

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный  
университет»

Кафедра «Строительства и кадастра»  
Направление 08.04.01 - «Строительство»  
Профиль – «Обеспечение организационно-технологической  
деятельности в строительстве»

АВТОРЕФЕРАТ

к магистерской диссертации на тему:  
«Исследование технологий замены существующих водопроводных сетей  
на примере города Комсомольска-на-Амуре»

Студент группы 6ПСмка-1

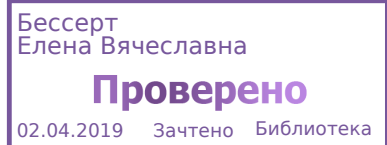
\_\_\_\_\_ *подпись, дата*

У.М. Болясова

Научный руководитель  
кандидат техн.наук, доцент

\_\_\_\_\_ *подпись, дата*

М.Т. Никифоров



## 1 Общая характеристика работы

**Актуальность** темы диссертации для регионов Дальнего Востока очень остра. Водоснабжение является важнейшей санитарно-технической системой, обеспечивающей необходимый уровень жизнедеятельности населения и всех отраслей промышленного и сельского хозяйства.

Современные технологии в области водоснабжения и канализации за последние 25 лет претерпели глобальные изменения. Но вместе с этим повсеместно наблюдается низкая эффективность существующих систем водоснабжения и неудовлетворительная организация управления.

Отсутствие внимания к системам водоотведения также затормозило и развитие методологии их проектирования. Можно сказать, что на сегодняшний день проектные организации имеют лишь те подходы и методы, которые были разработаны в 50-60е годы 20го века.

На протяжении многих десятилетий не изменялся также уровень принятия решений в области проектирования систем водоснабжения и водоотведения. Хотя действующие принципы проектирования уже устарели, требуется их обновление с применением новых компьютерных технологий, позволяющих ускорить процесс проектирования и максимально приблизить принятые решения к оптимальным. Вычислительная техника обеспечивает не только скорость расчета и точность вычисления, но и позволяет оперировать моделями реальных физических процессов, которые могут происходить в СВО. В свою очередь, повышение точности расчетов неизбежно приводит к повышению эффективности капиталовложений. Необходимо изменение структуры проектирования объектов водоотведения для повышения их надежности и экономичности.

Современное состояние отрасли водоснабжения и водоотведения в России характеризуется следующими данными:

- 1) в РФ 24 000 муниципальных образований и 50 % из них имеют перебои с водоснабжением;
- 2) только 71% проб воды соответствует гигиеническим нормам;
- 3) износ трубопроводов по отдельным МО достигает 60 %;

4) износ оборудования насосных станций — 55 %. [3]

Водная стратегия по улучшению состояния водоснабжения и водоотведения РФ 2020 предполагает использование 662,4 млрд.руб., из которых федеральное финансирование — 480,9 млрд.руб., субъектов и местных бюджетов — 114,6 млрд.руб., внебюджетные фонды — 66,9 млрд.руб.

**Целью** магистерской диссертации является изучение на примере города Комсомольска-на-Амуре состояния сетей водоснабжения, разработка рекомендаций по проектированию новых и реконструкции старых участков сети, оценка современного уровня научных разработок и внедрения в области проектирования водопроводных систем, а также разработка научно - методологического обоснования при выборе метода строительства водопроводной сети с использованием новых технологий.

**Объект исследования:** система водоснабжения г. Комсомольска-на-Амуре.

**Предмет исследования:** сети водоснабжения г.Комсомольска-на-Амуре.

**Научная новизна** заключается в обосновании необходимости модернизации и совершенствования технологии реконструкции сетей водоснабжения города.

**Методы исследования:** Для решения поставленных задач использовались теоретические методы.

**Практическая значимость работы** заключается в том, что предлагаемые мероприятия по реконструкции трубопроводов позволят улучшить качество поставляемой воды, значительно сократить расходы на строительство, используя новейшие технологии и разработки.

**Апробация** представлена в следующих публикациях:

- М.Т. Никифоров, У.М. Болясова «Капитальный ремонт водопроводных сетей города Комсомольска-на-Амуре», Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия: материалы Междунар. науч.-практич. конф., Ком-

сомольск-на-Амуре, 29 - 30 ноября 2018 г. / Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО « КНАГУ», 2018, с 163

- М.Т. Никифоров, У.М. Болясова «Технологии строительства водопроводных сетей в сложных гидрологических условиях», Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия: материалы Междунар. науч.-практич. конф., Комсомольск-на-Амуре, 29 - 30 ноября 2018 г. / Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО « КНАГУ», 2018, с 318.

## **2 Содержание работы**

**В первой главе** диссертации дается оценка существующих методов развития и реконструкции систем водоснабжения. Рассматривается проблема развития и реконструкции систем водоснабжения в РФ.

Нормативная и методологическая база в области водоснабжения несоответствует современным условиям. Это произошло потому, что за последнее десятилетие нормативные и методологические документы не обновлялись и не конкретизировались, а развитие городов и городской застройки происходило точно с большими отклонениями от генпланов.

Как показывает практика частые аварии и отказы в работе систем водоснабжения происходят по причине некачественных проектных решений. До сих пор во всех проектных организациях работы по обоснованию структуры и параметров ведутся вручную, включая технико-экономические и гидравлические расчеты, либо используются программы, которые в точности копируют устаревшие и упрощенные методики.

Также в первой главе рассмотрено состояние водопроводных сетей города Комсомольска-на-Амуре.

Статистические сведения о множестве аварийных ситуаций в последние десятилетия подтверждают критическую степень состояния водопроводных сетей. По критериям продолжительности эксплуатации существующих водопроводных

сетей по материалам труб, грунтовых условий и других факторов изношенность составляет 60-70 %. При этом 54 % сетей эксплуатировались более 20 лет, 23 % - от 15 до 20 лет и только 23 % - до 15 лет.

Система водоснабжения города нуждается в модернизации и замене существенной части трубопроводов, в связи с тем, что они выполнены из стальных труб, имеющих небольшой эксплуатационный срок. Причинами аварий на водопроводных сетях, кроме продолжительной эксплуатации, являются климатические и грунтовые условия.

**Во второй главе** дана характеристика природных условий г. Комсомольска-на-Амуре.

Климат района следует определять, как резко континентальный с муссонными чертами. Режим погоды в отдельные годы характеризуется большим разнообразием. Зимой устанавливается холодная, солнечная, сухая погода. Безморозный период составляет всего 90-130 дней. Только в первой половине апреля устанавливается положительная температура.

Средняя глубина сезонного промерзания грунтов составляет 2,7 м.

Основное питание подземных вод - это поверхностные воды рек, атмосферные осадки и таяния снегового покрова.

Глинистые грунты представлены суглинком полутвердым, мощность данного слоя 0,45 м. Ниже по разрезу залегают галечниковые грунты с суглинистым и супесчаным заполнителем. Вскрытая мощность данного слоя 2,4-4,7 м. Крупнообломочный грунт хорошо окатанный, представлен осадочными и метаморфическими породами. Галька преобладает крупная и средняя с включением мелких валунов 15-20%.

**В третьей главе** говорится о методах реконструкции водопроводных сетей.

Рассмотрены основные причины выхода трубопроводов из строя. Одними из преобладающих факторов являются многочисленные дефекты: коррозия, свищи, нарушения в стыках, переломы, старение материала труб, изначальные заводские дефекты труб или их стыков, низкая культура пользования системой водоснабжения и другие обстоятельства.

В диссертации рассмотрены **инновационные технологии бестраншейной прокладки новых и ремонта старых инженерных сетей.**

Существует условное разделение всех безраскопочных технологий на две основные группы: это *бестраншейные методы прокладки новых наружных сетей* и *технологии бестраншейной реновации* (ремонта, замены и восстановления) имеющихся инженерных коммуникаций. Эти технологии позволяют достичь весьма умеренной стоимости работ по прокладке инженерных сетей, однако с учетом использования весьма дорогостоящего, как правило, импортного монтажного оборудования, необходимостью проведения изыскательных работ, трудностью проведения таких работ в условиях городской застройки, прокладка новых сетей бестраншейными методами часто оказывается нерентабельной.

Поэтому широкое распространение в строительной практике получили менее трудоемкие и наиболее экономичные технологии бестраншейной замены (ремонта, реновации, восстановления) существующих сетей водоснабжения.

#### 1) Санация нанесением цементно-песчаного раствора

Этот метод является технологически наиболее простым и дешевым, поэтому он широко распространен. Цементно-песчаные покрытия являются надежным средством ликвидации различного рода дефектов на внутренней поверхности стальных труб, а также противокоррозионным материалом, однако не могут быть использованы для восстановления сильно разрушенных трубопроводов. Требуемая толщина защитного слоя достигается устанавливаемой ранее скоростью передвижения агрегата в трубе при постоянных значениях производительности насоса, подающего цементный раствор, и скорости вращения центробежной головки.

#### 2) Реконструкция сети нанесением сплошных покрытий в виде гибких полимерных рукавов.

Применяемый для ремонта напорных трубопроводов шланг-чулок состоит из полиэфирных и нейлоновых нитей сотканых вкруговую, на которые нанесено специальное покрытие, соответствующее транспортируемой среде восстанавливаемого трубопровода. Сущность данного метода санации трубопроводов заклю-

чается в закреплении у торцов и протягивании в полость трубы на всю длину ремонтного участка бесшовного полимерного рукава с плотной фиксацией его внутренней оболочки к внутренней поверхности трубопровода с помощью предварительно нанесенных клеевых составов (эпоксидной смолы) и давления воздуха или пара. Воздушный поток обеспечивает продвижение оболочки по длине трубопровода, а термообработка приводит к быстрому твердению клеевых составов.

### **3) Метод реконструкции «труба в трубе» с применением полиэтиленовых труб (без разрушения).**

При реконструкции данным методом сечение трубопровода уменьшается, но за счет меньшего коэффициента шероховатости материала (полиэтилен), компенсируется показатель пропускной способности трубопровода.

#### **4) Метод протягивания полиэтиленовых труб с разрушением**

В начале и в конце участка реконструируемого трубопровода разрабатываются стартовый и рабочий котлован. В рабочем котловане устанавливается гидравлическая машина с наборными штангами, предназначенная для разрушения изношенного трубопровода и протягивания через образовавшуюся скважину новой полиэтиленовой трубы. Из рабочего котлована с помощью гидравлической машины в реконструируемый трубопровод проталкиваются соединенные между собой элементы сборной штанги до ее выхода в стартовый котлован. В стартовом котловане к концу штанги монтируется конус, диаметр которого больше разрушаемой трубы. К хвостовику конуса присоединяется полиэтиленовая труба. Разрушение трубопровода производится конусом при обратном ходе сборной штанги, приводимой в движение силовыми гидроцилиндрами с тяговым усилием.

#### **5) Спирально-навивочная технология**

Спирально-навивочная технология является инновационной технологией.

Данная технология представляет собой процесс бестраншейного ремонта трубопровода методом спиральной навивки профиля. Профиль выполнен из высококачественного ПВХ. Полоски пленки из ПВХ соединены со стальным уплотнением металлическим каркасом. Пленка под высоким давлением заливается жидким концентрированным раствором. Навивочная машина располагается внут-

ри трубопровода, который подлежит восстановлению. Профиль подается в машину от барабана. Машина вращается по ремонтируемой трубе и спирально навивает профиль. Соединяющие концы профиля образуют герметичный механический затвор. Таким образом, образуется армированная труба.

#### б) Метод точечного ремонта

Технология основана на использовании двух элементов: зонда-накопителя и особой синтетической смолы. Зонд вводится внутрь поврежденного участка трубопровода, где имеются разрывы, трещины или свищи. Через зонд происходит нагнетание двухкомпонентной синтетической смолы, которая в течение 20 мин образует наружную муфту вокруг мест повреждения и выполняет роль поддерживающей подушки для трубопровода. Выступающие внутрь соединения труб или иные помехи движению зонда предварительно срезаются специальной фрезой. Процесс ремонта внутри трубопровода контролируется с помощью видеокамеры, снабженной пультом дистанционного управления.

**В четвертой главе** рассмотрены методы реконструкция и модернизация сетей водоснабжения, которые будут наиболее подходящими для условий г. Комсомольска-на-Амуре.

Сеть водоснабжения Комсомолска–на-Амуре нуждается в модернизации и замене существенной части трубопроводов, в связи с тем, что они выполнены из стальных труб, имеющих небольшой эксплуатационный срок. Стальные трубы были практически единственным решением для водоснабжения на тот период, когда прокладывалась сеть водоснабжения города. Они имеют определенные достоинства, такие как прочность и стоимость, но это не перекрывает множество недостатков, как коррозия, небольшой срок эксплуатации, большой вес и трудный монтаж.

На выбор типа материала труб существенное влияние оказывают следующие факторы:

- природные условия района прокладки: сейсмичность, санитарные условия, агрессивность грунтов и воды, климатические условия, гидрогеология грунтов, их механическая прочность;



- сроки эксплуатации труб;
- статические расчеты: внутреннего гидростатического давления в трубах, массы грунта и временных нагрузок, возможности образования вакуума в трубах.

Исходя из рассмотренных природных условий Комсомольска-на-Амуре в качестве замены стальным трубам, не вполне отвечающим современным требованиям, рекомендуется использовать трубы из полиэтилена. Такие трубы обладают рядом преимуществ: высокая коррозионная и химическая стойкость; долговечность; низкая вероятность образования отложений на внутренней поверхности трубы; низкий коэффициент шероховатости; в 5-7 раз легче стальных, что облегчает монтажные работы и удешевляет доставку; низкая теплопроводность материала, снижающая тепловые потери и уменьшающая образование конденсата на наружной поверхности труб; высокая надежность соединений (вплавляемых «сварных» швов); возможность быстрой ликвидации механических повреждений; низкая вероятность физического разрушения трубопровода при замерзании жидкости, так как при этом труба увеличивается в диаметре, а затем, при оттаивании жидкости, приобретает прежний размер; возможность поставки длинномерными отрезками; существенная экономия воды при промывке вводимых в строй трубопроводов.

Использование полимерных труб значительно ускоряет и облегчает как процесс строительства новых сетей водоснабжения, так и ремонта существующих трубопроводов из традиционных материалов

Современные технологии призваны облегчить человеческий труд в любом его проявлении, поэтому многие производители освоили выпуск пластиковых колодцев. Поэтому рассмотрен такой вариант для строительства.

Основными плюсами полимерных колодцев можно считать:

- 1) Низкая стоимость
- 2) Простота монтажа.
- 3) Устойчивость к температурам.
- 4) Усиленные каркас и ребра жесткости позволяют выдерживать высокие нагрузки почвы.

Единственным существенным недостатком можно считать уязвимость конструкции к ударным нагрузкам.

Учитывая природные условия Комсомольска-на-Амуре, допускается замена ж/б колодцев и камер при реконструкции на пластик для снижения стоимости строительства и трудозатрат.

**Пятая глава** посвящена рассмотрению основных проблем при строительстве и реконструкции сетей водоснабжения на примере реального объекта.

*Общие сведения об объекте.*

С 2006 года в Комсомольске-на-Амуре выполняется работа по реализации федеральной целевой программы «Экономическое и социальное развитие Дальнего Востока и Забайкалья». По этой программе в нашем городе ведется строительство и реконструкция уже существующих сетей водоснабжения «Развитие и модернизация инфраструктуры водоснабжения города Комсомольска-на-Амуре».

Одним из этапов является объект «Развитие и модернизация инфраструктуры водоснабжения г.Комсомольска-на-Амуре. III пусковой комплекс. Этап 5. Участок водопроводной сети Д600 мм на пересечении ул. Кирова и ул. Вокзальная (точка А) до пересечения ул. 7-я Речная и ж/д путей (точка Д)».

Участок расположен в Центральном округе г. Комсомольска-на- Амуре. Трасса проектируемого трубопровода проходит от пересечения ул.Кирова и ул. Вокзальной до пересечения ул. 7-я речная и ж/д путей. Трасса проектируемого трубопровода проходит вдоль подземного водовода диаметром 630 мм.

Проектируемая сеть питьевого водопровода проложена в земле на глубине на 0,5 м ниже глубины промерзания грунта, на естественное основание с песчаной подсыпкой под п/э трубопровод толщиной 150 мм и с обратной засыпкой над верхом трубопровода защитного слоя из местного грунта толщиной 300 мм.

Водовод предусмотрен из п/э труб. Протяженность проектируемого водовода составляет 2233,00м. По степени обеспеченности подачи воды проектируемая система хозяйственно-питьевого водоснабжения относится к первой категории. Класс проектируемых трубопроводов хозяйственно-питьевого водопровода по степени ответственности первый.

При строительстве объекта было встречено множество проблем. В диссертации рассмотрены основные из них.

### *1. Проблемы при проектировании объекта строительства.*

Выбор проектной организации - один из важнейших пунктов в планировании строительства. Право на разработку проекта разыгрывалось путем проведения аукцион на электронной площадке. Сегодня такой тип размещения заказов считается главным, поэтому большая часть заказов в строительной отрасли проходит именно через такие порталы. Нельзя не отметить ряд минусов пресущих такому способу определения подрядчика:

1) наличие только одного фактора при выборе подрядной организации — цены. Известно, что победителем в торгах выступает тот поставщик, стоимость которого наиболее выгодна для заказчика. При этом нет уверенности в квалификации кадров компании, наличия достаточного качества товара, своевременности поставки так далее;

2) риск недобросовестной конкуренции. Система электронных торгов пока продумана не до конца. В 2018 году уже было много случаев участия в торгах подставных компаний или преднамеренного вытеснения конкурентов за счет выставления неподъемных условий.

Применение стоимости как единственного критерия приводит к риску получения низкокачественного товара. При этом не берется в учет опыт исполнителя, квалификация его кадров, способность выполнять работы подобной сложности и в сроки выполнять заказы.

Чтобы предложить заказчику лучшую цену, исполнители вынуждены работать в убыток или же нанимать низкооплачиваемую рабочую силу, то есть снижать текущие издержки. Все это сказывается на остановке развития и необходимости применения устаревшего оборудования. Таким образом, право на разработку проектной документации может выиграть организация, не имеющая квалифицированных специалистов, находящаяся в другом городе, и контакт с которой при решении тех или иных вопросов очень затруднен.

Одной из основных проблем проектирования является обширная потеря данных по «нулевому» циклу строительства. То есть, информация о том, где и какие проходят подземные коммуникации не соответствует действительности и нередко отсутствует вовсе, что приводило к повреждению существующих коммуникаций.

Из-за ошибок на стадии геологических изысканий остаётся неизученной почва, игнорируются составы грунта и уровень расположения грунтовых вод. Это приводит к неправильному выбору технологии строительства.

Но самая острая проблема заключается в использовании устаревших технологий и конструктивных решений при строительстве сетей водоснабжения. Проектные организации не стремятся повышать квалификацию своих сотрудников, совершенно отсутствует мониторинг рынка технологий, новых материалов и инноваций.

Также стоит отметить такие проблемы как неучтенные работы, которые по той или иной причине оказались вне подготовленного проекта и несоответствие указанных в документе актуальным ценам.

## *2. Проблемы организации строительства*

Организация строительства – взаимоувязанная система подготовки к строительству, установления и обеспечения общего порядка, очередности и сроков выполнения работ, снабжения всеми видами ресурсов, для обеспечения эффективности и качества строительного комплекса.

Первая проблема – это срыв сроков. 80% компаний готовы взяться за проект с директивными сроками, только бы получить заказ. Особенно часто невыполнимыми бывают графики государственных строек – это связано со сроками освоения бюджетных средств.

Для составления правильного графика производства работ, чтобы исключить неосвоение средств в срок, необходимо использовать современные программы и методы календарного планирования строительных процессов.

Следующая проблема строительного бизнеса - это дефицит современных производственных мощностей, а также недостаточные объемы производства.

Далее - это воевременный сбор всей документации и содержание ее согласно всем предписанным нормам. А если по ходу строительства в нее вносятся изменения? Их все нужно заново согласовывать, вносить в документы, подписывать, ставить печати у многочисленных чиновников. На объекте модернизации водопровода пришлось согласовывать порядка 15 актов на замену материалов, добавления непредвиденных работ и др. На согласование 1 акта уходило порядка 2-3 недель, а ведь подрядчик не может выполнять работы без официального подтверждения своего запроса.

Следующая проблема - зависимость от природно-климатических воздействий окружающей среды. Строительные работы выполняются на открытом воздухе, и люди подвергаются воздействию климатических факторов: атмосферным явлениям; сменам времен года и суток (температура и освещенность). Все это сказывается на технологии и организации и создает множественность решений в зависимости от места и времени производства работ. Проблемы, обсуждаемые ранее, привели к значительному смещению графика производства работ. Большая часть по разработке траншей, монтажу трубопровода и строительству водопроводных камер выпала на зимний период. Низкие температуры и промерзший грунт сильно тормозили строительство. Приходилось ставить тепловые пушки, палатки для обогрева земельных участков, постоянно прогревать бетонную смесь для монтажа камер.

Следующий камень преткновения – это нехватка спец.техники у строительных организаций. Последнее время правительство РФ нацелено на построение и развитие отечественного технологичного машиностроения. Запрет на ввоз импортной техники на территорию РФ для гос.закупок может подтолкнуть крупные иностранные фирмы ограничить свою производственную деятельность в самой стране, а отечественные заводы просто не справляются со спросом на рынке, а также уровень инноваций и технологического развития оставляет желать лучшего. Также можно отметить проблему человеческих ресурсов. Экономика города с каждым годом ухудшается, наблюдается большой отток населения. Молодые специалисты не хотят оставаться в городе, предпочитая искать работу в крупных

городах России. Фундаментальная причина оттока населения из малых городов России — невысокие доходы, узость рынка труда и прочие экономические проблемы.

Данная диссертация была разработана для перспективного внедрения в работу организации МКУ УКС (Акт внедрения №1).