

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ при ЗАЩИТЕ ТРУБОПРОВОДОВ, ПЕРЕХОДЯЩИХ ПОД АВТОМОБИЛЬНЫМИ ДОРОГАМИ

Представлены результаты анализа технического состояния инфраструктурных систем жизнеобеспечения, а также предложено техническое решение по защите трубопроводов от механических повреждений, образующихся от транспортных нагрузок.

Введение

Создание экологически безопасной водной среды и обеспечение доступности систем водоснабжения и водоотведения являются основными условиями обеспечения надлежащего уровня жизни и здоровья населения и базируются на общих принципах использования водных ресурсов.

В этой связи важнейшим направлением обеспечения населения России водопроводной питьевой водой и средствами водоотведения является повышение надежности инфраструктурных систем жизнеобеспечения: трубопроводов сетей водоснабжения и водоотведения. В условиях существенного износа (более 55 % сетей отслужили свой нормативный срок) высокая аварийность трубопроводов (30 % из них — находятся в аварийном состоянии) приводит к множественным утечкам воды (неучтенный расход воды составляет более 20 %). Утечки воды из трубопроводов водоснабжения являются ее потерями. Величина скрытых утечек в Москве составляет около 5 %, но в абсолютном выражении при водопотреблении 4,5 млн. м³/сут она достигает уровня 255 тыс. м³/сут [1]. При

А.П. Свинцов*, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой проектирования и строительства промышленных и гражданских сооружений, ФГБОУ ВПО Российского университета дружбы народов **Аль-Харам Тами Хаиф**, инженер, аспирант кафедры проектирования и строительства промышленных и гражданских сооружений, ФГБОУ ВПО Российский университет дружбы народов, Ирак

сложившемся водопотреблении 220 л/ (сут чел.) этой водой могли бы воспользоваться 1159 тыс. человек. В экологическом аспекте эти объемы воды можно было бы и не отбирать из природной среды. Известно, что чем больше воды мы отбираем из природной среды, тем больше ее сбрасываем, но уже загрязненной в процессе использования или в виде потерь. Утечки воды из трубопроводов канализации загрязняют подземные воды, прилегающие земельные угодья и окружающий воздушный бассейн. Это особенно важно для трубопроводов, переходящих под автомобильными дорогами и находящихся под воздействием статических и динамических транспортных нагрузок.

Водопроводно-канализационное хозяйство России имеет в своем распоряжении 530,9 тыс. км водопроводных и 176,5 тыс. км канализационных сетей. Суммарная протяженность наружных трубопроводных сетей (2,4 млн. км) в России превышает длину автомобильных дорог (753 тыс. км) более чем в три раза, а железных (86 тыс. км) — в 28 раз. [2]. Трубопроводы проложены под землей, а значит находятся под воздействием сил, действующих от перемещения грунтов, движения подземных вод, временных или постоянных динамических и статических нагрузок от движущегося или стоящего транспорта. Динамические и статические нагрузки от транспорта, передающиеся через грунт, вызывают повреждения трубопроводов, находящихся не только под автомобильными дорогами, но и в непосредственной близости от них. Напряжения, возникающие в грунте от движущегося транспорта, рассеиваются на глубине 0,7 м при совершенство-

*Адрес для корреспонденции: svintsovap@rambler.ru

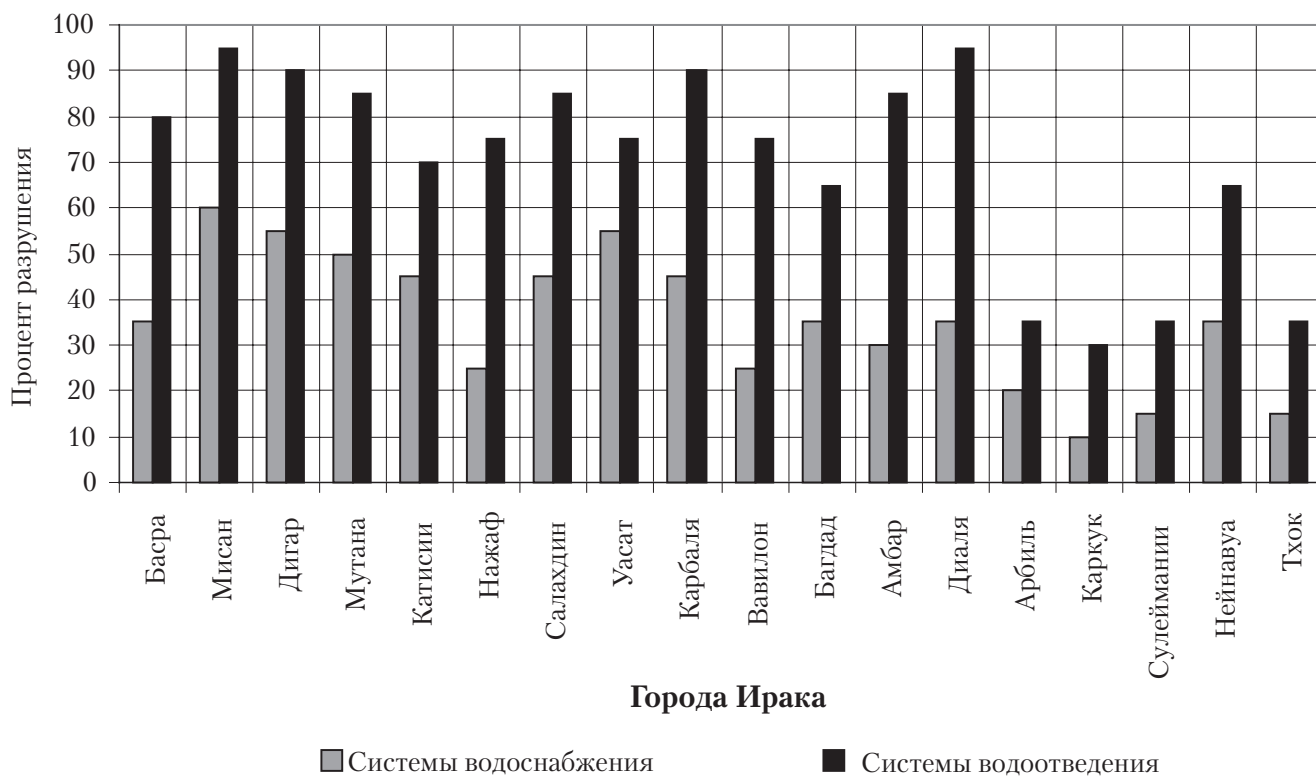


Рис. 1. Разрушение систем жизнеобеспечения в городах Ирака.

ванных дорожных покрытиях и 0,75-0,8 м при булыжном покрытии [3]. Это особенно важно в связи со значительным увеличением интенсивности движения по автомобильным дорогам как легковых, так и большегрузных автомобилей. Увеличение транспортных потоков привело к существенному возрастанию разрушающего воздействия автомобилей на трубопроводы инфраструктурных систем жизнеобеспечения.

Наиболее часто механические повреждения образуются под воздействием толчков различного происхождения, мощных и значительных динамических и статических нагрузок от транспортных средств, особенно при прохождении трубопроводов под автомобильными дорогами. Трубопроводы сетей водоснабжения и водоотведения в процессе эксплуатации получают различные механические повреждения: расхождение стыков труб; смещение труб относительно первоначальной оси, образования обратного уклона и частичных смещений, разрушения и деформации днищ, стенок и свода труб; нарушение герметичности за счет образования продольных, поперечных и кольцевых трещин и пр. Это характерно для чугунных труб сетей водоснабже-

ния, а также для чугунных и керамических труб сетей водоотведения, особенно при глубине заложения до 2 м и при диаметре труб от 100 до 450 мм.

Известно, что условия функционирования инфраструктурных систем жизнеобеспечения в городах любой страны не одинаковы. В то же время для этих систем могут быть общие однородные проблемы и особенности. Опыт эксплуатации сетей водоснабжения и водоотведения в городах России может быть весьма полезен для условий Ирака, где в настоящее время систематические исследования в этой области не проводятся. Так, например, основными причинами повреждений участков трубопроводных сетей водоснабжения и водоотведения в городах Ирака является значительный срок их службы и отсутствие обновлений. По экспертным оценкам специалистов, эксплуатирующих системы водоснабжения и водоотведения в городах Ирака, степень разрушения или повреждения сетей колеблется от 10 до 95 % (рис. 1) [4].

Это в значительной степени сдерживает обеспечение широких слоев населения водопроводной питьевой водой и средствами водоотведения. Как известно, состояние указанных систем, обеспечение бесперебойной подачи водопроводной питьевой воды в жилищный фонд,

отведение и переработка стоков являются важнейшими показателями социально-экономического развития и инженерного благоустройства городов. Разрушение и повреждение инфраструктурных систем жизнеобеспечения привели к распространению кишечных заболеваний, передаваемых через воду, в том числе холеры, брюшного тифа, дизентерии и др. В связи с климатическими условиями Ирака сети водоснабжения и водоотведения размещены не глубоко (от 0,5 до 0,75 м) от поверхности земли. Большинство сетей построено в период, когда по дорогам ездили легковые и малотоннажные автомобили. Тяжелые машины военного назначения при движении создают существенные нагрузки, передающиеся через дорожное полотно и грунт на трубы, которые их не выдерживают и разрушаются.

Разрушение труб, расположенных под автомобильными дорогами или вблизи них, приводит к невозможности транспортирования водопроводной воды или канализационных стоков. В результате трещин и проломов происходит изменение гидравлического режима, инфильтрация и эксфильтрация. Через проломы вода вытекает в грунт, загрязняя его, а также поверхностные и подземные воды и становится переносчиком возбудителей инфекционных заболеваний людей и животных. Повышенная загрязненность природных водоемов — источников водоснабжения и приемников очищенных сточных вод приводит к тому, что подготовка питьевой воды требует более совершенных и дорогостоящих технологий, что существенно повышает ее себестоимость [5-7].

Антропогенная нагрузка на подземные воды, обусловленная различными видами хозяйственной деятельности, продолжает оставаться одним из основных факторов, влияющих на гидрогеохимические процессы и вызывающих загрязнение подземных вод. В последние годы крайне обострилась транспортная, а вместе с ней и экологическая ситуация в городах России, т.к. автомобильный транспорт является одним из крупнейших источников загрязнения не только атмосферного воздуха и растительного мира, но и оказывает влияние на качество поверхностных и подземных вод. Выбросы загрязнений автотранспорта (отработавшие газы) содержат легкие и тяжелые аэрозоли оксидов азота, углерода и углеводов и соеди-

Ключевые слова: водные ресурсы, загрязнение, трубопровод, транспорт, повреждения

нений свинца и цинка, которые, диффундируя в окружающей среде, оседают на придорожной полосе автомобильных дорог, загрязняя почву, растительный покров и подземную воду [6]. В то же время динамические и статические нагрузки от транспорта, передающиеся через грунт, вызывают повреждения трубопроводов, находящихся под автомобильными дорогами и вблизи от них, загрязняя его и подземные воды.

Снижение негативного влияния воздействия автотранспорта на водные источники наиболее эффективно может быть достигнуто за счет применения прогрессивных конструктивных решений защиты трубопроводов, переходящих под автомобильными дорогами. Для обеспечения предотвращения разрушений трубопроводов, переходящих под автомобильными дорогами, в настоящее время известны и используются различные технические решения (лотковая система для прокладки трубопроводов, переходы трубопроводов под автомобильной дорогой, состоящие из защитного кожуха и из трубы и др.), однако они характеризуются особенностями, сдерживающими их эффективное применение.

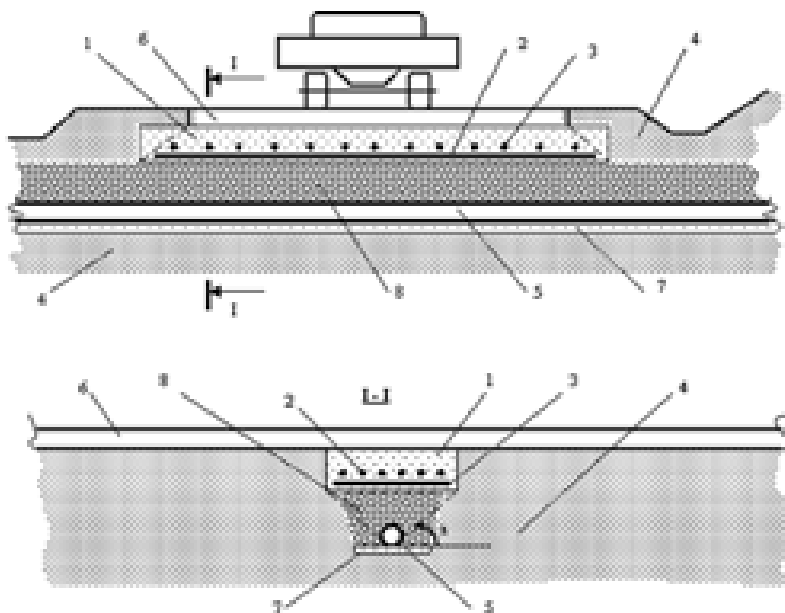


Рис. 2. Схема перехода трубопровода под автомобильной дорогой
1 — грунто-цементная плита; 2 — продольная арматура; 3 — поперечная арматура; 4 — грунтовый массив; 5 — трубопровод; 6 — дорожное покрытие; 7 — гравийно-песчаная подушка; 8 — песок.

Результаты и их обсуждение

В Российском университете дружбы народов разработано и защищено патентом РФ техническое решение устройства для защиты трубопроводов, переходящих под автомобильными и железными дорогами, от механических повреждений [8].

Переход трубопровода под автомобильной дорогой содержит трубопровод, гравийно-песчаную подушку, дорожное покрытие, грунто-цементную плиту, армированную в нижней части поперечными и продольными стержнями и опирающуюся на грунтовый массив. Длина плиты превышает ширину дорожного покрытия на величину образования пирамиды продавливания от крайних ребер дорожного покрытия на толщину грунто-цементной плиты, а ширина поперечного сечения грунто-цементной плиты равна величине основания треугольника, образованного линиями, соединяющими ребра основания грунто-цементной плиты и наружные поверхности трубопровода под углом не менее угла естественного откоса песка, уложенного поверх трубопровода. Устройство для защиты трубопровода от механических повреждений работает следующим образом. Нагрузка от движущихся по дорожному покрытию автомобилей передается на его основание. Грунто-цементная плита, армированная продольными и поперечными стержнями, расположенными в ее нижней (растянутой) зоне, воспринимает растягивающие усилия, возникающие в поперечном и продольном направлениях при нахождении транспортного средства на дороге, которую пересекает трубопровод. Повышенная по сравнению с грунтовым массивом механическая прочность армированной цементно-грунтовой плиты позволяет воспринять нагрузки от транспортных средств, движущихся по дорожному покрытию, а слой песка смягчает воздействия нагрузок, воспринимаемых грунто-цементной плитой и частично передаваемых в направлении трубопровода.

Схема устройства для защиты трубопровода от механических повреждений представлена на *рис. 2*.

Превышение длины грунто-цементной плиты над шириной дорожного покрытия на величину образования пирамиды продавливания от крайних ребер дорожного покрытия на толщину грунто-цементной

плиты позволяет обеспечить восприятие арматурными стержнями усилий, возникающих в грунто-цементной плите от механических нагрузок, передаваемых дорожным покрытием от транспортных средств.

В теории железобетона пирамида продавливания имеет грани с наклоном 45° к основанию. В пределах пирамиды продавливания действующие усилия воспринимаются грунто-цементной плитой и не образуются в зоне расположения трубопровода. Это позволяет предотвратить механическое разрушение трубопровода, пересекающего дорогу.

Конструктивное решение поперечного сечения грунто-цементной плиты позволяет максимально использовать несущую способность песка в условиях, когда он находится в состоянии предельного равновесия. При расположении внешней нагрузки над серединой ширины грунто-цементной плиты возникающие усилия в слое песка над трубопроводом воспринимаются песком в ядре уплотнения в пределах естественного откоса. При расположении нагрузки над ребрами грунто-цементного массива естественный откос песка находится за пределами (или только касается) поверхности трубы и нагрузки передаются по линии естественного откоса, отклоняясь от вертикального направления.



Применение разработанного технического решения перехода трубопровода под автомобильной дорогой позволяет предотвратить разрушение труб от воздействия транспортных нагрузок, повысить надежность инфраструктурных систем жизнеобеспечения и снизить загрязнение почв и поверхностных и подземных водных ресурсов.

Литература

1. Косыгин А.Б. Обнаружение скрытых утечек с использованием системы мониторинга водопроводной сети / А.Б. Косыгин, В.Н. Ханин, К.И. Государев, И.В. Фомина // Водоснабжение и санитарная техника. 2010. №4. С. 22-26.
2. Баймуканов М. О важности анализа состояния водопроводных сетей // Полимерные трубы. 2006. №5 (14). С. 26-29.
3. Храменков С.В. Бестраншейные методы восстановления трубопроводов / С.В. Храменков, О.Г. Примин, В.А. Орлов. М.: Изд-во Прима-Пресс-М, 2002. 283 с.
4. Свинцов А.П. Оценка надежности трубопроводов систем водоснабжения и водоотведения в городах Ирака / А.П. Свинцов, Аль-Харамии Тами. // Вестник РУДН. Инженерные исследования. 2011. №2. С. 5-10.
5. Свинцов А.П. Водопотребление и водоснабжение в жилищном фонде / А.П. Свинцов, В.С. Квартенко // Безопасность жизнедеятельности. 2008. №10 (94). С. 35-38.
6. Квартенко В.С. Экологические проблемы водоснабжения населения / В.С. Квартенко, А.П. Свинцов // Экология и промышленность России. 2008. №9. С. 24-27.
7. Свинцов А.П. Социально-экологическая безопасность водоснабжения населения / А.П. Свинцов, В.С. Квартенко. М.: Изд-во РУДН. 2008. 192 с.
8. Патент 110162 РФ / Свинцов А.П., Николенко Ю.В., Аль-Харамии Тами Хаиф, Семенович К.И. Переход трубопровода под автомобильной дорогой. Заявлено 14.04.2011. Приоритет 14.04.2011. Опубликовано 10.11.2011. Бюл. №31.

A.P. Svintsov, Al-Kharami Tami Khaif

ECOLOGICAL SAFETY CONTROL OF PUBLIC WATER SUPPLY BY PROTECTING CONDUITS LOCATED UNDER AUTOROADS

Analysis results on technical condition of infrastructure communications are demonstrated and technical solution for conduits protection from mechanical damages formed by transport load is proposed.

Key words: water resources, pollution, conduit, transport, damage