

*технической интернет конференции «Кадастр недвижимости и мониторинг природных ресурсов : сб. научн. тр. / под общей ред. д-ра техн. наук, проф. И.А.Басовой. Тула: Изд-во ТулГУ, 2018. – с. 228-232 (дата обращения 10.10.2019).*

6. Оползни. Прогнозирование оползней причины и решения [Электронный ресурс] // Учебное пособие [сайт]. [2019]. URL: <https://topuch.ru/prognozirovanie-opolznej-prichini-i-resheniya/index.html> (дата обращения 08.10.2019).

7. Ситуация в Беломестном [Электронный ресурс] // Информационное агентство Новомосковск сегодня [сайт]. [2018]. URL: <http://www.nmosktoday.ru/news/society/43029/> (дата обращения 08.10.2019).

УДК 622.692

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОКЛАДКИ ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ МЕТОДОМ МИКРОТОННЕЛИРОВАНИЯ**

**Черная А.О.**

**Научный руководитель Басалай И.А.**

*Белорусский национальный технический университет*

*Рассмотрен технологический процесс прокладки подземных коммуникаций методом микротоннелирования*

Микротоннелирование является одним из способов бестраншейной прокладки коммуникаций. Основная особенность технологии – высокая точность проходки и возможность постоянного контроля ее траектории. Микротоннелирование позволяет выполнять задачи по прокладке коммуникаций в сложнейших условиях.

Метод микротоннельной проходки по сравнению с традиционными технологиями открытой разработки траншей имеет определенные преимущества. В частности, отсутствие необходимости выноса существующих коммуникаций из зоны работ и выполнения дорогостоящих водопонижений вдоль трассы коллектора [1].

Технологический процесс прокладки коммуникаций методом микротоннелирования включает в себя подготовительные, вспомогательные и основные работы.

Основные работы включают следующие этапы.

На первом этапе, с применением высокоточного микротоннеле проходческого щита, прокладывается пилот-тоннель из металлических секций. Щит управляется из контейнера управления, стоящего вблизи стартового котлована. Порода перемещается с водой, подаваемой при помощи грунтового насоса в забойную камеру. Затем при помощи шламового насоса вода с породой попадает на сепаратор, где отсеивается, и чистая вода сливается в контейнер-отстойник.

На втором этапе устанавливается оборудование щита-расширителя, состоящее из 4-х жестко связанных между собой стабилизационных секций; перед щитовой домкратной станцией, установленной за пилот-тоннелем, перед стабилизационными секциями; собственно щита-расширителя, представляющего собой прямоугольный щит, жестко связанный спереди лучами с пилот-тоннелем. Вслед за щитом устанавливается щитовая домкратная станция, обеспечивающая движение пилот-тоннеля. В домкратной станции расположен экскаваторный телескопический орган, ведущий разработку грунта в забое и перемещающий грунт на ленточный транспортер-перегрузчик.

На третьем, основном, этапе, вслед за щитом-расширителем в грунт последовательно вдавливаются секции тоннеля, при этом из забоя через уже проложенный тоннель вагонетками по наращиваемым рельсовым путям ведется отгрузка породы. Процесс завершается после демонтажа щита-расширителя из приемной камеры, всех коммуникаций из построенного тоннеля и оборудования, расположенного в стартовой камере.

В состав комплекса, используемого в микротоннелировании, входят: тоннелепроходческая машина; основная и промежуточные домкратные станции; линии гидротранспорта вынимаемых пород и подачи жидкости в призабойное пространство; сепарирующая установка; комплект железобетонных колец; крановое оборудование; стартовая и приемная шахты; энергетическая станция; система управления; комплект контейнеров технического и социального обеспечения.

На раму домкратной станции устанавливается железобетонное кольцо, наращиваются системы гидротранспорта, комплекс включается и осуществляется проходка отрезка тоннеля равного длине кольца. Таким образом, циклы проходки отрезков тоннеля повторяются. Набор железобетонных колец и составляет участок коллатора между двумя смежными по трассе шахтами.

При проходке длинных участков и недостаточности усилия основной домкратной станции для продвижения тоннеля можно использовать промежуточные домкратные станции и проталкивать комплект железобетонных колец по частям. Обеспечение требуемого направления проходки коллектора осуществляется специальной системой навигации.

Удаление разрабатываемой породы выполняется гидротранспортной системой, содержащей линии транспорта породы, подачи воды в призабойное пространство и сепарирующую установку. В призабойном пространстве порода смешивается с потоком жидкости. Образовавшаяся гидросмесь по транспортной линии подается в сепарирующую установку, где происходит отделение частиц породы от воды. Очищенная от частиц породы вода по линии питания поступает обратно в призабойное пространство.

С поверхности грунта строятся шахты: стартовые и приемные, расстояние между ними может составлять от 50 до 1500 м, а глубина – порядка 8 – 12 м. В плане шахты могут быть круглыми или квадратными с размерами сторон до 6 м в зависимости от типа микрощита.

Из стартовой шахты рабочий орган микротоннельного комплекса микрощит осуществляет проходку при избыточном давлении воды в забое. Осуществляется подача воды к режущему рабочему органу микрощита и отсос образовавшейся пульпы выполняются тремя насосами, установленными на поверхности грунта рядом со стартовой шахтой либо рядом с рамой продавливания в стартовой шахте микротоннельного комплекса. В стартовую шахту подаются также отдельные звенья железобетонной либо стальной обделки, которые вдавливаются в грунт домкратами, что позволяет осуществлять горизонтальную проходку коллектора. Корректируют точность проходки наземной станции управления по лазерному лучу. Отработанная пульпа насосами подается в сепаратор микротоннельного комплекса, состоящий из вакуумных гидроциклонов, гидроциклонов и грохотов с модульной системой контейнеров [2].

Полное удаление воды для достижения низкого уровня остаточной влаги в разработанном грунте, а также бентонита и других присадок, наличие которых зависит от конкретных грунтовых условий, являются определяющими параметрами эффективного процесса сепарации. Чем ниже уровень содержания воды, а следовательно, и вес разработанного грунта, тем ниже затраты на сепарацию. На выходе из сепарационной установки

имеется три различных фракции: песок, глина, щебень. Вода повторно используется в проходке.

Фракции грунта после сепарационной установки представлены на рисунке 1.

Вся проходка коллектора осуществляется в автоматическом режиме, под контролем операторов, находящихся в блоке управления. Автоматизированный режим проходки позволяет управлять скоростью вращения ротора, горизонтальной подачей звеньев собираемой трубы, давлением подаваемой воды и раствора бентонитовой глины.



Рис. 1 – Фракции грунта после сепарационной установки

В данном способе прокладки используется бентонитовая суспензия, представляющая собой смесь воды, бентонита и различного вида добавок. Такой раствор служит для структурообразования, увеличения вязкости, уменьшения фильтрации, стабилизации стенок скважины, улучшения смазочных свойств.

Технология микротоннелирования позволяет прокладывать трубопроводы в грунтах любой категории – от неустойчивых суглинков и водоносных песков до скальных пород. В зависимости от категории грунта подбирается, прежде всего, соответствующий режущий орган проходческой машины, что позволяет добиться оптимальных скоростей и параметров проходки. Не менее важным фактором качества проходки является выбор определенного состава бурового раствора. Рекомендуемый состав буровых растворов для разных категорий грунта представлен на рисунке 2 [3].

Следует отметить, что при проходке коммуникаций с большим поперечным сечением канала подлежат экскавации из забоя на дневную поверхность большие объемы породы, а соответственно и значительные по объему использование бурового раствора.

Глина	Суглинок	Супесь	Песок	Гравий
				
Сода 0,2 – 0,5 кг; Бентонит (UNI-GEL) 12 – 15 кг; Полимер (UNI-RHPA) 0,3 – 1,0 кг; Добавка (UNI-LUB) 0,5 – 1,0 л	Сода 0,2 – 0,5 кг Бентонит (UNI-GEL) 20 – 25 кг Добавка (UNI-LUB) 0,5 – 1,0 л при необ-сти; Полимер (UNI-RHPA) 0,2 – 0,5 кг	Сода 0,2 – 0,5 кг Бентонит (UNI-GEL) 20 – 25 кг Добавка (UNI-LUB) 0,5 – 1,0 л при необ-сти; Биополимер (UNI-VIS) 0,2 – 0,5 кг	Сода 0,2 – 0,5 кг Бентонит (UNI-GEL) 25 – 30 кг Биополимер (UNI-VIS) 0,3 – 1,0 кг Полимер (UNI-PAC) 0,3 – 1,0 кг Добавка (UNI-LUB) 0,5 – 1,0 л	Сода 0,2 – 0,5 кг Бентонит (UNI-GEL) 30 – 35 кг Биополимер (UNI-VIS) 0,5 – 1,5 кг Полимер (UNI-PAC) 0,3 – 1,0 кг Добавка (UNI-LUB) 0,5 – 1,0 л

**Рис. 2 – Составы буровых растворов для разных категорий грунта**

В микротоннелировании используются дорогостоящие буровые растворы на основе бентонита и, в особенно больших количествах, – буровая пена.

Опасными с точки зрения токсичности являются органические составляющие бурого раствора с низкой относительной молекулярной массой, а также ПАВ, нефть и нефтепродукты [4]. Применение буровых растворов на основе бентонита и различных полимеров являются вредными для окружающей среды, так как являются токсичными продуктами длительного действия. Поэтому экскавируемый грунт необходимо транспортировать за пределы города на расстояние до 20 – 30 км, с последующим захоронением в отработанных песчано-гравийных карьерах с проведением гидроизоляционных мероприятий.

Таким образом, применение вышеуказанных буровых растворов являются экономически затратным и экологически небезопасным, ввиду необходимости утилизации экскавируемой породы, из-за негативного воздействия на окружающую среду. В связи с этим, актуальным является разработка альтернативных видов экологически безопасных буровых растворов.

### **Библиографический список**

1. Дубенских М.С., Каргин А.А., Гилязидинова Н.В. *Технологии бестраншейной прокладки коммуникаций // Россия молодая: II Всерос., 55 науч.-практ. конф. – Кемерово, 2010. – 397-399 с.*
2. Рыбаков, А.П. *Основы бестраншейных технологий / А.П. Рыбаков. – М.: ПрессБюро № 1, 2005. – 304 с.*

3. Кистер, Э.Г. Химическая обработка буровых растворов. / Э.Г. Кистер. – М.: Недра, 1972. – 392 с.

4. Кузьмина, Р.И. Химические реагенты бурения нефтяных и газовых скважин / Р.И. Кузьмина, С.В. Малышев. – Саратов: СГУ, 2008. – 27 с.

5. Рязанов, Я.А. Энциклопедия по буровым растворам / Я.А. Рязанов. – Оренбург: Изд-во Летопись, 2005. – 664 с.

УДК 621.926

## **КОНСТРУКТИВНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЦЕНТРОБЕЖНО-УДАРНЫХ ДРОБИЛОК ДЛЯ ДРОБЛЕНИЯ ГОРНОЙ ПОРОДЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ**

**Писарев Д.Ю., Яковлев Е.А.**

**Научный руководитель Басалай Г.А.**

*Белорусский национальный технический университет*

*Рассмотрены конструктивные и технологические особенности центробежно-ударных дробилок, применяемых в горной отрасли. Определены основные направления исследований по модернизации конструкций и оптимизации режимов работы этих аппаратов.*

Основное применение центробежно-ударных дробилок связано с переработкой горной массы в щебень или руды для рудо-подготовки в стадии мелкого дробления на обогатительных фабриках. На центробежно-ударных дробилках получают продукт (щебень) с низким содержанием лещадных зерен (до 10 %) преимущественно кубовидной формы, так как дробилки используют принцип «свободного удара» (удара «камень о камень»). Также дробилки этого типа применяются для дробления абразивных материалов и прочных материалов: стекла, кварцита, шлаков, клинкера, некоторых ферросплавов.

Другая важная сфера применения центробежно-ударных дробилок – это рудоподготовка, при которой сухое дробление по принципу «камень о камень» дает на ряде руд существенно лучшее раскрытие зерен минералов из породы, т. е. позволяет построить более эффективную технологию обогащения, чем при традиционном дроблении раздавливанием.