

УДК 625.76.08

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ПРОКЛАДКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

Краснов Алексей Алексеевич, студент,

МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, aleksei.98@inbox.ru.

Погонина Александра Михайловна, канд. техн. наук, ст. преподаватель,

МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, a.pogonina@cee.madi.ru.

Аннотация. В данной статье даётся обзор современных способов прокладки коммунальных коммуникаций. Проводится анализ различных способов производимых работ: прокладка инженерных сетей открытым и закрытым способом. Рассматривается классификация всех способов прокладки с точки зрения оценки комплекса проводимых операций. Работа включает в себя выявление критериев, согласно которым проводится сравнение типов производимых операций. Производится обоснование рациональности использования того или иного метода в городских условиях, а также в сельской местности. В заключение представлены разработанные рекомендации для использования того или иного способа прокладки инженерных сетей, исходя из комплексной оценки и сравнения критериев.

Ключевые слова: раскатчик, УГБ, вибропрокол, коммуникации, траншея, прокладка коммуникаций, безтраншейные коммуникации, горизонтальное бурение.

MODERN WAYS OF LAYING ENGINEERING COMMUNICATIONS USING ROAD-BUILDING MACHINES AND EQUIPMENT

Krasnov Alexey A., student,

MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, aleksei.98@inbox.ru.

Pogonina Alexandra M., Ph.D., senior lecturer,

MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, a.pogonina@cee.madi.ru.

Abstract. This article provides an overview of modern methods of laying public utilities. The analysis of various methods of work performed is carried out: laying of engineering networks in an open and closed way. The classification of all laying methods is considered from the point of view of assessing the complex of operations performed. The work includes identifying criteria according to which the types of operations performed are

compared. The rationale for the use of this or that method in urban conditions, as well as in rural areas, is substantiated. In the conclusion, the developed recommendations for the use of one or another method of laying engineering networks based on a comprehensive assessment and comparison of criteria are presented.

Key words: unroller, UGB, vibration puncture, communications, trench, laying of communications, without trench communications, horizontal drilling.

Введение. В настоящее время определение оптимального способа ремонта и прокладки инженерных коммуникаций – основная задача в освоении подземного пространства современных мегаполисов. Для больших городов инженерные коммуникации являются неотъемлемой частью комфортной среды проживания современного жителя мегаполиса. Существуют разные способы прокладки инженерных коммуникаций: открытая прокладка, с различными видами крепления траншеи, и новейшая перспективная технология бестраншейной прокладки коммуникаций под землей.

В данной статье авторами рассматриваются способы прокладки коммуникаций, анализируются и оцениваются с точки зрения различных параметров. Тема является актуальной так как, содержит информацию о большинстве современных способов прокладки коммуникаций. Научная новизна работы обусловлена тем, что она рассматривает способы и методы прокладки инженерных сетей и оценивает их с помощью критериев. Целью данной статьи является анализ полученной информации и выявление преимуществ и недостатков каждого способа.

Способы прокладки коммуникаций

В современном строительстве для прокладки коммуникаций используют три способа [8]:

1. Траншейная прокладка коммуникаций – это способ, предполагающий предварительную выемку грунта для создания траншеи и последующей укладки в неё труб.

2. Бестраншейная прокладка коммуникаций – это способ прокладки коммуникаций не предусматривает предварительную выемку грунта, в большинстве случаев в грунте делается отверстие, через которое протягивают трубопровод.

3. Надземная прокладка коммуникаций – при использовании данного способа прокладка коммуникаций осуществляется над поверхностью земли.

Траншейная прокладка коммуникаций

При использовании данного способа необходимо вырыть траншею следующими способами [9]:

1. Использование ручной силы (малоэффективный и трудозатратный способ, поэтому он рассмотрен не будет);
2. Использование экскаваторов циклического действия;
3. Использование экскаваторов непрерывного действия.



Рис. 1. Экскаватор циклического действия

Экскаватор циклического действия (рис.1)

При использовании экскаватора циклического действия работа машины производится циклами, состоящими из следующих операций [6]:

- заглупления рабочего органа в грунт;
- извлечение материала;
- сброс материала;
- передвижение экскаватора, параллельно вырываемой траншеи;
- заглупления рабочего органа в грунт.

Данная машина осуществляет работу рабочими циклами и не приспособлена к выполнению какой-либо операции непрерывного действия.

Экскаватор непрерывного действия (рис.2)

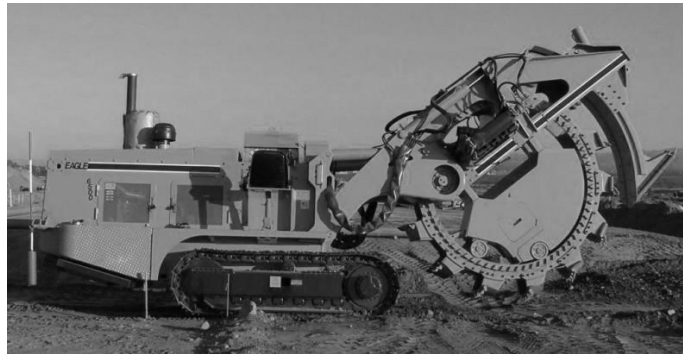


Рис. 2. Экскаватор непрерывного действия

Экскаватор непрерывного действия оснащён многоковшовым рабочим органом, который позволяет производить непрерывную выемку грунта, без необходимости извлечения рабочего органа.

Бестраншейная прокладка коммуникаций

Бестраншейная прокладка коммуникаций подразумевает прокладку трубопровода без необходимости раскопки траншей. Данные методы прокладки подразделяются на несколько способов [1][7]:

- метод горизонтального бурения;
- метод вибропрокола;
- использование пневмопробойника;
- метод раскатки скважин.

Метод горизонтального бурения

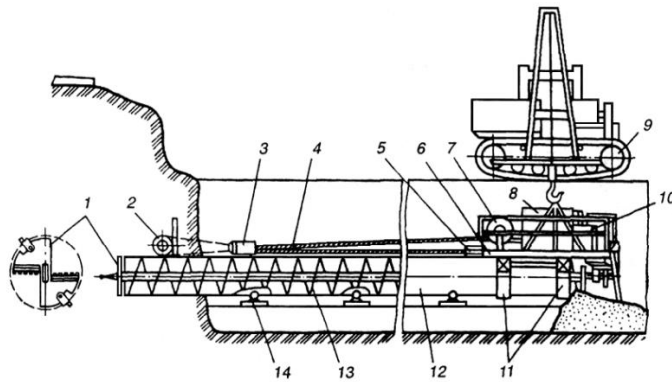


Рис. 3. Установка горизонтального бурения (УГБ)

1 – буровая фрезерная головка, 2 – якорь, 3 – подвижная обойма, 4 – канатный полиспаст, 5 – неподвижная обойма, 6 – рама, 7 – тяговая лебёдка, 8 – двигатель внутреннего сгорания, 9 – кран трубоукладчик, 10 – гидромеханическая трансмиссия, 11 – стяжные хомута, 12 – трубы-кожуха, 13 – шнек, 14 – направляющая тележка.

Этот метод прокладки коммуникаций можно отнести к методу с предварительной выемки грунта. При использовании установки горизонтального бурения (далее УГБ) (рис. 3) проходка скважины в грунте осуществляется за счёт ввинчивания рабочего органа в форме шнека в грунт.

Данный метод позволяет получать скважины диаметром от 325...до 1420 мм на глубину от 40...60 метров. Этот метод применяют для проходки скважин в грунтах I-IV категории.

Метод вибропрокола (рис.4)

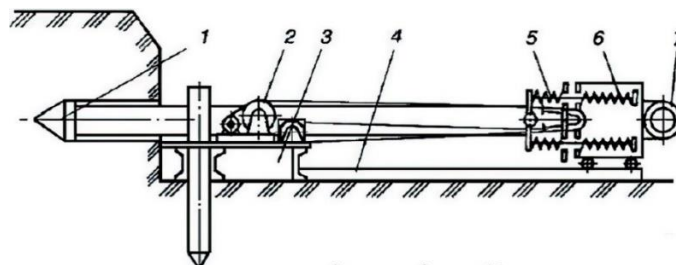


Рис. 4. Установка для вибропрокола

1 – инвентарный конусный наконечник, 2 – реверсивная лебёдка, 3 – анкерная рама, 4 – направляющие, 5 – пружинная подвеска, 6 – вибромолот, 7 – электродвигатель.

Метод вибропрокола применяется только на песчаных и супесчаных почвах, а также на почвах с повышенной влажностью. На данных типах почвы очень сложно получить стабильную скважину из-за высокой вероятности осыпания [2].

Основной отличительной чертой данного метода является наличие в установке вибромолота, который представляет собой чётное количество дебалансов, работающих в паре. При совместной работе дебалансов добиваются такого состояния, при котором они вращаются в разных направлениях. Появившаяся вынуждающая сила в направлении перпендикулярном направлению трубы будет уничтожаться, а в нужном складываться. Благодаря этому создаются вынужденные колебания, направленные вдоль оси рабочего органа, которые при взаимодействии с грунтом позволяют многократно уменьшить силу трения, с которой среда воздействует на рабочий орган с проталкиваемой трубой. Эффект может достигать десятикратного ослабления.

Метод вибропрокола позволяет получать скважины для прокладки труб, с диаметром от 273...426 мм. Средняя скорость проходки данного метода составляет порядка 20...60 м/ч.

Пневмопробойник (рис.5)

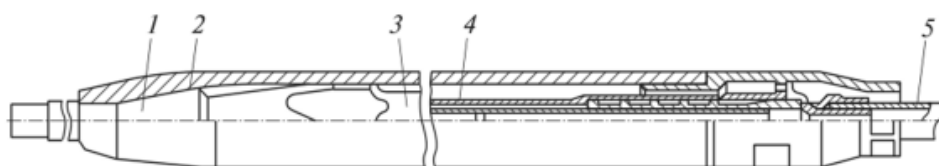


Рис. 5. Пневматический пробойник для проходки скважин

1 – наковальня, 2 – цилиндрический корпус, 3 – ударник, 4 – распределительное устройство (золотник), 5 – гибкий рукав.

Пневматические пробойники получили широкое распространение при изготовлении набивных свай. Эти машины, предназначены для разработки грунтов 1 – 3 категории. При использовании пробойников можно получить скважины не только в горизонтальном или вертикальном

направлении, но и направленные под углом. При этом они позволяют получить уплотнённые гладкие стенки после проходки.

Принцип работы пневмопробойника состоит в том, что под действием сжатого воздуха ударник совершает возвратно поступательное движение и наносит удары по наковальне корпуса, заставляя совершать механизму полезную работу в виде движения вперёд трубы или пробивки скважины. За счёт сил трения, оказываемых грунтом на рабочий орган, пневмопробойник лишён возможности движения в обратном направлении. Извлечение рабочего органа осуществляется за счёт смены его работы на реверсивный режим, при котором он осуществляет движение в обратном направлении.

Стандартные пневмопробойники для проходки скважин выпускаются с наружными диаметрами от 40...200 мм и могут быть использованы для забивания труб от 400...1600 мм. Также для их корпуса предусмотрено уширительное оборудование, в виде конуса, которое позволяет увеличить диаметр будущей скважины.

Метод раскатки скважин (рис.6)

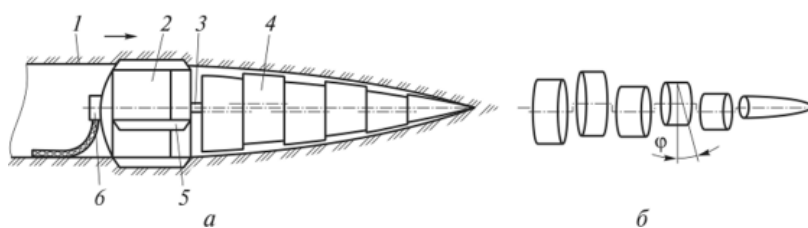


Рис. 6. Машины для раскатки скважин в грунте

1 – скважина, 2 – гидромотор, 3 – эксцентриковый вал, 4 – конический каток, 5 – рёбра, 6 – гидروпровод, а – принципиальная схема, б – схема разворота катков.

Раскатчик является грунтопроходной машиной, так как он не оказывает никакого динамического воздействия на почву. При проходке скважин их рабочий орган, благодаря взаимодействию с грунтом, самозавинчивается. Этот рабочий орган применяют при проходке скважин

не только в вертикальном и горизонтальном направлении, но и под различными углами [1,3].

Принцип работы раскатчика заключается в том, что на валу рабочего органа установлены эксцентриковые конические катки, они установлены со смещением относительно центра вращения вала, это позволяет каткам при проходе скважины раскатывать грунт, тем самым его уплотняя. Эти катки установлены под определённым углом φ , что позволяет обеспечить эффект самозавинчивания. Чем больше угол наклона катка, тем больше шаг завинчивания.

Стандартная установка с раскатчиком комплектуется рабочими органами, диаметрами от 50...370 мм и спокойно обеспечивает проходку скважин на глубину до 50 м. В теории возможно создание раскатчиков диаметром до двух метров.

Надземная прокладка коммуникаций

Данный способ прокладки подразумевает размещение трубопровода, над поверхностью земли [4] и используется в тех случаях, когда стандартная прокладка невозможна по некоторым причинам. К ним могут относиться такие, как следование трубопровода над оврагами, через пути транспортного следования, реки, и иные сооружения. Данный способ дорогой в обслуживании и строительстве, при этом он требует жёстких требований к расчётам и высокий уровень квалификации работников, а также при его строительстве используются дорогостоящие материалы.

Основные критерии сравнения

Анализируя вышеописанные способы прокладки инженерных сетей с помощью дорожно-строительных машин и оборудования, можно выделить следующие критерии: простота в производстве работ, стоимость производства, минимальное причинение вреда грунту и стоящим на нем сооружениям, исключение дополнительных операций по выемке и вывозу грунта.

Преимущества и недостатки каждого способа

Циклический способ обладает одной положительной чертой: он прост в рытье траншей, не требует специально обученного персонала. В противовес выделим несколько недостатков: при данном способе необходимо перекрывать движение на автомагистралях при прокладке под ними инженерных коммуникаций, тем самым увеличиваются затраты времени из-за разрушения дорожного покрытия и необходимости его восстановления. Данный метод прокладки коммуникаций негативно воздействует на плодородный слой почвы, что приводит к гибели корневой системы растений, занимает большое количество времени на извлечение грунта.

Непрерывный способ прокладки во многом похож на циклический, но благодаря избавлению от множества лишних действий он позволяет увеличить скорость разработки траншеи.

Метод прокладки коммуникаций (УГБ) имеет как сильные, так и слабые стороны. К сильным сторонам можно отнести то, что он позволяет проходить скважины без оказания динамического воздействия на грунт. Благодаря этому его можно использовать при проходке под малогабаритными конструкциями такими, как дороги, и это не приведёт к разрушению дорожного полотна, также он тихий, а это значит, что при использовании этого метода в городских условиях не приведёт к ухудшению экологической обстановки в городе. Основным недостатком данного метода является извлечение грунта при проходке скважины, что приводит к двум недостаткам, первый заключается в необходимости вывоза добытого грунта, а второй в том, что при проходке скважина не уплотняется, что делает её склонной к осыпанию и приводит к необходимости использования обсадных труб.

Методы вибропрокола и пневмопробивки позволяют получать уплотнённые скважины также благодаря их использованию отпадает

необходимость в вывозе грунта, что удешевляет процесс их использования, но эти методы обладают одним серьёзным недостатком они при работе оказывают сильное динамическое воздействие на грунт что может привести к разрушению основания постройки и дальнейшему обрушению здания.

Метод раскатки скважин обладает множеством положительных сторон. При его работе грунт не подвергается динамическим нагрузкам, он тихий, не поднимает пыль при работе. Всё это делает его просто идеальным в городских условиях, так как он может обеспечить прокладку скважины под любыми постройками, при этом не оказывая никакого вредного воздействия на экологическую обстановку в городе, и как предыдущие методы он уплотняет стенки скважины, благодаря чему отпадает необходимость в вывозе грунта.

Заключение

По результатам проведенного анализа выявлено, что для работы в городских условиях наиболее безопасным и предпочтительным является метод раскатки скважин, так как он может быть использован в любых городских условиях. Этот метод не влияет на экологическую обстановку в городе и может быть использован под высотными и многоквартирными зданиями, так как не оказывает никакого вредного воздействия на фундамент зданий.

В сельской же местности наиболее предпочтительным является метод непрерывной прокладки, так как он не требует высокой квалификации персонала, способен прокладывать с высокой производительностью большие объемы.

Список литературы

1. Доценко, А.И. Строительные машины: учебник / А.И. Доценко. – 2-е изд. – М.: ИНФРА, 2020. – 393 с.
2. Краснолудский, Н.В. Эффективные конструкции рабочего наконечника установки для бестраншейной прокладки коммуникаций способом вибропрокола / Н.В. Краснолудский, В.М. Земсков // Механики XXI века. – 2010. – № 9. – С. 22-26.
3. Бобылев, А.Л. Перспективный бестраншейный способ ремонта и прокладки подземных коммуникаций / А.Л. Бобылев // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2010. – № 10(141). – С. 33-35.
4. Клешнин, Ю.А. Применение надземной прокладки трубопроводов / Ю.А. Клешнин // Вестник науки. – 2020. – Т. 1. – № 8(29). – С. 75-77.
5. Бобылев, Л.М. Новая техника и технология для бестраншейной прокладки подземных коммуникаций / Л. М. Бобылев // Биржа интеллектуальной собственности. – 2007. – Т. 6. – № 1. – С. 29-31.
6. Одноковшовые экскаваторы. – URL: <http://saitinpro.ru/tehnologii-stroitel'nogo-proizvodstva/stroitelnye-mashiny-i-oborudovanie/mashiny-dlya-zemlyanyh-rabot/ekska-vatory-odnokovshovye/> (Дата обращения: 04.03.2020).
7. Бестраншейная прокладка канализации. – URL: <https://dom-i-remont.info/posts/kanalizaciya/bestranshejnaya-prokladka-kanalizacii-novyj-metod-spasayushhij-prepyatstviya/#id2.1> (Дата обращения: 04.03.2020).
8. Способы прокладки трубопроводов. – URL: <https://snmash.ru/articles/166-sposoby-prokladki-truboprovodov.html> (Дата обращения: 04.03.2020).
9. Экскаватор, типы и виды. – URL: <https://втораяиндустриализация.рф/ekska-vator/#tipy-i-vidy-ehkska-vatorov-klassifikaciya-ehkska-vatorov> (Дата обращения: 04.03.2020).

References

1. Docenko A.I. *Stroitel'nye mashiny* (Construction machines), Moscow, INFRA, 2020, 393 p.
2. Krasnoludskij N.V. *Mekhaniki XXI veku*, 2010, no. 9, pp. 22-26.
3. Bobylev A.L. *Stroitel'nye materialy, oborudovanie, tekhnologii XXI veka*, 2010, no. 10(141), pp. 33-35.
4. Kleshnin YU.A. *Vestnik nauki*, 2020, vol. 1, no. 8(29), pp. 75-77.
5. Bobylev L.M. *Birzha intellektual'noj sobstvennosti*, 2007, – vol. 6, no. 1, pp. 29-31.
6. URL: <http://saitinpro.ru/tehnologii-stroitel'nogo-proizvodstva/stroitelnye-mashiny-i-oborudovanie/mashiny-dlya-zemlyanyh-rabot/ekska-vatory-odnokovshovye/>

7. URL: <https://dom-i-remont.info/posts/kanalizacziya/bestranshejnaya-prokladka-kanalizaczii-novyj-metod-spasayushhij-prepyatstviya/#id2.1>
8. URL: <https://snmash.ru/articles/166-sposoby-prokladki-truboprovodov.html>
9. URL: <https://vtorayaindustrializaciya.rf/eksikator/#tipy-i-vidy-ehksikatorov-klassifikaciya-ehksikatorov>

Рецензент: А.В. Ушков, канд. техн. наук, доц., МАДИ