

Техническое обследование систем водоснабжения и водоотведения как инструмент повышения эффективности эксплуатации и развития

А.Н. Эпов,
главный технический
специалист
ООО «Домкопстрой»

Д.А. Данилович,
канд. техн. наук,
руководитель Центра
технической политики
и модернизации
Ассоциации ЖКХ
«Развитие», эксперт-
директор журнала «НДТ»

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с приказом Минстроя России от 05.08.2014 № 437, должно проводиться техническое обследование объектов системы водоснабжения (в том числе горячего) и водоотведения. Процедура должна осуществляться не реже 1 раза в 5 лет, а также в случае разработки осуществляющей водоснабжение и (или) водоотведение организацией:

- плана снижения сбросов;
- плана мероприятий по приведению качества питьевой воды, качества горячей воды в соответствие с установленными требованиями;
- при принятии в эксплуатацию бесхозяйных объектов централизованных систем горячего водоснабжения, холодного водоснабжения и (или) водоотведения.

Целями обследования, согласно упомянутому приказу, являются:

- определение фактических значений показателей надежности, качества, энергетической эффективности объектов;
- получение (подготовка) исходных данных для разработки схем водоснабжения и водоотведения, планов снижения сбросов, планов мероприятий по приведению качества питьевой воды, горячей воды в соответствие с установленными требованиями, установления нормативов водоотведения, а также для определения расходов, необходимых для эксплуатации объектов;
- обеспечение принятия эффективных управленческих решений органами государственной власти, органами местного самоуправления и организациями, осуществляющими горячее водоснабжение, холодное водоснабжение и (или) водоотведение.

Проведение работы поверхностно, ограничиваясь перечислением имеющихся объектов и части их характеристик, без должного анализа не позволяет получить данные, достаточные для решения обозначенных задач.

Процедура технологического обследования требует индивидуального подхода к разработке основных требований и методик проведения технологического обследования в каждом конкретном случае, привлечения специалистов-технологов по водоснабжению и водоотведению, специалистов в области эксплуатации оборудования и строительства. Авторы имеют солидный опыт проведения подобных работ, что позволяет дать некоторые обобщённые рекомендации, которые могут быть полезны читателям.

Цели и методы обследования

Основной целью обследования является получение адекватной информации о техническом и технологическом состоянии системы водоснабжения и водоотведения и необходимых мероприятиях по ее совершенствованию. В частности, необходимо определить срок службы объектов обследования, их износ, технологическую и энергетическую эффективность, возможный срок дальнейшей службы и целесообразность дальнейшего использования в условиях сложившейся технологии и состояния оборудования.

В результате необходимо сделать вывод о мероприятиях, необходимых для дальнейшей эксплуатации объектов. Здесь возможны следующие варианты:

- проведение текущего и планово-предупредительного ремонта;
- восстановление с проведением капитального ремонта и заменой оборудования;
- проектирование и строительство новых объектов.

При решении о проведении капитального ремонта или проектирования и строительства новых объектов решающую роль играют технологические и энергетические показатели работы.

Работы, выполняемые в ходе обследования объектов, можно подразделить следующим образом:

- работа с документацией, включая проектную, эксплуатационную и бухгалтерскую;
- натурное и визуально-измерительное обследование.

Работа с документацией

Этот этап можно разбить на несколько подэтапов:

- анализ загрузки мощностей,
- технологический анализ,
- анализ срока службы, износа, аварийно-ремонтных данных,
- составление и анализ баланса водопотребления и водоотведения,
- анализ энергоэффективности систем водоснабжения и водоотведения

Анализ загрузки мощностей играет наиболее важную роль в определении энергетической и технологической эффективности работы объектов. Необходимо проанализировать, насколько имеющиеся системы водоснабжения соответствуют потребности в питьевой воде и насколько реально загружены сооружения водоотведения.

Следует учитывать, что системы водоснабжения и водоотведения многих городов были построены в 70–80-х годах прошлого века с учетом завышенных нормативов водопотребления и перспективных расходов. На практике во многих случаях фактическое развитие городов значительно отличалось от запланированного, а удельное водопотребление в последние 25 лет существенно снизилось. В результате многие водопроводные и канализационные насосные станции и очистные сооружения водопровода и канализации значительно недогружены, сети также уложены с большими фактическими запасами по диаметрам.

В ходе анализа технологических схем сооружений водоподготовки и очистки сточных вод наиболее важно определить:

- насколько существующая технология водоподготовки удовлетворяет требованиям к подготовке питьевой воды, т.е. возможно ли с ее использованием при оптимальной эксплуатации устойчиво достигать требований, предъявляемых к питьевой воде, и насколько существующая технология соответствует лучшим современным решениям, применяемым в водоподготовке;
- насколько технология очистки стоков при оптимальной эксплуатации может позволять достигать требований, предъявля-

емых к сбросу стоков, и насколько она современна с учетом внедрения в системах очистки стоков наилучших доступных технологий (НДТ).

Следует отметить, что для проведения данной работы необходимы данные не только о составе сооружений и концентрациях на входе – выходе, но и о технологических режимах их работы, расходах реагентов, воздуха, образовании осадков по этапам очистки.

Проведение технологического анализа часто вызывает сложности в ходе обследований. Анализ технологии осуществляется поверхностно, не проводится анализ технологических схем, не описываются существующие режимы работы объектов. Если на очистных сооружениях существует разработанный регламент эксплуатации, то он обязательно должен быть представлен и проанализирован в ходе технологического анализа. По его итогам должны быть даны рекомендации о сохранении отработанных режимов или их изменении.

И наконец, еще одна группа задач этапа работы с документацией – установление срока службы, состава и времени ремонтов, величины аварийности, износа (по данным бухгалтерского учета).

Во многих случаях вызывает дополнительные сложности отсутствие значительной части проектной документации, которая может быть утрачена при хранении в течение 30–50 лет, особенно в ходе смены форм собственности объектов. Не всегда на основании имеющейся документации возможно установить точные годы ввода в эксплуатацию сетей и оборудования.

СОСТАВЛЕНИЕ И АНАЛИЗ БАЛАНСА ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

Балансовые расчеты являются одной из важнейших составляющих обследования системы водоснабжения и водоотведения. Общий баланс водопотребления и водоотведения по городу необходим, в первую очередь, для определения требуемой произ-

водительности сооружений водоснабжения и водоотведения, а также потерь в водопроводных сетях и количества инфильтрационных и поверхностных стоков, поступающих в систему водоотведения.

Общий вид баланса водоснабжения и водоотведения представлен на рис. 1. При составлении баланса используют данные о среднем водопотреблении населения по приборам индивидуального учета, доле населения, имеющего подобные приборы, среднего водопотребления по общедомовым приборам учета, общего количества населения подключенного к системе водоснабжения и канализации, потребления воды промышленными предприятиями и другими потребителями (местной промышленностью, офисами т.д.).

При составлении баланса следует учитывать, что количество воды, поданной населению и отведенной в систему канализации, практически совпадает. Также важно проводить выборочные сопоставления суммы показаний квартирных приборов с показаниями общедомовых водосчетчиков. Практика показывает, что значительная часть населения, особенно при высоких тарифах, использует различные приемы для занижения показаний квартирных счетчиков.

Количество сточных вод, поступающих в канализационные сети за счет притока поверхностных стоков (в том числе и неорганизованного) и инфильтрации, может быть оценено с помощью расчетов, на основе фактической и ожидаемой (через удельное значение от одного жителя и общую численность жителей) концентраций БПК в сточной воде, поступающей на городские очистные сооружения.

При анализе водоотведения важно определить направление развития системы. Во многих городах при официально существующей раздельной системе канализования на практике система отвода поверхностных стоков недостаточно развита, а самостоятельные сооружения их очистки отсутствуют. В результате система канализации работает как полураздельная или даже как общесплавная.

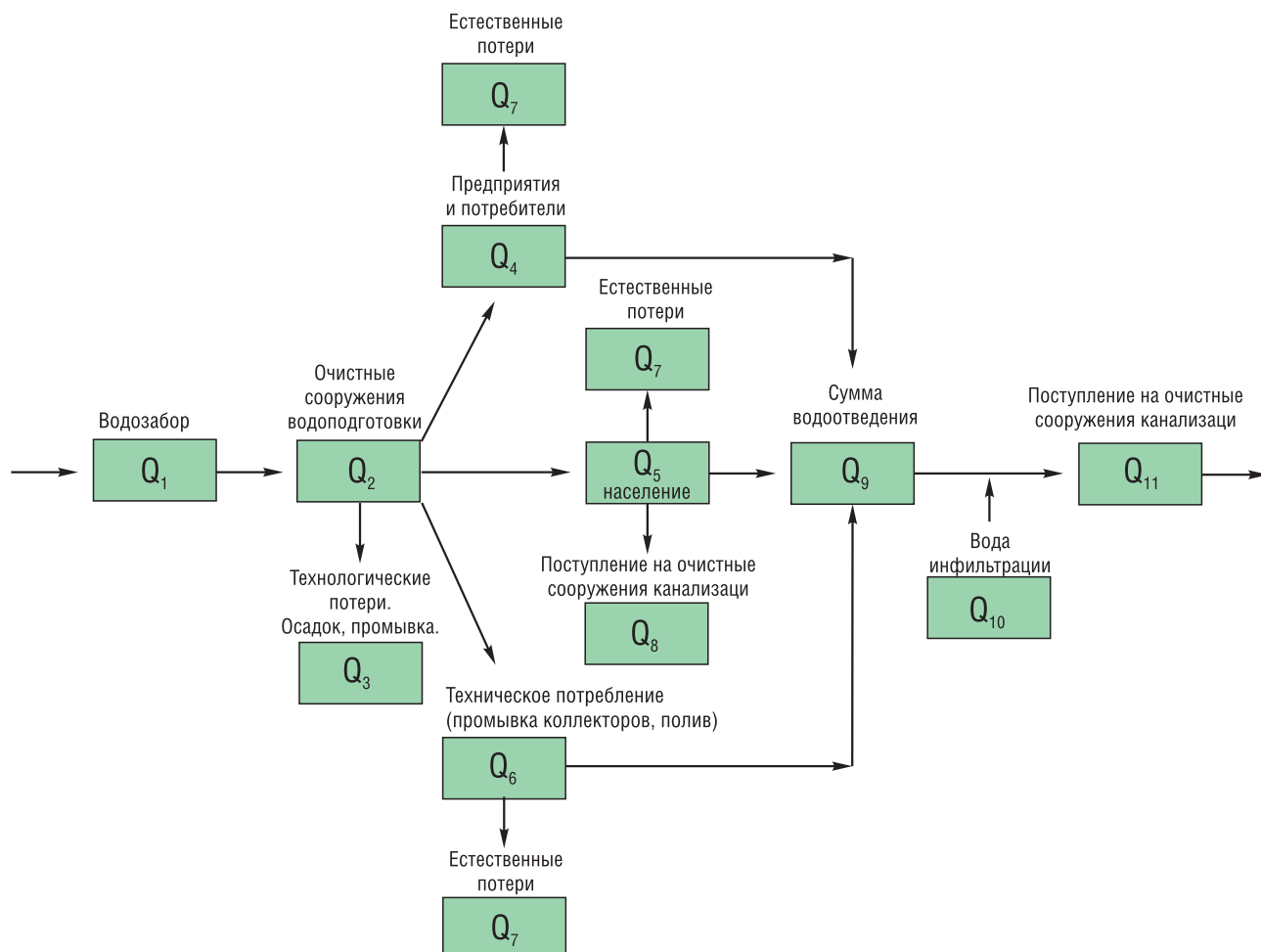


Рис. 1.
Баланс водопотребления
и водоотведения

Определяя необходимую производительность насосных станций и очистных сооружений, следует исходить из четких представлений о том, будет ли и в какой степени поверхностный сток отделяться от городских сточных вод. При этом в первую очередь, надо оценить приемлемость температуры воды и концентраций в стоках для внедрения современных методов очистки.

Учет воды, подаваемой на промышленные предприятия (и отводимой от них), как правило, является более легкой задачей, так как многие предприятия имеют приборы коммерческого учета. При этом для анализа влияния предприятий на очистные сооружения канализации и составления баланса масс загрязнений необходимы данные не только по количеству, но и по качеству промстоков.

Составление полного баланса воды по городу может приводить к неожиданным выводам. Так, в одном из обследованных городов считалось, что очистные сооружения водопровода перегружены и нуждаются в расширении. Действительно,

на сооружениях количество обрабатываемой воды превышало проектную мощность, также превышались рекомендуемые скорости фильтрования, промывку фильтров были вынуждены проводить несколько раз в сутки и т.д. Однако при составлении баланса водопотребления и водоотведения было выявлено, что при ликвидации существенных потерь воды в сетях и сокращении потребления на технологические нужды, мощность существующих очистных сооружений водопровода не только достаточна, но даже избыточна, а нормализация технологического режима позволит устранить большинство проблем с качеством воды.

В другом случае предлагалось провести реконструкцию канализационных очистных сооружений с внедрением современных технологий очистки и увеличением производительности. Однако анализ расходов сточных вод, поступающих от населения и промышленности, убедительно показал, что производительность существующих сооружений избыточна. При этом было установлено, что

бетонные емкости требуют восстановления. В результате вместо реконструкции и расширения существующих сооружений был запроектирован новый блок со значительно меньшей производительностью.

Балансы водопотребления и водоотведения желательно также составить для каждой водопроводной и канализационной насосной станции. При расчете нормы водопотребления по районам обслуживания необходимо учитывать тип застройки, сколько населения проживает в домах многоквартирного типа, сколько – в частном секторе. Желательно иметь средние показания водопотребления для каждого типа застройки. Разница в потреблении и подаче воды является ключевым показателем для анализа потерь воды в сетях в данном районе. Совместно с характеристикой трубопроводов, которую также следует разбивать по районам, составление таких балансов позволяет дифференцировать состояние систем подачи и сбора воды и выявлять наиболее неблагоприятные участки, с которых следует начинать обновление и капитальный ремонт сетей.



Анализ энергоэффективности систем водоснабжения и водоотведения

Оценка энергоэффективности работы систем по обобщённым удельным показателям на практике малоэффективна

Оценка энергоэффективности работы систем по обобщённым удельным показателям, таким как количество киловатт, затрачиваемое на м³ поданной или отведенной (очищенной воды), на практике малоэффективна. Проиллюстрируем примером: водоканал А использует воду со скважинного водозабора, находящегося в непосредственной близости от города, и не тратит энергии на ее подготовку, кроме обеззараживания. Водоканал Б вынужден транспортировать воду из реки на расстояние более 50 км и проводит полную двухступенчатую очистку с отстаиванием и фильтрацией. Естественно, затраты энергии во втором случае значительно выше, но это абсолютно не говорит об энергоэффективности водоканала А и неэффективности водоканала Б, а лишь свидетельствует о наличии объективных благоприятных и неблагоприятных факторов.

Для реальной оценки энергоэффективности следует оценивать эффективность работы насосного оборудования на каждой насосной станции, учитывая КПД, реальную рабочую точку насосов и метод регулирования. Задача осложняется тем, что на многих, в первую очередь,

канализационных станциях, отсутствуют манометры и установить реальную рабочую точку можно только по потребляемой энергии и характеристикам насоса.

Еще более сложной является задача анализа энергоэффективности очистных сооружений водопровода и канализации. Подробный анализ может значительно выходить за рамки работы по техническому обследованию (и не обсуждается в данной статье). При составлении технического задания необходимо конкретизировать задачи и объем требуемого анализа энергоэффективности. В кратком изложении можно перечислить следующие индикативные показатели, которые однозначно способны характеризовать уровень техники и технологий, влияющих на энергоэффективность:

- доля возвратных потоков (сточных вод) на сооружениях водоподготовки от поданной в город воды,
- величина потерь воды в водопроводных сетях,
- средневзвешенный КПД крупных насосных установок,
- уровень регулирования давления в сети (необходима разработка методики),
- расход воздуха на окисление загрязнений на очистных сооружениях,
- доля энергообеспечения очистных сооружений за счет собственных источников (расчетная, по балансу потребления и передачи сторонним пользователям).

При этом следует учитывать, что оценивать энергоэффективность практически бессмысленно в следующих случаях:

- для насосных станций, подающих воду в системы со значительными потерями воды. При потерях 40–70 % воды в сетях величина КПД и рабочая точка насоса теряют реальный смысл;
- для очистных сооружений, на которых в силу их технического состояния не может соблюдаться технология очистки, либо проектная технология была рассчитана на невысокое качество очистки. Энергозатраты на таких сооружениях могут быть значительно ниже, чем на самых современных станциях, однако это достигается не за счет прогрессивных технологических решений,

а за счет несоблюдения технологии или ее крайней примитивности (вплоть до отсутствия или неработоспособности сооружений биологической очистки на канализационных очистных сооружениях);

- для сооружений, работающих со значительной (более 50 %) недогрузкой в условиях значительных отклонений от проектных и оптимальных режимов. Снижение энергозатрат на таких объектах может быть осуществлено только при их полной реконструкции или замене.

НАТУРНОЕ И ВИЗУАЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ

Это важнейшая часть работы для обоснования степени (процента) износа и целесообразности дальнейшего ремонта. В ходе данного вида работ очень важно не только провести натурное обследование объектов, где это физически возможно, но собрать достаточный подтверждающий материал (в том числе фотоматериал) для обоснования реальной степени износа. Следует подробно охарактеризовать состояние строительных конструкций и технологического оборудования, запорно-регулирующей арматуры, трубопроводов, которые доступны для визуального обследования.

К сожалению, при проведении обследований встречаются случаи, когда указанные величины износа и возможное время дальнейшей эксплуатации, предоставляемые эксплуатирующей организацией, ничем не обоснованы. Более того, для сооружений, построенных в одно и то же время на одной площадке, указываются кратно различающиеся величины процента износа.

Окончательно вывод об износе и возможности дальнейшей эксплуатации с ремонтом следует делать на основании совместного анализа данных, полученных в ходе работы с документацией, и визуального обследования с привлечением специалистов-строителей. Сооружения, построенные из монолитного железобетона в 70–80-е годы XX века, несмотря на неудовлетворительный внешний вид, могут иметь значительный запас прочности.

При возникновении сомнений в возможности дальнейшей эксплуатации и определении процента износа, рекомендуется включать такие сооружения в программу строительного обследования.

В ходе обследования важно обращать внимание на отклонения от проектов и нарушения, которые часто возникают в ходе ремонтов оборудования и сооружений. Как показала практика обследований, особенно часто при ремонтах с заменой части оборудования нарушается гидравлика всасывающих линий насосов (рис. 2), вместо механизированных решеток устанавливаются решетки с ручным удалением отбросов, отсутствуют линии взмучивания на канализационных насосных станциях, используются самодельные, не регулируемые установки дозирования реагентов, системы аэрации на канализационных сооружениях находятся в неудовлетворительном состоянии и заменяются на самодельные, неэффективные конструкции (рис. 3).

Так же следует рассмотреть методы регулирования насосного оборудования. На многих водопроводных насосных станциях для регулирования оптимальных напоров в водопроводных сетях применяются частотные регуляторы, это позволяет значительно снижать потери энергии по сравнению с регулированием задвижками. Однако внедрение частотного регулирования не всегда производится с учетом всех технических особенностей данного процесса. Во-первых, частотные регуляторы устанавливаются «в разрыв» между шкафом и насосом без всяких устройств защиты от возникающих электромагнитных колебаний.

Рис. 2.
НАРУШЕНИЕ ГИДРАВЛИКИ
ВСАСЫВАЮЩЕЙ ЛИНИИ
НАСОСА





Рис. 3.
САМОДЕЛЬНЫЙ АЭРАТОР

Такая установка не позволяет работать приборам системы автоматизации, в первую очередь, электромагнитным расходомерам. Кроме того, при регулировании, как правило, не учитывается изменение рабочей точки насосов и трубопровода (не проводится соответствующих расчетов). В результате рабочая точка смещается за пределы рабочей зоны характеристики насоса, что вызывает более частые поломки оборудования.

Что касается приборно-измерительного обследования, то в ходе данной работы в основном могут проводиться измерения геометрических параметров сооружений, в том случае, когда утеряна документация, а также проводятся дополнительные химические анализы для определения технологической эффективности сооружений (если они не выполняются в ходе текущего лабораторного контроля).

Более серьезные работы по приборно-измерительному, особенно строительному обследованию, с определением остаточной прочности бетона, в том числе с опорожнением сооружений, требуют существенных затрат и времени. При проведении таких работ важно разработать продуманную программу, которая бы позволила увеличить их эффективность и уменьшить стоимость. При этом часть таких работ может проводиться и в ходе технического обследования, если это признано целесообразным в рамках технического задания.

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ

По результатам технического обследования должны быть разработаны рекомендации. Их следует разделить на первоочередные (то, что необходимо сделать в ближайшее время для поддержания системы в работоспособном состоянии) и на перспективные (рекомендации по развитию системы).

Содержание рекомендаций первого типа, как правило, хорошо известно специалистам эксплуатирующих организаций и без проведения технического обследования. Это такие работы, как ремонт сооружений, зданий и помещений, замена неработоспособного оборудования, установка резервного оборудования, там, где оно отсутствует, но необходимо для обеспечения надежности и т.п. В ходе технического обследования наряду с анализом имеющихся программ ремонта и обновления оборудования, следует учитывать данные, полученные в ходе работы, особенно визуального обследования и балансовых расчетов.

В первую очередь, важно указать объекты, которые могут представлять опасность для эксплуатирующего персонала или не соответствуют важнейшим нормам охраны труда и техники безопасности. К таким объектам относятся здания с выпадающим остеклением, многочисленными протечками в крышах, в том числе на высоковольтные щиты, трещинами в стенах, самодельной электропроводкой «на скрутках» (рис. 4), отсутствием систем отопления, вентиляции, водоснабжения, бытовой канализации и т.п.

Рис. 4.
ТРЕЩИНЫ В СТЕНАХ
И САМОДЕЛЬНАЯ
ЭЛЕКТРОПРОВОДКА





Рис. 5.
Башня промывки фильтров

Также в рекомендациях важно выделить объекты и оборудование, выход из строя которых приведёт к существенному нарушению технологических процессов. К примеру, на одних из обследованных очистных сооружениях водопровода строительные конструкции башни промывки фильтров находятся в неудовлетворительном состоянии (рис. 5). Выход из строя этого сооружения приведет к невозможности эксплуатации фильтров. На других очистных сооружениях канализации работает одна воздухоудовка без резерва с длительным сроком службы. Ее поломка практически приведёт к прекращению биологической очистки.

По результатам балансовых расчетов и анализа состояния трубопроводов следует

выделить наиболее критичные по потерям воды и инфильтрации районы сетей и, где это возможно, участки трубопроводов.

Что касается рекомендаций по развитию системы, то их разработка является более сложной и не всегда очевидной задачей. Основной вопрос заключается в том: восстанавливать существующее или строить новое? Так, по опыту ряда объектов, для большинства недогруженных насосных станций с реальной производительностью менее 1000 м³/сут., требующим существенного ремонта, оказалось экономичнее проектировать и строить комплектные насосные станции, работающие в автоматическом режиме.

Задача реконструкции или строительства новых очистных сооружений более

сложная. Здесь нужно учитывать не только состояние ёмкостей, оборудования и достаточность объемов, но и то, насколько существующие сооружения подходят для внедрения современных технологий. Так, к примеру, канализационные очистные сооружения с использованием биофильтров не могут быть реконструированы по технологиям с биологическим удалением азота и фосфора, аэротенки, построенные с малой глубиной (3-3,5 м), не позволяют реализовывать преимущества современных аэрационных систем и воздухоподводящего оборудования, узкие коридоры требуют увеличения количества перемешивающего оборудования и т.п.

Если состояние и технология очистных сооружений не позволяет сделать окончательный вывод о возможности их дальнейшего использования, следует рекомендовать привлечение проектной организации и проведение вариантного проектирования. Рекомендую такую работу, в техническом обследовании важно предварительным поверочным расчетом показать теоретическую возможность внедрения современных технологий в имеющихся сооружениях.

Также, рекомендуя заказать проектирование реконструкции или строительство новых сооружений, следует дать обоснованный технологический прогноз эксплуатации существующих. Если это представляется возможным, также разработать рекомендации по повышению эффективности работы сооружений на время проектирования реконструкции или строительства новых сооружений.

Здесь следует учитывать, что в условиях недогрузки в некоторых случаях возможно существенно улучшить качество очистки, даже используя существующие сооружения, не потерявшие работоспособность. Так, на одной из обследованных станций по очистке сточных вод основная стадия биологической очистки не эксплуатировалась по причине разрушения биофильтров. При этом сохранились двухъярусные отстойники и биопруды. Проведенные расчеты показали, что качество очистки может быть улучшено практически до проектных показателей путем внедрения дозирования

реагентов перед двухъярусными отстойниками и установки механических аэраторов в первой ступени биопрудов.

Также с привлечением проектных организаций следует рекомендовать решение задачи по восстановлению сетей в случае значительного износа по всему городу и недогрузки. Отметим, что восстановление таких сетей по существующим схемам ведет не только к перерасходу материалов, но и к нарушению технологии эксплуатации. Особенно это существенно для самоочистных канализационных коллекторов, где нарушаются скорости самоочистки. В таких случаях следует рекомендовать проектирование новой схемы водоснабжения и канализации с расчетом соответствующих сетей. Необходимости разработки схем также способствует существенное отклонение реального развития городов, от того, которое предполагалось при проектировании существующих сетей. В ходе работ по обследованию встречаются случаи, когда целые микрорайоны не были построены, или построены в совершенно другом месте города, нежели предполагалось, что не учитывалось первоначальным проектом водопроводных и канализационных сетей.

Выводы

Техническое обследование сооружений водоснабжения и водоотведения – весьма сложная процедура. Ее формальное выполнение может позволить лишь доложить о выполнении приказа, но не даст четкой обоснованной картины состояния системы и перспектив ее развития. В итоге это может существенно затруднить как текущую эксплуатацию, так и развитие водоканала. Напротив, квалифицированно выполненное техническое обследование, опирающееся на опыт выполнения подобных работ, даст водоканалу возможность как повысить качество и надежность работы с помощью относительно небольших затрат, так и выработать технологически и экономически оптимальную стратегию развития системы. ●