

$$l_0 = l + l' = l_1 - \frac{H_{\sigma} - H_{mp}}{i_2 - i_m} + \frac{H_{mp} - H_{\phi}}{i_m + i_2} . \quad (26)$$

Таким образом, анализ влияния рельефа местности на размеры зон недостаточного напора в водопроводной сети показал:

- при горизонтальной местности размер этих зон зависит только от гидравлических характеристик сети;
- с увеличением уклона местности длина зоны недостаточного напора уменьшается;
- при расположении невыгодных точек в середине сети в системах с башней в ее начале в зависимости от характера застройки возможно появление нескольких зон недостаточного напора;
- оценить длину зоны недостаточного напора можно по формулам (4), (10), (15), (18), (26).

1. Кушка О.М., Степова Н.Г. WATERCAD-програма для проектування та оптимізації роботи водопровідних мереж // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідраліки. – К.: КНУБА, 2003. – С. 63-71.

2. Миросенко Д.А., Савин В.В. Геоинформационная система контроля качества питьевой воды в городской сети водоснабжения // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.27. – К.: Техніка, 2001. – С.10-16.

Получено 05.11.2006

УДК 628.157

С.Б.КОЗЛОВСКАЯ, Г.И.БЛАГОДАРНАЯ,

Ю.В.ЯРОШЕНКО, кандидаты техн. наук

Харьковская национальная академия городского хозяйства

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИ ИЗНОШЕННЫХ ВОДОВОДОВ

Анализируется состояние технически изношенных водоводов г.Харькова. Рассмотрены методы санации водопроводных сетей. Приведены результаты, которые можно достичь путем качественно проведенной санации трубопроводов.

В комплексе системы водоснабжения любого города самым дорогим элементом является система транспортирования как питьевой, так и технической воды. Эта система включает магистральные водоводы и распределительную сеть с установкой на них арматуры, необходимой для обслуживания системы, ремонта и обеспечения надежной и безаварийной работы трубопроводов. Стоимость подачи и распределения воды составляет от 40 до 70% стоимости всей системы водоснабжения города, а по оценкам статистических исследований утечки воды из сетей в различных городах достигают 30% и более. Во многом это вызвано тем, что существовавшая долгие годы практика строительства

инженерных коммуникаций была основана на нормативной базе, основным принципом которой было требование минимизации капитальных затрат и стоимости строительных работ. При этом не учитывались требования надежности по применяемым материалам, условия эксплуатации трубопроводов и организационно-технические возможности эксплуатационных организаций.

Именно по этим причинам подавляющее большинство трубопроводов городских водопроводных сетей в Украине проложено из стальных труб, изготовленных из наиболее дешевых марок стали, без защиты внутренней и внешней поверхности труб от коррозии.

В процессе эксплуатации стальных трубопроводов систем хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения их внутренние поверхности, не имеющие защитного покрытия, подвержены коррозионным разрушениям, а также обрастанию минеральными и биологическими отложениями. В результате трубопроводы через несколько лет работы в значительной степени снижают пропускную способность.

Согласно литературным данным [1-3], зарастанию внутренней поверхности подвержены 75% ныне действующих водоводов, что приводит к снижению эксплуатационных характеристик (потерям напора, снижению их пропускной способности) и увеличивает расход электроэнергии на подачу воды потребителям и, самое неприятное, питьевая вода подвергается "вторичному загрязнению". Износ трубопроводов – это главная причина их аварийности. Ежегодно на каждые 100 км сетей приходится 70 и более аварий. Утечки воды изменяют почву в городах на столько, что в будущем не исключены экологические бедствия.

Низкий уровень надежности стальных трубопроводов, их значительный износ приводят к потерям напора и снижению пропускной способности из-за зарастания труб, к ухудшению физико-химических показателей транспортируемой воды в результате образования ржавчины и биообрастаний на внутренних стенках трубопроводов, к утечкам воды из трубопроводов, что является причиной поднятия уровня грунтовых вод и, как следствие, интенсивному разрушению дорожных покрытий города.

На основе проведенных исследований в институте «УкркоммунНИИпрогресс» установлено, что в процессе эксплуатации водоводов Кочеток-Харьков (подающих питьевую воду в г. Харьков) происходит постоянное зарастание трубопроводов минеральными отложениями, что приводит к значительным потерям напора, увеличению расхода электроэнергии и снижению их пропускной способности. Для компенсации потерь напора была построена и введена в эксплуатацию Роган-

ская насосная станция подкачки, что повлекло за собой дополнительный расход электроэнергии в среднем 70000 тыс. кВт·ч/год. В настоящее время увеличение потерь напора в водоводах составляет примерно 2 м/год, что соответственно влечет снижение подачи воды в город и увеличение дополнительных затрат электроэнергии до 90 млн. кВт·ч/год. Если не принять мер, потери электроэнергии будут увеличиваться из года в год и может создаться ситуация, при которой система водоводов Кочеток-Харьков не сможет обеспечить подачу в город необходимого количества и качества воды. В такой же ситуации находится и водопроводная сеть города: из общей протяженности водопроводной сети г.Харькова 2011 км около 700 км технически изношены. Примерно с 1990 г. наметилась устойчивая тенденция к их разрушению.

В этой связи появляется необходимость оперативного и качественного проведения ремонтно-восстановительных работ на поврежденных участках трубопроводов водопроводной сети с целью повышения надежности их работы, что является актуальной задачей современного города и обусловлено не только техническими, но и экономическими, экологическими и социальными факторами.

По данным КП «Производственно-технологического предприятия «ВОДА», «больной» темой для Харькова являются магистральные и разводящие водопроводные сети, износ которых составляет около 60%. С износом сети связана не только безаварийная работа системы подачи и распределения воды (ПРВ), но и качество воды.

Только в г.Харькове необходимо проводить работы по санации, замене водоводов и распределительных сетей не менее 50 км в год. Ежегодно на сетях г.Харькова происходит более 4 тыс. повреждений. Санация сетей или укладка новых взамен технически изношенных требует значительных средств, но эффективность этих мер будет несомненна.

В условиях городов с высокоразвитой инфраструктурой, с плотной насыщенностью инженерными коммуникациями и высоким уровнем благоустройства все сложнее осуществлять ремонт и восстановление разводящих трубопроводных сетей традиционным способом - с разрытием улиц, проездов и нарушением транспортной схемы города. Поэтому особый интерес вызывают технологии восстановления водоводов без производства больших объемов земельных работ, т.е. бестраншейные методы ремонта и восстановления (санации) трубопроводов. Изменить ситуацию можно и внедрением полимерных материалов как в строительстве, так и в реконструкции инженерных сетей. Успешное решение этой проблемы связывают с приоритетным и более

массовым применением в инженерных сетях труб из полимерных материалов. Полимерные трубы не подвержены коррозии, прочны, долговечны, удобны в монтаже.

На сегодняшний день в передовой зарубежной практике 95% объема работ по прокладке и реконструкции подземных коммуникаций производится бестраншейным способом, что позволяет снизить затраты на проведение ремонта трубопроводов на 13-40% (в зависимости от диаметра).

Во многих крупных зарубежных городах прокладка инженерных коммуникаций открытым способом уже запрещена. Необходимо отметить, что в Европе постоянно растет число объектов, где находят применение различные методы бестраншейной технологии ремонта и прокладки коммуникаций. Причем, этот рост более стремительный, чем в США, так как большинство крупнейших европейских городов было заложено несколько столетий назад.

Наряду с материальными – перечисленные обстоятельства создают и социальные проблемы – автомобильные пробки, неудобства пассажирам, пешеходам, водителям и, кроме того, приводят к ухудшению экологической обстановки в городах.

Получившая широкое распространение в последние десятилетия в зарубежной практике технология бестраншейного ремонта и реконструкции водопроводных сетей (санация труб) способствует успешному решению этих проблем.

Под санацией трубопроводов понимается полное восстановление трубопровода путем устранения всех видов дефектов по длине труб и в местах их стыковки путем нанесения защитных покрытий (облицовок) при соблюдении (поддержании) исходных гидравлических характеристик течения потока транспортируемой воды.

В свою очередь, под восстановлением структуры трубопровода следует понимать ликвидацию:

- структурных дефектов (например, свищей – сквозных отверстий, микротрещин и других повреждений, которые приводят к эксфильтрации и инфильтрации воды);
- дефектов, вызванных некачественным монтажом труб при их укладке в траншее (например, деформацией труб);
- дефектов, вызванных временными факторами (например, старением) и неудовлетворительной эксплуатацией системы водоснабжения и водопроводных сетей (например, появлением ржавчины на внутренних стенках труб, биообрастаний, бугристых наростов в виде уплотненных окислов железа, марганца и извести, инородных включений, проникающих в трубопроводы при любом вмешательстве извне -

сварке, ремонте и замене запорно-регулирующей арматуры и т.д.).

Технология проведения санации должна обеспечивать трубопроводу механическую прочность для выдерживания им постоянных нагрузок (насыпного грунта, покрытий и др.) и временных (транспортных средств).

При этом восстановление структуры трубопровода не должно сопровождаться ухудшением функционирования трубопровода, появлением дополнительных проблем, которые ранее не наблюдались (например, ухудшением гидравлических параметров течения воды и ее качественных показателей и др.).

Методы санации водопроводных сетей предусматривают нанесение следующих типов защитных покрытий (облицовок):

- *набрызговых* (облицовка цементно-песчаным покрытием внутренней поверхности). Применяются в основном на стальных и чугунных трубопроводах различного диаметра;

- *слоистых* (протяжка полимерных гибких оболочек или пластиковых труб с сохранением или разрушением старого трубопровода). Применяются на водопроводных, водоотводящих и газовых сетях малого и среднего диаметра;

- *спиральных* (навивка полимерных профильных лент на внутреннюю поверхность трубопроводов). Применяются в основном для водоотводящих сетей;

- *точечных* (наложение временных и постоянных бандажей на внутренней поверхности трубопроводов).

Качественно проведенная санация трубопроводов позволяет достичь следующих результатов:

- предотвратить коррозию металлических стенок трубопроводов за счет пассивного (изоляции стенок) и активного (образования на стенках субмикроскопического покровного слоя из оксидов железа) защитных эффектов;
- обеспечить требуемый уровень надежности трубопроводов и снизить аварийность на водопроводных сетях;
- сохранить неизменными (в некоторых случаях для трубопроводов больших диаметров даже улучшить) гидравлические характеристики, а также стабилизировать напоры за счет уменьшения коэффициента гидравлического трения до уровня соответствующего табличным значениям для новых труб;
- сохранить качество воды транспортируемой от станций водоподготовки до потребителей за счет отсутствия пористых коррозионных отложений, влияющих на содержание в воде концентрации железа, растворенного кислорода, остаточного хлора и др.

В настоящее время основными методами санации на Харьковском водопроводе являются нанесение цементно-песчаных покрытий, а также использование внутренних полимерных покрытий с выполнением комплекса мер по защите трубопроводов от внешних коррозионных воздействий. К перспективным методам бестраншейного восстановления трубопроводов относится их санирование с помощью протаскиваемых в старый трубопровод новых полимерных труб (например, Слип-лайнинг, У-лайнер, Свейдж-лайнинг и др.).

Из изложенного можно сделать вывод, что выбор конкретного метода восстановления трубопроводов и обоснование возможности его применения зависят от состояния трубопровода после прочистки и результатов теледиагностики, а также возможностей размещения и использования соответствующего оборудования и механизмов для реализации метода на месте санации.

1. Храменков С.В., Примин О.Г., Орлов В.А. Бестраншейные методы восстановления водопроводных и водоотводящих сетей. – М.: ТИМР, 2000. – 179 с.

2. Дрозд Г.Я., Зотов Н.И., Маслак В.Н. Канализационные трубопроводы: надежность, диагностика, санация. – Донецк: ИЭП НАН Украины, 2000. – 260 с.

3. Душкин С.С., Коваленко А.Н. и др. Эксплуатация канализационных сетей: – Харьков: ХНАГХ, 2004. – 228 с.

Получено 05.11.2006

УДК 628.153

В.О.ОРЛОВ, д-р техн. наук, О.А.ТКАЧУК, канд. техн. наук

Національний університет водного господарства та природокористування, м.Рівне

НОВІ ПІДХОДИ ДО УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ ПОДАЧІ ТА РОЗПОДІЛЕННЯ ВОДИ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

Наводяться основні результати досліджень із структурно-функціонального удосконалення систем подачі та розподілення води населених пунктів. Вказано на доцільність їх районування, що створює умови для ресурсощадження і підвищує надійність водозабезпечення споживачів.

Системи подачі і розподілення води (СПРВ) є найбільш фондоемкою та енергомісткою частиною сучасних систем водопостачання населених пунктів України. Їх функціонування в нинішніх умовах має свої характерні особливості, пов'язані з перманентними змінами їх параметрів, ринковими правилами господарювання, інтенсивним старінням і зношенням споруд і комунікацій. Існуючі методи техніко-економічних і гідравлічних розрахунків СПРВ не в повному обсязі, а інколи і суперечливо, враховують такі зміни, без їх статистичного аналізу. Традиційні схеми СПРВ орієнтовані на забезпечення максимально можливого водоспоживання і є, як правило, енергозатратними.