

# СОВРЕМЕННЫЕ БЕСТРАНШЕЙНЫЕ МЕТОДЫ ПРОКЛАДКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

## MODERN TRENCHLESS METHODS OF LAYING OF ENGINEERING COMMUNICATIONS

*Алейникова А.И.*

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры,  
г. Харьков, Украина*

*Aleynikova A.I.*

*Kharkiv National University of Construction and Architecture,  
Kharkiv, Ukraine*

### *Аннотация*

*В статье рассмотрены основные способы прокладки трубопроводов водоснабжения: открытый и закрытый (бестраншейный). Особое внимание уделено перспективному бестраншейному способу прокладки сетей водоснабжения, а именно – методу прокола, продавливания, горизонтального бурения и щитовой или штольневой проходки.*

### *Summary*

*The article describes the basic methods of water supply pipelines: indoor and outdoor (trenchless). Particular attention is given to prospective trenchless of laying of water supply networks, namely the method of puncture, bursting, horizontal drilling and tunneling shield.*

В современных условиях экологическая безопасность строительства и эксплуатации инженерных коммуникаций во многом способствует устойчивому развитию городов. Тенденции последних лет свидетельствуют о том, что коммунальные службы городов Украины все больше внимания уделяют поиску рациональных решений относительно выбора технологий строительства и ремонта водопроводных трубопроводов в условиях ограниченных финансовых ресурсов. В передовой зарубежной практике около 95% объема работ по прокладке и реконструкции подземных коммуникаций, в том числе трубопроводов водоснабжения, производится бестраншейным способом. В Украине сегодня назрела необходимость коренного перелома в этой области: невозможно игнорировать мировой опыт и наличие прогрессивных технологий, применяемых для благоустройства городов без ущерба для ландшафта и окружающей среды.

Как известно, строительство сетей водоснабжения проводится в основном двумя способами: открытым и закрытым (бестраншейным) [1]. Решение проблемы прокладки трубопроводов видится в широком использовании бестраншейных технологий с применением специального оборудования. Во многих крупных зарубежных городах прокладка инженерных коммуникаций открытым способом уже запрещена. В настоящее время в Украине значительно возросло число объектов, где находят применение различные методы бестраншейной технологии прокладки сетей водоснабжения. В связи с этим возникает ряд вопросов по внедрению современного оборудования, разработке нормативной базы и расценок, подготовке кадров для бестраншейного строительства и популяризации данного способа производства работ.

В практике строительства водопроводных сетей применяются альтернативные открытому способу методы строительства [2], к которым относятся:

1. Бестраншейная прокладка труб без извлечения грунта – прокол:
  - путем статического внедрения (гидродомкратами, полиспастными системами и др.);
  - путем применения ударных устройств (пневмопробойников и др.).
2. Бестраншейная прокладка труб с разработкой и извлечением грунта – продавливание:
  - с опережающей разработкой грунта перед прокладываемой трубой (транспортирование грунта по трубе шнеком, конвейером и др.);
  - путем извлечения грунтового керна из продавливаемой трубы.
3. Метод горизонтального бурения.
4. Щитовой или штольневый метод проходки.

Метод прокола наиболее применим для прокладки труб малых и средних диаметров (не более 400–500 мм) в глинистых и суглинистых (связных) грунтах. Ограничение диаметра прокалываемых труб обусловлено тем, что при этом способе массив грунта прокалывают трубой, оснащенной наконечником, без удаления грунта из скважины, вследствие чего для прокола требуются значительные усилия. В связи с этим и длина прокола труб не превышает 60–80 м.

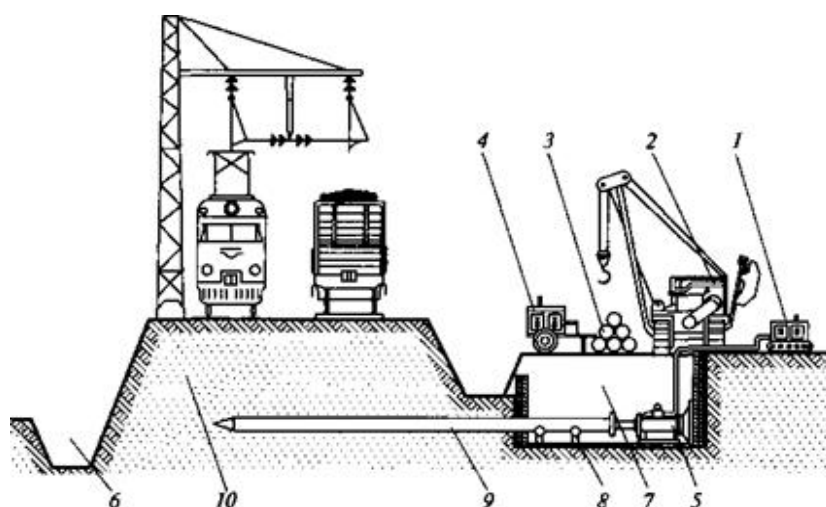
Способ горизонтального прокола при помощи статически приложенной силы является одним из наиболее простых и давно применяемых при бестраншейной прокладке водопроводных труб. С его помощью обычно сооружают скважины-каналы диаметром до 300 – 400 мм. Усилия создают домкратами, лебедками или тракторами посредством блочно-талевого и якорной систем или упорной стенки.

Существует значительное число различных конструкций установок для осуществления статического прокола. Однако схема производства работ практически всегда неизменна и заключается в следующих технологических операциях. С обеих сторон прокладываемого участка выполняют устройство рабочего и приемного котлованов длиной 8–13 м и 2,5–4 м соответственно (рис. 1) [3]. Стенки рабочего котлована укрепляют специализированными крепями, в нем размещают домкрат, направляющее устройство и укладывают звено трубы с наконечником. После его погружения наваривают следующее звено, продолжая эту операцию до выхода первого звена в приемный котлован на обратной стороне насыпи. Наращивание звеньев трубы производят сваркой. При этом используют домкраты (лебедки, тали, трактор и др.), автокран, сварочный генератор. В насосно-домкратных установках используют гидродомкраты с ходом штока 1150–1600 мм и нажимным усилием до 1700 кН. Гидравлические насосы в таких системах развивают давление до 1700 кН. Скорость углубки скважины-канала при статическом проколе составляет 6–12 м в смену. Для восприятия реактивных (отпорных) усилий в задней части котлована устраивают упорные стенки. При этом способе на вспомогательные работы (устройство, укрепление котлована и сооружение упоров) затрачивается больше времени, чем на сам процесс прокола [3].

Метод продавливания предусматривает извлечение из трубы грунтовой пробки или керна. Данная технология применяется практически в любых грунтах I–IV групп, она пригодна для труб диаметром 800–1720 мм при длине прокладки до 100 м. Прокладка трубопроводов водоснабжения способом продавливания не предусматривает существенного уплотнения породы, так как торец трубы не закрывается наконечником, а остается открытым. Основная масса породы входит внутрь трубы и лишь незначительная ее часть по кольцу подвергается уплотнению. Для снижения сопротивления силе трения на торце трубы

размещены кольца несколько большего диаметра, чем основная труба. По мере заглубления трубы масса керна внутри нее постоянно увеличивается. Под действием поступающих в трубу новых порций горной породы находящийся в ней керн уплотняется и сила трения его о внутреннюю поверхность трубы возрастает. Наступает момент, когда керн в трубе настолько уплотняется, что движение его относительно трубы прекращается и у ее открытого конца образуется пробка. Дальнейшее продвижение трубы аналогично процессу прокола. Наступает так называемый свайный эффект, во избежание которого необходимо периодически удалять керн из трубы, что требует дополнительных трудовых затрат.

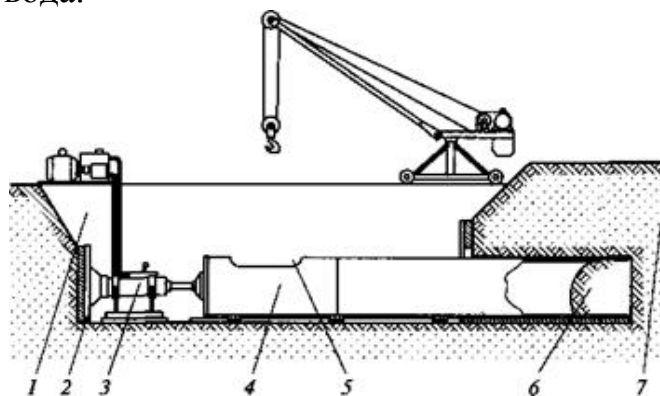
В качестве источника усилий для нагружения трубы при продавливании используют гидравлические домкраты (типа ГД170/1150; 2– 8 шт.). Нагрузка на трубу при длине продавливания 40 м и диаметре труб 600–800 мм достигает 1400 кН, а при увеличении его до 1620 мм повышается до 3000 кН. Принципиальная схема этого процесса приведена на рис. 2.



**1 – гидронасос домкрата; 2 – автокран; 3 – трубы; 4 – сварочный агрегат;  
5 – гидродомкрат; 6 – приемный котлован; 7 – рабочий котлован; 8 – направляющие;  
9 – прокалывающая труба; 10 – железнодорожная насыпь**

**Рисунок 1 - Схема прокладки труб под насыпью железной дороги способом статического прокола**

Удаление керна из трубы во всех случаях продавливания является сложной задачей, особенно в трубопроводах малого и среднего (до 1000 мм) диаметров. Удаляют породу (керн) из трубы желонками, специальными транспортерами, а применением гидромониторных установок либо вручную при достаточном диаметре трубопровода.



**1 – рабочий котлован; 2 – упорная стенка; 3 – гидродомкрат;  
4 – продавливающая труба; 5 – окно для выемки керна; 6 – керн; 7 – насыпь**  
**Рисунок 2 - Схема прокладки труб способом статического продавливания**

Горизонтальное бурение предусматривает опережающую разработку грунта в забое с устройством скважины в грунте большого диаметра, чем прокладываемая труба. Этим способом можно устраивать подземные переходы трубопроводов диаметром до 1720 мм на длину 70–80 м. Однако способ этот недостаточно эффективен в обводненных и сыпучих грунтах (опыт производства работ данным методом в г. Харькове приведен на рис. 1)



**Рисунок 3 - Прокладка полиэтиленовых водопроводных труб DN 400 в г. Харькове методом горизонтального бурения**

Процесс бурения и прокладки звеньев трубопровода в скважину может быть раздельным и совмещенным. При раздельном вначале бурят скважину, а затем, после извлечения из нее бурового инструмента, протаскивают трубопровод водоснабжения. При совмещенном методе одновременно с продвижением бурового инструмента прокладывают трубу. Для прокладки трубопроводов способом горизонтального бурения применяют бурильно-шнековую установку с механическим приводом, способную в глинистых грунтах создавать горизонтальные скважины диаметром до 400 мм. Для прокладки трубопроводов большого диаметра используют эксцентрично-сверлильные установки с циклическим удалением грунта, оснащенные набором сменного оборудования для прокладки труб диаметром до 1500 мм путем их последовательного наращивания в скважине звеньями длиной по 6 м при скорости проходки 6 – 12 м в смену. Более производительными и распространенными являются унифицированные шнековые установки горизонтального бурения, в которых совмещаются процессы бурения, прокладки труб с непрерывным удалением грунта из забоя. Бестраншейную прокладку трубопроводов большого диаметра горизонтальным бурением осуществляют еще путем расширения пионерной скважины. Вначале с помощью специализированных установок разрабатывают пионерную скважину с одновременной прокладкой в ней тубы-лидера. Затем обратным ходом установки с помощью расширителя, установленного на конце шнека, пионерную скважину разбуривают под трубу большого диаметра. При обратном ходе труба-лидер выталкивается из скважины прокладываемым трубопроводом большого диаметра [4]. Шнековое бурение – создание скважин с помощью вращающегося долота (шнека), снабженного спиралевидной лопастью, которая обеспечивает выталкивание разрушенной породы в котлован со стороны шнековой установки. Используется метод на песчаных и глинистых грунтах, суглинках для устройства скважин глубиной до 80 метров и диаметром до 1500 - 2000 мм. Шнековое бурение не требует промывки шахты, а потому может применяться в зимних условиях и не требует подвоза воды в местности, бедной естественными водоемами [5].

Щитовой и штольневый способы применяются при необходимости устройства переходов трубопроводов, коллекторов и тоннелей значительных

диаметров и длины. Тоннели, выполненные методом щитовой проходки на глубине от 6 до 25 м, используют как коллекторы, работающие по безнапорному режиму всем сечением, и как галереи для прокладки напорных трубопроводов. Поверх обделки таких тоннелей устраивают железобетонную монолитную или сборную рубашку из отдельных колец такого размера, чтобы между ними и обделкой оставался кольцевой зазор 3...4 см. Его замоноличивают бетоном на мелком заполнителе (до 8 мм) под давлением. Затем бетонируют и отделяют лоток – торкретируют и железнят. Вентиляционные шахты переоборудуют в смотровые колодцы. Тоннели используют также для прокладки в них коммуникаций по специальным опорам (через 8...12 м). Трубопроводы монтируют из одиночных труб длиной до 6 м. Их подают через монтажные шахты и транспортируют к месту сборки на платформах узкоколейного пути или монорельсовым транспортом. Если тоннель с одного конца выходит на дневную, незастроенную поверхность, то весь процесс сборки и сварки трубопровода организуют у этого торца с последующим постепенным наращиванием труб. В противоположном торце тоннеля (или принятого монтажного участка) оборудуют тяговый пост, а на основные опоры устанавливают катки. По ним по мере удлинения протягивают трубопровод. Если территория у входа в тоннель занята и сборочную площадку создать нельзя, то монтаж ведут внутри тоннеля с подачей монтажных заготовок со свободной стороны [6]. Штольневый способ состоит в устройстве под землей штольни, которая обычно выполняется горным способом. Железобетонные крепления штольни устанавливаются по мере ее проходки. Укладка трубопроводов производится внутри штольни. Способ проходки штольней может быть применен для прокладки больших сечений трубопроводов в плотных и сыпучих грунтах естественной влажности при пересечении высоких насыпей, бугров и холмов и др.

В заключение следует отметить, что в условия недостаточного финансирования отрасли водопроводно-канализационного хозяйства Украины выбор рационального метода прокладки трубопроводов водоснабжения является приоритетным направлением деятельности профильных предприятий. Сегодня зарубежный опыт производства работ свидетельствует о перспективности использования бестраншейных технологий не только с точки зрения экономической эффективности, но и с учетом экологического фактора.

### ***Литература***

1. Гончаренко, Д.Ф. *Эксплуатация, ремонт и восстановление трубопроводов водоснабжения* / Д.Ф. Гончаренко, Хайнрих Вевелер, А.И. Алейникова. – Х.: *Раритеты Украины*, 2015. – 280 с.

2. *Прокладка трубопроводов скрытым способом [Электронный ресурс]*. – Режим доступа: [http://studopedia.ru/2\\_62617\\_prokladka-truboprovodov-skritim-sposobom.html](http://studopedia.ru/2_62617_prokladka-truboprovodov-skritim-sposobom.html)

3. *Сооружение скважин-каналов для трубопроводов и инженерных коммуникаций [Электронный ресурс]*. – Режим доступа: <http://teplozond.ru/burenie-razvedochnyx-skvazhin/sooruzhenie-skvazhin-kanalov-dlya-truboprovodov-i-inzhenernyx-kommunikacij.html>

4. *Общие сведения о бестраншейной прокладке труб [Электронный ресурс]*. – Режим доступа: [http://sbh.ru/articles/art1\\_6.htm#6](http://sbh.ru/articles/art1_6.htm#6)

5. *Бестраншейная прокладка: методы [Электронный ресурс]*. – Режим доступа: <http://setstroygnb.ru/services/bez-transhey/>

6. *Технология строительного производства / Под общей ред. О.О. Литвинова*. – К.: Вища школа, 1977. - 456 с.