

**МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ
ОТ ВЛИЯНИЯ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ**

Введение. Переход к рыночной экономике, реформирование жилищно-коммунального комплекса в условиях значительного износа и старения инженерных систем водоснабжения городов Украины и СНГ, недостаток материальных и финансовых ресурсов на их реновацию значительно обострили в последние годы проблему обеспечения требуемой надежности и экологической безопасности инженерных коммуникаций города [1].

Трубопроводные системы – неотъемлемая часть инфраструктуры современных городов, а городские водопроводные и водоотводящие сети являются не только наиболее функционально значимым элементом систем водоснабжения и водоотведения, но и, как показывает практика эксплуатации, наиболее уязвимым [2].

В современных условиях в связи с ограниченностью денежных ресурсов у предприятий коммунальной отрасли особую актуальность приобретает эффективное поддержание инженерных коммуникаций в работоспособном состоянии, повышение их надежности и долговечности.

Одним из эффективных методов защиты подземных коммуникаций является нанесение на внутреннюю поверхность трубопроводов защитных покрытий и облицовок [1].

Целью данного исследования является обобщение существующих методов защиты подземных инженерных сетей путем нанесения защитных покрытий.

Результаты исследования. Нанесение покрытия – это собирательный термин, касающийся одного или многих слоев основания, зависящих друг от друга и изготовленных из соответствующих материалов, пригодных для нанесения покрытия [3, 4].

При рассмотрении вопросов защиты подземных коммуникаций необходимо определить материал трубопровода, кото-

рый будет противостоять негативным воздействиям внешних факторов, и выбрать форму защиты: путем покрытия раствором, изоляционными материалами или катодной защитой (от коррозии).

Защитные материалы и покрытия должны гарантировать эффективную изоляцию труб и их стыков от агрессивных веществ, что обеспечивает нормальное функционирование труб в течение всего срока службы сети. По нормативным требованиям USEPA (Агентства по защите окружающей среды, США), касающимся эффективности затрат, срок службы канализационных коллекторов составляет 50 лет [5]. Эффективность облицовки и покрытий зависит не только от физико-химических свойств используемых материалов, но и от правильного изготовления и обслуживания. Облицовка бетонных труб крепится на внутренней стенке выступающими частями, которые заделываются в бетон во время изготовления трубы. Облицовка толщиной 1,5 мм, закрепленная клиньями к внутренней стенке бетонной трубы, при соответствующем обращении и монтаже путем заплавления стыков гарантирует эффективную антикоррозийную защиту. Следует обратить внимание на то, чтобы облицовка и ее применение соответствовали технологии изготовления труб и условиям эксплуатации.

В некоторых случаях материалы, применяемые для защиты, наносят в жидком состоянии, и они удерживаются на стенках труб благодаря адгезии, что обеспечивает долговременную защиту в сероводородном окружении. Для облицовки и покрытий бетонных труб коллекторов сточных вод может быть использована обшивка листами из полиэтилена и поливинилхлорида, которые крепятся к стенке при отливке трубы, и покрытие эпоксидным гудроном или подобным ему материалом.

Защита труб из ковкого чугуна осуществляется с использованием цементного покрытия с изоляционным слоем из битума. Могут также применяться различные виды термопластмассовых обшивок, которые крепятся к внутренней стенке трубы вследствие адгезии. При изготовлении трубы часто осуществляется наружная обшивка из битума. В случае необходимости во время монтажа трубу можно покрыть слоем полиэтилена, чтобы воспрепятствовать наружной коррозии.

Для защиты стальных труб используются различные покрытия, включая материалы с асбестовым наполнителем, которые сцепляются со стенкой силой адгезии.

Композиционные трубы защищают облицовкой из бетонного раствора, который помещают на открытые концы трубы во время ее монтажа (если концы труб не изолированы на заводе), для того чтобы исключить попадание кислоты в цементующий наполнитель (в стыках).

Для защиты подземных трубопроводов в отечественной и зарубежной практике используются методы инъектирования (рис. 1), однако из-за высокой стоимости инъектирования предпочтение отдают, как правило, более приемлемому с экономической точки зрения варианту [1].

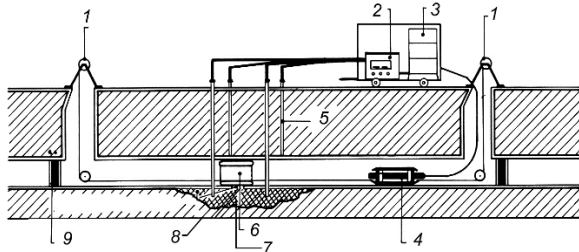


Рис. 1. Схема наружного инъектирования трубопровода:

1 – лебедка; 2 – инъекционный насос; 3 – средства инъекции; 4 – канальная телекамера; 5 – инъекционные трубы; 6 – перемещающаяся ремонтная колба; 7 – инъектируемая полость; 8 – неплотное место; 9 – запрессованная колба

Если применяют покрытия бетоном, шприцбетоном или цементным раствором, поверхности следует обрабатывать так же, как в случае использования покрытий на основе реактивной смолы. Сухие и водопоглощающие основания необходимо смачивать (рис. 2) [1].

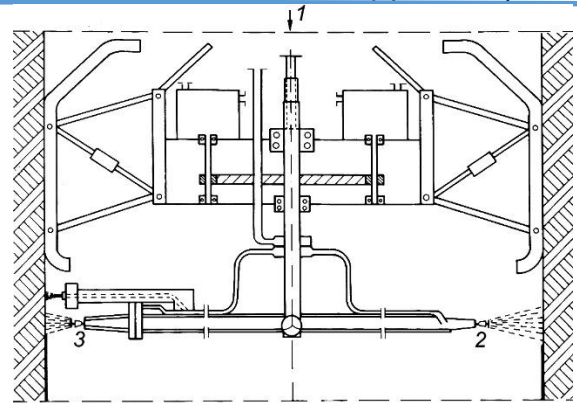


Рис. 2. Защита стен трубопровода методами сухого и мокрого шприц-бетонирования:

1 – строительный материал; 2 – быстротвердеющий строительный материал; 3 – коллоидный цемент

При использовании метода нагнетания образуется кольцевое пространство (благодаря находящейся в канале опалубке). В это кольцевое пространство вдавливаются соответствующие растворы или бетон на цементной основе из реактивных смол. Работы можно проводить как в проходимых, так и в непроходимых поперечных сечениях. После достижения требуемой минимальной прочности опалубку удаляют. Примером использования метода нагнетания в проходимых каналах является расширение или обшивка тоннелей и штолен с помощью обычных для подобных случаев опалубок. При этом применяются катучая переставная опалубка или специальные шунтовые машины. Для укладки в опалубку бетона или для распалубки в зависимости от величины тоннельной опалубки используется механическое или гидравлическое оборудование. Бетон перекачивается насосом или через отверстие в опалубке за опалубку, уплотняется внутренними вибраторами или вносится через патрубок снизу либо через торец опалубки и уплотняется наружными вибраторами.

Метод вытеснения заключается в том, что вытесняемое тело (его наружный диаметр соответствует толщине наносимого слоя и меньше внутреннего диаметра покрываемой поверхности) центрически вытягивается или сжимается через бьеф.

Находящийся перед ним материал покрытия попадает в щель между поверхностью и вытесняемым телом и придавливается этим телом к внутренней стенке трубы.

Самые известные методы вытеснения – Tate и Siment – разработаны в начале 1930-х годов в Австралии для покрытия водоводов [1].

При Tate-методе вытесняемое тело работает в комбинации с поршнем пресса. В качестве материала покрытия служит цементный раствор, который заполняется в предварительно дозированном количестве между поршнем пресса и вытесняемым телом. При протягивании последнего через трубопровод и одновременном противодействии поршня цементный раствор прессуется и намазывается на внутреннюю стенку трубы, так что в результате возникает слой обшивки толщиной 5 мм (рис. 3).

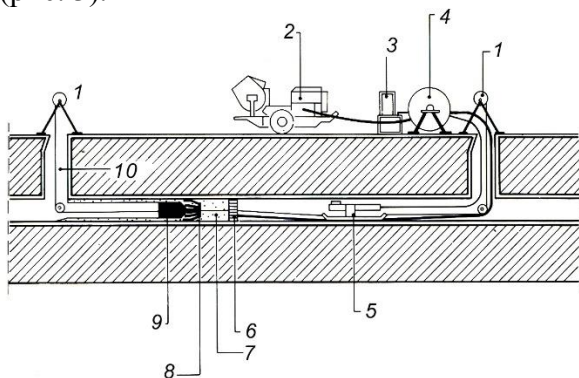


Рис. 3. Принципиальная схема метода вытеснения (Tate-метод):

1 – лебедка; 2 – насос и смешивающее устройство; 3 – щит управления; 4 – барабан со шлангами; 5 – телекамера; 6 – направляющее перо; 7 – цементный раствор; 8 – направляющее перо; 9 – вытесняющая головка; 10 – трос

Центробежный метод нанесения покрытий состоит в том, что материал для покрытия выбрасывается через быстро вращающуюся головку центрифуги на внутреннюю стенку трубы. В водоводах покрытие, как правило, выравнивается специальным оборудованием. В каналах со сточными водами выравнивание возможно только в том случае, если нет смещения трубы и труба круглая. Поскольку в тоннелях со сточными водами подобное

бывает крайне редко, там часто отказываются от выравнивания, оставляя поверхность необработанной (рис. 4).



Рис. 4. Покрытие, нанесенное центробежным набрызгом

Идея, на которой основан центробежный метод, была предложена еще в 1933 г. фирмой «Centriline» (США). Все применяемые сегодня методы нанесения покрытий представляют ее дальнейшую разработку и называются Centriline-методом [1].

Расходы на защиту по центробежному методу составляют примерно 20-50 % затрат на укладку нового трубопровода.

Оригинальный метод облицовки тоннелей разработан в Японии. Движущееся по рельсам центробежное устройство с помощью специального диска наносит на стенки тоннеля бетон с максимальной величиной фракций зерна 15 мм. Производительность – 4-5 м³/ч. Бетон подается по шлангопроводу или трансферкаром вагонном-прегрузателем (рис. 5) [1].

В 1984 г. в Англии разработан метод покрытия трубопроводов или их участков растворами из реактивных смол CSL Polyspray. Покрытие наносится с помощью центрифуги, состоящей из смесительной камеры, секции желирования и насадки с приводом для разбрызгивания раствора. Оба компонента полиуретановой смолы перекачиваются насосами в

смесительную камеру и там интенсивно перемешиваются вмонтированным в камеру пластмассовым статик-смесителем.

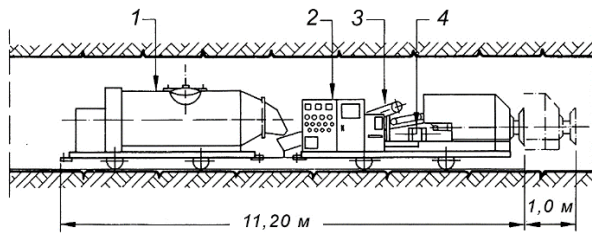


Рис. 5. Набрызг-машина с устройством для изготовления бетона:

1 – емкость с материалами; 2 – щит управления; 3 – транспортер; 4 – механизм сжижения

Насадка для разбрызгивания приводится в действие давлением воздуха и

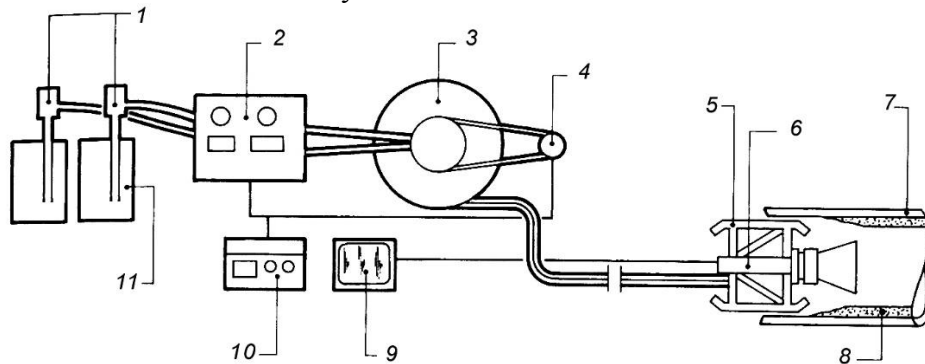


Рис. 6. Система восстановления конструкций CSL Polyspray:

1 – транспортный насос; 2 – дозировочный насос; 3 – барабан со шлангами; 4 – мотор лебедки; 5 – каретка; 6 – камера; 7 – канал; 8 – нанесение слоя; 9 – монитор; 10 – компьютер; 11 – емкости с полиуретановой смолой



Рис. 7. Трубопровод с защитой внутренней поверхности плитами из базальта

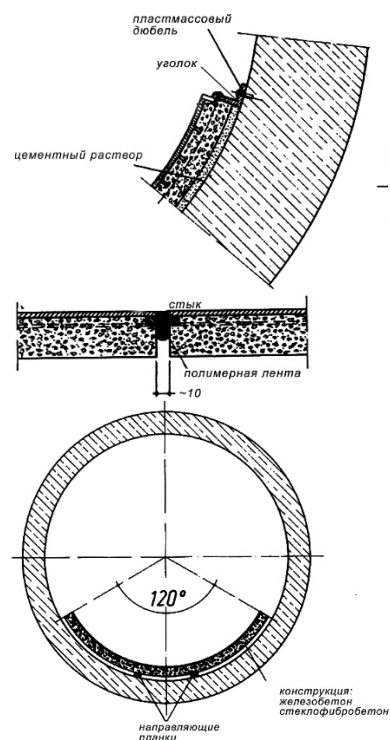


Рис. 8. Установка облицовочных листов в подошве трубопровода

Выводы. Проведенный анализ основных методов защиты подземных коммуникаций путем нанесения покрытий на внутреннюю поверхность трубопроводов дает основание сделать вывод, что рассмотренные методы позволяют значительно увеличить надежность и долговечность эксплуатации инженерных сетей. При выборе того или иного метода в каждом конкретном случае необходимо руководствоваться условиями производства работ, показателями агрессивности среды, а также экономическими критериями. Кроме того, эффективность защиты зависит от применяемых материалов. В данном контексте предпочтение должно отдаваться современным материалам, которые обладают оптимальным соотношением «цена – качество».

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гончаренко Д.Ф. Эксплуатация, ремонт и восстановление сетей водоотведения: Монография. – Харьков: Консум, 2008. – 400 с.
2. Stein D. Instandhaltung von Kanalisationen. – Berlin: Ernst, 1998. – 940 s.
3. Орлов А.М. Защита строительных конструкций и технологического оборудования от коррозии: Справочник строителя. – М: Стройиздат, 1991. – 304 с.
4. Орлов В.А. Эксплуатация, реконструкция и строительство водопроводных и водоотводящих сетей с учетом экологического фактора // Строительство и архитектура, 1997. – Вып. 2. – С. 70.
5. Keinnow K., Pomeroy R. Corrosion Resistant Design of Sanitary Sewer Pipe. Presented at Session No. 48, ASCE Convention. Chicago Illinois, October, 1978. – 211 p.
6. Гончаренко Д.Ф., Бондаренко Д.А., Коваленко А.Н., Булгаков Ю.В. Преимущества применения базальтовых труб в подземных инженерных коммуникациях // Наук. вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2014. – Вип. 3 (77). – С. 77-82.

УДК 628.147.25

Гончаренко Д.Ф., Алейникова А.И.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

МЕТОДИКА ВЫБОРА ПРИОРИТЕТНЫХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ СПОСОБА ПРОВЕДЕНИЯ РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА СЕТЯХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Введение. Текущая ситуация эксплуатации водопроводных сетей в режиме высокого технического состояния и аварийности диктует обслуживающим организациям водопроводного хозяйства свои условия в режиме ограниченных финансовых ресурсов [1]. Ввиду этого целесообразно принимать обоснованные решения относительно выбора предпочтительного способа восстановления изношенного трубопровода водоснабжения, основываясь на оценке факторов, влияющих на выбор способа проведения работ и опираясь на ресурсные возможности эксплуатационной организации.

Целью данного исследования является разработка методики выбора приоритетных факторов, влияющих на реконструкцию сетей водоснабжения с последующим выбором оптимального способа проведения ремонтно-восстановительных работ, основанная на экспертных оценках.

Результаты исследования. Для решения задачи принятия обоснованного решения относительно выбора предпочтительного способа восстановления изношенного трубопровода водоснабжения разработана методика, основанная на экспертных оценках. Были определены наиболее значимые по нашему мнению факторы, которые влияют на выбор способа проведения ремонтно-восстановительных работ, каждому из которых присвоено условное обозначение X1...X12 (табл. 1). К экспертному оцениванию необходимо было прибегнуть в связи с тем, что нет в достаточном количестве статистических данных по вопросу приоритетности влияния факторов на выбор способа восстановления, так как визуальное обследование трубопровода, как правило, невозможно без проведения земляных работ, что недопустимо при бестраншейном способе проведения работ.