

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ: КРИТЕРИИ И ПУТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Олег Примин,

зам. директора по науке ГУП «МосводоканалНИИпроект», д.т.н., профессор

Надежность, долговечность и экологическая безопасность являются основными требованиями, предъявляемыми к трубопроводам городских водопроводных сетей.

Переход к рыночной экономике, реформирование жилищно-коммунального комплекса в условиях значительного износа и старения инженерных систем жизнеобеспечения городов и населенных пунктов России, отсутствие достаточных материальных и финансовых ресурсов на их реновацию значительно обострили в последние годы проблему обеспечения требуемой надежности и устойчивости систем водоснабжения и канализации городов России.

Трубопроводные системы – неотъемлемая часть инфраструктуры современных городов, а городские водопроводные сети являются не только наиболее функционально значимым элементом системы водоснабжения, но и, как показывает практика эксплуатации, наиболее уязвимым.

Так, в конце 90-х годов прошедшего столетия, согласно опубликованным данным, среднее число аварийных повреждений трубопроводов на единицу их длины в России примерно вдвое превышало этот показатель

в странах Западной и Центральной Европы, удельное количество аварий за последнее десятилетие возросло примерно в пять раз.

К сожалению, и в настоящее время в период реформирования отрасли ЖКХ в России обновление и восстановление трубопроводов не проводится в требуемом объеме. По данным Росстроя РФ, строительство сетей водопровода по сравнению с 1990 годом сократилось в 5,6 раза, а канализации – в 3,9 раза, при этом 29% водопроводных и канализационных сетей (более 180,0 тыс. км) нуждаются в замене. Причины низкой надежности трубопроводов городов России:

- 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 при эксплуатации, воздействие гидравлических ударов, падение долговременной прочности; несоответствие качества труб требованиям нормативных документов и т.п.

И поэтому так важно определить и реализовать на практике основные критерии и пути обеспечения надежности и экологической безопасности трубопроводов.

Очевидно, что от оптимального выбора материала трубопроводов при новой прокладке или перекладке трубопроводов городской водопроводной сети во многом зависит уровень ее надежности и экологической безопасности.

В последние годы наше общество пожинает плоды прежней государственной политики СССР в области строительства и ремонта инженерных систем жизнеобеспечения горо-



да. Долгие годы планирование и осуществление строительства трубопроводов водопровода и канализации осуществлялось без учета требований надежности по применяемым материалам и организационно-техническим возможностям эксплуатационных организаций. Именно по этим причинам весьма значительное количество трубопроводов водопроводных сетей большинства городов России (в том числе и в г.Москве) проложено из стальных труб, изготовленных из наиболее дешевых марок стали, без защиты внутренней и внешней поверхности труб от коррозии. К 1990 году потребление стальных труб в нашей стране достигло астрономической величины – 24 млн тонн. Это количество превышало потребление стальных труб во всем мире. Стальные трубопроводы, не защищенные от коррозии, сравнительно дешевы. Катастрофические последствия их коррозии проявляются лишь через несколько лет эксплуатации.

В настоящее время срок службы этих стальных трубопроводов 20-15-летней давности прокладки заканчивается, и начался их массовый выход из строя.

Трубопроводы из стальных труб с различного рода антикоррозионными покрытиями (оцинкованные, с алюмокерамическими, эмалированными и другими покрытиями) имеют повышенную по сравнению с незащищенными стальными трубами коррозионную стойкость (до 30 лет). Однако хранение, транспортировка, а также монтажные работы требуют особого обращения с подобными трубами. Сварные соединения труб с покрытиями требуют также специальных мер защиты от коррозии. Кроме того, различные покрытия, увеличивая коррозионную стойкость стали, одновременно увеличивают стоимость труб.

Трубы из стеклопластика имеют ряд недостатков, наиболее существенными среди которых являются гигроскопичность и влагопоглощение, что существенно снижает их работоспособность, а также недостаточная стойкость стеклопластика к истиранию, что обуславливает износ внутреннего слоя смолы, появление оголенного стекла. В этой связи в процессе эксплуатации возможно попадание в поток воды (под давлением) остатков веществ, вредных для здоровья.

Что касается асбестоцементных труб, то действующий стандарт на эти трубы (так же, как и на стандарты и технические условия на чугунные трубы) не содержит требований, выполнение которых необходимо для обеспечения долговременной прочности труб при их использовании для строительства трубопроводов подземной прокладки. До сих пор идут дискуссии о вреде для здоровья асбестоцементных труб при их использовании в питьевом водоснабжении.

К числу наиболее надежных труб, используемых для целей водоснабжения городов в последние годы как за рубежом, так и в России относятся трубы из полимерных материалов и трубы из ВЧШГ. Но и эти трубы имеют свои слабые стороны.

Трубы из ВЧШГ сочетают в себе уникальные свойства: коррозионную стойкость чугуна, механические свойства стали (пластичность, прочность на разрыв, ударопрочность, высокое относительное удлинение). Они стойки к пиковым нагрузкам под давлением, грунтовыми нагрузкам и подвижке грунта при подземной прокладке, ударным нагрузкам при автомобильных и железнодорожных перевозках, выдерживают знакопеременные нагрузки.

Однако резко ускорить применение в России трубных изделий из ВЧШГ не представляется возможным. Во первых,



номенклатура производимых в России труб из ВЧШГ весьма ограничена – сегодня это диаметры 100-300 мм. Эти трубы теперь производятся монополично только одним заводом «Свободный Сокол» (Липецк) по международной классификации только одного класса, что заставляет применять одни и те же трубы в любых трубопроводах, независимо от внутреннего давления и условий прокладки. Выпуск труб из ВЧШГ производства Синарского завода диаметром до 1000 мм прекращен – завод закрылся на реконструкцию. Но, как известно, «свято место пусто не бывает» – в Россию хлынули трубы из ВЧШГ со всего мира. В восточные регионы – из Китая диаметром до 2600 мм, в Европейскую часть страны – от зарубежных лидеров в этой области, таких как BUDERUS Tiroler Rohre, Pont-A-Musson. За рубежом присутствуют трубные изделия различных классов (7, 8, 9, 10, 11, 12...), с кольцевой жесткостью от нескольких кПа до нескольких сотен кПа, на рабочие давления от 1,6 до 6,4 МПа. Однако никаких нормативов на применение указанной трубной продукции в России нет.

В настоящее время нормативная документация по расчету на прочность, проектирование и строительство напорных трубопроводов из ВЧШГ практически отсутствует. СНиПы не содержат никаких сведений по этому вопросу, а Свод Правил «Проектирование и монтаж подземных трубопроводов водоснабжения с использованием труб из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом» СП 40-106-2002 не содержит конкретных указаний по расчету на прочность, долговечность труб из ВЧШГ и распространяется только на траншейную прокладку трубопроводов.

В последние десятилетия в практике строительства водопроводных сетей находят применение трубы из полимерных материалов.

Достоинства этих труб: полное отсутствие коррозии и за-растания внутритрубного пространства, малая масса, техно-



логичность монтажа, пластичность. В условиях России особенно привлекательными представляются низкая вероятность разрушения полимерных труб при замерзании транспортируемой жидкости (вспомним ряд крупных аварий из-за размораживания металлических трубопроводов в условиях достаточно суровой прошлой зимы) и значительное снижение опасности разрыва трубы при гидравлическом ударе вследствие сравнительно низкого модуля упругости.

Полимерные трубы также с успехом используются для внутреннего водопровода зданий. Однако в новом строительстве городских сетей водоснабжения в России полимерные трубы до сих пор занимают менее 5% (при загрузке российских заводов по их производству менее, чем на 50%). Отчасти это вызвано тем, что в России не хватает трубных марок полиэтилена, полипропилена, композиций для изготовления сшитого полиэтилена, различных соединительных деталей, сварочно-монтажного оборудования и др.

Но в основном осторожность внедрения и небольшой объем их применения для наружного водоснабжения городов России, особенно труб больших диаметров, связаны, на мой взгляд, с тем, что техническая база и условия прокладки полимерных труб за рубежом (где они используются достаточно широко) резко отличаются от РФ.

Для качественной прокладки полиэтиленовых труб в условиях загруженного подземного пространства крупных городов требуется высокая культура их монтажа, необходим квалифицированный контроль со стороны заказчика за технологией сварки. Известно, что большинство отказов полиэтиленовых труб приходится на сварные соединения, выполненные с нарушением технологии и кустарные соединительные детали. На рынке полимерных труб в России присутствуют не только качественные трубы, при этом наличие сертификата соответствия в условиях слабого правового поля в России не всегда является гарантией качества.

Кроме того, для условий эксплуатации трубопроводов в большинстве городов России характерна необходимость выполнения строительно-монтажных работ по прокладке и перекладке труб в зимнее время. Это требует особых подходов и технологий. Пластмассовые трубы не обладают жесткостью – высокой сопротивляемостью раздавливанию – и имеют большой коэффициент линейного расширения.

Как и для труб из ВЧШГ, следует отметить недостаток полноценной нормативной базы, особенно в части методик прочностных расчетов пластмассовых труб на совместное воздействие внешних приведенных нагрузок и внутреннего давления, рекомендаций по выбору того или иного типа полимерных труб, учитывающих условия их прокладки и эксплуатации для городов России.



К сожалению, в России не проводилось достаточно полных исследований по оценке проницаемости полимерных труб. Полимерные трубы неуязвимы для обычной коррозии, но могут быть проницаемы для некоторых органических растворителей, если концентрация последних достаточно велика. В этой связи в последние годы в прессе появляются материалы о невозможности использования полимерных труб для централизованного водоснабжения. Вместе с тем следует отметить, что рассуждения о диффузии и проницаемости труб из пластмасс должны быть подкреплены конкретными измерениями коэффициентов диффузии и проницаемости. Использование любых типов труб, и не только полимерных, для прокладки в почвах, содержащих особо вредные вещества (при нецелесообразности или невозможности обеззараживания почвы), требует проведения соответствующих экологических и санитарных исследований и обоснований. Известно, что специально для этих целей разработаны полимерные трубы с барьерным слоем из алюминия, предотвращающим диффузию органических соединений сквозь трубу. Кроме того, очевидно, что для подобных случаев необходимо принимать меры по обеззараживанию почвы, и полимерные трубы здесь не причем.

Более чем 40-летний опыт использования полимерных труб в высокоразвитых зарубежных странах с весьма строгими нормативными требованиями к качеству питьевой воды показывает их безопасность с точки зрения санитарной надежности. В России для целей питьевого водоснабжения использование полимерных труб предусматривает обязательное наличие гигиенического сертификата, выданного органами Роспотребнадзора РФ.

Подытоживая сказанное, очевидно, что отвергать перспективы использования полимерных труб в системах на-

ружного водоснабжения городов России неразумно, и наш институт тщательно изучает возможности оптимального использования труб из полимерных материалов с учетом особенностей их прокладки и эксплуатации для крупных централизованных систем водоснабжения городов России, оценки и анализа стоимостных, санитарных и надежности показателей.

Одним из наиболее перспективных направлений применения пластмассовых труб, реализуемых, например, в настоящее время на Московском водопроводе, является их использование для санации трубопроводов городской водопроводной сети методами бестраншейных технологий – протаскивания пластмассового трубопровода в старый (с его разрушением и без разрушения).

Кроме того, в Москве, как и в ряде других крупных городов России, широко применяется эффективный способ восстановления трубопроводов с использованием полимерных рукавов. Сущность последнего метода (именуемого «Феникс») санации трубопроводов заключается в армировании внутренней поверхности трубопровода специальным рукавом, изготовленным из полиэфирных и нейлоновых нитей, пропитанных полиэтиленом. Бесшовный полимерный рукав протягивается в полость трубы на всю длину ремонтного участка с плотной фиксацией его внутренней оболочки к внутренней поверхности трубопровода с помощью предварительно нанесенных клеевых составов (эпоксидной смолы) и давления воздуха или пара.

В целом мы считаем, что решение о выборе материалов труб для наружных систем водоснабжения, наружных и внутренних покрытий труб должно основываться на гораздо большем наборе фактов, свойств и обстоятельств их применения, чем имеется в существующей нормативной документации и обычно освещается в типовых рекламных публикациях.



Но главное, такое решение должно применяться не по лоббистским соображениям или желаниям чиновников, а на основании анализа конкурентоспособности различных типов труб, технико-экономических обоснований, заключений экологических экспертиз по каждому конкретному региону, объекту или району водоснабжения, особенно на урбанизированных территориях.

Наряду с использованием надежных и долговечных типов труб и арматуры, обеспечивающих эффективное сопротивление внешней и внутренней коррозии, к основным практическим мерам повышения надежности городской водопроводной сети должны быть отнесены:

- оптимизация стратегии восстановления и обновления сети, увеличение объемов перекачки и санации участков трубопроводов с приоритетным использованием бестраншейных способов восстановления;
- использование комплексной технической диагностики для оценки технического состояния трубопроводов, прогноза полезных сроков службы, поиска «слабых мест» сети – участков трубопроводов с наибольшим риском отказов;
- эффективная электрозащита эксплуатируемых металлических трубопроводов;
- стабилизация давлений в сети;
- использование современных геоинформационных технологий для контроля и управления функционированием и эксплуатацией сети;
- использование новых нормативов и регламентов эксплуатации сети, учитывающих современные требования надежности и устойчивости систем водоснабжения.

Очевидно, что обеспечение требуемой надежности городских водопроводных сетей во многом зависит от научно-обоснованной стратегии их модернизации и реконструкции. Изучая историю и состояние нашей отрасли, можно сделать вывод, что XX век можно считать веком развития и роста инфраструктур городов России. В начале XXI века главной задачей, после более чем 100-летнего развития современного «типового водоснабжения», является восстановление и обновление водопроводных и канализационных сетей.

По мнению Генерального директора МГУП «Мосводоканал» С.В.Храменкова, принцип эксплуатации этих систем предприятиями ВКХ большинства городов России, заключающийся в проведении ремонтно-восстановительных работ или санации труб только в случае возникновения аварии (стратегия «пожарной команды»), приведет к застою в области реконструкции сетей и не обеспечивает их устойчивость и надежность, не говоря уже о возникшей в последние годы в связи с риском системных аварий и терактов проблеме обеспечения живучести этих систем в условиях чрезвычайных ситуаций.

Считаем, что для трубопроводов городских водопроводных сетей при оценке и прогнозе их технического состояния необходим комплексный подход, учитывающий многообразие эксплуатационных факторов и воздействий на их техническое состояние. В этой связи разработанная ГУП «МосводоканалНИИпроект» совместно с МГУП «Мосводоканал» и МГСУ методика оценки и прогноза технического состояния трубопроводов базируется на комплексном использовании как статистических методов оценки надежности трубопроводов, так и анализе факторов и воздействий, дестабилизи-

рующих их надежность, и результатах технической диагностики трубопроводов.

Методика включает:

- оценку и прогноз показателей надежности трубопроводов на основе автоматизированной системы регистрации, хранения и обработки данных по аварийности трубопроводов и анализа условий их прокладки и эксплуатации;
- планирование и проведение комплексной технической диагностики трубопроводов;
- анализ дефектов трубопроводов, ранжирование и оценка факторов, дестабилизирующих надежность и долговечность трубопроводов – выявление «слабых» звеньев системы – участков трубопроводов;
- прочностные расчеты, оценка остаточного ресурса трубопроводов;
- прогноз технического состояния трубопроводов.

Алгоритм поиска и выбора приоритетных объектов восстановления трубопроводов городской водопроводной сети основан на пошаговом процессе выбора из большого числа потенциальных для реабилитации (в том числе и методом санации) участков трубопроводов некоторого ограниченного количества первоочередных (приоритетных).

Учитывая необходимость использования значительного объема данных, для реализации методики создано в электронном виде Единое информационное поле по эксплуатации трубопроводов и результатам технической диагностики трубопроводов и разрабатывается автоматизированная информационно-техническая система – комплекс программ для ЭВМ, реализующих данную методику.

По результатам работы программного комплекса можно будет принимать обоснованное решение о:

- дальнейшей эксплуатации участков трубопровода;
- технических мероприятиях по восстановлению несущей способности трубопроводов (в том числе, с рекомендациями метода восстановления).
- сроках повторной диагностики трубопроводов.

Значимость проблемы надежности и экологической безопасности городских водопроводных сетей, с одной стороны, и их фактическое состояние в городах и регионах России, с другой, не оставляют альтернативы широкому внедрению новых материалов и технологий на базе научного подхода к диагностике состояния сетей. Об этом, в частности, говорится и в рекомендациях «круглого стола», проведенного Комитетом Совета Федерации по природным ресурсам и охране окружающей среды и Комитетом Совета Федерации по делам Севера и малочисленных народов с участием членов Совета Федерации, депутатов Государственной Думы, федеральных органов исполнительной власти, законодательных и исполнительных органов власти субъектов Российской Федерации, а также представителей научно-исследовательских учреждений, коммерческих и некоммерческих организаций, ученых и специалистов: «Рекомендовать исполнительным органам субъектов Российской Федерации, Федеральному агентству по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству всемерно способствовать предприятиям жилищно-коммунального и строительного комплекса внедрять современные материалы в трубопроводных системах питьевого водоснабжения».