

Мировая премьера на международной выставке Wasser Berlin 2011

Методика прокладки трубы методом выдавливания и протягивания с удалением почвы.

1. Введение

На день конструктора, который был организован 4 мая Берлинским Водоканалом, как часть международной выставки Вассер Берлин, немецкое подразделение компании Йозефа Пфафингера презентовало новую разработку в сфере прокладки трубопроводов методом горизонтально-направленного бурения для аудитории, которая интересовалась прокладкой трубопроводов. Новейшая модификация техники выдавливания и протягивания, которая регулярно используется в Германии при замене старого трубопровода на новый, была применена при замене старой трубы из серого чугуна диаметром 300 мм на новую трубу из ВЧШГ диаметром 500 мм, которая должна была прокладываться по тому же месту. Новая машина для прокладки была изобретена в сотрудничестве с компанией Тракто-техник.



Рис.2

2. Ситуация в области отрасли.

Берлин поделен на дренажные регионы, которые построены так, чтобы следовать направлению течений рек и специальных каналов. Трубы проводят воду в насосные станции, откуда вода перекачивается на различные заводы под давлением через водопроводную сеть на расстояние примерно 1200 км, несмотря на то, что секции водопровода,

которые подлежат замене, были установлены еще в 1962 году, большинство из них датируется 1944 годом.

Главным поводом для замены водопровода послужило то, что пропускная способность не соответствовала сегодняшним условиям. Увеличивая диаметр трубопровода с 300 мм до 500 мм, улучшались условия поставки воды на насосную станцию, что в любом случае было бы необходимо в будущем.

Большинство водопроводов в Германии проложены через жилую местность. Вальхензиштрассе (Берлин Копеник, район Гринау) это жилая улица, на которой присутствует небольшое движение при небольшом слое грунта. На улице нет ни деревьев, ни других преград для прокладки труб. В данной секции количество грунта всего 1.40-1.50 метра. Это идеальные условия для замены трубопровода при укладке траншейным способом, если бы не тот факт, что водопровод должен проходить на частном участке земли. Поэтому компания решила провести укладку другим методом, при котором не нужно выкапывать старую трубу из земли. Было принято решение проложить трубу большего диаметра по тому же самому маршруту, используя технику выдавливания и протягивания, чтобы минимизировать любые претензии со стороны владельца земли.

Задание было таким: заменить трубопровод из серого чугуна диаметром 300 мм на трубопровод из высокопрочного чугуна диаметром 500 мм, без использования траншеи, по тому же маршруту, с удалением всех материалов старой трубы, никак не влияя на частный участок земли. Полное уничтожение старого материала трубы в Берлине является обязательным фактором независимо от срока службы трубы, так как это положено по закону. В водоканале Берлина решили оставить выполнение проекта подрядчику. Их предложение использовать технику выдавливания и протягивания с удалением почвы получило одобрение компании. Техника

выдавливания и протягивания традиционно используется в Берлине. Каждый год примерно 10 000 метров труб, начиная от диаметра 80 и заканчивая диаметром 400 мм, заменяются при помощи этой техники. Водоканал Берлина создал свой свод правил относительно этой техники. Свод правил составлен в форме стандарта компании и содержится под номером WN 322. Эти правила практически совпадают с правилами DVGW-Arbeits blatt GW 322-1 [1], но позволяют при работе с чугунными трубами с раструбным замковым соединением использовать тяговую силу больше, чем обычно. В данном проекте проблемами, помимо всего, были преобразование диаметра с более маленького на больший, а также сравнительно маленькая величина грунта над трубой.

Относительное расширение, увеличение

Буровое отверстие, скважина

В своде правил пункт DVGW 323 [2] говорит о том, что при замене труб необходимо соблюдать относительное увеличение скважины, то есть расстояние между внутренним радиусом трубы и радиусом расширенного прохода (рис.3). В данном случае диаметр расширенного прохода

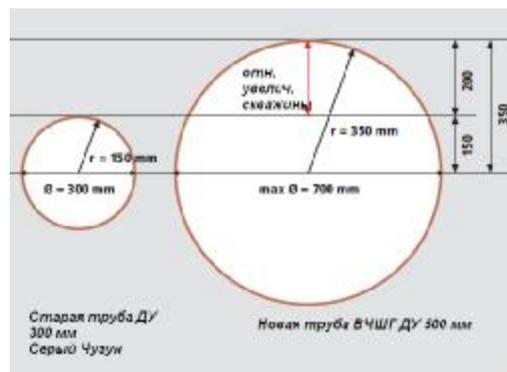


Рисунок 3. определение относительного увеличения скважины

составлял порядка 700 мм, следовательно, радиус был 350 мм. Значение было получено из параметров трубы: внешнего диаметра раструба трубы ДУ 500 мм VRS плюс 5 мм оболочки из цементно-полимерного раствора (ZM-U), плюс дополнительная площадь. Относительное увеличение скважины составило примерно 200 мм. Величина относительного увеличения являлась критерием относительно глубины установки трубопровода, а также для определения максимально возможного

расстояния установки труб вблизи других трубопроводов. Уровень грунта над трубопроводом должен быть минимум 10 раз больше, чем относительная величина увеличения скважины. Для данной операции эта цифра должна была составлять примерно 200 см. Из-за того, что величина покрытия в этом месте составляла всего 1.4-1,5 м., то обычная техника выдавливания и протягивания была неверным вариантом. Выход был найден в том, чтобы не переносить пробуренную почву в другое место, а полностью убрать ее – абсолютно новая процедура, которая соединялась со знакомой техникой выдавливания и протягивания. Следовательно, компания Йозефа Пфафингера была вынуждена сотрудничать с Тракто-Техник, для того, чтобы изобрести принципиально новую машину для выполнения данного проекта. Производители трубной продукции также приняли участие в разработке проекта устройства.

3. Специальное устройство и трубы.

Рис. 4



Во время подготовительных работ стало очевидно, что использование машины Groundoburst 2500 G (Рис. 4) оказалось правильным решением. Эта машина имеет максимальное тяговое усилие в 250 тонн и это совпадает с основными требованиями к этим машинам. Такая машина может работать с трубами до ДУ 1000 мм или для вытягивания труб до ДУ 300 мм (или больше). Тяговое усилие передается штангой весом 200 кг и 140 мм в диаметре. Специальная головка, которая выдавливает трубу соединяется со штангой обычным способом. Задача головки состоял в том, чтобы протолкнуть старую трубу вперед в специальную машину по утилизации. За головкой находилась система измерения тягового усилия,

которая следовала перед нововведением – системой удаления почвы (пример- инструмент для расширения скважины) (Рис. 5). Ример состоит из головки со специальными лезвиями, которые пробуривают скважину, внутри которых стоит контейнер со шнековым питателем для удаления почвы. Почва

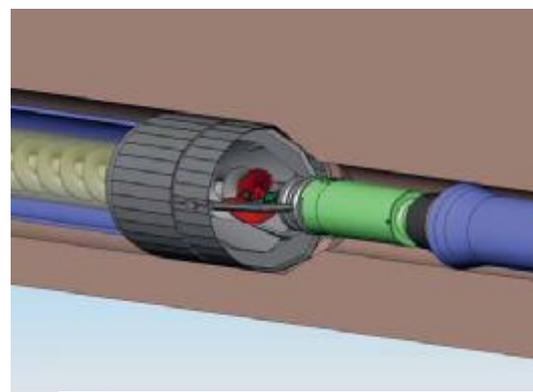


Рис.5 Схема удаления почвы

удаляется при помощи при помощи штанги бура и направляющей трубы. Ример должен соединяться с дополнительной трубой. Так как заменяемый трубопровод являлся канализационным трубопроводом под давлением, то новые чугунные трубы были смонтированы согласно правилам GW 322-1 [1], а также правилам Берлинского водоканала, протягиваемые трубы должны быть соединены замковым соединением. Именно поэтому соединение VRS было использовано в данном случае. Данное соединение используется в Германии при замене трубопроводов с питьевой водой в течение десятилетий. Характеристикой такого соединения служит быстрый, простой и безопасный способ монтажа.

Рисунок 6. Новая труба с покрытием ZM-U



Чугунные трубы, которые используются для канализационных систем, имеют нанесенный на внутренней поверхности высокоглиноземистый цемент. Такие покрытия обычно используются для прокладки труб методом ГНБ. Цементное покрытие ZM-U было выбрано как дополнительный защитный фактор. Это было сделано для того, чтобы минимизировать геологические проблемы и риски, связанные с возможным просадкой почвы. Обычный защитный слой толщиной в 5 мм был увеличен до 60 мм. Это сделало форму трубы полностью цилиндрической от раструба до самого конца. Помимо отличной механической защиты,

покрытие отлично защищает от разных химических загрязнителей. Трубы с подобным покрытием могут быть установлены в грунт с любой степенью агрессивности. Длина трубы составляет 6 метров, вес примерно 2 000 кг.

4. Установка

Из-за того, что новая технология прокладки была предложена только на дне конструктора, ни одна компания не хотела полагаться на случай.

Сама установка делится на несколько этапов:

1. Выкапывание ямы для машины
2. Проверка старого трубопровода и определение его состояния.
3. Подготовка старой трубы
4. Установка машины
5. Протягивание нового трубопровода
6. Соединение всех секций и засыпка выкопанных канав.

4.1 Выкапывание ямы и установка машины.

Установка машины и специальной платформы необходимы для каждой секции. Платформа от предыдущей секции становилась местом для машины в новой секции: 6 метров труба плюс оборудование, плюс машина, а также пространство для работы - все это требовало места. Поэтому специальная платформа была размером примерно 10 x 2 x 2 метра. Некоторые места для платформ пришлось дренировать, также кое-где было необходимо заменить маршрут прокладки кабеля. Последним шагом стало укрепление платформы специальным цементным раствором.

Проверка старого трубопровода, определение его состояния

Как и любая операция по замене трубопровода без разрытия траншеи, процесс требует серьезной проверки.

Даже когда уже вырыты ямы для буровой установки, они все равно должны быть проверены на предмет надежности, на прочность материала, а также на способность испытывать нагрузки в данных условиях. Последнее является важнейшим фактором для начала прокладки трубопровода. От этого зависит стоит ли укреплять трубопровод перед установкой или нет. Труба в месте установки машины также была проинспектирована, все было записано, схемы прокладки трубопровода были зарисованы.



Рис.8

Подготовка старого трубопровода.

Инженеры обнаружили, что имеющаяся несущая способность старого трубопровода могла быть недостаточной для использования данной техники. Было очевидно, что стенки старой трубы могут не выдержать силы давления и просто сломаться, что сделает дальнейшее выдавливание невозможным. Компания решила дополнительно укрепить трубу. Для этих целей была использована труба ПВХ диаметром 150 метров. Трубы ПВХ была проложена внутрь чугунной трубы и укреплена при помощи распорок. Кольцевой зазор в 7 мм был залит специальным цементным раствором. Данный раствор были известен своей текучестью, а также высокой

степенью противостояния компрессии. Для затвердения раствора понадобилось пять дней.

Подразумевалось, что номинальный размер ПВХ должен быть настолько большой, насколько это возможно, нужно было и увеличить поперечное сечение насколько это

возможно. Тяговая штанга 140 мм в диаметре была протянута внутрь.



Рис. 9 Соединение римера с новой трубой

4.4. Установка машины

После подготовки старого трубопровода можно было устанавливать машину. Оборудование устанавливалось на рельсах, где в последствии работала машина по переработке почвы. Машина двигалась по рельсам, так, чтобы можно было подсоединить новую трубу (рис.8). Машина для выдавливания была помещена в специальную яму, укрепленную цементным раствором. Передняя рама работает еще для одной цели: во первых, как пресс для уничтожения старого водопровода, а во вторых, тут имелось место для проталкивания нового трубопровода в пробуренный канал. Тяговая штанга была протянута внутрь старого трубопровода, в трубу ПВХ. Тянущая головка, которая была снабжена системой измерения тянущей силы и римером была соединена с тянущей штангой. Из-за того, что внешний диаметр нового трубопровода был 650 мм, удаление почвы должно было происходить при диаметре 690 мм. Чтобы уменьшить возможное трение между трубой и грунтом ример должен был покрывать пробуриваемый канал буровым раствором, подача которого была в него встроена. Как только операция по протягиванию началась, это сильно уменьшило бы трение. Теперь можно было начинать установку нового трубопровода и системы подачи. (Рис. 9).

4.5 Протяжка нового трубопровода.

Протяжка нового трубопровода прошла довольно гладко. 40 метров было протянуто за день. Установка и протяжка шестиметровой трубы совместно с системой подачи занимало примерно час. Как проходил такой час можно посмотреть в таблице 1. Для начала, чтобы удалить старую трубу было необходимо тянущее усилие в 250 т. По мере продолжения усилие снизилось до 40-60 т. Подобные величины были зарегистрированы специальными

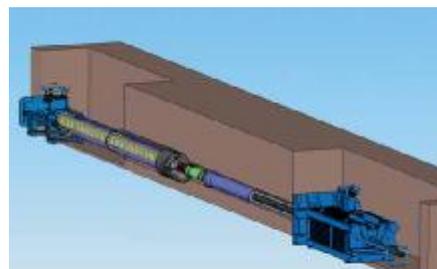


Рис. 7. схематическая репрезентация всего процес

приборами. Датчик зафиксировал такие усилия между римером и тянущей головкой. Сама старая труба, а также раструбное соединение VRS имели значительно меньшие нагрузки, поэтому единственная нагрузка, с которой пришлось столкнуться, оказалось трением трубы и грунта. Грунт, который был извлечен с пути следования буровой головки, направлялся через питающую трубу, находящуюся в новом трубопроводе, на поверхность, где



Рис.10 Извлечение грунта

специальный экскаватор высасывал ее из этой трубы (Рис. 10).

На другой стороне старый трубопровод вместе с трубой ПВХ, а также бетонным наполнителем попадали под пресс, ломались на фрагменты и убирались с места прокладки трубопровода. (Рис. 11).



Рис.11 Уничтожение старого трубопровода и трубы ПВХ

4.6 Соединение всех частей и засыпка ям.

Секции, которые были протянуты, соединялись замковым соединением VRS. Финальным аккордом стали демонтаж оборудования, засыпка канав и восстановление грунтовых поверхностей.

5 Обобщение и обзор будущего

Техника выдавливания и протягивания с одновременным удалением почвы является новейшим изобретением, поэтому оно имеет огромное будущее для модернизации. Например, компания Йозефа Пфафингера решила, что в следующий раз они смогут равномерно распределить почвы в системе удаления и использовать для этого вакуумные технологии. Данное новшество позволяет оставить в прошлом трудоемкий процесс с установкой шнековых питателей, в то же время он позволяет сократить время на установку различных проблемных механических частей, вызывающих неполадки во время бурения.

Из-за хорошей устойчивости к протягиванию, а также к способности противостоять трению, трубы из высокопрочного чугуна типа VRS с покрытием ZM, трубы были установлены без единого повреждения. Чуть больший размер канала (на 20 мм) обеспечил отсутствие бугорков и последующего влияния грунта на поверхность трубы. С максимально возможным усилием в 250 т, машина производства Тракто техник показала, что старый трубопровод может быть выдавлен, а новый проложен. Отдельное спасибо Берлинскому водоканалу, которые доказали, что могут быть пионерами и последователями технологии прокладки трубопроводов методом горизонтально-направленного бурения.

Литература:

- [1] DVGW Arbeitsblatt GW 322-1 Trenchless replacement of gas- and water pipelines Part 1: Press-/pull technique Requirements, quality assurance and testing 2009-01
- [2] DVGW-Merkblatt GW 323 Trenchless renovation of gas- and water supply pipelines by burstlining; Requirements, quality assurance and testing, 2009-01
- [3] EN 598 Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for sewerage applications – Requirements and test methods 2007 + A1:2009
- [4] EN 545 Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water pipelines – Requirements and test methods 2007
- [5] EN 15542 Ductile iron pipes, fittings and accessories – External cement mortar coating for pipes – Requirements and test methods 2008

АВТОРЫ

Dipl.-Ing. (FH) Stephan Hobohm Duktus Rohrsysteme Wetzlar GmbH Sophienstrasse 52–54
35576 Wetzlar, Germany
phone: +49 (0)64 41 / 49-12 48
E-mail: stephan.hobohm@duktus.com
Franz Schaffarczyk
Josef Pfaffinger Bauunternehmung GmbH
Berlin branch
Götelstrasse 118–122
13595 Berlin, Germany
phone: +49 (0)30 / 78 89 33-20
E-mail: berlin@pfaffinger.com

Заказчик

Водоканал города Берлина
Dipl.-Ing. Olaf Bork
Neue Jüdenstrasse 1
10179 Berlin, Germany
phone: +49 (0)30 / 86 44 98 00
E-mail: olaf.bork@bwb.de

Подрядчик

Josef Pfaffinger Bauunternehmung GmbH
Berlin branch
Franz Schaffarczyk
Götelstrasse 118–122
13595 Berlin, Germany
phone: +49 (0)30 / 78 89 33-20
E-mail: berlin@pfaffinger.com

Техника:

TRACTO-TECHNIK GmbH & Co. KG
Dipl.-Ing (FH) Sebastian Schwarzer
Reiherstrasse 2
57368 Lennesstadt, Germany
phone: +49 (0)27 23 / 8 80-2 96
E-mail: sebastian.schwarzer@tracto-technik.de