

## ВОДОПРОВОДНЫЕ СЕТИ Г. ХАРЬКОВА И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ

Дмитрий Гончаренко, Алевтина Алейникова

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры  
Адрес: Украина, г. Харьков, ул. Сумская, 40  
E-mail: gabriel222@rambler.ru

**Аннотация.** Представлены данные о техническом состоянии водопроводных сетей г. Харькова и основные пути повышения их эксплуатационной долговечности.

**Ключевые слова:** водопроводные сети, износ, эксплуатационная долговечность, открытый и закрытый метод восстановления.

### ВВЕДЕНИЕ

С переходом Украины к рыночной экономике идет постоянное реформирование жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ), которое предусматривает техническое переоснащение этой отрасли хозяйства и ее приближение к требованиям Европейского союза относительно использования энергетических и материальных ресурсов. В этом аспекте следует выделить городскую систему водоснабжения и водораспределения г. Харькова, в которой ключевыми элементами является водопроводные сети различного диаметра. Значительная часть веток водопроводных магистралей была уложена в период массовой настройки в 60-ых и 70-ых ХХ столетия. Водопроводные сети в Харькове, из которых 65% эксплуатируются более 30 лет, имеют высокий уровень амортизации. Ежегодно протяженность технически изношенных водопроводных сетей возрастает на 1,5–2% о чем свидетельствует динамика старения инженерных сетей. В связи с этим вопрос повышения эксплуатационной долговечности трубопроводов водоснабжения стоит как никогда актуально.

### АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ, МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ

Важной стороной исследуемого вопроса является то, что с реформированием водопроводно-канализационного хозяйства традиционные подходы, методы и технологии восстановления водопроводных сетей значительно снижают эффективность производимых работ, как следствие возникает острая необходимость в инновационном подходе поиска решений. В связи с этим, с позиции научных подходов относительно эффективности функционирования систем водоснабжения, следует отметить, что исследование данной проблематики осуществляется постоянно. Про это свидетельствуют работы [3-6, 14, 19-21, 12,13, 15, 22, 11].

В последние годы большое внимание вопросам восстановления трубопроводов водоснабжения уделено украинскими учеными, ведущие исследования в данной области.

Значительный анализ прогрессивного отечественного и зарубежного опыта восстановления, санации и прокладки водопроводных сетей с использованием бестраншейных технологий выполнен Д.Ф. Гончаренко[3-6], в работах которого, посвященных защите трубопроводов от коррозии и современным методам нанесения внутренних защитных покрытий, приведены характеристики материалов и оборудования для их реализации.

В.А. Петросов [14] значительное внимание уделяет коррозии и внутренней инкрустации стальных трубопроводов. Результаты многолетнего наблюдения и исследования автора позволили определить тенденцию развития этого процесса и влияние инкрустации на пропускную способность трубопровода.

Весомый вклад в разработке путей повышения эксплуатационной долговечности трубопроводов водоснабжения сделал российский ученый С.В. Храменков [19-21], в работах которого, рассмотрены и представлены множество технологий реновации трубопроводов.

Современным бестраншейным методам производства ремонтно-восстановительных работ особое внимание уделял в своих публикациях В.А. Орлов [12, 13] всячески связывая вопросы эксплуатации, реконструкции и строительства водопроводных сетей с учетом экологического фактора.

### ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Повысить эксплуатационную долговечность трубопроводов водоснабжения можно за счет разработки организационно-технологических решений, направленных на своевременную реновацию технически изношенных участков водопроводных сетей.

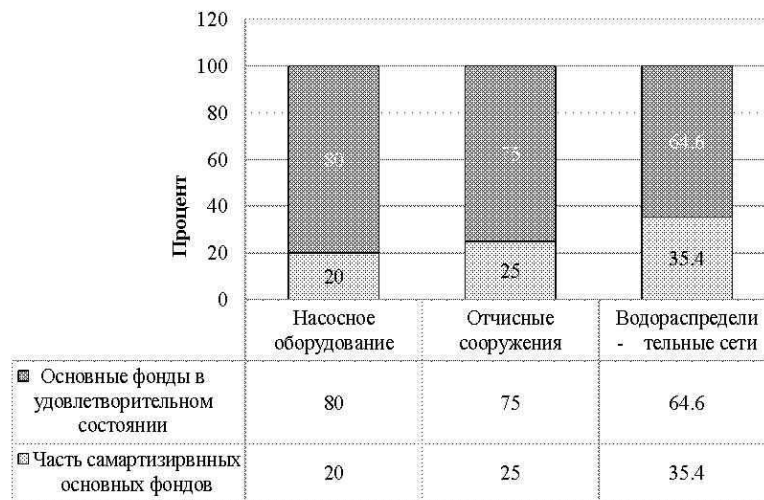


Рис. 1. Техническое состояние основных фондов предприятий водоснабжения Украины  
Fig. 1. The technical condition of the fixed assets of water supply Ukraine

Целью данного исследования является обзор состояния водопроводных сетей г. Харькова и исследование основных путей повышения их эксплуатационной долговечности.

### ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

В существующих условиях действующие предприятия систем водоснабжения городов Украины осуществляют свои социально-экономические обязательства в обществе на грани технических и организационных возможностей, про что свидетельствуют:

- износ основных фондов (техническая сторона);
- дотационность отрасли (экономическая сторона);

– устаревшая система менеджмента (организация та управление).

Изношенность основных фондов означает не только аварийные отключения, но и постоянные потери воды при передаче [14]. По официальным данным Минрегионразвития Украины, если брать все типы водоснабжения (включая нежилых потребителей), то внеплановые потери составляют 28% воды, поданной в сеть, или около 1,2 млрд м<sup>3</sup>. Иными словами, почти треть мощности системы водоснабжения расходуется вхолостую.

Харьковский водопровод эксплуатирует Коммунальное Предприятие «Харьковводоканал». Общая протяженность водоводов и водопроводных сетей КП «Харьковводоканал» составляет 2099,6 км (табл. 1) Основными материалами водопроводных трубопроводов в г. Харькове являются чугун, сталь, пластик, асбестоцемент, железобетон (рис. 2).

Таблица 1. Характеристика водопроводных сетей г. Харькова по диаметру

Table 1. Characteristics of water supply systems in Kharkov in diameter

Материал труб	Протяженность по диаметру труб (мм), км							Всего
	до 100	100-300	300-500	500-700	700-1000	1000-1500	>1500	
Сталь	22.92	170.68	93.87	114.87	47.74	104.79	0	<b>554.9</b>
Чугун	33.3	1018.02	383.92	40.08	26.65	0	0	<b>1501.9</b>
Железобетон	0	0	0	0	0.4	0.5	0	<b>0.9</b>
Асбестоцемент	0	1.6	0	0	0	0	0	<b>1.6</b>
Пластик	2.44	25.68	6.16	6.01	0	0	0	<b>40.29</b>
<b>Всего</b>	<b>58.66</b>	<b>1215.98</b>	<b>483.95</b>	<b>16.96</b>	<b>74.79</b>	<b>105.29</b>	<b>0</b>	<b>2099.6</b>



Рис. 2. Материал трубопроводов водоснабжения г. Харькова  
Fig. 2. Material of Kharkov water supply pipelines

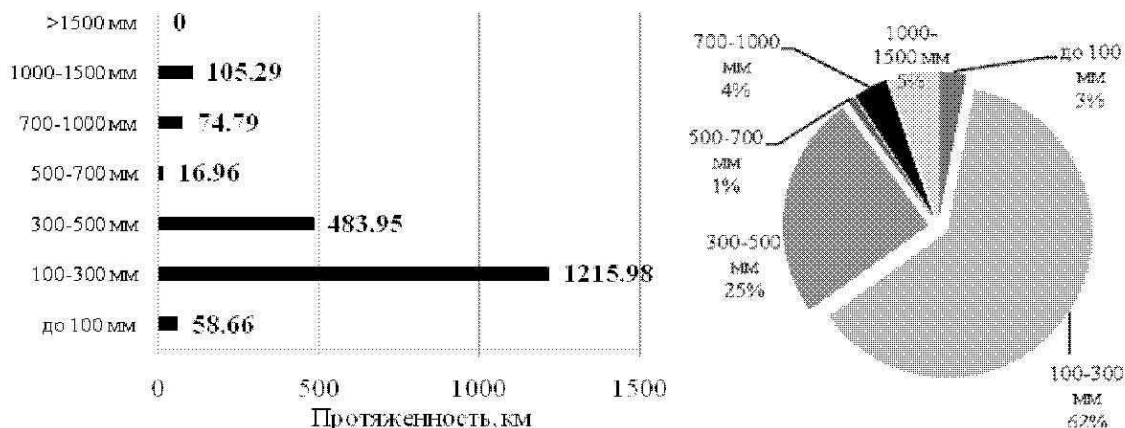


Рис. 3. Характеристика водопроводных сетей г. Харькова по диаметру  
Fig. 3. Characteristics of water supply systems in Kharkov in diameter

Таблица 2. Характеристика водопроводных сетей г. Харькова по степени износа

Table 2. Characteristics of water supply systems in Kharkiv on the wear

Материал труб	Протяженность трубопроводов по степени износа, км					Всего	Подлежит замене
	< 25%	25-50 %	50-75 %	75-90 %	> 90 %		
Сталь	4.5	29.3	136.1	161.36	223.7	554.9	223.7
Чугун	26.6	139.1	364.8	449.56	521.9	1501.9	521.9
Железобетон	-	-	-	-	-	0.9	-
Асбестоцемент	-	-	-	-	-	1.6	-
Пластик	40.28	-	-	-	-	40.28	-
<b>Всего</b>	<b>71.38</b>	<b>168.4</b>	<b>500.9</b>	<b>610.92</b>	<b>745.6</b>	<b>2099.58</b>	<b>745.6</b>

Следует отметить, что стальные и чугунные трубопроводы составляют около 95 % от общей протяженности сетей водоснабжения, стальные трубопроводы – 26,4% от общей протяженности.

Причины низкой надежности трубопроводов городов Украины [5] неоднократно упоминались в исследованиях данной проблематики, а именно:

- износ трубопроводов;
- неправильный выбор материала труб и класса их прочности, отвечающего фактическим внешним и внутренним нагрузкам, воздействующим на трубопровод;

– несоблюдение технологии производства работ по укладке и монтажу трубопроводов;

– отсутствие необходимых мер по защите трубопроводов от агрессивного воздействия внешней и внутренней среды;

– разрушающие давления, воздействие гидравлических ударов, падение долговременной прочности; несоответствие качества труб требованиям ГОСТов и т.п.

Степень износа трубопроводов водоснабжения г. Харькова представлена на рисунке 4.

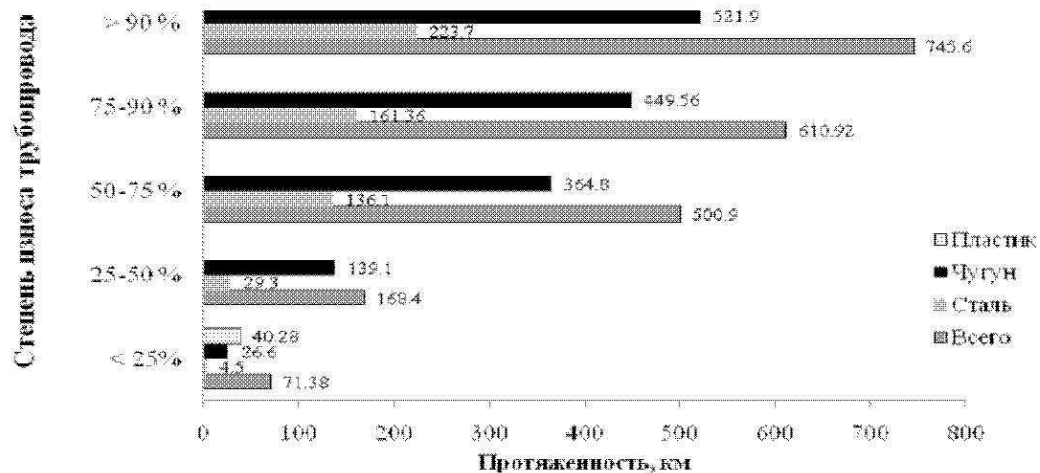


Рис. 4. Степень износа водопроводных сетей г. Харькова  
 Fig. 4. The degree of deterioration of water supply systems in Kharkov

Чугунные трубы отличаются повышенными характеристиками прочности, надежности, устойчивости к сильным резким перепадам температур. Такие трубы обладают наибольшим сроком эксплуатации, который во многих случаях может достигать 80 лет. Немаловажным преимуществом чугунных труб является то, что они способны успешно противостоять коррозии. Преимущества и недостатки чугунных труб определяются сферой их использования. Одним из существенных недостатков является сложность монтажа таких труб. Соединения чугунных труб производят или зачеканкой стыков каболой, которая пропитывается раствором расширяющегося цемента, или же заливкой их расплавленной серой. Оба способа являются достаточно трудоемкими, а с учетом немалого веса труб и использования расплавленных материалов при работе – еще и небезопасными. В то же время работа с трубами из поливинилхлорида занимает минимум времени и сил, в связи с чем чугунные трубы постепенно утрачивают свою актуальность.

По оценкам специалистов, в Украине примерно 70% подземных трубопроводов собрано

из стальных труб [14]. В системах холодного водоснабжения и отопления показатель достигает 95%. Главные характеристики стальных труб:

- срок службы – 10 лет;
- низкая цена;
- невысокая стойкость к коррозии;
- способ соединения: сварка, резьбовые соединения;
- при повышении температуры слабо деформируются;
- возможен разрыв при резком повышении давления.

Самый большой недостаток стальных труб – это сильная подверженность коррозии (характер коррозии - рис.5, рис.6) что обусловливается прямым контактом ничем не покрытой стали и воды. Коррозия является причиной ржавой воды, зарастания внутреннего диаметра трубы, способствует снижению пропускной способности [3]. В большинстве случаев данная проблема появляется уже на протяжении первых 6-7 лет эксплуатации, несмотря на то, что все производители гарантируют более длительный срок.



Рис. 5. Пальпация макрошероховатости с анаэробными бактериями  
 Fig. 5. Palpation macroroughness with anaerobic bacteria

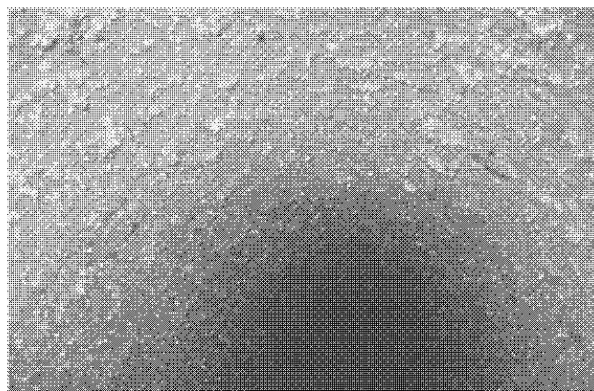


Рис.6. Инкрустация на внутренней поверхности водовода диаметром 1400 мм (время эксплуатации водовода 34 лет).

Fig. 6. Inlay on the inner surface of the conduit diameter of 1400 mm (water pipe during operation 34 years).

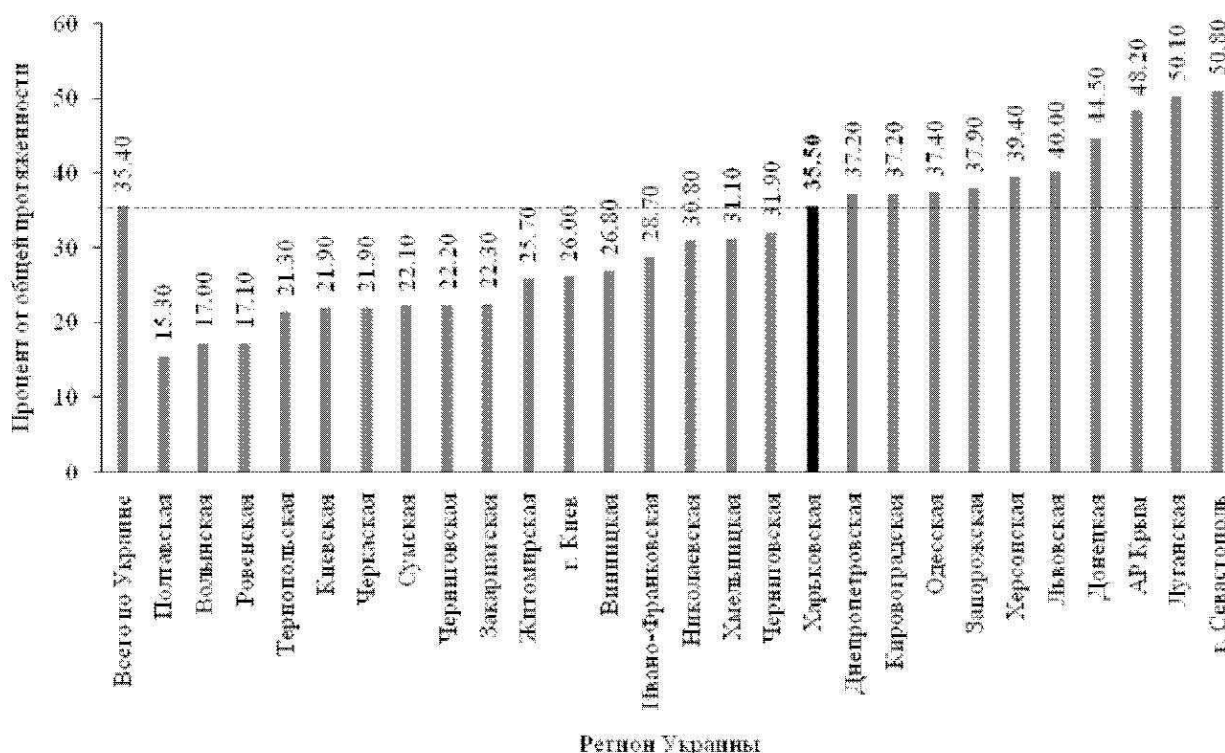


Рис. 7. Доля сетей водоснабжения в Украине, находящихся в аварийном состоянии

Fig. 7. The share of water supply in Ukraine that are in poor condition

Из общей протяженности 745, 6 км водопроводных сетей г. Харькова – технически изношены и подлежат санации и перекладке (около 35,5 % от общей протяженности). Данный показатель является одним из самых высоких в Украине (рис.7). В конце 90-х годов минувшего столетия среднее число аварийных повреждений трубопроводов на единицу их длины в Украине примерно вдвое превышало этот показатель в странах западной и центральной Европы, удельное количество аварий за последнее десятилетие возросло примерно в пять раз. На сегодняшний день этот показатель составляет – 2,15 шт/км.

В настоящее время все большее внимание уделяется разработке эффективных организационно-технологических мероприятий, направленных на ремонт водопроводных сетей, обзор состояния сетей водоснабжения г. Харькова тому наглядный пример. При ремонте труб возможны два основных способа производства работ - открытый и закрытый.

Традиционные методы ремонта трубопроводов до недавнего времени, независимо от их назначения, проводились так называемым «открытым» способом. Этот способ предусматривает вскрытие грунтов (рытье траншей)

на заданную глубину, проведение технических мероприятий по подготовке траншеи для прокладки трубопровода (как правило, это выравнивание дна траншеи), создание песчаной постели, прокладка трубопровода или кабеля, засыпка проложенных коммуникаций инертным материалом, окончательная засыпка траншеи и, наконец, восстановление растительного слоя или дорожного полотна. Существуют следующие особенности:

- При проведении работ в городе необходимо обеспечить безопасные условия их проведения на достаточно длительный период, что влечет за собой согласование с различными дорожными службами.

- При работе в зоне железных дорог приходится проводить различные специальные мероприятия по укреплению железнодорожного полотна, ограничивать скорость движения составов.

- При прохождении коммуникаций через водоемы требуется применение специального водозащитного оборудования, специальной техники для рытья траншей по дну, специальных мероприятий по прокладке дюкера и специального же контроля его состояния в процессе дальнейшей эксплуатации.

Нельзя забывать про затраты на временные сооружения, необходимые во время проведения работ. Не поддается экономическому анализу ущерб, который наносится окружающей среде при проведении работ по прокладке и ремонту коммуникаций открытым способом. Необходимо отметить, что в Европе постоянно растет число

объектов, где находят применение методы бестраншейной технологии ремонта, реконструкции и прокладки коммуникаций. Этот рост носит более стремительный характер, чем в США, поскольку крупнейшие европейские города были заложены, в основном, несколько столетий назад.

Бестраншейные технологии характеризуются высоким уровнем механизации, почти стационарным режимом работы и, в отличие от траншейного способа, меньшим объемом ручных работ [19]. Контакт с поверхностью грунта и асфальтобетонным покрытием либо полностью исключен (при работе по методу «из колодца в колодец»), либо происходит только на начальном и конечном этапах работ. Кроме того, бестраншейная технология позволяет отказаться от транспортных операций. Другими преимуществами являются легкость пересечения уже существующих коммуникаций и возможность отказа от водоотливных мероприятий. Одним из решений является прокладка труб методом прокола.

В настоящее время общепризнанными являются шесть технологий (или способов) бестраншейного ремонта инженерных сетей, каждый из которых имеет ряд методов для решения какой-либо задачи по ремонту конкретного объекта инженерии (таблица 2). Все они основаны на использовании труб, изготовленных из полимерных материалов: полиэтилена, полипропилена, их композитов и др [20].

Таблица 3. Бестраншейные способы ремонта трубопроводов

Table 3. Trenchless pipe repair methods

№ п/п	Способ	Описание
1	«труба в трубе»	технология протаскивания во внутреннюю полость ремонтируемого участка (после гидродинамической очистки) новой (предварительно сваренной) плети полиэтиленовых труб с максимально близким по диаметру размером
2	«взламывание»	технология принудительной протяжки полиэтиленовой плети труб с помощью пневматических или гидравлических механизмов, предварительно разрушающих старую трубу
3	«чулок»	технология протаскивания во внутреннюю полость ремонтируемого участка сети (после гидродинамической очистки) специального синтетического чулка с его последующим технологическим восстановлением по внутреннему периметру ремонтируемого трубопровода
4	«цементно-песчаной облицовки»	технология центробежного нанесения на внутреннюю, предварительно очищенную, поверхность труб цементно-песчаного слоя фиксированной величины (рис. 7)
5	«лайнер»	технология протаскивания во внутреннюю полость ремонтируемого участка сети (после гидродинамической очистки) специальной пластмассовой плети труб U-образной формы с их последующим технологическим восстановлением по внутреннему периметру ремонтируемого трубопровода
6	«локальный ремонт»	технология локального устранения отдельных дефектов труб (после предварительной TV-оценки с применением специализированных телевизионных камер) с помощью специальных самоходных роботов

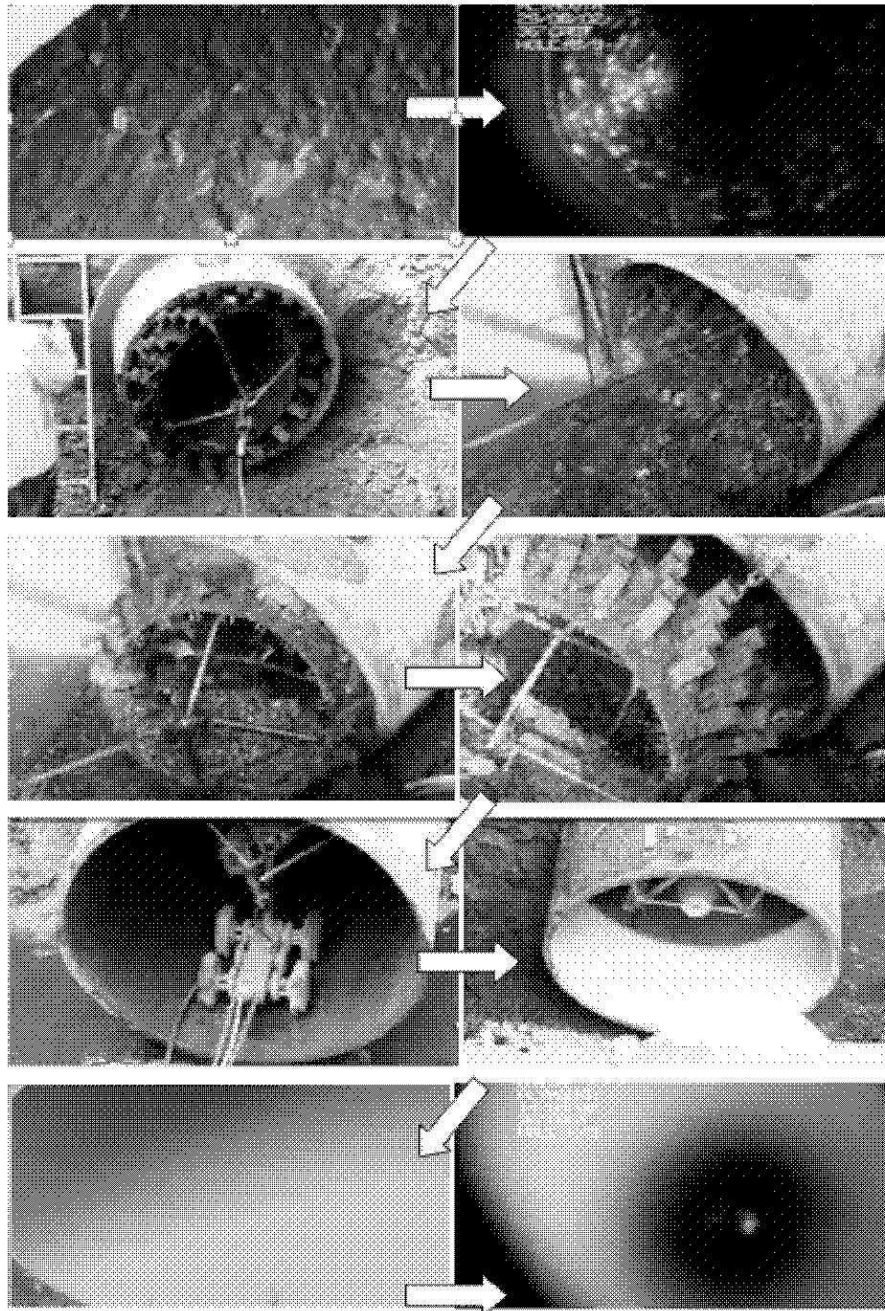


Рис. 8. Технология производства работ бестраншейным способом «цементно-песчаной облицовки» водовода «Кочеток-Харьков»

Fig. 8. Technology of production of works trenchless method «of cement-sand wall» water line «Kochetok-Kharkov»

В Украине из-за отсутствия соответствующего оборудования и материалов ремонт и прокладка коммуникаций в последние годы производились преимущественно открытым способом, что приводило к резкому увеличению стоимости работ и сроков строительства объектов, а также к необходимости разрушения дорожных покрытий и перекрытию движения автомобильного и железнодорожного транспорта. Следовательно, исследование относительно эффективности применения бестраншейных технологий является

актуальным в условиях ограниченных финансовых ресурсов.

#### ВЫВОДЫ

Состояние водопроводных сетей г. Харькова находится в состоянии высокого технического износа. Таким образом, как открытый, так и закрытый способы ремонта и восстановления водопроводных сетей позволяют значительно

повысить ресурс их безаварийной эксплуатации. Бестраншейные технологии позволяют:

- резко повысить темпы работ по новому строительству и ремонту изношенных коммуникаций;
- соблюдать экологические нормы, практически исключить ведение земляных работ;
- обеспечивать бесперебойное движение транспорта в районе проведения работ;
- снизить затраты на 30-35% по сравнению с открытым способом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агапчев В.И., Виноградов В.А., Мартешова В.А., Пермяков Н.Г. 2003 Состояние и перспективы бестраншейного метода восстановления систем водоснабжения и водоотведения // Водоснабжение и санитарная техника (ВСТ). – Вып. 12. 17–19.
2. Гончаренко Д.Ф., Вевеллер Х. 2008 Состояние трубопроводов водоснабжения и основные технологии их ремонта // Наук. вісн. будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ. – Вып. 49. – 37–42.
3. Гончаренко Д.Ф., Вевеллер Х., Паболков В.В. 2010 О необходимости учета прочностных свойств полиэтиленовых труб в технологическом процессе ремонта сетей водоснабжения // Зб. наук. праць ПДАБА. – Днепропетровск: ПГАСА. – Вып. 52. – 113–119.
4. Гончаренко Д.Ф., Старкова О.В., Вевеллер Х., Алейникова А.И. 2010 К вопросу о состоянии сетей водоснабжения Харькова // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. – К.: Техника. – Вып. 98. – 55–59.
5. Гончаренко Д.Ф., Яровой Ю.Н., Вевеллер Х. 2010 Снижение линейной деформации полиэтиленовых труб водопроводных магистралей // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. – К.: Техника. – Вып. 98. – 51–55.
6. ДБН 360–92 1992 «Планування і забудова міських і сільських поселень». – К.: Мінінвестбуд України. – 95.
7. Защита от коррозии, старения и биоповреждений машин, оборудования и сооружений: Справочник в 2-х томах / Под ред. А.А. Герасименко. – М.: Машиностроение, 1987. – Т.1. – 688.
8. Защита от коррозии, старения и биоповреждений машин, оборудования и сооружений: Справочник в 2-х томах / Под ред. А.А. Герасименко. – М.: Машиностроение, 1987. – Т.2. – 784.
9. Колотило М.І. та ін. 2004 Труби, фасонні деталі, арматура та обладнання систем зовнішнього водопостачання і каналізації: Довідковий посібник. – Харків: Митець, – 253.
10. Махнев П.П., Юдин М.Ю. и др. 2003 Разработка программы реконструкции водопроводных сетей на основе моделирования процесса подачи и распределения воды // Водоснабжение и санитарная техника (ВСТ). – Вып. 10. – 2–5.
11. Орлов В.А. 1997 Эксплуатация, реконструкция и строительство водопроводных и водоотводящих сетей с учетом экологического фактора // Строительство и архитектура. – Вып. 2. – 33.
12. Орлов В.А., Харькин В.А. 2001 Стратегия и методы восстановления подземных трубопроводов. – М.: Стройиздат. – 94.
13. Петросов В.А. 2007 Устойчивость водоснабжения. – Харьков: Издательский дом «Фактор». – 357.
14. Примин О.Г. 2006 Оценка и прогноз технического состояния трубопроводов // Водоснабжение и санитарная техника (ВСТ). – Вып. 1, ч. 1. – 25–28.
15. Салиев Э., 2009. Эколого-экономические проблемы внедрения энергосберегающих технологий в Украине. MOTROL. — Commission of motorization and energetics in agriculture : Polish Academy of sciences. — Lublin. — Vol. 11B. — 104—111.
16. СНиП 2.04.02–84 1985 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения». – М.: Стройиздат. – 133.
17. Старкова О.В., Вевеллер Х., Паболкова Е.В., Алейникова А.А. 2010 Состояние сетей водоснабжения Харькова и основные технологии их ремонта и восстановления // Наук. вісн. будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ. – Вып. 58. – 329–334.
18. Храменков С.В. и др. 1998 Современные бестраншейные методы ремонта трубопроводов // Водоснабжение и санитарная техника (ВСТ). – Вып. 3. – 6–9.
19. Храменков С.В. 2003 Принципы обеспечения надежности водопроводной сети в условиях сокращения водопотребления // Водоснабжение и санитарная техника (ВСТ). – Вып. 5, ч. 2. – 27–31.
20. Храменков С.В., Примин О.Г. 1998 Оценка надежности трубопроводов системы водоснабжения Москвы // Водоснабжение и санитарная техника (ВСТ). – Вып. 7. – 6–9.

#### WATER SUPPLIES IN KHARKIV AND WAYS TO IMPROVE THEIR OPERATIONAL LIFE

**Summary.** The data on the technical condition of the water supply systems of Kharkov and the basic ways to increase their useful life.

**Key words:** water mains, depreciation, operational durability, indoor and recovery method