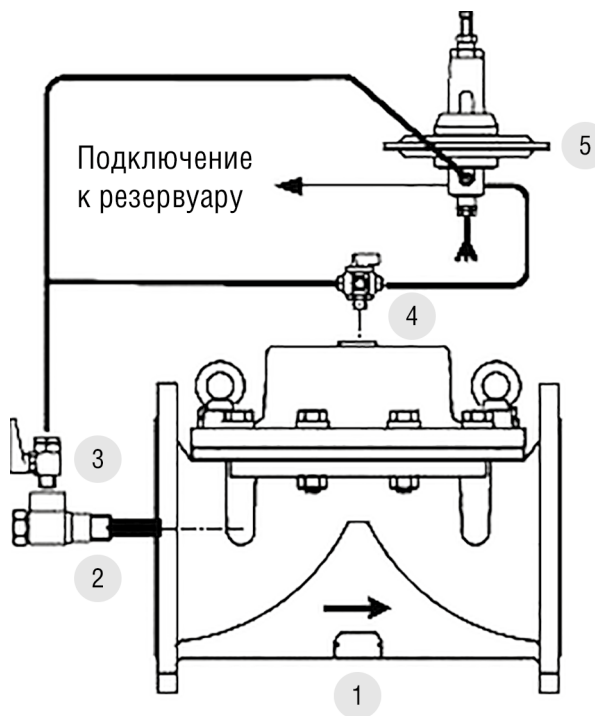


Рис. 12. СХЕМА ПИЛОТНОГО РЕГУЛЯТОРА УРОВНЯ

1 — БАЗОВЫЙ КЛАПАН;

2 — САМОПРОМЫВАЮЩИЙСЯ ФИЛЬТР;

3 — КОНТРОЛЬНЫЙ КЛАПАН*;

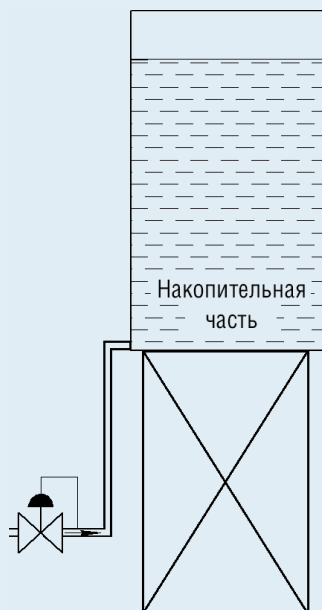
4 — РУЧНОЙ 3-ХОДОВОЙ СЕЛЕКТОР*;

5 — ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ГИДРОСТАТИЧЕСКИЙ ПИЛОТНЫЙ РЕГУЛЯТОР.

* ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ВОЗМОЖНОСТЬ

Задача

Поддерживать в емкости максимальный заданный уровень. Температура окружающей среды может опускаться до отрицательных отметок.



Решение

Установка пилотного регулятора уровня. Клапан монтируется в утепленном помещении/затопленном колодце ниже уровня промерзания. Импульсная трубка подключается к трубопроводу сразу за регулятором, пилот настраивается на давление, соответствующее суммарной высоте столба жидкости в емкости и трубопроводе до места монтажа регулятора. Благодаря тому, что импульсные трубки не подводятся к емкости, нет риска замерзания жидкости при низких температурах.

Клапан защиты от гидроудара

Такие клапаны существуют в нескольких исполнениях.

Для экстренного сброса жидкости используются предохранительные клапаны с высокой скоростью открытия – сбросные (см. рис. 13).

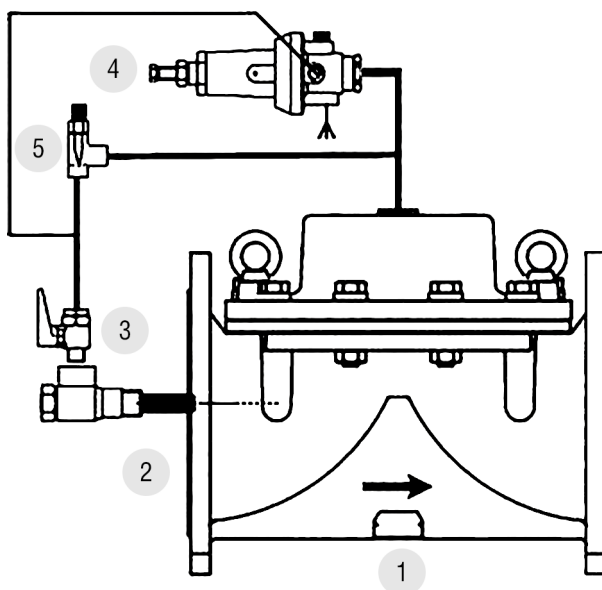


Рис. 13. Схема сбросного клапана

- 1 – БАЗОВЫЙ КЛАПАН;
- 2 – САМОПРОМЫВАЮЩИЙСЯ ФИЛЬТР;
- 3 – КОНТРОЛЬНЫЙ КЛАПАН*;
- 4 – ПИЛОТ СБРОСА ДАВЛЕНИЯ;
- 5 – ИГОЛЬЧАТЫЙ КРАН.

* **Дополнительная возможность**

Устроены такие клапаны аналогично регуляторам давления «до себя», но обвязка клапана и пилот сконструированы таким образом, чтобы в случае резкого повышения давления сразу полностью открывать регулятор, осуществляя сброс лишнего давления. После снижения давления регулятор плавно закрывается.

Для защиты насосов от обратной волны вследствие непредвиденного останова используют специальный двухпилотный регулятор защиты от гидроудара (рис. 14).

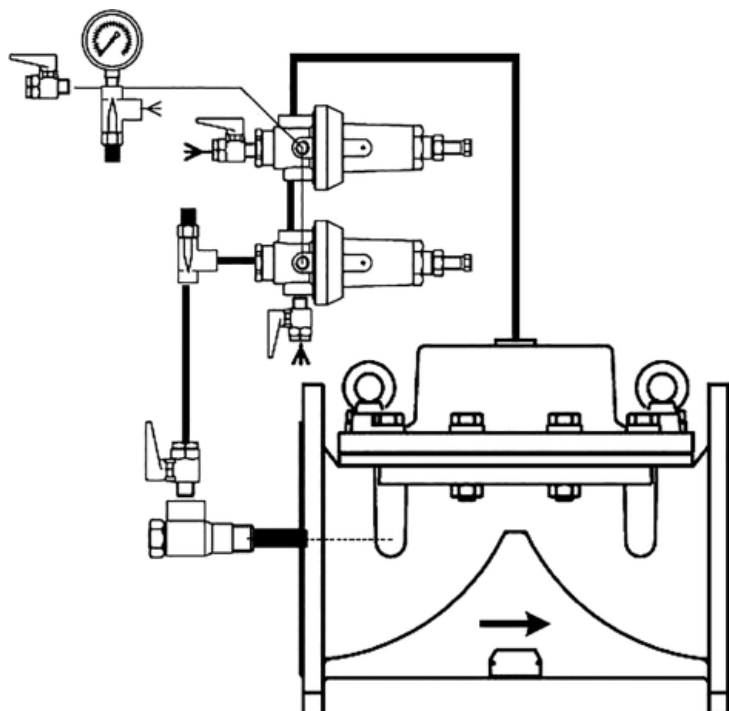
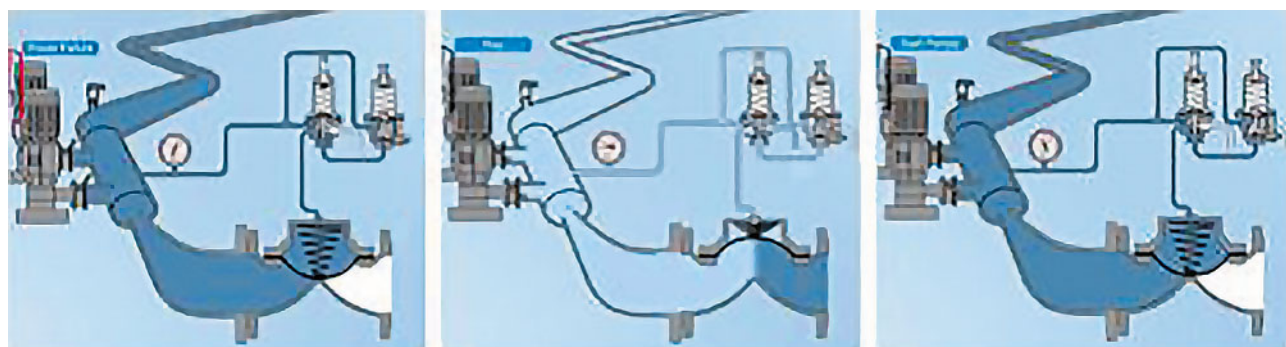


Рис. 14. Схема клапана для защиты насосов от обратной волны

Клапан снабжается двумя пилотами, один из которых настраивается на 10 % ниже статического давления в трубопроводе, а второй – на 10 % выше рабочего давления насоса. При внезапной остановке насоса, вода продолжает по инерции двигаться, после насоса возникает область пониженного давления, давление падает ниже статического уровня. На это реагирует первый пилот, клапан открывается. К тому моменту, как обратная волна достигнет насосов,

клапан уже будет открыт, выпуская обратную волну и предотвращая возникновение гидроудара. Когда вода достигнет клапана, давление снова вырастет, клапан начнет медленно закрываться, предотвращая опустошение трубопровода. Если при этом объем вернувшейся воды будет слишком большим, и давление начнет расти выше заданного, включается в работу второй пилот, не дает закрыться клапану (рис. 15).

Рис. 15. Работа клапана для защиты насосов от обратной волны



**КЛАПАН ЗАКРЫТ
(НАСОС ВКЛЮЧЕНЫ)**

**КЛАПАН ОТКРЫТ
(ОСТАНОВКА НАСОСА – ГИДРОУДАР)**

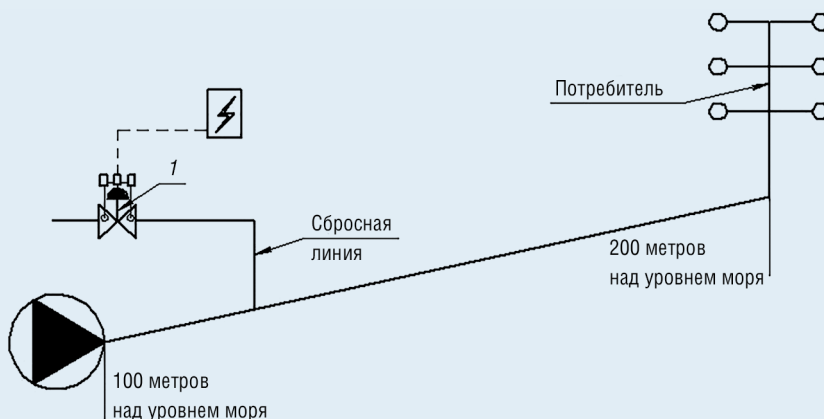
**КЛАПАН ЗАКРЫТ
(НАСОС ВЫКЛЮЧЕН)**

Задача

Насос подает воду потребителю, находящемуся на 100 м выше места установки насоса. Необходимо предотвратить возникновение гидроудара в результате отключения насоса.

Решение

На отводе после насоса устанавливается клапан защиты из гидроудара, который при внезапной остановке насоса производит сброс обратной волны.



Выводы

Пилотный метод управления позволяет реализовать решение множества задач для разнообразных потребителей, базовые решения, как правило, недороги. Рассмотренные в статье пилоты можно комбинировать в обвязке друг другом для выполнения самых сложных решений, а дополнение их электронным управлением позволяет получить совершенный набор инструментов для решения практически всех задач управления водоснабжением. ●



РЕГУЛЯТОРЫ ДАВЛЕНИЯ ВОДЫ ОТ ДУ50 ДО ДУ700

ГАРАНТИЯ: 5 лет

СРОК СЛУЖБЫ: не менее 15 лет

СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

+7 (831) 272-75-50

test@prom-water.ru prom-water.ru

ООО НПЦ «ПромВодОчистка»

РЕГУЛЯТОРЫ ДАВЛЕНИЯ ВОДЫ = ОТСУТСТВИЕ ПРОТЕЧЕК И РАЗРЫВОВ ТРУБ

Разработка циклической технологии очистки коммунальных сточных вод со сверхвысокой дозой частично гранулированного ила

М.Н. Козлов,
А.В. Акментина,
А.М. Агарев,
А.Г. Дорофеев,
В.Г. Асеева,

АО «Мосводоканал»

Ю. А. Николаев,
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ
ОСНОВЫ БИОТЕХНОЛОГИИ»
РАН

Одно из перспективных направлений развития технологий биологической очистки сточных вод – повышение удельной биохимической мощности сооружений с применением, так называемых, гранулированных активных илов, отличающихся от обычных илов двумя важными особенностями – строением флоккул (имеющим структуру гранул) и высокими скоростями осаждения (до 25 м/ч).

Это позволяет создавать в биореакторах очистки сточных вод дозы ила до 8–10 г/л.

В статье представлены результаты разработки в АО «Мосводоканал» первой в РФ биотехнологии очистки городских сточных вод, направленной на применение гранулированного активного ила. Такая технология требует объема сооружений в 2,4 раза меньше, чем классическая технология удаления азота и фосфора с использованием вторичных отстойников.

ВВЕДЕНИЕ

Приоритетным направлением развития современных технологий удаления биогенных элементов является интенсификация биологической очистки сточных вод с одновременным уменьшением экономических и энергетических затрат на ее осуществление. Самый прямой путь повышения удельных показателей эффективности сооружения – по-

вышение концентрации биомассы в биореакторе. Для удержания концентрированной биомассы используется целый ряд современных технологий, таких, как использование мембранных илоразделителей, загрузки для прикрепления биопленки. Однако они существенно удорожают строительство очистных сооружений.

Известны альтернативные, более экономичные технологии интенсификации биологической очистки. Одна из них – использование повышенных доз активного ила.

В последние полтора десятилетия интенсивно развиваются биотехнологии очистки сточных вод с использованием гранулированного активного ила, полученного методом направленной селекции [1–3] в реакторах последовательно-периодического (циклического) действия, или «реакторах SBR-типа» (от английского Sequencing Batch Reactor). Технологии аэробного гранулированного ила является следующим шагом в развитии этого типа сооружений.

SBR с гранулированными илами отличаются от обычных реакторов такого типа специальными режимами эксплуатации, направленными на выращивание быстрооседающих гранул.

1. Ключевым является малое время отстаивания до начала слива очищенной воды. Это приводит к выносу более лёгких частиц ила, которые отделяются от воды на последующих стадиях очистки.

2. Важным является наличие сильных гидродинамических воздействий на частицы ила, гранулы, так называемых «срезающих усилий» (shear force), которая как бы скатывает плотный шарик из глины о твердую поверхность. Это достигается высокими скоростями потока на некоторых фазах цикла, а также внесением специальных элементов конструкции.

3. Также важным является подача субстрата таким образом, чтобы концентрация питательных элементов была максимальной при контакте с илом.

Гранулированный активный ил отличается от флокулированного размерами частиц (1–3 мм), концентрически-зональным расположением различных групп микроорганизмов, плотностью и скоростью осаждения частиц (до 25 м/ч), пониженным в сравнении с классической технологией иловым индексом (до 40 мл/г). Это позволяет повышать концентрацию биомассы в сооружении до 8–10 г/л. Процесс проходит при непрерывной

В SBR в одной емкости поочередно проходят все технологические процессы, продолжительность и последовательность которых регулируется. Цикл очистки в SBR начинается заполнением реактора и оканчивается декантированием отстоянной очищенной воды (рис. 1). Основным условием для реализации процесса оказывается высокая способность выращиваемой биомассы к осаждению (к достаточно быстрому отделению от жидкой фазы). Основной цикл «классического» SBR-процесса приведен на рис. 1. После периода заполнения (1) биореактор проходит основную стадию (2), которая, в свою очередь, может состоять из нескольких фаз, отличающихся по физико-химическим условиям. За основной стадией следуют период отстаивания (3), период слива отработанной среды (4) и, в случае необходимости, удаления избыточного активного ила (5). Затем цикл повторяется.

Ограничением для использования SBR-реакторов является трудность совместного биологического удаления азота и фосфора в одном объеме реактора при использовании коммунальных сточных вод (наличие в иловой смеси нитратов предыдущего цикла работы реактора) [4, 5]. Эта трудность преодолевается путем применения технологии одновременной нитри-денитрификации [6, 7], в результате чего к концу цикла в иловой смеси остается минимальное количество нитратов. Реакторы последовательно-периодического (циклического) действия уже получили широкое распространение в мире, преимущественно для малых и средних очистных сооружений. Применяются они и в России.

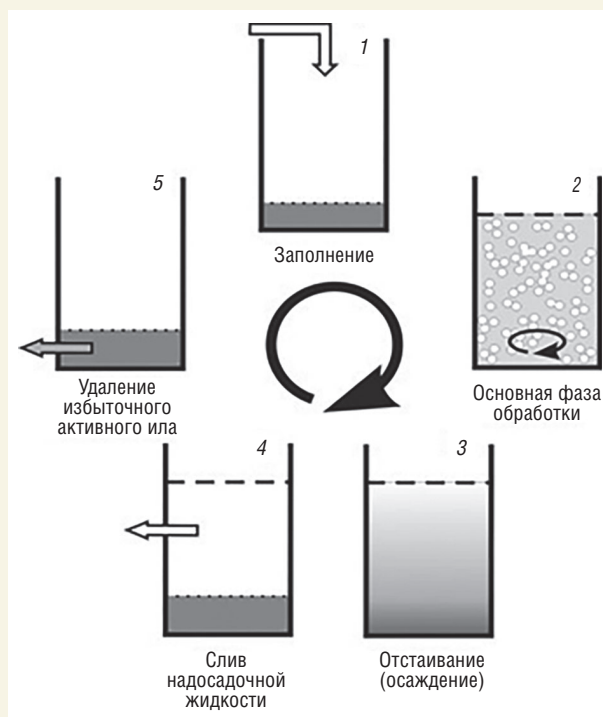


Рис. 1. Основные фазы работы SBR

подаче кислорода в систему, а проведение процессов нитри-денитрификации и дефосфотации осуществляется за счет пространственного разграничения различных групп микроорганизмов в грануле (см. рис. 2).

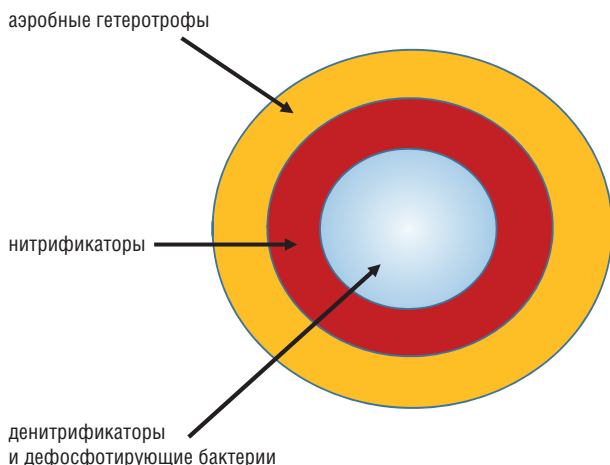


Рис. 2. СХЕМА СТРОЕНИЯ ГРАНУЛЫ АКТИВНОГО ИЛА С УЧЕТОМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП БАКТЕРИЙ [3]

Первая реализованная в промышленных масштабах технология с использованием гранулированного активного ила – Нерида (Nereda®), была разработана в Делфтском техническом университете (Delft University of Technology, Нидерланды) в конце 90-х, а затем коммерциализирована компанией Royal Haskoning DHV (Нидерланды) [8]. Технология Nereda® позволяет осуществить в одном биореакторе удаление БПК, азота и фосфора. Технология внедрена во многих странах, более чем на 30 очистных сооружениях (по данным на 2017 г.). Эксперты в области очистки коммунальных сточных вод считают, что эти технологии в ближайшем будущем станут доминирующими в области очистки коммунальных стоков и даже «стандартом качества» [9].

Однако опыт использования биореакторов с гранулированной биомассой для биологической очистки низкоконтентрированных сточных вод с невысоким соотношением БПК/азот, к которым относятся городские сточные воды российских населенных пунктов, в настоящее время весьма мал. Это обусловило необходи-

мость проведения лабораторных и пилотных исследований, направленных на разработку отечественной технологии очистки с использованием гранулированной биомассы, проводившихся в Инженерно-технологическом центре АО «Мосводоканал».

ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ

Исследования проводились в реакторах циклического действия. Вначале использовался реактор лабораторного масштаба (объем 17 л, высота 1,1 м, диаметр 0,14 м, см. рис. 3), затем – реактор большего объема (объем 100 л, высота 1,7 м, диаметр 0,27 м), работавший по аналогичной схеме (далее – пилотная установка).

Реакторы были оснащены мешалкой (20 об/мин), аэраторами и датчиками кислорода. В них подавалась предварительно отстоянная сточная вода, поступающая на Курьяновские очистные сооружения г. Москвы.

Исследования проводили при температуре 19–23 °С, pH 7–8, концентрации растворенного кислорода во время аэробной стадии процесса поддерживали равной 1–2,5 мг/л, возраст ила – не более 25 суток. В начале эксперимента реактор был заполнен смесью осветленной сточной воды и активного ила с дозой 3–4 г/л.

Каждый цикл включал в себя следующие стадии:

1) подача сточной воды восходящим потоком в анаэробных условиях через нижнюю часть реактора (заполнение половины объема реактора), т.к. скорость восходящего потока была ниже скорости осаждения активного ила, то заполнение происходило через слой ила. В ходе заполнения происходило вытеснение из ила жидкой фазы с кислородом и нитратами, с ее заменой на исходную воду, не содержащую кислорода, после чего происходило выделение фосфатов, накопленных илом, в раствор;

2) аноксидное перемешивание иловой смеси (не на всех этапах эксперимента), в ходе которого происходила денитрификация;

3) аэрация, окисление органических веществ, нитрификация, поглощение фосфатов илом;

- 4) отстаивание иловой смеси;
- 5) декантация отстаивной воды (слив половина объема реактора);

- 6) отвод избыточного активного ила.

Технологический процесс был полностью автоматизирован.

Средние показатели состава городской сточной воды, подаваемой на очистку в лабораторный реактор, представлены в табл. 1.

Таблица 1
СРЕДНИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОСТУПАЮЩЕЙ ВОДЫ.

Показатель	БПК ₅	ХПК	Взвешенные вещества	N-NH ₄	P-PO ₄
Значение, мг/л	95	240	170	24	1,6

Исследования были проведены в 5 этапов, различающихся продолжительностью стадий цикла и значениями уставки по кислороду (см. табл. 2).

Важно обратить внимание на крайне малое время собственно отстаивания – 5–10 минут (важный прием – так называемая гравитационная селекция ила, позволяющая оставлять в реакторе только быстроосаждающиеся флоккулы. Также существенно, что в ходе первых трех этапов исследования слив отстоянной воды осуществлялся долго – 50–55 минут, что, таким образом, фактически удлиняло стадию отстаивания. На этапах №№ 4–5 после формирования быстрооседающего ила время слива было резко сокращено – до 5 минут.

Эксплуатация реактора на этапах №№ 1–3 (без аноксидной стадии) преследовала цель получить грануляцию в условиях симультиантной нитри/денитрификации, как это описано зарубежными авторами. В течение 130 суток наличия плотных сферических гранул в этих условиях обнаружено не было. Соответственно денитрификации во внутренних слоях гранул в присутствии кислорода в течение аэробной стадии не происходило – концентрация азота нитратов в очищенной воде была более 15 мг/л. Удаление нитратов во время анаэробной стадии также не происходило, т.к. органическое вещество потреблялось на выделение фосфатов, а нитраты вытеснялись межфлокульной водой. При этом, эксплуатация реактора при пониженных концентрациях кислорода отличалась нестабильным процессом нитрификации до концентраций аммонийного азота в очищенной воде 4–6 мг/л. Отсутствие гранул ила было связано с невозможностью решения противоречия – достижения высоких скоростей движения жидкости за счет интенсивной аэрации и одновременно – поддержания низкой концентрации O₂ (не выше 1,0 мг/л). Высокие скорости потока (срезающие усилия) являются важным условием для образования аэробных гранул [1, 2]. Для обеспечения удаления нитратов, на этапах № 4–5 было произведено включение аноксидной стадии в цикл работы реактора перед аэробной стадией (такая совокупность технологических приемов не была описана в литературе ранее, и в ходе исследований они были применены впервые).

Таблица 2
ПАРАМЕТРЫ ЦИКЛОВ ОЧИСТКИ И УСТАВКИ КИСЛОРОДА

Этап	Концентрация кислорода во время аэробной стадии, мг/л	Продолжительность стадий, мин					
		Анаэробная	Аноксидная	Аэробная	Отстаивание	Слив	Общее время цикла, час*
1	1–1,5	60	–	120	10	50	4
2	1,5–2	60	–	120	10	50	4
3	1,5–2	60	–	120	5	55	4
4	2–2,5	60	60	110	5	5	4
5	2–2,5	40	40	90	5	5	3

* Поскольку декантированию после отстаивания подлежала половина объема реактора, то гидравлическое время пребывания сточной воды равно удвоенному общему времени цикла.

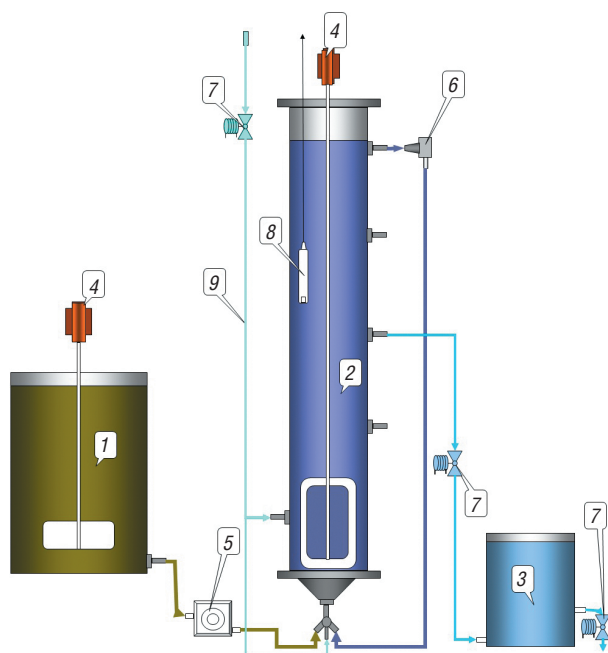


Рис. 3.

СХЕМА И ОБЩИЙ ВИД ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ:

- 1 – емкость со сточной водой;
- 2 – реактор; 3 – накопительная емкость;
- 4 – электромеханическая мешалка;
- 5 – перистальтический насос; 6 – центробежный насос;
- 7 – электромагнитный клапан;
- 8 – кислородный датчик; 9 – воздух

Биологическое удаление фосфора на всех этапах проведения эксперимента было реализовано за счет подачи сточной воды через слой активного ила, в результате чего, поступающая вода вытесняла межслоевую воду с нитратами и растворенным кислородом вверх. При этом делалось возможным функционирование на анаэробной стадии фосфат-аккумулирующих организмов (ФАО).

В результате эксплуатации реактора в течение 180 суток доза активного ила возросла с 4 г/л до 8–10 г/л, при этом величина илового индекса последовательно снижалась с начальных значений 100–110 мл/г до 40–50 мл/г (рис. 4).

Исследование морфологических свойств активного ила в течение всего времени проведения экспериментов показало, что под воздействием гравитационной селекции произошло формирование частично гранулированного (до 20 % по объему) аэробного активного ила с диаметром гранул до 1 мм (рис. 5). Начиная со 160-го дня проведения лабораторных исследований были визуально зафиксированы полноценные гранулы активного ила диаметром до 1,5 мм, отличавшиеся от основной массы ила ровными краями и округлой формой (рис. 5 А, Б, В). Более чем 1,3–1,5 мм гранулы не росли, что можно объяснить наличием внутри их ядра мертвой массы (рис. 5 Г) и активным выделением газообразных продуктов, приводящих к уменьшению прочности гранулы и ее последующему разрушению. Такой тип гранул отличается от ранее описанных для реакторов с симультанной нитри-денитрификацией, в которых гранулы имели выраженные слои и не имели мертвой биомассы в сердцевине.

Скорость осаждения активного ила увеличилась с 2 м/ч в начале проведения лабораторных исследований до 12 м/ч (для отдельных гранул до 20–25 м/ч) к моменту формирования гранул, т.е. в 6–7 раз выше, чем у активного ила из аэротенков московских очистных сооружений, работающих по технологической схеме удаления биогенных элементов Кейптаунского университета (University of Cape Town – UCT), но в 2 раза ниже, чем у гранулированного ила на зарубежных установках (25 м/ч).

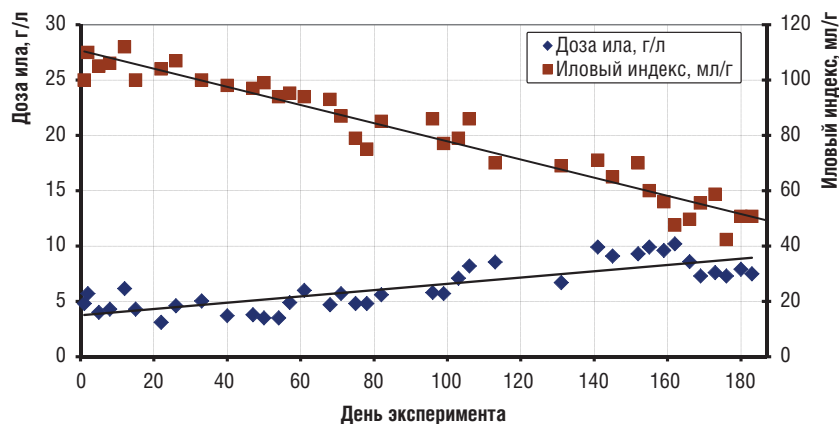


Рис. 4. Динамика дозы ила и илового индекса

Параметры проведения процесса, обеспечившие эффективную очистку и эффективное удержание активного ила в реакторе, приведены в табл. 4.

Таблица 4
ОПТИМАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕССА В ХОДЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Показатель	Значение
Время цикла, час	3
Гидравлическое время пребывания, час	6
Концентрация растворенного кислорода при аэробной стадии, мг/л	1,5–2,5
Время отстаивания, мин	5–10
Возраст активного ила, сутки	14–25

В условиях сформированной частично гранулированной биомассы происходило эффективное удаление загрязнений из сточной воды (табл. 5).

Таблица 5
КАЧЕСТВО ОЧИЩЕННОЙ ВОДЫ, МГ/Л

БПК ₅	1,8–3,3
ХПК	30–45
Взвешенные вещества	15–45*
N-NH ₄	0,2–0,4
N-NO ₂	0,02–0,04
N-NO ₃	7–9
P-PO ₄	0,2–0,4

* В период селекции активного ила, продолжавшегося в течение первых 30 суток с момента запуска реактора, данный показатель находился на уровне 200–300 мг/л.

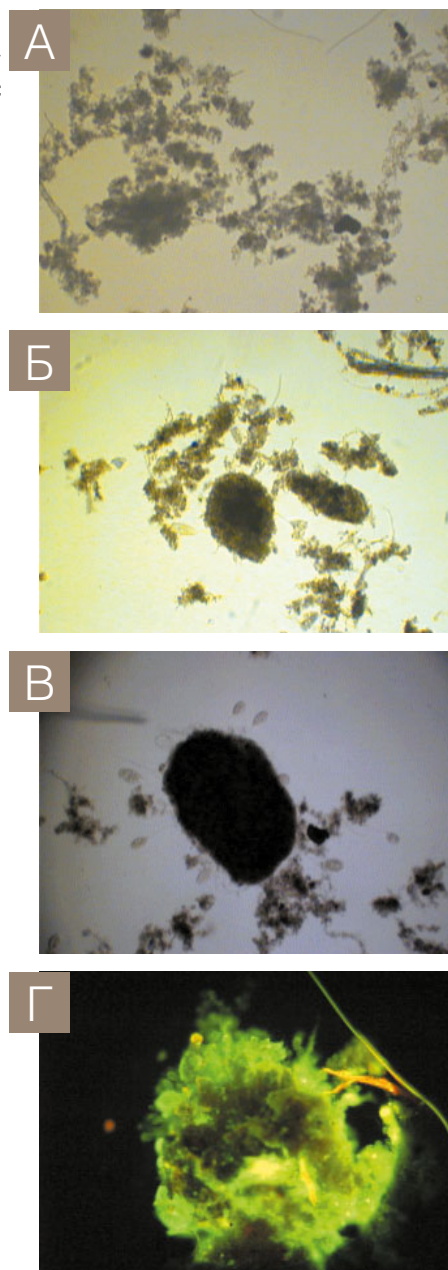


Рис. 5.
Изменение формы флоккулов активного ила:
А — начало эксперимента (увеличение ×150);
Б — 180 день эксперимента (увеличение ×150); В — 180 день эксперимента (увеличение ×300); Г — гранула активного ила, окрашенная красителем LIVE/DEAD на 180 день эксперимента (×300): светлая область гранулы — живые бактерии, темная — мертвые

Важно отметить, что формирование и само существование гранул активного ила происходит только в условиях жесткой селекции, когда легкие фракции ила выносятся из реактора, т.е. наличие повышенного уровня взвешенных веществ – это неизбежная особенность данной технологии. Для достижения нормативных показателей по взвешенным веществам на промышленных очистных сооружениях используют стадию доочистки от них [9]. Могут быть использованы, например, дисковые фильтры, или мембранные фильтры иной конструкции.

Реализованный в конструкции биореактора технологический прием с восходящим потоком позволил обеспечить эффективное функционирование фосфороаккумулирующих организмов (ФАО) и удаление фосфатов, несмотря на присутствие нитратов, до концентраций 0,2–0,4 мг/л на выходе. В результате применения гравитационной селекции, и увеличения дозы активного ила окислительная мощность реактора увеличилась по ХПК с 240–450 гХПК/(м³·сут) до 750–950 гХПК/(м³·сут), а по аммонийному азоту – с 70–80 гN-NH₄/(м³·сут) до 110–120 гN-NH₄/(м³·сут) (рис. 6).

Таким образом, лабораторные исследования показали, что при очистке городских сточных вод в реакторе циклического действия в условиях гравитационной селекции

происходит формирование быстрооседающего частично гранулированного активного ила. Выявлены особенности полученного ила: низкий иловый индекс (40 мл/г), скорость седиментации в 6–7 раз выше, чем у флокулированного активного ила аэротенков, работающих по схеме удаления биогенных элементов УСТ. Применение такого ила позволяет увеличивать дозу активного ила в сооружении до 8–10 г/л и повышать окислительную мощность сооружения в 1,5–2 раза.

На основе полученных результатов в лабораторных условиях была осуществлена их проверка на пилотной установке аналогичного устройства и принципа работы объемом 100 л.

Продолжительность технологических стадий одного цикла работы реактора составляла: анаэробной – 60 мин., аноксидной – 60 мин., аэробной – 90 мин., отстаивания – 10 мин., время опорожнения (половина объема реактора) составляло 20 мин. За сутки в реактор подавалось 240 л сточных вод, среднее время пребывания составило 10 ч, время цикла – 4 часа. Концентрация растворенного кислорода в течение аэробной стадии составляла 1,5–2,5 мг/л. Продолжительность эксперимента составляла 140 суток.

Показатели состава поступающей и очищенной воды за все время проведения экспериментов представлены в табл. 6.

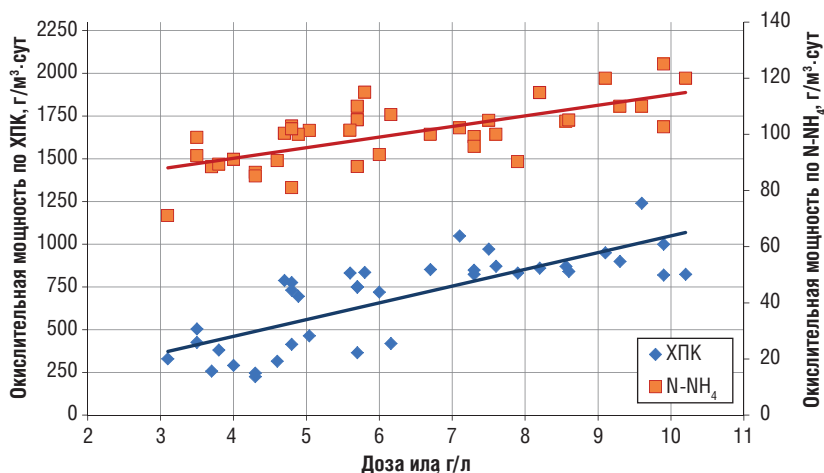


Рис. 6.
Зависимость окислительной мощности по ХПК и N-NH₄ от дозы активного ила

Таблица 6
Показатели поступающей и очищенной воды

Показатель	Поступающая вода, мг/л	Очищенная вода, мг/л		
		Этап № 1, 100 сут. Формирование ила	Этап № 2 20 сут. Режим с увеличенной нагрузкой по ХПК	Этап № 3 20 сут. Режим с моделированием острого краткосрочного дефицита кислорода
**БПК ₅	60–90 (150–180)*	2–3,5	2,5–5	15–40
**ХПК	150–200 (300–350)*	40–55	40–60	80–120
Взвешенные вещества	100–150	20–50***	20–50	25–61
N-NH ₄	18–26	0,2–0,4	0,5–1,5	12–16
N-NO ₂	—	0,02–0,04	0,1–0,3	0,2–2
N-NO ₃	—	7,2–9,1	6–9,1	6–8
P-PO ₄	1,4–2,3	0,2–0,35	0,1–0,2	1–1,5

* В скобках указано значение параметра в условиях увеличенной нагрузки по ХПК (этап №2).

** В фильтрованной пробе.

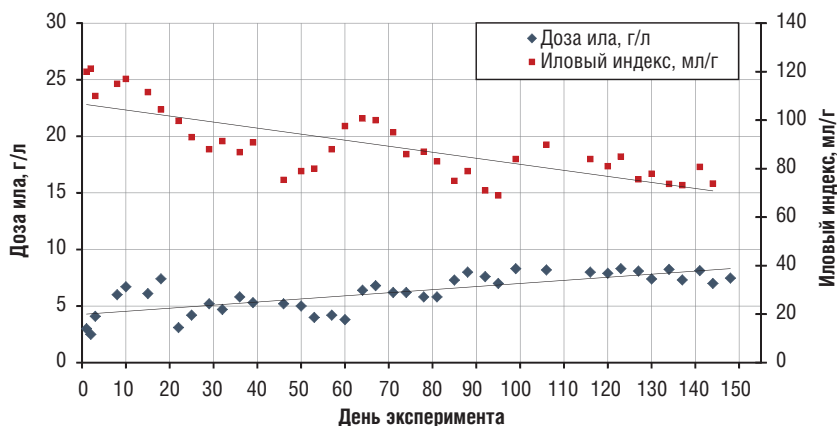
*** В период селекции активного ила (первые 70 суток, когда начался стабильный рост дозы ила и снижение илового индекса, рис. 7) данный показатель находился на уровне 100–200 мг/л.

Как и в случае лабораторных опытов, был получен быстрооседающий активный ил, характеризующийся повышенной скоростью осаждения – с начала запуска скорость осаждения активного ила увеличивалась с 1 до 11 м/ч. При эксплуатации отмечалось стабильное снижение илового индекса: со 120 мл/г до 75 мл/г; доза ила увеличи-

лась с 3–5 г/л до 7–8 г/л (рис. 7). Результаты оказались не столь хорошими, как на лабораторной стадии.

К 100-му дню проведения эксперимента был визуально зафиксирован укрупненный быстрооседающий частично гранулированный (на 20 % от сухого вещества биомассы) активный ил (рис. 8).

Рис. 7.
Динамика дозы ила и илового индекса при работе полупромышленного реактора циклического действия



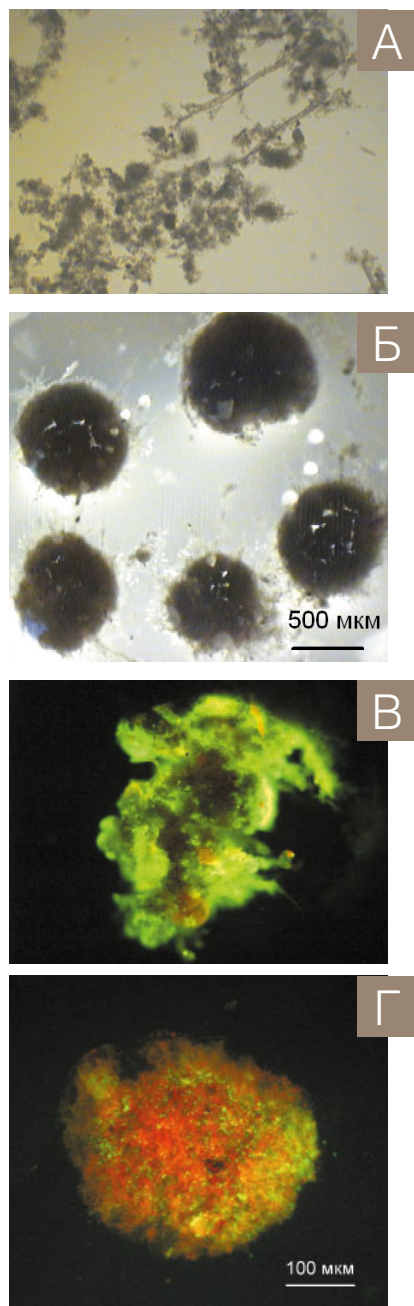


Рис. 8.
Гранулированный активный ил, культивированный в пилотном реакторе.
А – начало эксперимента (увеличение $\times 100$);
Б – 100-й день эксперимента (увеличение $\times 150$);
В, Г – микрофотография гранулы активного ила, окрашенной красителем LIVE/DEAD на 100-й день эксперимента ($\times 300$): зеленая область биомассы – живые бактерии, красная – мертвые

После формирования гранулированной биомассы в реакторе было отмечено стабильное эффективное протекание всех целевых процессов – удаления органических и взвешенных веществ, нитри-денитрификации и биологического удаления фосфора (табл. 6). Удаление биогенных элементов обеспечивало технологические показатели НДТ. Содержание взвешенных веществ в очищенной воде однозначно требует использования доочистки (см. ниже).

Для оценки стабильности процесса биологической очистки воды частично гранулированным илом были проведены эксперименты с увеличенной нагрузкой по ХПК: в емкость с поступающей сточной водой в течение 20 суток добавляли раствор ацетата натрия, в результате чего концентрация ХПК в поступающей воде была увеличена до 300–350 мг/л. Концентрации загрязнений в очищенной воде составляли: N-NH_4 в течение 4-х суток до 1,5 мг/л, далее не превышала 0,5 мг/л, ХПК – не более 60 мг/л, БПК₅ – не более 5 мг/л. Таким образом, при резком повышении органических загрязнений в поступающей воде, частично гранулированный активный ил адаптируется через 4 суток, при этом не происходит ухудшения его седиментационных способностей.

Режим с моделированием неприятной производственной ситуации – краткосрочным дефицитом кислорода, обычно приводящим к ухудшению технологических свойств ила, отмиранию нитрификаторов, реализовывали путем отключения подачи воздуха в реактор в течение 3-х суток. По истечении этого времени определили дыхательную активность ила и его способность к очистке сточных вод. Гетеротрофная и нитрификационная дыхательная активности биомассы снизились не более чем 30 % от первоначальных значений. Через 7 суток после возобновления подачи воздуха дыхательная активность достигла первоначальных значений. Это свидетельствует, что культивируемая гранулированная биомасса устойчива к полному дефициту кислорода.

Таким образом, проведенные эксперименты показали устойчивость процесса биологической очистки городских сточных вод по разработанной технологии с помощью частично гранулированной биомассы в нештатных условиях ведения процесса.

Выводы

Разработанная технология SBR с частично гранулированным активным илом – ГРА-ИЛ – позволяет сократить общую площадь, занимаемую очистными сооружениями в 2 раза, а объем основных сооружений – в 2,4 раза по сравнению с традиционной технологией удаления биогенных элементов (UCT) с использованием вторичных отстойников. Необходимое качество по взвешенным веществам, БПК₅ и ХПК может быть обеспечено с использованием дисковых мембранных фильтров или аналогичных систем.

Внедрение современной биотехнологии ГРАИЛ представляется весьма перспективным для коммунальных очистных сооружений производительностью до 100 тыс. м³/сут. В настоящее время по такой технологии ведется проектирование сооружений, производительностью 500 м³/сут для очистки сточных вод одного из поселений Троицкого и Новомосковского округов. Строительство и пуск сооружений планируется в 2020 г. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. BEUN, J.J., VAN LOOSDRECHT M.C.M. AND HEIJNEN J.J. (2000). AEROBIC GRANULATION. *WAT. SCI. TECHNOL.* 41(4-5), 41-48.
2. DE KREUK, M. K., AND VAN LOOSDRECHT, M. C. M. (2004). "SELECTION OF SLOW GROWING ORGANISMS AS A MEANS FOR IMPROVING AEROBIC GRANULAR SLUDGE STABILITY." *WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 49(11-12), 9-19.;
3. VAN LOOSDRECHT M.C.M., TIJHUIS L., WIJDEKES A.M.S. AND HEIJNEN JJ. (1995) POPULATION DISTRIBUTION IN AEROBIC BIOFILMS ON SMALL SUSPENDED PARTICLES. *WAT. SCI. TECH.*, 31(1), 163-171.
4. WILDERER P.A., IRVINE R.L., GORONSZY M.C. SEQUENCING BATCH REACTOR TECHNOLOGY. SCIENTIFIC AND TECHNICAL REPORT No. 10. IWA PUBLISHING, 2001.
5. NAZIK ARTAN, DERIN ORHON MECHANISM AND DESIGN OF SEQUENCING BATCH REACTORS FOR NUTRIENT REMOVAL. SCIENTIFIC AND TECHNICAL REPORT. IWA PUBLISHING, 2005
6. BEUN JJ., VAN LOOSDRECHT M.C.M. AND HEIJNEN JJ. (2001) N-REMOVAL IN A GRANULAR SLUDGE SEQUENCING BATCH AIRLIFT REACTOR. *BIOTECHNOL. BIOENG.* 75(1), 82-92.
7. THIRD K.A., BURNETT N. AND CORD-RUWISCH R. (2003) SIMULTANEOUS NITRIFICATION AND DENITRIFICATION USING STORED SUBSTRATE (PHB) AS THE ELECTRON DONOR IN AN SBR. *BIOTECHNOL. BIOENG.* 83(6), 706-720.
8. [HTTPS://WWW.ROYALHASKONINGDHV.COM/EN-GB/NEREDA](https://www.royalhaskoningdhv.com/en-gb/nereda)
9. Данилович Д.А. Будущее, которое уже наступило: технология аэробного гранулированного ила. Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения, 2017, № 3, с. 8-11.



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-2/19

дата: « 10 » октября 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 20 % (в том числе)			1300-00
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
Плательщик		Сч. №	
		БИК	
Банк плательщика		Сч. №	
ПАО «Сбербанк», г. Москва		БИК	044525225
Банк получателя		Сч. №	30101810400000000225
ИНН 7736296977	КПП 773601001		
ООО «РАВВ-Конгресс»		Сч. №	40702810038000186906
Получатель		Вид оп.	Срок плат.
		Наз. пл.	Очер. плат.
		Код	Рез. поле
			1

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-2/19 от 10.10.2018 (в т.ч. НДС 20 % – 1300-00 руб.)

Назначение платежа

Телефон:

М.П.

Подпись

Отметки банка



ЖУРНАЛ ЛУЧШЕЙ ПРАКТИКИ

**ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛ
«НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ»
НА 2019 ГОД**

Журнал распространяется в печатной и электронной версиях.

Выходит 6 раз в год (месяцы выхода февраль, апрель, июнь, август, октябрь, декабрь).

Редакционная подписка

Издатель: ООО «РАВВ–Конгресс»

Годовая подписка (6 номеров) – 7800 руб. (в т.ч. НДС), с учетом почтовой доставки по России.

Удобное оформление на сайте: <http://vodexp.com/ndt>

Тел. +7 (499)137-50-26

В отделениях связи

Агентство «Роспечать».

Каталог «Газеты, журналы»

Агентства

альтернативной подписки

Группа компаний «Урал-Пресс»

www.ural-press.ru

тел/факс: (499)700-05-07
(многоканальный)

Агентство подписки

«Деловая пресса»

<https://delpress.ru/>

тел/факс: +7 (499)704-13-05
(многоканальный)

Подписной индекс: **80647**



Российская ассоциация
водоснабжения
и водоотведения



11-13 декабря 2018 ❄ Москва

ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЙ НОВЫЙ ГОД

Итоговое мероприятие Российской ассоциации водоснабжения и водоотведения по обсуждению результатов работы отрасли в 2018 году и перспектив развития в 2019 году

На конференции-семинаре «Законодательный Новый Год 2018» состоится традиционный анализ всех нововведений нормативной правовой базы водной отрасли, которые вступят в силу со следующего года и внесут изменения в работу профильных организаций, территориальных органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления.

Эксперты обсудят такие актуальные темы как:

- бюджетная поддержка отрасли в рамках новых федеральных проектов
- ликвидация унитарных предприятий в коммунальном комплексе
- перехват управления у водоканалов, находящихся в концессии
- эталонные тарифы
- прямые договора
- природоохранные поправки: от получения комплексного экологического разрешения до перехода на технологическую систему нормирования сбросов сточных вод на основе НДТ

Среди основных спикеров мероприятия эксперты Российской ассоциации водоснабжения и водоотведения, представители профильных законодательных и исполнительных органов власти.

Дополнительная информация по тел.: **+7(495)939-19-36, +7(499)137-32-40**, по электронной почте **info@raww.ru, info@npcpr.ru**, а также на электронной странице **www.raww.ru**