МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. ШУХОВА

Кафедра ТГВ

РЕФЕРАТ

На тему: Бестраншейные технологии. Реконструкции ветхих водопроводов   
с применением синтетических материалов

Выполнил: ст. гр. ТВ-32

Урод

Проверил:

Мишнева С.К

Белгород 2004

По официальным данным, из 700 тыс. км трубопроводов, действующих в России, более 50 тыс. км находятся в предаварийном состоянии. Это сопровождается потерями напора и снижением пропускной способности вследствие зарастания водопроводов. В результате трещин или нарушений стыковых соединений ухудшаются физико-химические показатели транспортируемой воды (например, цветности) и появляется возможность повторного заражения вод (в случае старения сетей питьевого водоснабжения), а также загрязнения подземных и поверхностных вод, почв, атмосферы. Утечки воды из водопроводных сетей являются причиной поднятия уровня грунтовых вод, что способствует интенсивному разрушению фундаментов, подвальной части, а впоследствии и самих зданий и сооружений. Проблема восстановления водопроводов в крупных городах Российской Федерации с их высокоплотной застройкой приобретает в этой связи все большее значение. Использование для этого традиционных методов, т. е. открытой перекладки, связано с большими капитальными затратами, длительными сроками строительства, разрытием городских территорий, нарушением движения транспорта, сносом зеленых насаждений и т. п.  
    В Англии, Германии, Франции, Италии, Дании, США и других странах накоплен значительный опыт по реконструкции подземных трубопроводов бестраншейными методами. Они позволяют существенно сократить сроки строительных работ, исключить на 80–90% разрытие территорий, получить большую экономию металлических труб, горюче-смазочных и строительных материалов. К ним следует отнести: протяжку в существующий трубопровод полимерных труб, облицовку внутренней поверхности трубопроводов цельнотянутыми тканевыми шлангами, изготовленными из полиэфирных и нейлоновых нитей, и т. п.  
    Мосводоканалом при реабилитации водопроводных сетей в Москве успешно используется собственная бестраншейная технология. К сожалению, применение ее ограничено, т. к. в ней используется отечественная рукавная заготовка, которая сшивается из синтетического полотна вручную в недостаточных объемах.  
    Для восстановления работоспособности изношенных стальных подземных газопроводов диаметром от 100 до 1 000 мм отечественные газовики применяют технологию облицовки внутренней поверхности труб по методу «Феникс», используя лицензию немецкой фирмы Preussag Wasser und Rohrtechnik GmbH.  
    Анализ опыта газовиков убеждает в том, что эту бестраншейную технологию можно вполне успешно использовать и для реконструкции водопроводов не только из стальных, но и из чугунных и асбестоцементных труб.  
    Реконструкция водопроводов должна производиться с помощью машин, оборудованных специальными устройствами и приспособлениями (барабаном реверс-машины, реверсивной головкой, валиками, баком для воды, скоростным парогенератором, электрогенератором и распределительным устройством).  
    Перед началом работы внутренняя поверхность предварительно отключенного участка водопровода должна подвергаться тщательной очистке. После продувки подлежащий ремонту участок должен быть тщательно обработан с целью ликвидации отложений с внутренних стенок и сварочного грата (для стальных труб) с помощью скребков, щеток, поршней и пескоструйной очистки с последующим удалением загрязнений из внутренней полости трубопровода. Качество очистки следует контролировать с помощью телевизионных приборов.  
    Следует помнить, что производить реконструкционные работы с использованием синтетических материалов при температуре ниже 5°С не допускается.  
    Тканевый шланг, соответствующий внутреннему диаметру подготовленного участка водопровода, поставляется на стройплощадку на специальном барабане, закрепленном на оси тележки. Клей и катушки (барабаны) со шлангами при хранении должны всегда находиться в отапливаемом помещении. Синтетические шланги следует защищать от воздействия солнечного излучения, которое может снизить их качество. Заготовка тканевого шланга должна соответствовать длине реконструируемого участка водопровода.  
    На объекте ремонта в приподнятый конец тканевого шланга заливается предварительно подготовленный на стройплощадке смешиванием клей в количестве, зависящем от диаметра и длины трубопроводного участка. Компоненты клея должны перемешиваться в строго определенных пропорциях (в соответствии с паспортными данными). Конец шланга надежно завязывается и прикрепляется к ленте, с помощью которой, проходя между двух валиков, он будет втягиваться в барабан реверс-машины. Защитную оболочку на синтетическом шланге следует предварительно удалить. При втягивании в барабан реверс-машины подготовленного шланга должно быть обеспечено равномерное распределение клея по всей его длине, что достигается подбором определенных расстояний между валиками машины. Конец намотанного на барабан реверс-машины шланга прикрепляется к реверсивной головке с подключением ее к барабану реверс-машины. Реверсивная головка, используя сжатый воздух от компрессора, обеспечивает процесс инверсии вводимого в трубопровод покрытого клеем шланга. Скорость подачи шланга в трубопровод не должна превышать 2,5 м/мин., что обеспечивается поддержанием соответствующего давления воздуха в барабане и контролируется с помощью маркировки длины на внешней поверхности шланга.  
    После втягивания в реконструируемый водопровод шланга для инициирования процесса отверждения клея внутрь него насосом из парогенератора подается паровоздушная смесь при давлении 0,1–0,3 МПа с температурой 105°С. Избыток пара на другом конце трубопровода через регулирующее сбросное устройство отводится в конденсационную емкость или атмосферу. Продолжительность отверждения клея зависит от диаметра и протяженности восстанавливаемого участка и может составлять от 4 до 5 ч. После отверждения клея во избежание отклеивания шланга от внутренних стенок водопровода он должен быть охлажден подачей в трубопровод воздуха с давлением не выше 0,3 МПа. Время охлаждения зависит от диаметра и температуры наружного воздуха и может составлять от 2 до 6 ч. Окончание охлаждения определяется температурой, измеренной на дальнем конце восстановленного участка водопровода. Она должна составлять 30°С.  
    В завершение процесса отверждения клея температура пара должна быть постепенно снижена примерно до 30°С. После этого отключается парогенератор и производится продувка воздухом с давлением 0,3 МПа и с температурой 30°С на удаленном конце восстанавливаемого участка с целью удаления из водопровода основного объема конденсата.  
    Восстановленный водопровод после продувки проверяется на качество выполненных работ строительной организацией в присутствии представителей эксплуатационной организации. Проверка осуществляется при помощи видеокамеры. При обнаружении любого видимого дефекта (вздутие и/или разрыв тканевого шланга, наличие гофр и др.) шланг извлекается из трубы.  
    Используются следующие технологические процессы. К одному из концов испорченного шланга присоединяется трос от лебедки; шланг по всей длине нагревается паром с температурой 100–105°С и затем медленно вытягивается лебедкой из трубопровода. После этого повторяется весь процесс реконструктивных работ.  
    Полное удаление конденсата может быть осуществлено в процессе промывки восстановленного участка водопровода.  
    После испытания, промывки и приемки восстановленный трубопроводный участок подключается к действующей системе водоснабжения.  
    В рассмотренных технологиях используются технологические процессы (подготовка внутренней поверхности ветхого трубопровода и процесс отверждения клеевой композиции в условиях пропаривания), качество выполнения которых трудно контролировать. В то же время от их качественного выполнения зависят как прочность самой оболочки, так и адгезионная связь со стенкой восстанавливаемого водопровода. Для обеспечения долговременной эксплуатации (как заявляют разработчики – 50 лет) обязательным является использование прочностного ресурса труб.  
    Нанесение на внутреннюю поверхность труб композитной оболочки приводит к хотя и незначительному, но все же уменьшению проходного сечения трубопровода. Из-за высокой физической гладкости оболочки удается восстановить проектную, для водопровода – гидравлическую пропускную способность. Что же касается увеличения при необходимости пропускной способности водопроводов, то этими методами обеспечить его невозможно без поднятия внутреннего давления в трубопроводной сети. Это не всегда допустимо, т. к. смежные участки трубопроводов, да и вся сеть не сможет надежно эксплуатироваться при давлениях, на которые они не рассчитывались при проектировании в процессе нового строительства.  
    Для реконструкции водопроводов, которые сильно изношены, и на прочностной ресурс которых в длительной перспективе нельзя рассчитывать, и/или для которых имеется острая необходимость в увеличении их пропускной способности, следует применять другие бестраншейные технологии. Первое место здесь должно быть отведено протягиванию полимерных труб.  
    Применение для реконструкции метода протягивания возможно только при условии, когда наружные размеры нового трубопровода меньше минимальных размеров поперечного сечения полости старого водопровода. Полимерные трубы поэтому выбирают из действующих сортаментов по максимальным значениям средних наружных диаметров. Учитывают также габариты соединений, которые предполагаются к использованию. При сварке встык – максимальные размеры получаемого грата с внешней стороны сварного шва. При сварке враструб и склеивании – наружный диаметр раструбов. При соединении раструбами на резиновых кольцах – наружные диаметры желобков.  
    Тип труб (SDR) выбирают на основании прочностных расчетов, как и для новой подземной прокладки водопровода, либо с учетом работы полимера в трехслойной конструкции, состоящей из оболочек нового и старого трубопроводов и находящегося между ними заполнителя.  
    Выбранные по типу и диаметру полимерные трубы проверяют гидравлическим расчетом на соответствие реконструированного участка действующей водопроводной сети другим участкам. При необходимости увеличения пропуска расходов по реконструированному участку повышают напор в водопроводной сети, если прочность остальных ее участков достаточна для восприятия увеличенного сверх проектной величины напора.  
    Выбор труб по длине (в отрезках или бухтах) связан с принимаемым к реализации технологическим способом прокладки нового трубопровода в старом.  
    Выбор типовых технологических схем производства реконструктивных работ на ветхих водопроводных сетях, на базе которых должны разрабатываться конкретные технологические схемы, определяется принятыми способами размещения новых трубопроводов в старых. По одним схемам предусматривается протягивание гибких полимерных трубопроводов сматыванием с барабанов через камеры переключения. При хорошем состоянии камер переключения, когда не предполагается производить их замену, барабан размещается прямо над камерой переключения. При недостаточных размерах камеры переключения, когда допустимый радиус изгиба R для труб больше ширины (длины) камеры переключения по ходу реконструируемого трубопровода, трубы протаскивают через образуемый для этого в ее стенке проем.  
    По другим схемам, связанным с использованием трубных плетей, необходимо разрабатывать котлованы (траншеи). Их размеры и профиль принимают обычно с учетом направлений, откуда будут вводиться трубные плети в реконструируемую сеть. Место проведения работ, а также расположение плетей могут совпадать с направлением трассы реконструируемого трубопровода или находиться под некоторым углом к указанному направлению. Это зависит от характера расположения над трубопроводной сетью зданий, сооружений, строений и т. п.  
    В первом случае трубная плеть при вводе в старый трубопровод будет изгибаться только в вертикальной плоскости, переходя с уровня поверхности земли на уровень ложа восстанавливаемого трубопровода. Свободный переход трубной плети с уровня поверхности земли на уровень ложа старого трубопровода возможен под действием силы тяжести труб.  
    При прокладке принудительно изогнутой трубной плети между направляющими опорными и прижимными роликами, монтируемыми по направлению протягивания, в одних и тех же условиях требуемая длина будет в 3–5 раз меньше, чем в предыдущем случае.  
    Ширина котлованов (траншей) принимается в зависимости от диаметра протягиваемых труб – должны быть обеспечены нормальные условия для удобной установки опорных и прижимных направляющих роликов.  
    При больших глубинах заложения трубопроводной сети, а также в стесненных условиях и поверхности земли применение способа прокладки трубных плетей не всегда возможно из-за отсутствия свободного достаточного пространства для размещения плетей, оборудования и оснастки и невозможности создания надлежащих условий для манипулирования с ними. В таких случаях для проведения работ по реконструкции трубопроводов следует использовать другие типовые технологические схемы, связанные с прокладкой длинных труб.  
    Использование таких технологических схем предполагает сборку нового трубопровода непосредственно в котловане. При этом применяют трубы длиной, определяемой условиями промышленного изготовления, либо специально заготовляемые на некотором отдалении от места проведения реконструктивных работ секции, включающие 2, 3 и т. д. трубы. Котлованы (траншеи) разрабатываются с плоским дном, устраиваемым ниже основания старого трубопровода с тем, чтобы можно было разместить средства механизации для сборки и проталкивания труб (трубных секций) по оси cтapoгo трубопровода, часть которого предварительно удаляется. Длина удаляемой части принимается из расчета обеспечения надлежащих условий для введения нового трубопровода в старый. При необходимости стенки котлована (траншеи) крепят, а также организуют водоотлив.  
    В котлован (траншею) трубы (секции труб) подаются вручную, с помощью подъемного крана, автокрана, трубоукладчика и т. п. в зависимости от их массы.  
    Перед началом проведения восстановительных работ необходимо также осуществить диагностирование камер переключения, выявить наличие просадок, смещений, а затем по возможности определить наличие и место обвалов, просадок труб и т. п.  
    При подготовке к проведению диагностирования, которое выполняется из камер переключения, прекращается подача воды и разъединяются задвижки и тройники.  
    Наиболее ценную и достаточно полную информацию дает обследование трубопровода изнутри с помощью телевизионных малогабаритных камер.  
    В случае сильного обрастания стенок водопровода изнутри перед проведением собственно реконструктивных работ производят очистку его внутренней полости методами, выбираемыми в зависимости от размеров трубопровода и видов отложений на его стенках.  
    Стенки очищают от грязи, ржавчины, заусенцев, наплывов (от сварных соединений стальных труб), различных отложений, появившихся в период эксплуатации. Это делается прежде всего в связи с тем, чтобы предотвратить малейшую вероятность повреждения полимерных труб в процессе протягивания.  
    Для ведения реконструкции по схемам, основанным на технологических способах прокладки трубных плетей и длинных труб, обычно разрабатывают 2 котлована: входной и приемный. Входной котлован служит для обеспечения ввода протаскиваемой плети в старый трубопровод или ведения работ по сборке нового трубопровода. Через приемный котлован организуется тяжение нового полимерного трубопровода. Если позволяют местные условия, тяжение можно осуществить через камеру переключения – в этом случае приемный котлован не разрабатывается.  
    Место для разработки котлованов выбирают с учетом конкретной обстановки: застроенности территории, наличия подземных и надземных инженерных и транспортных коммуникаций, удобства расположения оборудования и размещения протаскиваемых труб, а также состояния элементов восстанавливаемого водопровода.  
    Котлованы с целью уменьшения объемов земляных работ следует разрабатывать в местах наименьшего заглубления водопроводов либо в местах, где имеются просадки на сети. Располагать входной котлован целесообразно в местах, удобных для проведения протягивания в обе стороны сети. Такими местами чаще всего являются ветхие камеры переключения. Их следует также реконструировать или заменить. Входные котлованы по профилю должны обеспечивать плавный переход протягиваемой трубной плети с уровня поверхности земли к ложу восстанавливаемого водопровода. В связи с этим их следует разрабатывать в виде траншеи с пологими передними и задними стенками.  
    При разработке котлованов с вертикальными боковыми стенками, в неустойчивых грунтах, а также при глубине больше 1,5 м в любых грунтах должны устанавливаться крепления стенок котлована. В местах, где имеются хорошие условия для производства работ, допускается разработка стенок котлованов с углами естественного откоса. При разработке входного приемного котлована необходимо освободить от грунта только верхнюю половину водопровода, которую нужно разбить или срезать и затем удалить. Нижняя половина старого трубопровода при этом сохраняется и служит в дальнейшем основанием для протягиваемого нового полимерного трубопровода.  
    Для предохранения полимерного трубопровода от повреждения вход в реконструируемый трубопровод оснащают специальным колпаком. Для сборки полиэтиленового трубопровода используется сварка встык. После сборки трубная плеть прямо на поверхности земли испытывается на герметичность и прочность. Затем она присоединяется на сварке к новому трубопроводу и затягивается в реконструируемую сеть.  
    Перед началом процесса протягивания необходимо осуществить протяжку контрольного образца с целью выявления возможностей для качественного тяжения нового трубопровода. Контрольный образец – это соединение предназначенных к протягиванию 2 труб, оснащенных с обеих сторон оголовками, общей длиной 5–10 диаметров.  
    В местах обвалов или непроходных участков на реконструируемой сети необходимо произвести вскрышные работы для выравнивания и освобождения трубопровода от засоров и завалов.  
    Протягивание трубных плетей в реконструируемый трубопровод производится с использованием тракторов и строительных машин, имеющих ременную передачу. Оно должно производиться плавно, без заметных на глаз рывков, со скоростью, позволяющей визуально контролировать вхождение нового полимерного трубопровода в водопроводную сеть.  
    Протягивание может осуществляться и с помощью ручной или механизированной лебедки, однако в этом случае значительно труднее организовать контроль за силой натяжения стенок трубной плети. Подбор мощности лебедок в этой связи должен осуществляться с учетом максимального усилия, которое может передать лебедка, и растягивающих напряжений, вызванных в стенках труб.  
    Нередко затаскивание полимерного трубопровода небольшого диаметра осуществляется вручную либо с помощью домкратов. Трубные плети значительной протяженности иногда протаскиваются насквозь через несколько камер переключения подряд. Впоследствии они разрезаются в них, раздвигаются и затем сопрягаются с использованием металлических узлов, включающих тройники (крестовины) и задвижки так, как требуется для конкретного водопровода.  
    В отдельных случаях удается увеличивать живое сечение трубопровода на 1–2 калибра по диаметру при прохождении по нему специального расширителя. Достигается это в результате разрушения и вдавливания стенок в окружающий грунт.  
    Восстановление ветхих трубопроводов водоснабжения может осуществляться путем замены новыми трубопроводами из полиэтиленовых труб через футляры.  
    Вначале производят подготовку к замене. Она предполагает использование как типовых, так и ряд специфических технологических процессов.  
    Необходимо разобрать в водопроводных колодцах водопроводные узлы, включающие обычно гидранты, тройниковые (крестовинные) пожарные подставки и 3–4 задвижки, собранные на фланцах; газопламенной кислородной резкой отделить фланцы от стальных трубопроводов (изъять раструб-фланцевые детали из чугунных, асбестоцементных), расположенных по направлению проведения реконструктивных работ, и затем удалить все это на поверхность. Провести ревизию отдельных деталей на пригодность для дальнейшей эксплуатации, а остальные отправить либо в утиль, либо для использования на менее ответственных трубопроводах. Углубить дно колодца для удобства ведения работ.  
    Забить футляр с использованием пневмоударных машин, таким образом, чтобы его нижний конец своим центром выходил на центр заменяемого водопровода в колодце (входном). Верх футляра должен располагаться над поверхностью земли так, чтобы в него без излишних изгибов входила полиэтиленовая плеть. Расположение плетей может совпадать с направлением трассы реконструируемого трубопровода или находиться под некоторым углом к указанному направлению. Это будет зависеть от характера расположения над трубопроводной сетью зданий, сооружений, строений и т. п. В первом случае трубная плеть будет изгибаться только в вертикальной плоскости, переходя с уровня поверхности земли в футляр и затем в заменяемый трубопровод. Во втором случае размещения, помимо пространства для перехода трубной плети с поверхности земли к футляру, требуется свободное пространство для ее изгиба еще и в горизонтальной плоскости для вывода на направление трассы реконструируемого трубопровода. Плавное перемещение полиэтиленовой плети должно обеспечиваться соответствующими направляющими и прижимными роликами, которые следует закреплять в грунте по направлению перемещения плети. При этом необходимо не допустить чрезмерной деформации стенок полиэтиленовых труб, что должно обеспечиваться правильным изгибом плети. При фиксировании трубной плети в одном и том же положении при протягивании в течение времени, равном 0,5 ч, R не должен быть менее 16 диаметров. При гарантированном меньшем времени значения R могут составлять 10–12 диаметров. При невозможности обеспечить гарантированное время протягивания следует принимать R равным 20–25 диаметров.  
    При стесненных условиях производства работ и невозможности сборки трубных плетей на полную длину участка трубопровода, находящегося в работе, производится сварка труб в звенья, которые собираются в непрерывную плеть в процессе тяжения. Плеть может быть подготовлена также в отдаленном на некотором расстоянии месте и затем подвезена или подтянута к котловану волоком с помощью любых строительных машин, имеющих пониженную передачу. При этом предполагают, что сварные соединения не уступают по показателям кратковременной прочности основному материалу труб.  
    Сварку труб из ПНД должны выполнять с соблюдением требований, изложенных в СП 40-102-2000.  
    В следующем по ходу колодце (приемном) необходимо смонтировать опорное устройство. Установить над приемным колодцем мощную лебедку на тяговое усилие 250 кН при Ду водопровода до 150 мм и 400 кН – до 250 мм. Протянуть тяговый трос от лебедки во входной колодец. Протолкнуть полиэтиленовую плеть сквозь футляр до дна колодца.  
    Далее начинают введение нового трубопровода в заменяемый. К полиэтиленовой плети присоединяется расширитель за него цепляется тяговый трос. Последний втягивается мощной лебедкой в заменяемый трубопровод и, разрушая его, продвигается в сторону приемного колодца, затягивая за собой полиэтиленовую плеть.  
    После того как расширитель и часть полиэтиленовой плети войдут в приемный колодец тяжение прекращается. Тяговый трос отделяется от расширителя и сматывается на барабан лебедки. Опорное устройство демонтируется. Расширитель отсоединяется от полиэтиленовой плети и поднимается из приемного колодца наверх.  
    В завершение процесса футляр изымается из грунта с использованием пневмоударных машин и скважина заделывается песком, предварительно засыпанным в него, по мере выхода футляра на поверхность. Затем восстанавливается трубопровод смежного участка, если от него отделялись какие-либо части. К обоим концам полиэтиленового трубопровода привариваются полиэтиленовые буртовые втулки под плоские фланцы. Проводятся гидравлические испытания нового трубопровода в соответствии с действующими нормативами. При положительном результате испытаний восстанавливаются днища колодцев и производится обвязка трубопроводов, входящих в колодцы соответствующими водопроводными узлами. По завершении этих работ водопроводная сеть промывается и сдается в эксплуатацию так, как это принято для вновь строящихся водопроводов.  
    Порядок производства замены водопровода по другой схеме отличается от рассмотренного. Тяжение производится с использованием машины с наборными штангами на тяговое усилие 1 250 кН при Ду водопровода до 400 мм, и, кроме того, полиэтиленовая плеть наращивается сваркой труб из ПНД на сварочной установке рядом с местом проведения восстановительных работ. Машина с наборными штангами монтируется в котловане, а на поверхности располагается блок ее питания и управления с которым она соединяется питающими шлангами.  
    При исключительной загруженности не только поверхности, но и подземного пространства машина с наборными штангами позволяет производить замену ветхого водопровода диаметром до 400 мм путем подачи полиэтиленовой плети через трубопровод смежного участка. Подготовка плети производится сваркой отдельных труб из ПНД стандартной длины на уровне трубопровода смежного участка. Сварочная установка размещается в котловане, длину и ширину которого принимают в зависимости от диаметра полиэтиленовых труб. Во всех случаях должны обеспечиваться условия для размещения труб (секций труб), оборудования и оснастки, с помощью которых будут осуществляться сварка нового трубопровода, а также для качественного и производительного выполнения всех основных и вспомогательных технологических процессов замены с соблюдением требований безопасного ведения работ. При необходимости стенки котлована крепят, а также организуют водоотлив.  
    Трубы (секции труб) в зависимости от массы могут подаваться в котлован вручную, с помощью подъемного крана, автокрана, трубоукладчика и т. п. Для размещения и манипуляций с указанными механизмами следует предусматривать соответствующие пространство и время.  
    Котлованы с целью уменьшения объемов земляных работ следует разрабатывать в местах наименьшего заглубления водопроводов либо в местах, где на сети имеются обвалы и/или ветхие камеры переключения, которые предполагается заменить либо реконструировать. Располагать котлован также целесообразно в местах, удобных для проведения замены в обе стороны (здесь предлагается использовать технологические схемы производства реконструктивных работ с одного поста, который организуется либо в месте размещения сварочной установки, либо в местах расположения машины с наборными штангами или мощных лебедок).  
    В местах обвалов или непроходных участков на реконструируемых водопроводах необходимо произвести работы по пробивке скважины или забивке обсадной трубы удалению ремонтных вставок и освобождению трубопровода от засоров и завалов.  
    По завершении реконструктивных работ на заменяемом водопроводе котлован и часть трубопровода, попавшую в зону котлована, восстанавливают трубами из традиционных материалов и засыпают грунтом.  
    Для замены с разрушением изношенных водопроводов следует использовать полиэтиленовые трубы, которые могут поставляться без соединений на барабанах (кассетах).

Литература

1. Храменков С. В., Примин О. Г., Орлов В. А. Бестраншейные методы восстановления водопроводных и водоотводящих сетей / ИИЦ «ТИМР». М., 2000. 180 с.  
2. Патент РФ 2105919, 6 F 16 L 1/ 00. Способ бестраншейной замены трубопроводов / В. А. Григоращенко, М. В. Курленя, С. К. Тупицын, В. Д. Плавских, П. А. Соколов, В. А. Харькин, Е. Г. Жарков. 96103584/06.        
3. Патент РФ 2116547, 6 F 16 L 1/ 028. Способ бестраншейной замены трубопроводов и устройство для его реализации / В. А. Григоращенко, С. К. Тупицын, В. Д. Плавских, П. А. Соколов, В. А. Харькин. 96103586/06.  
4. Патент РФ 2115054, 6 F 16 L 1/028. Устройство для бестраншейной замены трубопроводов / В. А. Харькин, Е. Г. Жарков, А. С. Савельев, П. А. Соколов, Н. А. Кадочникова. 961220700/06.  
5. Патент РФ 13244, 7 F 16 L 1/00. Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов / В. А. Григоращенко, В. Д. Плавских, В. А. Харькин, Е. Г. Жарков. 99119940/20.  
6. Патент РФ 02115856, 6 F 16 L 1/ 024. Способ бестраншейной замены подземных трубопроводов / А. С. Савельев, В. А. Харькин, Е. Г. Жарков, В. Д. Плавских, В. А. Григоращенко. 96121169/06.  
7. Патент РФ 2103444, 6 E 02 F 5/ 18. Способ бестраншейной прокладки трубопроводов / М. В. Курленя, В. А. Григоращенко, В. Д. Плавских, В. А. Харькин, Е. Г. Жарков, А. Б. Сухушин.