

ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД РЕМОНТА И ВОССТАНОВЛЕНИЯ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ТОННЕЛЕЙ

Возникновение новых градообразующих (рост населения, увеличение застройки территории, развитие промышленности) и эксплуатационных факторов приводит к преждевременному моральному старению и эксплуатационному износу сетей водоотведения. Как следствие, возникает необходимость в проведении ремонтно-восстановительных работ с целью повышения долговечности конструкций и предотвращения аварийных ситуаций [1].

При проектировании системы водоотведения г. Харькова авторами проекта предусматривалась высокая надежность и долговечность тоннелей, что, с одной стороны, обеспечивалось конструкцией тоннеля, а с другой – технологией строительства. Сооружение основных канализационных тоннелей Харькова было запроектировано и велось с помощью щитовых комплексов ПЩ – 2,1; 2,565; 3,2; 3,7 и 4 м.

Необходимо отметить, что значительная часть канализационных тоннелей города была построена в 60–80-х гг. прошлого столетия. В СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения», введенном в действие в 1985 г., указано, что для самотечной канализации смотровые шахты на прямых участках для $\varnothing 1500\text{--}2000$ мм должны располагаться на расстоянии 200 м, свыше 2000 мм – 250–300 м.

Отсутствие норм на момент прокладки тоннелей привело к тому, что эти расстояния не были соблюдены и зависели от мощности применяемого щита, т.е. прокладка каждого тоннеля велась до тех пор, пока было достаточно мощности оборудования, обслуживающего щит. В местах его вынужденной остановки строились смотровые шахтные стволы. После чего силовое оборудование перемещалось на место вновь сооружаемой шахты, и работы продолжались до следующей остановки щита. Таким образом, расстояния между смотровыми шахтными стволами на многих участках, как правило, превышают нормативные и неоднократно достигают более 1 км.

Анализ действующих сетей водоотведения [1–3] позволяет утверждать, что в настоящее время происходит интенсивное разрушение же-



Д.Ф. Гончаренко

проректор по научно-педагогической работе Харьковского национального университета строительства и архитектуры, д.т.н., профессор



О.В. Старкова

доцент кафедры экономической кибернетики и информационных технологий Харьковского национального университета строительства и архитектуры, к.т.н.



Д.А. Бондаренко

доцент Харьковского национального университета строительства и архитектуры, к.т.н.



А.А. Гармаш

председатель правления ПАО «Южспецатомэнергоаппарат», г. Харьков

лезобетонных канализационных тоннелей, главной причиной которого является наличие сероводорода, метана, аммиака и других газов в концентрациях, превышающих допустимые нормы в десятки раз [1, 2]. Поэтому важное значение имеет использование современных материалов, способных эффективно работать в условиях агрессивной среды, и новых методов, позволяющих повысить эксплуатационный ресурс существующих тоннелей.

Работы по ликвидации аварий, происходящих на канализационных тоннелях, их ремонту и восстановлению являются достаточно трудными и ресурсоемкими из-за необходимости их полного перекрытия или снижения уровня сточных вод. В результате визуальных обследований, проведенных на местах обрушений канализационных тоннелей Харькова, был выявлен значи-



Рис. 1. Разрушенный свод канализационного тоннеля

тельный износ железобетонных конструкций, в первую очередь, сводов тоннелей, в результате биогенной коррозии. На отдельных участках своды находятся в предаварийном состоянии (рис. 1).

Отсутствие дублирования и кольцевания тоннелей на сетях водоотведения значительно усложняет как проведение комплексного обследования конструкций тоннелей, так и производство ремонтных и восстановительных работ.

В действующих на сегодня государственных строительных нормах Украины [4] расстояние между смотровыми шахтами на канализационных тоннелях регламентируется таким же образом, как и в нормативах 1985 года. Все эти факторы, а также значительная глубина заложения канализационного тоннеля сильно ограничивают выбор методов ремонта.

Как показывает проведенное авторами исследование [5–8], одним из возможных вариантов восстановления канализационного тоннеля является применение закрытого метода с помощью спирально-навивочной технологии SPR (Sewage Pipe Renewal), которая заключается в том, что в поврежденном действующем трубопроводе путем спиральной навивки, сматываемой с бобины бесконечной полимерной ленты, формируется обсадная труба высокой прочности. Навивка бесконечной ленты штампованного ребристого профиля из ПВХ или полиэтилена высокой прочности производится специальной навивочной машиной, которая располагается вблизи люка смотрового колодца. Края ленты соединяются, образуя сплошную водонепроницаемую конструкцию внутри восста-

навливаемого трубопровода диаметром до 5000 мм. Следует отметить, что проведение ремонтных работ с применением SPR-метода возможно даже при частичном наполнении тоннеля [5–7].

Существуют четыре модификации SPR-метода – SPR, SPR PE, SPR EX и SPR ST.

Модификация SPR предназначена для бестраншейного восстановления ветхих горизонтальных трубопроводов большого диаметра (до 5000 мм), а также в вертикальных конструкциях (скважинах). В данной технологии используются ленты из ПВХ со стальным уплотнением и замком, благодаря которому соединяющиеся концы профиля образуют герметичный механический затвор, способный противостоять мощным деформирующим силам. Процесс навивки заключается в подаче ленты через люк стартового колодца в навивочную машину, располагаемую в восстанавливаемом трубопроводе со стороны стартового колодца. Навивочная машина придает профилю из ПВХ необходимую форму и соединяет его концы, образуя тем самым новую герметичную трубу. Навивочный процесс длится до тех пор, пока обсадная труба не достигнет конца восстанавливаемого трубопровода. В ходе процесса навивочная машина может быть стационарной или передвижной по направлению к следующему (финишному) смотровому колодцу (рис. 2).

По завершении процесса навивки устанавливается крепежная система, обеспечивающая стабильность конструкции в период заливки раствора в межтрубное пространство. Крепежный материал опускается в трубопровод через

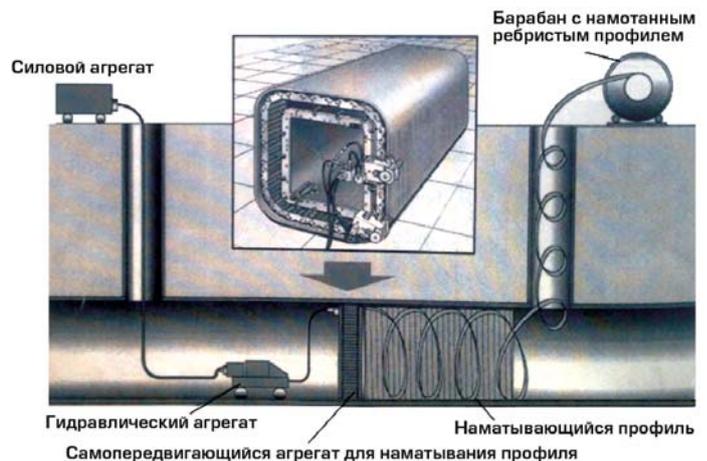


Рис. 2. Схема применения спирально-навивочной технологии с помощью передвижной машины

стандартные люки смотровых колодцев и проводится бетонирование межтрубного пространства.

В зависимости от условий на объекте можно использовать два метода навивки: с помощью «проталкивающей» или «самодвижущейся» гидравлической навивочной машины. Использование «проталкивающей» (стационарной) машины не требует присутствия человека. Машина размещается в существующем смотровом колодце, и формирующаяся обсадная труба подается внутрь ремонтного участка старого трубопровода. При этом расположение машины остается стабильным. Процесс навивки с помощью «самодвижущейся» гидравлической навивочной машины требует присутствия человека для подачи в машину ленты. Машина располагается в полости существующего смотрового колодца и, постепенно перемещаясь вперед по восстанавливаемому трубопроводу, спирально навивает профиль, образуя таким образом новый трубопровод меньшего диаметра, чем восстанавливаемый [7, 8].

В зависимости от диаметра восстанавливаемого трубопровода применяются различные формы профилей (рис. 3).

Модификация SPR RE позволяет восстановить прочность труб из кирпича, бетона, камня, стеклопластика или асбестоцемента диаметром от 900 до 3000 мм, продлевая срок их службы. Стальное уплотнение профиля придает навитой трубе высокую устойчивость для особых статических условий. В технологии используются профили из уплотненного полиэтилена высокой прочности (ПЭВП) и комбинированной стали, что позволяет восстановить стареющие трубы различных типов. Использование данной модификации дает возможность восстанавливать трубопроводы круглого сечения с диаметром 900–3000 мм.

Модификация SPR EX позволяет создать самонесущую статическую трубу, используемую для восстановления старых трубопроводов диаметром от 150 до 1800 мм. Существенным отличием данной модификации является то, что после ремонта обсадная труба плотно прилегает

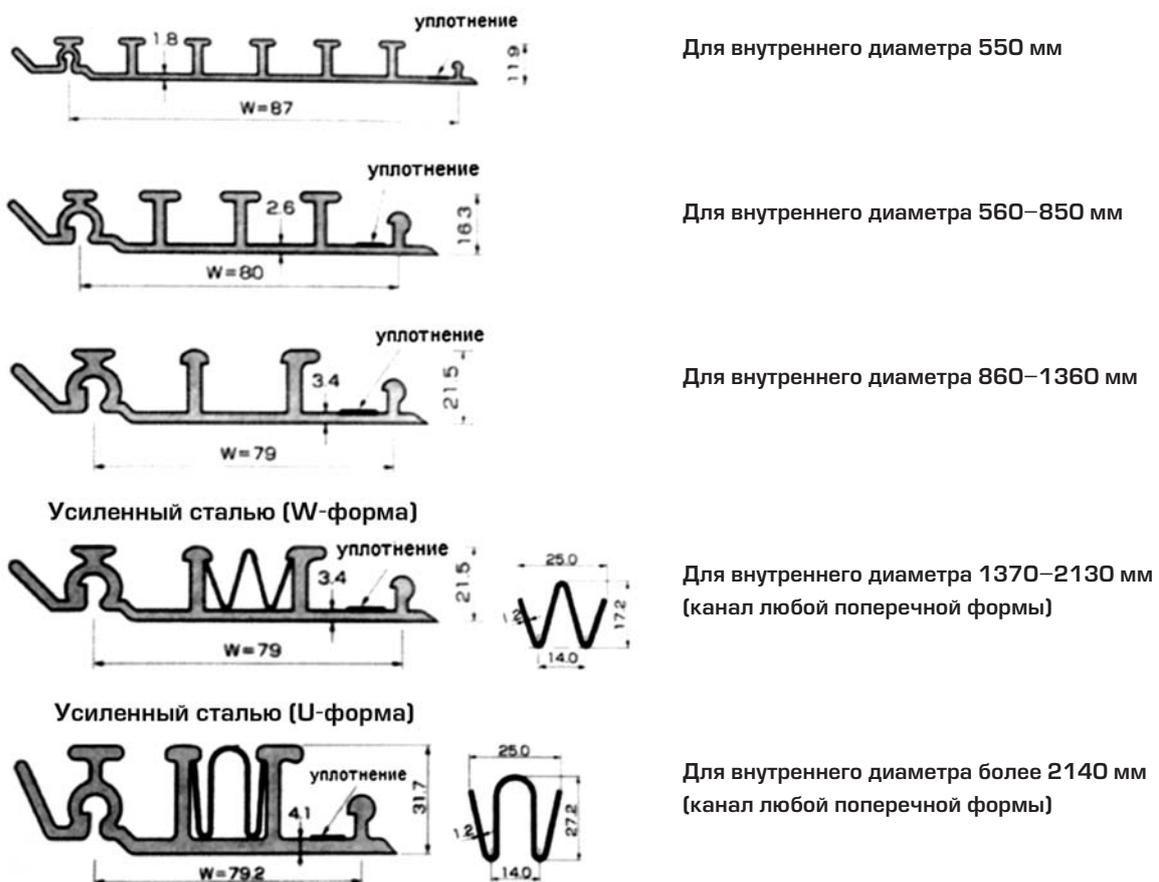


Рис. 3. Формы поперечного сечения с размерами ребристых профилей для SPR-метода

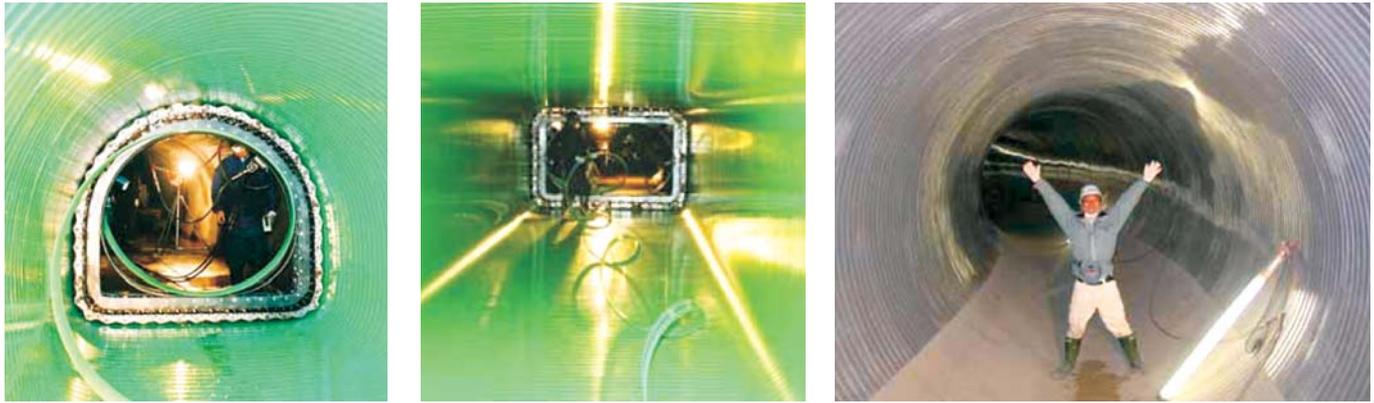


Рис. 4. Санация тоннеля с использованием SPR-метода

к старой трубе. Технология SPR EX специально разработана для сейсмоактивных областей, регионов с опусканием местности, мест свалок, поэтому обсадная труба обладает максимальной плотностью и устойчивостью к нагрузкам.

Модификация SPR ST позволяет восстанавливать трубопроводы из камня, бетона, асбестоцемента или стеклопластика диаметром от 450 до 2500 мм. Для более высокой устойчивости кольца можно использовать ПВХ-профиль дополнительно со стальным профилем. Благодаря этому обсадная труба приобретает максимальную устойчивость при минимальной потере диаметра. Существуют различные комбинации из ПВХ и стали для различных статических условий и классов стареющих труб.

Стоит отметить, что SPR-технология позволяет проводить санацию тоннелей различной формы (рис. 4).

Выводы.

Проведенный анализ состояния канализационных тоннелей Харькова позволил установить, что основными элементами, подверженными коррозии, являются своды тоннелей. Наличие токсичных газов в атмосфере тоннелей и значительное расстояние (до 2 км) между шахтами сильно затрудняет как проведение обследования, так и ремонтно-восстановительные работы.

Отсутствие возможности устранения на период ремонта в тоннеле сточных вод значительно сужает выбор возможных материалов и

методов ремонта. Одним из возможных вариантов ремонта и восстановления в данных условиях является применение SPR-метода, позволяющего проводить работы даже при частичном наполнении тоннеля.

- [1] Гончаренко Д.Ф. Эксплуатаци, ремонт и восстановление сетей водоотведения: монография. – Харьков: Консум, 2008. – 400 с.
- [2] Гончаренко Д.Ф., Убийвовк А.В., Бондаренко Д.А., Булгаков Ю.В. Оценка несущей способности крепи канализационного тоннельного коллектора и выбор методов его восстановления // Наук. вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2015. – Вип. 5 (79). – С. 66–71.
- [3] Гончаренко Д.Ф., Старкова О.В., Булгаков Ю.В., Гармаш А.А. Методы восстановления разрушенного коллектора в г. Харькове // Промислове будівництво та інженерні споруди. – 2015. – № 3. – С. 2–11.
- [4] ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація: проектування зовнішніх мереж та споруд. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіонбуд, 2013. – 210 с.
- [5] SPR-метод производства работ (метод производства работ по восстановлению канализационных трубопроводов бестраншейным методом) / Электронный ресурс. – Режим доступу: <http://www.jase-w.eccj.or.jp/technologies-r/pdf/factory/F-72.pdf>
- [6] Toshiyuki Deguchi, Hamao Yamashiro, Hiroshi Sugahara, 2006. Spr method: rehabilitation technologies to revive decrepit pipelines / Toshiyuki Deguchi, Hamao Yamashiro, Hiroshi Sugahara // ISARC2006. – P. 315-320.
- [7] Ишмуратов Р.Р. Опыт применения бестраншейной спирально-навивочной технологии восстановления трубопроводов / Электронный ресурс. – Режим доступу: <http://robt.ru/uchebnye-i-nauchnye-stat-i/stati/89-opyt-primeneniya-bestranshejnoy-spiral-no-navivochnoj-tehnologii>.
- [8] Stein D. Installhaltung von Kanalisation. – Emst&Sohn., 1998 – 941 p.

Надійшла 14.06.2016 р.