

мость крепи [5].

Комбайны обеспечивают достаточно ровный контур выработки, с минимальными переборами породы, что приводит к сокращению объемов погрузки и транспортирования породы и расхода бетона сравнению с буровзрывным способом. Особенно эффективно применение комбайнов при проходке протяженных тоннелей длиной более 1-2 км.

Наибольшее распространение получили комбайны бурового действия с роторным исполнительным органом. Тоннелепроходческие комплексы имеют большую массу (свыше 2500 т), но они состоят из отдельных транспортабельных легкомонтируемых узлов, что облегчает их доставку к месту сборки. В Западной Европе и мире для строительства тоннелей, применяют комбайны различных фирм: «Херренкнехт», «Вирт», «Демаг» (ФРГ), «Роббинс», «Дрессер» (США), «Атлас Копко» (Швеция) и др.

**Выводы и направления дальнейших исследований.** Таким образом, тоннелестроение в Европе характеризуется возможностью сооружения уникальных по сложности сооружений, развитостью технологий ведения работ, наличием разнообразного совершенного оборудования и широкой географией объектов. Темпы сооружения столь сложных и дорогостоящих объектов весьма высоки. Тенденции развития транспортной инфраструктуры позволяют предполагать, что в перспективе процесс сооружения железнодорожных тоннелей, в том числе, имеющих весьма большую протяженность, будет нарастать. Дальнейшие исследования целесообразно распространить на установление оптимальных организационных параметров сооружения протяженных тоннелей

#### Список литературы

1. **Покровский Н.М.** Проектирование комплексов выработок подземных сооружений. - М.: Недра, 1970. - 320с.
2. Зарубежное военное обозрение. - 2002. - № 9. - С.51 - 52.
3. <http://www.herrenknecht.com/>
4. <http://www.alptransit.ch/en/home.html>
5. **Смиряков В.В., Вихарев В.И., Очкуров В.И.** Технология строительства горных предприятий. - М.: Недра, 1989. - 573 с.

Рукопись поступила во редакцию 10.03.13

УДК 622. 1: 528

В.М. ШЕВЧЕНКО, В.В. БЕЛОУСЕНКО, Л.П. ЧЕРКАСОВА, Т.И. БУРЛАЧЕНКО,  
Н.Н. ЯКУШ, ГП «ГПИ «Кривбасспроект»

### ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ИНЖЕНЕРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ЗАСТРОЙКИ ГОРОДА КРИВОГО РОГА

Рассмотрен вопрос строительства инженерных сетей в условиях плотной застройки Кривого Рога методом горизонтального направленного бурения.

**Ключевые слова:** подземные сети, канализация, прокладка, установка, горизонтальное бурение

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** В Кривом Роге вследствие продолжительной эксплуатации и химической коррозии, возникшей от агрессивных газов и веществ, растворенных в сточной жидкости, сети самотечной канализации приходят в негодность. Их замена усложняется из-за глубины заложения (до 6-9 м), плотной застроенности улиц города, и большим количеством существующих сетей. До настоящего времени строительство трубопроводов самотечной канализации выполнялось открытым способом. Так, например, по ул. Кузнецова был запроектирован ГП ГПИ «Кривбасспроект» и построен ООО «Теплодстрой» самотечный коллектор Ø800 мм. В связи с большой глубиной заложения трубопровода разлет котлована достигал 16м, что повлекло выносы газопровода, водопровода, кабелей связи и высоковольтных линий, а затем восстановление покрытия проезжей части и тротуаров.

**Анализ исследований и публикаций.** Национальным объединением строителей Российской Федерации был разработан и введен в действие Стандарт Национального объединения строителей «Прокладка подземных инженерных коммуникаций методом горизонтального направленного бурения» [4]. В нем подробно описывается метод горизонтального направленного

бурения (ГНБ), его применение в строительстве.

В Кривом Роге применение данного метода стало возможным после приобретения ЗАО «Криворожгазстрой» американской установки ГНБ Ditch Witch® JT2020 Mach1. Указанная установка применяется уже несколько лет при проколах газопроводов, водопроводов, канализационных коллекторов под железными и автодорогами, водными препятствиями, а также при строительстве разводящих сетей водопровода, газа.

**Постановка задачи.** Использование метода горизонтального направленного бурения (ГНБ), в отличие от обычных способов прокладки инженерных коммуникаций, исключает необходимость перекрытия проезжей части городских улиц, перекладки существующих коммуникаций, усиления фундаментов зданий и сооружений, дает возможность круглогодичного ведения работ.

ГНБ - многоэтапная технология бестраншейной прокладки подземных инженерных коммуникаций при помощи специализированных мобильных буровых установок, позволяющая вести управляемую проходку по криволинейной траектории, расширять скважину, протягивать трубопровод. Бурение ведется под контролем систем радиолокации и с использованием бентонитовых (полимерных) буровых растворов.

Метод ГНБ относится к бестраншейным способам строительства и подразумевает прокладку коммуникационного трубопровода в подземном пространстве без нарушения дневной поверхности или с минимальным проведением земляных работ (например, при необходимости возведения стартового и приемного котлованов) [1].

Метод ГНБ обеспечивает снижение стоимости и ускорение темпов строительства, дает возможность прокладки коммуникаций под водными и другими преградами.

Областями эффективного применения метода ГНБ является прокладка закрытым способом инженерных коммуникаций различного назначения в условиях плотной городской застройки и наличия преград

Прокладка инженерных коммуникаций по методу ГНБ, как правило, осуществляется в три этапа:

- направленное бурение пилотной скважины по заданной проектом трассе;
- однократное или последовательно-многократное расширение скважины до образования бурового канала, позволяющего протягивать трубопровод проектного диаметра;
- протягивание трубопровода через буровой канал, по направлению от точки выхода бура на поверхность к буровой установке.

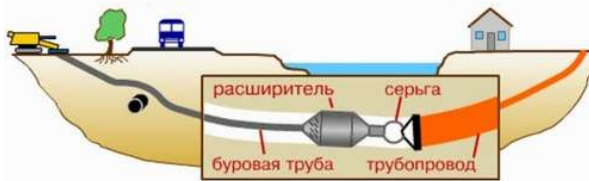
Углы входа скважины в грунт и выхода на поверхность, в зависимости от условий строительства, вида трубопровода и используемого оборудования, как правило, принимаются в пределах 8-20°.

**Изложение материала и результаты.** Установка ГНБ закрепляется на исходной точке вертикальными анкерами и бурильная лопатка с преобразователем, прикрепленная к первой штанге, вращательно-поступательным движением вводится в грунт под углом. В зону бурения под большим давлением по внутреннему каналу буровой штанги и специальным отверстиям в бурильной лопатке подается буровая жидкость, разжижающая грунт и формирующая в нем скважину. Буровая жидкость одновременно является смазкой между грунтом, буровыми штангами и коммуникационным средством, при последующем его затягивании в скважину.

По мере вхождения бурильной лопатки в грунт штанги соединяются между собой при помощи конической резьбы. Оператор установки ГНБ при помощи рычагов управления может изменять вталкивающее усилие и частоту вращения бурильной лопатки. Форма бурильной лопатки позволяет изменять "угол атаки" при бурении. За счет упругой деформации штанг на 90-метровом участке бурения возможно изменение направления бурения на 90°.

Оператор локационной системы во время процесса бурения постоянно отслеживает положение бурильной лопатки. Кроме того, эти данные оперативно передаются на информационный пульт оператора установки ГНБ. Это позволяет вводить плетель буровых штанг в грунт и выводить ее из грунта в расчетном месте с высокой точностью позиционирования.

Возникшие под землей по маршруту бурения препятствия (крупные камни, металлические предметы и т.п.), можно обойти, изменяя "угол атаки" бурильной лопатки. Если обойти препятствие не представляется возможным, вместо бурильной лопатки используют шарошечный бур, которым в препятствии высверливается отверстие.

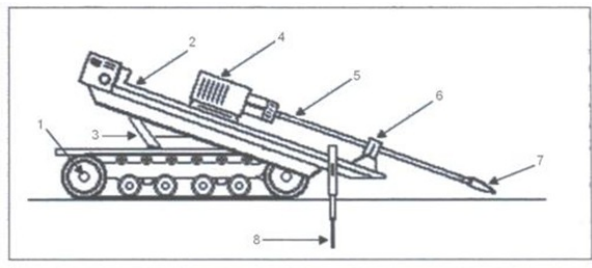


**Рис. 1.** Метод производства работ ГНБ средствами к плети подсоединяется труба, которая затягивается в скважину одновременно с ее расширением.

Диаметр сформированной скважины, как правило, должен быть на 30-50% больше диаметра затягиваемой в нее полиэтиленовой или металлической трубы (коммуникационного средства) без изоляции и, в два раза больше, при затягивании в скважину трубы (коммуникационного средства) в изоляции. При затягивании коммуникационного средства бентонит заполняет пустоты, затвердевает и предотвращает проседание грунта. Проверку целостности изоляции после прокладки коммуникаций производят неразрушающим методом контроля.

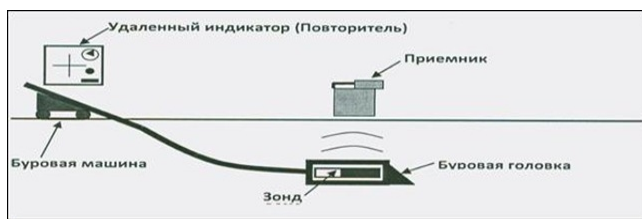
#### Краткое описание установки ГНБ

Основное технологическое оборудование, необходимое для производства работ, включает: буровую установку в комплекте с буровым инструментом, оборудование для приготовления, подачи, регенерации бурового раствора, контрольные радиолокационные системы.



**Рис. 2.** Принципиальная схема самоходной буровой установки ГНБ: 1 – ходовой механизм (чаще гусеничный с кабиной оператора); 2 – буровой лафет (оснащается сменной кассетой со штангами); 3 – гидравлическая система регулировки угла бурения; 4 – приводной механизм вращательного бурения и поступательного движения; 5 – буровая колонна из инвентарных штанг; 6 – гидравлическое зажимное устройство; 7 – буровая коронка; 8 – фиксирующее анкерное устройство (анкерная плита)

К дополнительному оборудованию относятся: доталкиватели труб, усилители тяги, емкости для хранения бурового раствора, шламовые и водяные насосы, технологические трубопроводы и шланги для подачи раствора или воды. Буровая установка является единым комплексом взаимосвязанных механизмов и устройств, обеспечивающих под управлением оператора технологический процесс прокладки трубопровода методом горизонтального направленного бурения, включая передвижение, закрепление на точке бурения, сборку, вращение и подачу буровой колонны, подачу бурового раствора, контроль и корректировку направления бурения, протягивание расширителей и трубопровода.



**Рис. 3.** Схема действия системы подземной локализации в плане, положение буровой головки, гидро-геологические условия, температуру грунта, давление бурового раствора.

Локационная система, как правило, состоит из приемника-локатора, удаленного дисплея (повторителя) и излучателя-зонда, помещаемого непосредственно за буровой головкой. Погрешность измерений должна находиться в пределах 5%.

**Выводы и направления дальнейших исследований.** ГП «ГПИ «Кривбасспроект» в рабочем проекте «Самотечный канализационный коллектор от пр. Metallургов до КНС-10, I этап» применил метод горизонтального направленного бурения установкой Ditch Witch® JT2020 Mach1 с дизельным двигателем 83 л.с., развивающей усилие обратной тяги 8900 кг и крутящий момент 2890 Нм. Данная установка бесшумная, компактная и высокопродуктивная. Минимальный уровень шумов (100 дБ снаружи – мощность звука по ISO-6393) делает установку идеаль-

ним інструментом для роботи в умовах жилої та комерційної застройки. Резинові гусениці зберігають існуюче асфальтове покриття, дерн і зменшують витрати на відновлення робочої площадки.

Вартісні характеристики методів будівництва самотічного колектора в вищевказаному робочому проекті вказані в табл. 1.

Таблиця 1

Сравнительные характеристики стоимостных показателей  
по прокладке самотічного колектора довжиною 1300 м з поліетиленових труб

Номер варіанта	Найменування робіт	Сметна цінність, тис. грн.	Сметна трудо- ємність, тис.чел./ч	Сметна зарплата, тис. грн.	Середній клас робітників
I	Будівництво самотічного каналізаційного колектора Ø400 мм в відкритій траншеї	17012,359	114,028	1575,706	2,9
II	Будівництво самотічного каналізаційного колектора Ø400 мм методом горизонтального направленої буріння	8046,517	43,396	985,493	3,9

Показатель единичной стоимости: а - в відкритій траншеї - 13086,43 грн.; б - метод горизонтального направленої буріння - 6189,63 грн

Метод горизонтального направленої буріння в 2 рази дешевше і ефективніше будівництва колектора відкритим способом.

Застосування технології горизонтального направленої буріння дозволяє знизити: ціну будівництва трубопроводів за рахунок скорочення термінів робіт витрати на залучення додаткової робочої сили та важкої землеробної техніки зменшує ризик виникнення аварійних ситуацій виключає необхідність відновлення пошкоджених ділянок доріг, зелених насаджень.

#### Список літератури

1. МГСН 6.01-03 Безстороння прокладка комунікацій з використанням мікротоннелепроходчих комплексів та реконструкція трубопроводів з використанням спеціального обладнання.
2. СП-40-102-2000 Проектування та монтаж трубопроводів систем водопостачання та каналізації з полімерних матеріалів. Загальні вимоги.
3. Будівельні норми та правила. «Каналізація. Наружні мережі та споруди». СНиП 2.04.03-85. Державний комітет СРСР з питань будівництва. Москва 1986. 72 с
4. Стандарт Національного об'єднання будівельників «Прокладка підземних інженерних комунікацій методом горизонтального направленої буріння»
5. Стандарт організації України «Машина для прокладки трубопроводів методом горизонтально направленої шнекової буріння» (СОУ Д.2.7-31297444-001:2011). Рукопис надійшов до редакції 18.02.13

УДК 65.011.3.001.8

О.В. ГНЕННА, аспірантка, ДВНЗ «Криворізький національний університет»

### АНАЛІЗ НАУКОВИХ РОБІТ ВИДАТНИХ ВЧЕНИХ ЩОДО МЕТОДОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ НА ВИРОБНИЦТВІ

Розглянуто основні питання, які необхідні при обробці та узагальненні інформації в управлінні ризиками від травматизму. Виділено головні функції та заходи даних методик. Зосереджено увагу на перевагах використання різних видів ризику. Приведено терміни ризику та їх сутність. Розглянуто причини виникнення ризику, їх визначення. Наведено показники рівня ризику та його здатності до наслідків травматизму.

Ключові слова: методологія управління ризиками, виробничий травматизм, система управління охороною праці, ризиковані ситуації, джерело ризику, оцінка ризику, ризик безпеки, технологія, трудова діяльність.

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями:** Роботодавці відповідно до ст. 13 Закону України «Про охорону праці» зобов'язані створювати умови праці які повинні відповідати нормативно-правовим актам, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці. [1] Тому на сьогоднішній день підтримка та економічне стимулювання безпечних умов праці в Україні є великою соціальною