

Восточно-Казахстанский государственный технический университет
им. Д.Серикбаева

УДК 628.1 (574.42)

ГОРДЕЕВ ВЯЧЕСЛАВ АЛЕКСАНДРОВИЧ

Пути повышения надежности системы водоснабжения на примере г. Усть -
Каменогорска

6N0729 – Строительство

Специализация: Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов

**Реферат диссертации на соискание академической степени
магистра технических наук по специальности «Строительство»**

Научный руководитель:
кандидат технических наук, доцент ВКГТУ
Видищева Г.Г.

г. Усть-Каменогорск, 2010

ВВЕДЕНИЕ

Одной из основных проблем в системах водоснабжения города является большой износ материальных средств системы и поиск наиболее экономически выгодного способа их восстановления.

Актуальность темы: Проблема малой надежности системы водоснабжения города Усть-Каменогорска в последнее время приобретает особую актуальность, т.к. с каждым годом происходит все большее число аварий, и их ликвидация становится более трудоемким и дорогостоящим мероприятием. Так же отказ работы системы водоснабжения в целом или частично приводит к перебоям в подаче воды потребителям, что не допустимо и влечет за собой большие экономические потери. В связи с этим возникает необходимость разработки методов повышения надежности системы водоснабжения, а в частности, замены существующих трубопроводов с наименьшими экономическими затратами.

Диссертационная работа посвящена изучению технологии реконструкции трубопроводов системы водоснабжения методом бестраншейной прокладки полимерных труб в существующие трубопроводы. Внедрение подобной технологии позволит сократить затраты по замене труб в сравнении с траншейными методами, а также появляется возможность увеличить диаметры трубопроводов согласно потребностям развивающегося города и предприятий.

Исследования имеют как теоретическое, так и практическое значение, и по своей глубине проработки работа соответствует современным требованиям.

Цель работы: Исследование технологии бестраншейной замены трубопроводов, и разработка рекомендаций по применению данной технологии к системе водоснабжения г. Усть-Каменогорска.

Задачи исследования:

- анализ надежности системы водоснабжения г. Усть-Каменогорска;
- выявление причин, влияющих на надежность систем и виды отказов системы;
- выбор оптимальной технологической схемы для реконструкции системы водоснабжения г. Усть-Каменогорска;
- разработка рекомендаций по внедрению технологии бестраншейной реконструкции трубопроводов системы водоснабжения.

Научная новизна работы:

- установлена целесообразность применения технологии бестраншейной реконструкции трубопроводов системы водоснабжения г. Усть-Каменогорска;
- разработаны практические рекомендации по проведению реконструкции сетей водоснабжения г. Усть-Каменогорска;
- проведены исследования влияния замены существующих трубопроводов на гидравлические характеристики сети.

Практическая ценность и реализация результатов исследований:

Рассматривается вариант внедрения данной технологии при реконструкции системы водоснабжения г. Усть-Каменогорска.

Апробация работы и публикации: Основные положения диссертационной работы обсуждались и получили одобрение на I Международной конференции молодых ученых УГНТУ, г. Уфа (2009г.), XXXIII Республиканской студенческой научно-практической конференции КазАТК, г. Алматы (2009г.), IX Республиканской научно - технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых ВКГТУ Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск (2009г.), заседаниях кафедры «Рациональное использование водовоздушного бассейна и теплогазоснабжение» ВКГТУ им. Д. Серикбаева (2009-2010г.г.).

По теме диссертации опубликовано 3 печатных работы.

На защиту выносятся:

- результаты анализа надежности работы сетей водоснабжения г. Усть-Каменогорска;
- практические рекомендации по проведению реконструкции сетей водоснабжения г. Усть-Каменогорска с применением технологии бестраншейной прокладки трубопроводов;
- оценка влияния замены существующих трубопроводов на гидравлические характеристики сети.

Структура и объем диссертации: Диссертация состоит из введения, 4 глав и заключения, которые изложены на 114 страницах компьютерного набора, иллюстрируется 48 рисунками и 33 таблицами, списка использованных источников из 70 наименований и 21 приложений.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Во введении отражены проблемы низкой надежности системы водоснабжения города Усть-Каменогорска и актуальность поиска и разработки новых эффективных технологий ее повышения.

В первом разделе освещено современное состояние применения новых технологий и материалов труб в системах водоснабжения. Приведены современные проблемы эксплуатации систем водоснабжения. Рассмотрены возможные варианты повышения надежности системы. Проанализированы отдельные элементы водоснабжения и выявлено их влияние на общую надежность системы. Приведены пути повышения надежности водопроводной сети. Проанализированы современные тенденции эксплуатации водопроводных труб и применения труб из полимерных материалов. Выполнен анализ свойств различных видов не металлических труб. На основании анализа сделан вывод, что для наружных сетей водоснабжения целесообразно применять полиэтиленовые трубы низкого давления, т.к. они обладают высокими эксплуатационными характеристиками и относительно низкой стоимостью.

Более глубокий анализ полиэтиленовых труб позволил сделать вывод о их преимуществах и недостатках. К главным преимуществам полиэтиленовых

труб относятся: долговечность, малый вес при достаточно высокой прочности, высокая коррозионная устойчивость, гладкость поверхности и отсутствие обрастания стенок, удобство и простота монтажа/демонтажа. Наряду с достоинствами полиэтиленовые трубы обладают следующими недостатками: быстрое старение под воздействием прямых солнечных лучей, высокий коэффициент диффузии кислорода через стенку трубы. В результате анализа видов сварки полиэтиленовых труб выявлено, что на сегодняшний день наиболее широкую известность получили два способа соединения полиэтиленовых труб: сварка полиэтиленовых труб встык и электромуфтовая сварка.

Проанализированы современные методы реконструкции водопроводных сетей и на основании мирового опыта рассмотрены более подробно следующие технологии: «труба в трубе без разрушения старой трубы», «труба в трубе с разрушением старой трубы».

В результате проведенного анализа сделаны выводы:

1. В современной практике строительства и реконструкции трубопроводов системы водоснабжения предпочтение отдано полимерным трубам из-за их высоких эксплуатационных, монтажных и экономически выгодных характеристик. Но наиболее распространенными трубами в сетях водоснабжения являются полиэтиленовые трубы низкого давления ($P_{\max}=1,6$ МПа).

2. Для реконструкции изношенных трубопроводов сетей водоснабжения в мировой практике наиболее распространен метод введения полиэтиленовой трубы в существующую трубу (метод, называемый «труба в трубе») с уменьшением или увеличением диаметра трубопровода.

Во втором разделе на основании собранных данных по количеству и характеристикам аварий на сетях за 4 года (2006-2009гг.) выполнен анализ надежности системы водоснабжения г. Усть-Каменогорска и выявлено, что в связи с сильным износом сетей система находится в аварийном состоянии и требует замены более 300км трубопроводов. Были проведены гидравлические расчеты работы системы водоснабжения г.Усть-Каменогорска на настоящее время.

На основании характеристики аварийности водопроводной сети г. Усть-Каменогорска построены графики, отражающие детальную количественную и качественную оценку аварийности сети. В результате детальной характеристики выявлены преобладающие глубины заложения и диаметры трубопроводов. Количественная характеристика аварийности показала, что за период с 2006 по 2009 год происходит увеличение удельного распределения аварий на 1 день, рисунок 1.

Качественная оценка аварийности была проведена по следующим критериям:

- диаметр аварийного участка;
- причина аварии;
- глубина заложения трубопровода;

- соотношение аварий по материалу труб и характеру аварии.

По каждому из критериев был построен график и сделан вывод, что преобладающей причиной аварийности является свищ на стальных трубах из-за длительного срока эксплуатации.

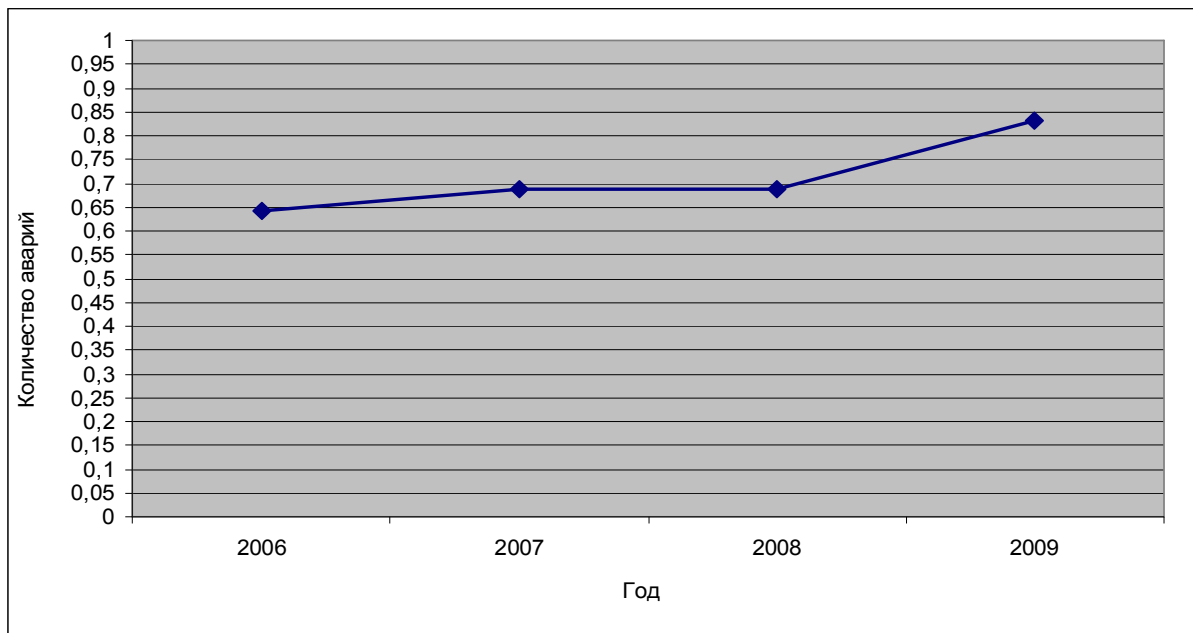


Рисунок 1 - Удельное распределение аварий на 1 день

В третьем разделе приводятся рекомендации по повышению надежности системы водоснабжения г. Усть-Каменогорска. Наряду с сильным износом трубопроводов системы водоснабжения на основании мониторинга качества подземных вод Октябрьского водозабора было выявлено, что качество воды в нем ухудшается, и в ближайшее время ее нельзя будет использовать для хозяйственно-питьевых нужд населения. В связи с этим выполнены гидравлические расчеты сети водоснабжения г. Усть-Каменогорска на настоящее время и на случай вывода из эксплуатации Октябрьского водозабора. Согласно гидравлическому расчету и проведенному экономическому сравнению вариантов, для реконструируемой сети даны рекомендации по увеличению диаметров некоторых участков сети и по установке одной повысительной насосной станции. Экономическое сравнение было проведено для следующих вариантов:

1. Установка двух повысительных насосных станций на сети водоснабжения;
2. Увеличение диаметров сети согласно гидравлическому расчету и установка одной повысительной насосной станции.

На основании расчетов построены пьезокарты. Данные по длинам и изменениям диаметров реконструируемой сети приведены в таблице 1.

Наряду с гидравлическим расчетом сети водоснабжения Ульбинского района был выполнен гидравлический расчет сети Октябрьского района г. Усть-Каменогорска. Анализ данного расчета показал, что работа сети

водоснабжения Октябрьского района отвечает нормативным требованиям по гидравлическим характеристикам и, следовательно, увеличение диаметров на сети данного района не требуется. Исходя из выше сказанного, принято решение о целесообразности замены всех изношенных участков сети водоснабжения г.Усть-Каменогорска с частичным увеличением диаметров в Ульбинском районе.

Таблица 1 - Рекомендуемые диаметры труб реконструируемых участков сети водоснабжения Ульбинского района г.Усть-Каменогорска.

№ участка	Длина, м	Диаметр, мм	
		До реконструкции	После реконструкции
1-2	806,00	100	200
2-3	821,00	100	200
1-6	858,00	100	200
6-5	469,00	100	200
5-4	480,00	150	200
4-7	945,00	150	250
7-14	847,00	100	150
14-15	812,00	100	150
3-13	821,00	150	200
13-12	550,00	150	200
12-11	642,00	150	200
20-22	499,00	250	300
22-23	177,00	250	300
23-30	386,00	250	300
33-32	836,00	200	250
35-36	600,00	200	250
59-58	420,00	100	150
Итого	10969,00		

Для реконструкции сети была выбрана технология «труба в трубе», так как данная технология позволяет увеличить пропускную способность существующего трубопровода без значительных экономических затрат. Снижение экономических затрат главным образом достигается значительным уменьшением объемов земляных работ и предотвращением нарушения работы инфраструктуры города в период реконструкции сети.

В данной работе был проведен подробный анализ метода реконструкции «труба в трубе» при применении его в условиях г.Усть-Каменогорска. В ходе анализа были рассмотрены различные методы протаскивания трубы, в частности, методы соединения направляющей головки с рабочей полиэтиленовой трубой:

1. С помощью болтовых соединений;
2. При помощи сварки.

Выявлено, что первый метод значительно уменьшает длину протягиваемой плети полиэтиленовой трубы. Это связано с тем, что в болтовых соединениях возникают большие усилия, передающиеся от силовой установки, а в связи с маленькой площадью поверхности взаимодействия болта и тела трубы происходит ее разрыв. Во втором методе такого явления не наблюдается, так как соединение происходит при помощи сварки и усилие от протягивания равномерно распределяется на все поперечное сечение трубопровода. Данные явления характерны преимущественно для метода «труба в трубе без разрушения».

При анализе метода реконструкции водопроводных сетей «труба в трубе с разрушением» выявлено, что большая часть усилий от силовой установки приходится на разрушение старой трубы и вдавливание ее в грунт. В связи с этим длина протягиваемой плети зависит в основном от свойств слагаемого грунта, существующего трубопровода и разницы диаметров между существующим и новым трубопроводом. Длина плети при данном методе реконструкции определяется исходя из рекомендаций эксплуатации установки горизонтального бурения.

В общем случае расчетная величина тягового усилия может быть определена из следующей зависимости:

$$R_y \geq R_T + R_{TP} + R_{CP} + R_{CB} + R_{Ш}, \quad (1)$$

где

R_T – торцевое сопротивление грунта на конусе расширителя:

$$R_T = 0,785 * K_1 * (D_p^2 - D_{CT}^2) \quad (2)$$

где

D_p – наружный диаметр расширителя,

D_{CT} – наружный диаметр старой трубы,

K_1 – коэффициент, учитывающий характеристики грунта и его уплотнение в процессе работы;

R_{TP} – усилие трения на боковой поверхности прокладываемой трубы;

R_{CP} – усилие разрушения старой трубы. Для металлических труб это усилие может быть определено как усилие резания, а для керамических и железобетонных труб – исходя из прочностных характеристик материала старой трубы;

R_{CB} – осевая составляющая усилия вдавливания разрушенной части старой трубы в породу:

$$R_{CB} = R_B * \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad (3)$$

где

R_B – составляющая усилия вдавливания, перпендикулярная оси трубы. Величина определяется характеристиками породы, а в случае разрезания стальной трубы – дополнительным усилием разгибания разрезанной части трубы;

$R_{Ш}$ – сила трения на поверхности штанг в грунте (при прокладке в грунте) или в старой трубе. Обычно величиной $R_{Ш}$ можно пренебречь.

На основании выше приведенного исследования метода реконструкции «труба в трубе без разрушения» были построены графики для определения максимальной длины протягиваемой плети на прямолинейных и криволинейных участках.

Основной недостаток метода «труба в трубе без разрушения» заключается в уменьшении поперечного сечения трубопровода и, следовательно, увеличении скорости жидкости и потерь напора по длине трубопровода. В связи с этим было проведено сравнение характеристик движения жидкости в старых металлических трубах и в трубах из полиэтилена. На основании данного расчета были построены графики для случая уменьшения диаметра трубопроводов на один сортамент (рисунки 2,3).

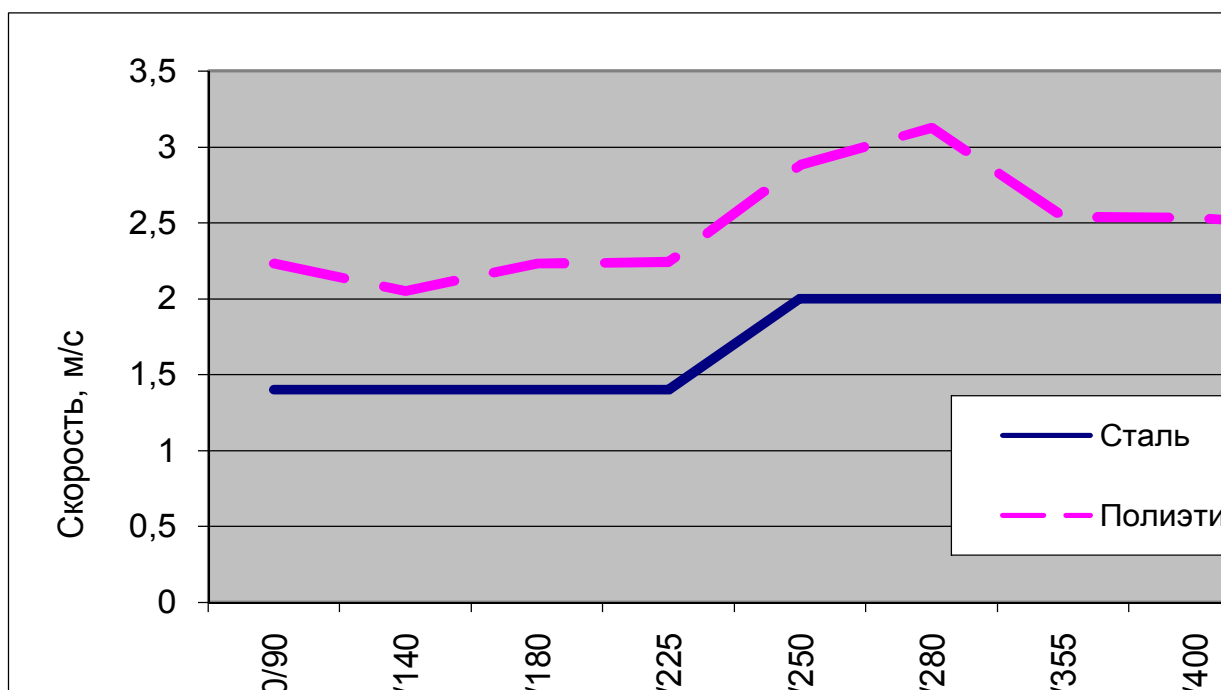


Рисунок 2 - Сравнение скоростных характеристик жидкости в металлических и полиэтиленовых трубопроводах

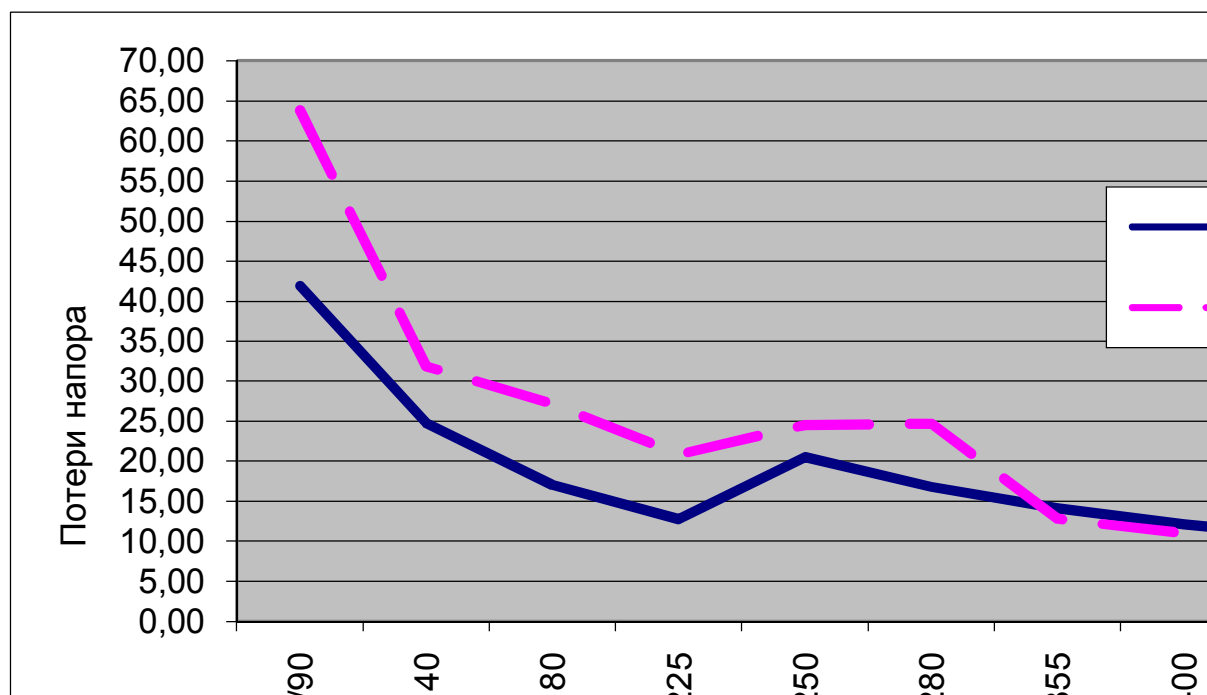


Рисунок 3 - Сравнение параметров гидравлического уклона в металлических и полиэтиленовых трубопроводах

При анализе построенных графиков сделан вывод, что при уменьшении диаметра трубы с неизменным расходом значительно увеличивается скорость потока жидкости на всех рассматриваемых диаметрах, а потери напора по длине для полиэтиленовых труб не значительно отличаются от потерь напора для стальных труб при следующих изменениях диаметров (таблица 2):

Таблица 2 - Диаметры трубопроводов, рекомендуемые к реконструкции методом «труба в трубе без разрушения».

Сталь	Полиэтилен
150	140
200	180
250	225
300	250
350	300
400	355
450	400
500	450
600	500

Таким образом, сделан вывод, что диаметры стальных труб 150-600мм можно восстанавливать методом «труба в трубе» без значительного увеличения потерь напора по длине трубопровода. Причем, как видно из рис. 3 – чем больше диаметр трубопровода, тем меньше разница параметра гидравлического уклона.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью данной магистерской диссертации стояло проанализировать надежность системы водоснабжения города Усть-Каменогорска и дать рекомендации, опираясь на мировой опыт и на современные технологии, по повышению надежности.

В процессе анализа надежности системы водоснабжения было выявлено следующее:

1. Большие утечки воды по сети из за сильного износа труб;
2. Возможное ухудшения качества воды Октябрьского водозабора и следовательно вывод его из эксплуатации.

Все эти проблемы значительно уменьшают надежность системы водоснабжения, на ряду с ветхостью трубопроводов большой износ имеют оборудование водозаборов и насосных станций, но все же главной проблемой остается большой износ сети т.к. это наиболее дорогостоящий и трудоемкий элемент системы.

В данной работе были рассмотрены современные методы реконструкции систем водоснабжения и сделан вывод, что именно для данной системы подходят два метода:

1. Труба в трубе без разрушения;
2. Труба в трубе с разрушением существующего трубопровода.

Так же были проанализированы материалы современных труб которые применяются в системах наружного водоснабжения. В результате анализа были выбраны полиэтиленовые трубы низкого давления т.к. они отвечают всем требованиям по качеству и эксплуатационным характеристикам. Были подробно рассмотрены все преимущества и недостатки данных труб и способы их монтажа.

Рассмотрев вопрос о выводе из эксплуатации Октябрьского водозабора были предложены варианты реконструкции сети Ульбинского района, а именно запитка ее от Нижне-Согринского водозабора. При такой реконструкции возникли проблемы с распределением напора по сети, и были предложены два варианта:

1. Установка двух повысительных насосных стнаций в местах выявленных путем построения пьезокарты района;
2. Установка одной повысительной насосной станции и увеличение диаметров участков на которых наблюдаются повышенные скорости и потери напора.

По проведенному экономическому сравнению двух вариантов к рассмотрению был принят второй вариант как экономически выгодный. Второй вариант реконструкции водопроводной сети предполагат замену 10969 м труб на большие диаметры и установку одной повысительной насосной станции.

Для увеличения диаметра было принято решение использовать бестраншейный метод реконструкции «труба в трубе с разрушением». Для остальных участков сети города Усть-Каменогорска предложено применить метод «труба в трубе без разрушения». Для данного метода были

проанализированы необходимые усилия требуемые для протягивания полиэтиленовой плети в существующий трубопровод и построены графики, на которых отражены максимально допустимые длины плетей на прямолинейных и криволинейных участках. В связи с тем, что при применении метода труба в трубе без разрушения существующей трубы уменьшается живое сечение трубопровода, что приводит к повышению скорости потока жидкости и гидравлическому уклону, было проведено сравнение эксплуатационных характеристик не новых стальных и полиэтиленовых труб и построены графики. Проанализировав гидравлические характеристики видно, сделан вывод что при уменьшении диаметра действительно увеличивается скорость потока, но гидравлический уклон изменяется не значительно в пределах диаметров труб от 150 до 600мм. Это обусловлено тем, что полиэтиленовые трубы имеют меньшую шероховатость поверхности, чем стальные не новые, и в процессе эксплуатации на полиэтиленовых трубах исключено образование отложений. Следовательно метод «труба в трубе без разрушения» целесообразно применять для диаметров труб от 150 до 600мм.

Так же было выполнено сравнение объема земляных работ при реконструкции сети открытым и закрытым способами и на основании данных по допустимым радиусам поворота полиэтиленовых труб была построена рекомендационная таблица содержащая минимальные длины траншеи для бестраншейных методов реконструкции.

Список опубликованных работ по теме диссертации

- 1 Гордеев В.А. Современные методы реконструкции подземных трубопроводов //Сборник трудов I Международной конференции молодых ученых «Актуальные проблемы науки и техники». – Уфа, 2009. – С.26-27.
- 2 Гордеев В.А., Видищева Г.Г. Анализ надежности системы водоснабжения г. Усть-Каменогорска. //Материалы XXXIII Республиканской студенческой научно-практической конференции «Студент и транспортная наука: векторы инновационного развития». Том II. – Алматы, 2009.С.65-67.
- 3 Гордеев В.А., Видищева Г.Г. Реконструкция системы водоснабжения Ульбинского района г.Усть-Каменогорска. // Материалы IX Республиканская научно - техническая конференция студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых: «Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана», ВКГТУ, г.Усть-Каменогорск, 2009г.С.85-87.

АННОТАЦИЯ

к магистерской диссертационной работе Гордеева Вячеслава Александровича на тему: «Пути повышения надежности системы водоснабжения на примере г. Усть - Каменогорска»

6N0729 – Строительство

В диссертационной работе обоснована актуальность проблемы повышения надежности системы водоснабжения г.Усть-Каменогорска и поставлены следующие задачи:

- анализ надежности системы водоснабжения г. Усть-Каменогорска;
- выявление причин, влияющих на надежность систем и виды отказов системы;
- выбор оптимальной технологической схемы для реконструкции системы водоснабжения г.Усть-Каменогорска;
- разработка рекомендаций по внедрению технологии бестраншейной реконструкции трубопроводов системы водоснабжения.

В результате проведенного анализа работы системы водоснабжения г.Усть-Каменогорска выявлено:

1. Необходимость реконструкции сети водоснабжения Ульбинского района с увеличением диаметров труб на участках сети выявленных в ходе гидравлического расчета. Основанием для реконструкции сети является перспектива вывода из эксплуатации Октябрьского водозабора и запитка сети только от Нижне-Согринского и Пионерского водозаборов.

2. В связи с длительным сроком эксплуатации сети водоснабжения г.Усть-Каменогорска выявлено необходимость замены 300 км сети в том числе реконструкция сети Ульбинского района.

Произведен анализ существующих методов повышения надежности системы водоснабжения путем реконструкции водопроводной сети. Рассмотрены наиболее применяемые материалы труб в системах водоснабжения и методы замены труб и выбраны следующие варианты.

1. Труба в трубе с уменьшением диаметра
2. Труба в трубе с увеличением диаметра

Для реконструкции сети приняты полиэтиленовые трубы низкого давления.

Даны рекомендации для определения максимальной длины плети протягиваемой в существующий трубопровод. Проведены исследования влияния замены существующих трубопроводов на гидравлические характеристики сети и даны рекомендации по целесообразности использования диаметров труб в технологии «труба в трубе с уменьшением диаметра».

ANNOTATION

for the master's thesis of Gordeev Vyacheslav Alexandrovich on the following subject: «Ways of increasing reliability of water providing system in Ust-Kamenogorsk »

6N0729 – Construction.

In the dissertation problems of upgrading water providing system are solved and the next tasks are represented:

- Analyses of reliability of water providing system in Ust- Kamenogorsk
- searching influencing causes on the system and types of refusal
- choice of optimal technological scheme for reconstruction of water providing system in Ust-Kamenogorsk
- recommendations due to technology of without a trench reconstruction of water providing system

In the results of well-done analyses we can see that:

1 it is necessary to reconstruct water providing system in Ulbinsky district using widening of pipes. The cause of this reconstruction is perspective of removal from exploitation of “Oktyabrsky vodozabor” and nutrition of system only from “Nizhne-Sogrinskogo and Pionerskogo vodozabora”

2 due to long term exploitation the system of water providing in Ust-Kamenogorsk it is clear that there is a necessity to change about 300 km of the system including reconstruction of Ulbinsky district.

I have done analyses of existing methods of upgrading reliability of water providing system using reconstruction of water pipes system. Popular materials of pipes were looked through and two ways of solving this problem we have:

1 pipe in pipe with bigger diameter

2 pipe in pipe with smaller diameter

I have given recommendation for defining maximum length lash in existing water pipe. Researches of influence of changing existing water pipes to gidravlical characteristics were made and recommendations of using diameters of pipes in technology “pipe in pipe with smaller diameter” were given.

Гордеев Вячеслав Александровичке түсініктемесі
МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯЛЫҚ ЖҰМЫС
Тақырыбы: «Өскемен қаласының негізінде сумен қамтамасыз
ету жүйелерінің сенімділігін жоғарылату жолдары»

6N0729 – Құрылыс

Диссертациялық жұмыста Өскемен қаласын сумен қамтамасыз ету жүйелерінің сенімділігін жоғарылатудың өзекті мәселелері дәлелденген және мынадай міндеттер қойылған:

- Өскемен қаласын сумен қамтамасыз ету жүйесінің сенімділігін талдау;
- жүйелердің сенімділігіне ықпал ететін себептерді анықтау және жүйедегі ақаулардың түрлері; тоқтаусыз жұмыс істеу;
- Өскемен қаласын сумен қамтамасыз ету жүйесін қалпына келтіруге арналған ұтымды технологиялық үлгіні таңдау;
- сумен қамтамасыз ету жүйесінің құбырларын орсыз траншеясыз қалпына келтірудің технологиясын енгізу жөніндегі ұсыныстарды жете зерттеу.

Өскемен қаласын сумен қамтамасыз ету жүйесінің жұмысына талдау жүргізу нәтижесінде айқындалғаны:

1. Гидравликалық есептің барысында айқындалған желінің учаскелерінде құбырлардың диаметрлерін үлкейтуге байланысты Үлбі ауданының сумен қамтамасыз ету желісін қалпына келтіруінің қажеттілігі. Келешекте Октябрьский су тартқышын пайдаланудан шығу және желінің тек қана Төменгі Согра және Пионерлік су тартқыштарын пайдалану желіні қалпына келтірудің негізі болып табылады.

2. Өскемен қаласын сумен қамтамасыз ету желісін ұзақ пайдалану мерзіміне байланысты желінің 300 км-ін алмастыру қажеттілігі айқындалған, соның ішінде Үлбі ауданының желісін қалпына келтіру бойынша.

Сумен қамтамасыз ету жүйесіндегі су құбыры желісін қалпына келтірудің сенімділігін жоғарылатудың қазіргі әдістеріне талдау жасалған. Сумен қамтамасыз ету жүйелеріндегі құбырларда кең қолданылатын материалдар қаралды және құбырларды алмастырудың әдістері мен келесі нұсқалар таңдалды.

1. құбырдағы құбыр - диаметрін кішірейту арқылы; құбырдың ішіндегі құбыр

2. құбырдағы құбыр - диаметрін үлкейту арқылы

Желіні қалпына келтіру үшін аз қысымдағы полиэтилен құбырлары қабылданған.

Қазіргі құбырлардың ішіне желіні барынша көп енгізу ұзындығын анықтауға арналған ұсыныс берілді. Желінің гидравликалық мінездемесіне қазіргі құбырларды алмастырудың ықпалдарына зерттеулер жүргізілген және «диаметрін кішірейту арқылы құбырдағы құбырдың» технологиясы бойынша пайдаланғанда құбырлардың әр түрлі диаметрлерін қолданудың лайықтылығы бойынша ұсыныс берілді.