

МЕТОД ГОРИЗОНТАЛЬНОГО НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ ЯВЛЯЕТСЯ АЛЬТЕРНАТИВОЙ ПРОКЛАДКИ КОММУНИКАЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ТРАНШЕЙ. В НАСТОЯЩЕМ МАТЕРИАЛЕ РАССМОТРЕНЫ РАЗЛИЧНЫЕ ВАРИАНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРУБ ВЧШГ ПРИ ДАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ.

Е.М. Барышников, начальник отдела маркетинга ООО ЛТК «Свободный сокол», г. Липецк

# БЕСТРАНШЕЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## Применение труб из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ)

Метод горизонтального направленного бурения широко известен по всему миру. После его появления в 70-х годах прошлого века началось бурное развитие новых технологий, которые начали применяться на строительном рынке. Это привело к интенсивному использованию данного метода при прокладке трубопроводов из чугуна.

В настоящее время использование бестраншейных методов прокладки коммуникаций является все более популярным не только за рубежом, но и в нашей стране. Они активно внедряются практически во всех крупных городах.

Горизонтальное направленное бурение (ГНБ) – технология, не требующая прокладывания траншей. Она обеспечивает альтернативную прокладку трубопроводов и имеет преимущества перед традиционным методом открытой разработки.

ГНБ осуществляется с небольшими повреждениями поверхности, требует меньше рабочего пространства. Прокладка трубопровода проходит гораздо быстрее, чем при традиционном методе.

Использование труб ВЧШГ в технологии ГНБ может применяться как для новых, так и для замены уже существующих трубопроводов. Такой метод становится

все более и более распространенным и, возможно, одним из самых быстрорастущих на сегодняшний день.

Технология ГНБ представляет собой сверление небольшого направляющего отверстия с использованием методов слежения и управления сверлом с поверхности.

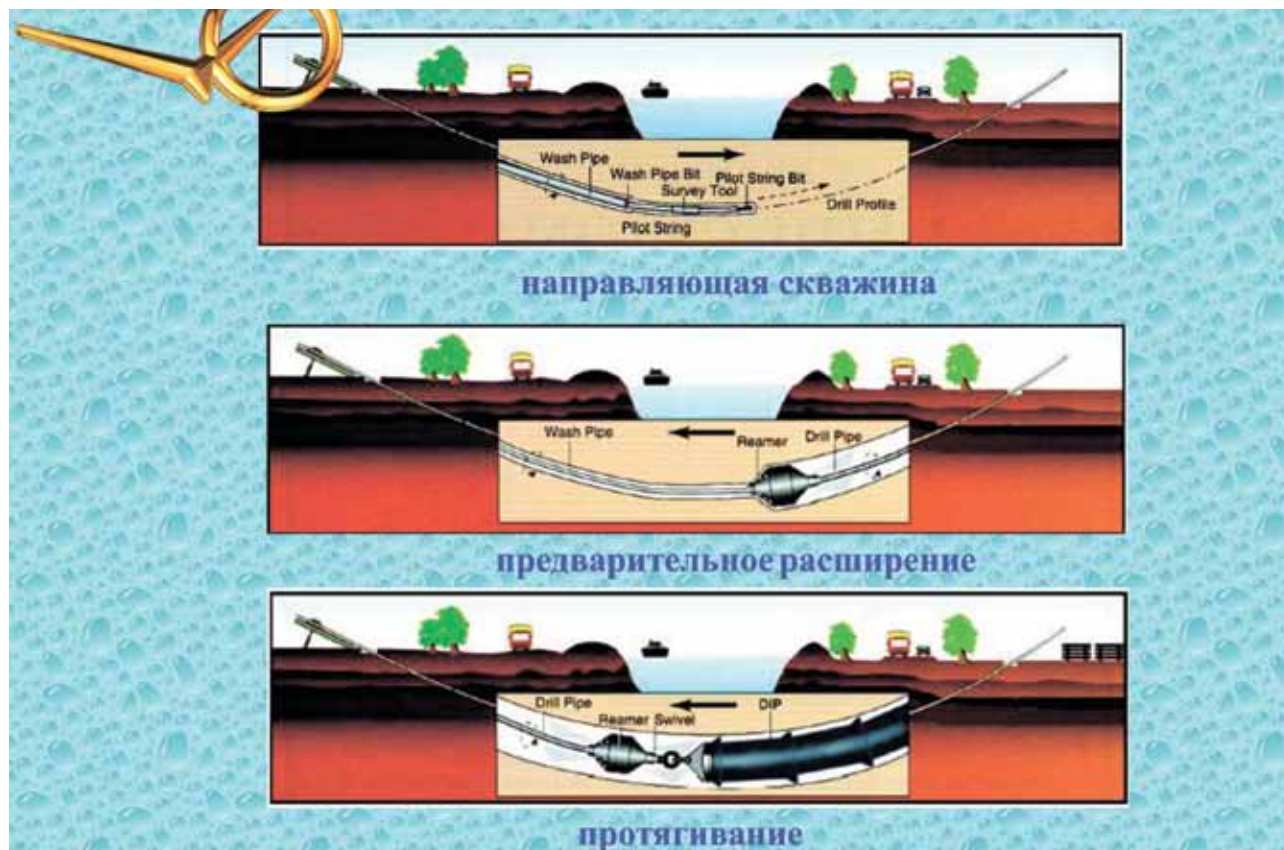
Направляющая скважина увеличивается (обычно в 1,5 раза больше максимального диаметра устанавливаемой трубы) с использованием больших буров или головок для развертывания от места ввода трубы до места, где находится тянущая установка.

Для получения подходящего размера скважин иногда необходимо произвести несколько расширений. Все

Рис. 1. Расширение размера скважин



Рис. 2. Схема ГНБ: 1 - промывочная труба; 2 - бур промывочной трубы; 3 - обзорное приспособление; 4 - направляющее бурильное сверло; 5 - бур-расширитель; 6 - сверлильная труба; 7 - труба ВЧШГ



расширители, используемые до фактической установки, относятся к так называемому предварительному расширению, а расширитель, к которому крепится труба – к обратному.

После предварительных расширений механизм вытягивания и устанавливаемая труба присоединяются к буру-расширителю с помощью шарнирного соединения – приспособления, освобождающего трубу от вращения. Устанавливаемая труба вытягивается за обратным расширителем через горизонтальную скважину сквозь выход со стороны тянущей установки.

Буровой раствор обычно используется для увлажнения режущей головки во время бурения и укрепления скважины до и во время протягивания трубы. Он обычно состоит из чистой воды и бентонитовой глины.

Бентонит – это минерал природного происхождения, который при смешивании с водой создает глиняную массу. Для буровых растворов характерны вязкость, прочность геля, водоотдача, фильтрация, плотность жидкости, смазывающие свойства.

Ниже перечислены принципиально важные их функции, используемые при горизонтальном направленном бурении:

- транспортировка продуктов бурения на поверхность посредством поддерживания и вынесения их в глинисто-

том растворе в кольцевой канал между стенкой скважины и сверлильной / устанавливаемой трубой;

- очистка от буровых обломков или обломков от расширения направленным течением жидкости;
- охлаждение инструмента для сверления скважин и электронного оборудования.
- смазывание для уменьшения трения между сверлильной / устанавливаемой трубой и стенкой скважины;
- укрепление скважины, особенно в рыхлой или мягкой почве, за счет создания фильтра с низкой водопроницаемостью и положительного гидравлического давления на ее стенки;
- фильтрационный осадок и положительное гидравлическое давление уменьшают закупорку скважины, предотвращают образование пластовых жидкостей (например, грунтовых вод) и попадание их в нее.

Для метода ГНБ выбор смеси бурового раствора и давления подачи в значительной степени зависят от типа грунта. Грунт может определяться как крупнокомковатый (песок и гравий) и мелкозем (глина, ил/мелкозем и сланец). В общем случае, для крупнокомковатой почвы используется бентонит, а для мелкозема рекомендуются полимеры (возможно добавленные к бентонитовой основе).

Рис. 3. Входное отверстие для ГНБ и циркуляционный насос для бурового раствора



Прокладка труб с помощью технологии ГНБ включает в себя сохранение в не закупоренном состоянии прохода скважины, через которую насколько возможно быстро протягиваются трубы.

Прокладка труб ВЧШГ выполняется двумя методами:

- «картриджный» метод;
- сборочный метод (метод линейной конструкции).

Для прокладки труб из ВЧШГ методом ГНБ необходимо использовать гибкие соединения, которые обеспечивают хорошее распределение осевой нагрузки или тянущего усилия вокруг раструба и ствола трубы и в состоянии выдерживать большую тянущую силу, чем другие виды. Они так же имеют свободное допустимое отклонение соединения с одновременным его ограничением, быстро и легко собираются для «картриджной» установки, когда изогнутый или прямой участок трубопровода ограничены.

Один из рекомендуемых типов соединения для ГНБ («RJ») показан на рис. 4.

Подготовленная строительная площадка и трасса для бурения должны быть спроектированы так, чтобы допустимое отклонение труб из ВЧШГ, указанное производителем, при монтаже трубной плети не превышало максимального.

Обычно плотное горизонтальное сверление прохода скважины хорошо ограничивает боковое движение труб и соединений. В отличие от сварных трубопроводов замковые соединения труб из ВЧШГ для ГНБ подвижны. При правильно выбранном радиусе изгиба скважины для таких труб, благодаря изгибающему моменту, прикладываемая тянущая нагрузка создает минимальное дополнительное растяжение для стенок труб из ВЧШГ или не создает его вообще.

Рекомендуется делать радиус поворота посредством

Рис. 4. Схема соединения RJ



нескольких вытягиваний вдоль оси с тем, чтобы не допустить возможности чрезмерного прогиба соединения и превышения максимальной силы натяжения.

Опыт применения показывает, что тяговая нагрузка меньше для трубы из ВЧШГ, чем для полиэтиленовых того же диаметра. Одной из причин этого является то, что объемный вес такой пустой трубы обычно ближе к объемному весу раствора, чем к весу трубы из более легкого материала.

Поэтому, нормальная нагрузка от напора очень часто может быть мала, что приводит к увеличению трения о стенки скважины в момент протягивания.

При установке с помощью ГНБ замковые соединения раструбов труб должны быть ориентированы так, чтобы свести к нулю трение во время протягивания. Это позволяет буровой жидкости и выкапываемому материалу свободно течь через гладкий контур раструбов. На сегодняшний день, установки для ГНБ способны производить большую тяговую силу. Соединения труб должны быть способны ее выдерживать.

Величина нагрузки, которую способны выдерживать трубы ВЧШГ, при воздействии максимальной тяговой силы приведена в таблице 1.

После завершения предварительных этапов бурения шарнирный соединитель прикрепляется между буром и механизмом вытягивания, который, тем временем, прикрепляется к раструбу первой части трубы. Существует множество видов механизмов вытягивания, например, рекомендуемые для труб под соединение «RJ» и «RJS», приведены ниже.

Если почва или буровой раствор могут вызвать коррозию труб, то требуется их защита. Многочисленные установки и проверки доказали, что трубы из ВЧШГ могут благополучно устанавливаться помещенными в полиэтиленовый рукав.

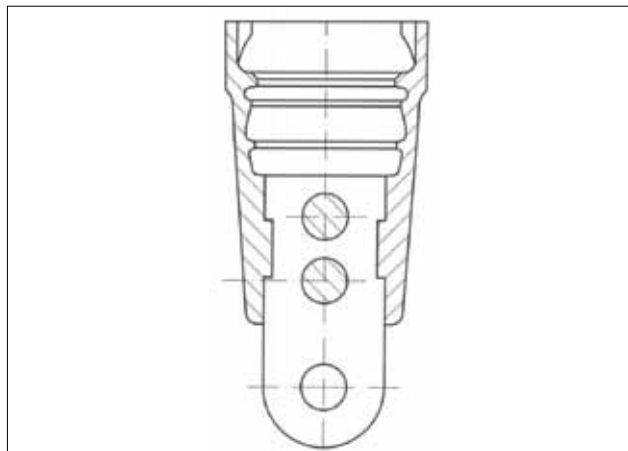
Таблица 1. Соответствие максимальных тяговых усилий и минимальных допустимых радиусов закругления трубопровода

DN, мм	Тип соединения	Допустимый угол отклонения в соединении	Максимальное тяговое усилие, кН	Минимальный допустимый радиус закругления трубопровода, м
80	RJ	5	70	69
100	RJ	5	87	69
125	RJ	5	100	69
150	RJ	5	136	69
200	RJ	4	201	86
250	RJ	4	270	86
300	RJ	4	340	86
350	RJ	3	430	115
400	RJ	3	510	115
500	RJ	3	670	115
600	RJS	2	860	172
700	RJS	1,5	1000	230
800	RJS	1,5	1110	230
900	RJS	1,5	1260	230
1000	RJS	1,5	1380	230

Рис. 5. Механизм вытягивания, который производится в ООО ЛТК «Свободный сокол»



Рис. 6. Схема механизма вытягивания



С незначительными изменениями метод для траншей с высокой влажностью должен использоваться при наложении полиэтиленового покрытия на трубы из ВЧШГ для установки ГНБ. Требуется тщательное закрепление полиэтилена на гладком конце трубы посредством нескольких оборотов лентой по окружности на расстоянии около 30 см от края. Лента должна прикладываться и к металлу трубы, и к полиэтиленовому рукаву. Это не позволит допустить попадание жидкости под полиэтилен во время надевания рукава на соединение труб. Чтобы обезопасить полиэтилен в местах соединений, на оба конца соединения труб плотно наматывается пластиковая соединительная лента.

При проверке полиэтиленового рукава, установленно-

Рис. 7. Прокладка трубопровода в г. Санкт-Петербург диаметром 100 мм



Рис. 8. Прокладка трубопровода в г. Санкт-Петербург диаметром 300 мм



го по этой технологии, были обнаружены превосходные результаты. Полные обороты пленки по окружности через каждые 60 см позволяют герметику исчезать в соединительном нахлестке, как только возникает гидростатическое давление бурового раствора, создавая равномерное давление вокруг трубы. Другой метод крепления заключается в постепенном обертывании рукава по спирали вокруг трубы с лентой, наматываемой через каждые 30 см.

Установка при горизонтальном направленном бурении для прокладки труб из ВЧШГ обычно начинается от площадки, где приготовлена конструкция, непосредственно граничащая с местом входа для протягиваемых труб. Это позволяет немедленно поместить трубу в скользкий смазывающий раствор для бурения без ее протягивания по земле, так как это может повредить обшивку.

Успешные установки труб с помощью технологии ГНБ подтвердили приемлемость замковых соединений для этих целей. Преимущества использования данного вида соединения труб из ВЧШГ для установки методом ГНБ включают в себя:

- быстрая, легкая сборка конструкций;
- возможность «картриджной» установки при ограниченном изогнутом или прямом участке трубопровода;

Рис. 9. Прокладка трубопровода в г. Иваново диаметром 150 мм и диаметром 300 мм



- отсутствие остаточного изгибного напряжения в трубе после протягивания, которое может отрицательно сказаться на эксплуатационных качествах трубопровода;
- возможность использования стандартного давления в трубопроводе;
- значительная прочность материала при протягивании и внешней постоянно действующей и переменной статической нагрузке;
- лучшее распределение осевой нагрузки или тяговой силы вокруг раструба и гладкого конца трубы;
- технические характеристики не изменяются при повышении температуры;
- прочность материала такова, что со временем он не обретаёт трещин и не ослабевает;
- возможность размещения с обычно используемыми установочными деталями;
- большой допустимый угол сгибания соединений труб;
- отсутствие необходимости балластирования при протягивании труб.

Компания ООО ЛТК «Свободный сокол» нарабатала достаточный опыт для массового внедрения использования труб ВЧШГ при горизонтальном направленном бурении, основываясь на мировом опыте. Первый опытный участок был проложен в г. Санкт-Петербург в 2004 г. диаметром 100 мм.

Позже в 2008 г. там же бестраншейным методом был проложен трубопровод диаметром 300 мм.

В 2005 г. был реализован проект в г. Красноярске диаметром 100 мм. В 2006 г. в г. Иваново проложили трубопровод диаметром 150 мм, а в 2008 г. протянули 220 м по ул. Жиделева диаметром 300 мм с рабочим давлением 10 атм.

В Москве в районе Новые Черемушки в 2007 г. проложен чугунный водовод методом статического взлома стальной трубы диаметром 250 мм. Монтаж происходил при температуре окружающего воздуха от  $-10$  до  $-15^{\circ}\text{C}$ , протяженностью 700 м диаметром 300 мм с ра-

Рис. 10. Прокладка водовода в г. Москва (Новые Черемушки)



бочим давлением 10 атм.

Данный метод представляет собой протяжку новой трубы внутри старой с разрушением последней (расщеплением). Для протягивания используется тяговое устройство, работающее от автономной гидростанции.

Разрушение старого трубопровода производится ножами и расширителем, при этом остатки старой трубы вдавливаются в грунт.

В центре г. Киева в 2012 г. проложен трубопровод диаметром 300 мм из ВЧШГ производства ООО ЛТК «Свободный сокол» методом ГНБ.

В 2009 г. под рекой Амур осуществлена прокладка дюкера трубой диаметром 200 мм.

Известный метод «труба в трубе» используется для замены трубопроводов с уменьшением проходного сечения (без разрушения старой трубы). Применяется

для трубопроводов холодного и горячего водоснабжения, канализационных и водоотводящих систем. Данный метод можно использовать для коммуникаций, имеющих сквозную коррозию или другие дефекты.

Использование метода «труба в трубе» позволяет протягивать в старый трубопровод новые участки труб длиной в несколько сотен метров при минимальном объеме земляных работ. Он применяется, в основном, для реконструкции прямолинейных участков трубопроводов и водопроводных сетей большого диаметра.

В этом году удалось проложить чугунные трубы производства ООО ЛТК «Свободный сокол» новым способом – протягиванием через заранее подготовленный канал в виде пластиковой трубы большего диаметра под оживленной транспортной магистралью в черте города. Первый участок длиной 62 м появился в г. Санкт-Петербург на Синопской набережной реки Нева. Здесь были проложены трубы диаметром 1000 мм с замковым соединением.

Сложность состояла в том, что требовалось проложить такой чугунный водовод в условиях стесненной городской застройки под оживленной транспортной магистралью, не перекрывая движения, при температуре воздуха ниже -20 °С.

На подготовительном участке были разработаны два котлована (стартовый и приемный), размеры их сторон около 6 м, что соответствует длине трубы. В заранее подготовленный канал в виде пластиковой трубы диаметром 1700 мм протянули плетень из чугунных труб диаметром 1000 мм с замковым соединением «RJ» длиной 62 м. На данном участке был применен «картриджный» метод бестраншейной укладки трубопровода: стыковка осуществлялась последовательным соединением отдельных труб по мере их протяжки в

Рис. 11. Подземная прокладка с разрушением старого трубопровода

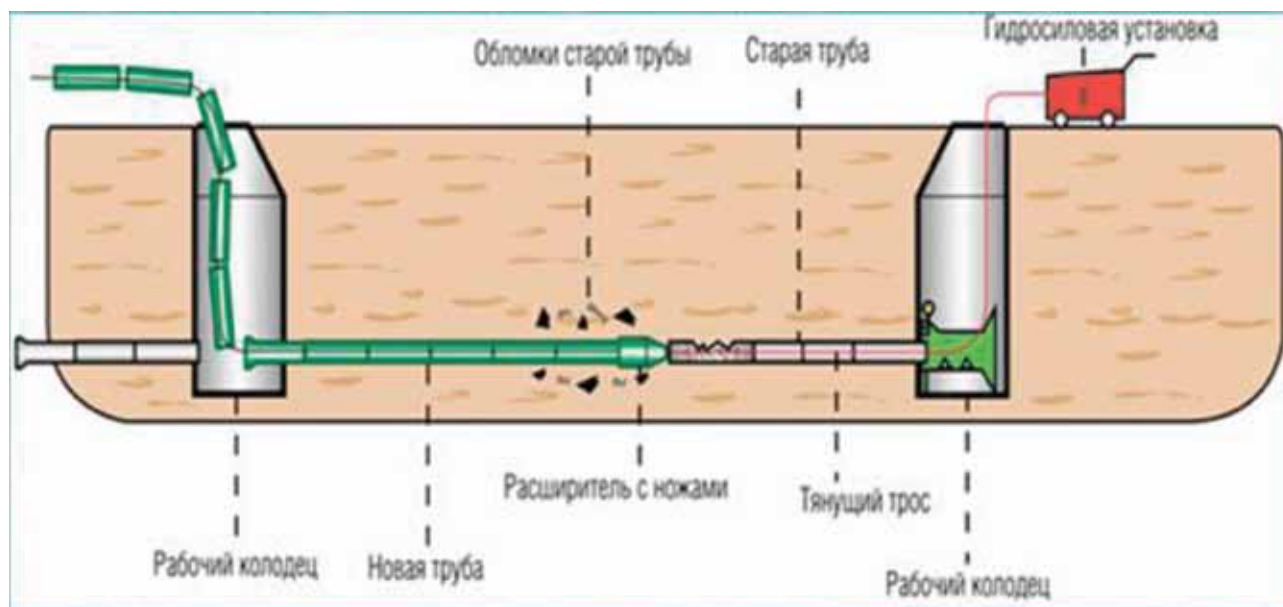


Рис. 12. Прокладка трубы в г. Киев диаметром 300 мм



Рис. 13. Прокладка дюкера диаметром 200 мм из ВЧШГ под рекой Амур (г. Хабаровск)



Рис. 14. Пример прокладки методом «труба в трубе» диаметром 400 мм



канал.

В заключение приведем пример огромного мирового опыта строительства трубопроводов из ВЧШГ с использованием бестраншейного способа.

На выставке «Wasser Berlin» в 2011 г. немецкая компания Йозефа Пфафингера презентовала новейшую технологию укладки трубопровода методом выдавливания. Небывалый интерес вызвало изобретение новейшей технологии модифицированного метода выдавливания и протягивания.

При этом методе старая труба посредством механизма и специальной головки выдавливается из грунта, а новая труба из высокопрочного чугуна большего диаметра одновременно протягивается в ту же трассу. Для такого метода характерно использование раструбно-замкового соединения VRS (RJ/RJS). Технология выдавливания и протягивания характеризуется высокой эффективностью, быстротой и большой экономичностью. Доказательством этого служит тот факт, что в Германии каждый год таким способом укладывают примерно 10000 м труб различного диаметра.

Компания совместно с Берлинским водоканалом и производителями чугунных труб смогли беспрепятственно заменить трубу диаметром 300 мм на 500 мм по той же трассе с полным удалением лишнего грунта из бурового канала. При помощи новейшей техно-

Рис. 15. Прокладка труб ВЧШГ в футляре в г. Санкт-Петербург (2014 г.)



Рис. 16. Замена трубы методом продавливания диаметром 300 мм на диаметр 500 мм ВЧШГ в г. Берлине



логии труба была заменена без каких-либо проблем в кратчайшие сроки. Сама разработка представляет собой устройство, которое расположено на разных концах заменяемого трубопровода. По краям ставится механизм, который протягивает трубы. Специальная головка выдавливает старую трубу; эта головка соединяется с римером и шнековым питателем, который пробуривает канал и через питающую трубу отправляет грунт в устройство, где он удаляется насосом, после чего вывозится с места прокладки.

Проект состоял в том, чтобы заменить старый трубопровод из серого чугуна диаметром 300 мм на новый из высокопрочного чугуна диаметром 500 мм. Необходимо было увеличить пропускную способность, так как старый трубопровод не мог обеспечить станцию достаточным количеством воды. Из-за того, что он пролегал под частным владением, приняли решение прокладывать трубу методом выдавливания и протягивания, чтобы не создать проблем владельцу земли.

Для большей защиты трубы увеличили слой защитного покрытия до 60 мм. Это сделало ее полностью цилиндрической. Такие трубы обычно устанавливают в грунты с любой степенью агрессивности. Что касается старого трубопровода, то из-за того, что он пролежал в земле больше 60 лет, его необходимо было укрепить перед выдавливанием. Для этого внутрь него протянули трубу ПВХ, которую укрепили на распорках, а кольцевой зазор в 7 мм залили цементом. Без всяких проблем старый трубопровод извлекли из грунта. Обломки чугунной трубы и ПВХ были удалены и вывезены. Финальным действием стало подсоединение нового участка, засыпка ям, где стояли установочные комплексы и восстановление грунтовых поверхностей.

Как итог, новая труба проложена с минимальными затратами и в кратчайшие сроки. В будущем компания надеется улучшить разработку комплекса и использовать вакуумные технологии при удалении грунта из бурового канала.

#### Список литературы:

1. Храменков С.В. //Стратегия модернизации водопроводных сетей/ Москва, 2005.
2. Храменков С.В., Примин О.Г., Орлов В.А. //Бестраншейные методы восстановления водопроводных и водоотводящих сетей/ Москва, 2000.
3. DVGW Arbeitsblatt GW 322-1 Trenchless replacement of gas- and water pipelines Part 1: Press-/pull technique Requirements, quality assurance and testing 2009-01.
4. DVGW-Merkblatt GW 323 Trenchless renovation of gas- and water supply pipelines by burstlining; Requirements, quality assurance and testing, 2009-01.
5. EN 598 Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for sewerage applications – Requirements and test methods 2007 + A1 : 2009.
6. EN 545 Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water pipelines – Requirements and test methods, 2007.
7. EN 15542 Ductile iron pipes, fittings and accessories – External cement mortar coating for pipes – Requirements and test methods, 2008.