

ЛЕКЦІЯ 5

ЗВЕДЕННЯ ПІДЗЕМНИХ СПОРУД ЗАКРИТИМ СПОСОБОМ

Зміст

5.1 Загальні відомості. Прокладання підземних комунікацій способом проколу, продавлювання, горизонтального шнекового буріння.

5.2 Влаштування підземних споруд способом щитової проходки.

5.3 Влаштування комунікацій способом горизонтально спрямованого буріння (ГСБ)

5.1 Загальні відомості. прокладання підземних комунікацій способом проколу, продавлювання, горизонтального шнекового буріння

Влаштування підземних комунікацій супроводжується комплексом земляних робіт. Однак досить складно та не завжди економічно ефективно виконувати роботи з розроблення ґрунтів відкритими способами. Такі роботи в умовах міського середовища або на території діючих підприємств чи установ пов'язані з низкою супутніх витрат. Це необхідність збереження діючих, розташованих у зоні виконання робіт, інженерних комунікацій, споруд, схем підземного та наземного транспорту, контактної та освітлювальної мережі розбирання, а потім відновлення покриттів значних площ, доріг, упорядкованих територій. Тому в практиці будівництва при прокладанні трубопроводів, інших мереж під полотном доріг, під будівлями і спорудами тощо, використовують безтраншейні (закриті) способи виконання робіт.

Безтраншейне прокладання комунікацій залежить від їхнього діаметра, довжини, геолога-гідрологічних та інших територіальних та експлуатаційних умов і через це може здійснюватися одним з таких способів:

- проколом;
- продавлюванням;
- горизонтальним бурінням;

– щитовою проходкою.

Способом проколу влаштовують шурфи діаметром 100-500 мм і довжиною до 50-80м за рахунок радіального ущільнення ґрунту при вдавлюванні в нього труби з конічним наконечником (рис. 5.1). Вдавлювання здійснюється гідравлічним домкратом. Швидкість проходки становить 10-12м за зміну. Прокол застосовується для прокладання труб малих і середніх діаметрів (не більше ніж 400-500 мм) у глинистих і суглинкових (зв'язних) ґрунтах. Обмеження діаметра прокладання труб зумовлено тим, що при цьому способі масив ґрунту проколюють трубою, оснащеною наконечником, без видалення ґрунту зі свердловини, внаслідок чого потрібні значні зусилля.

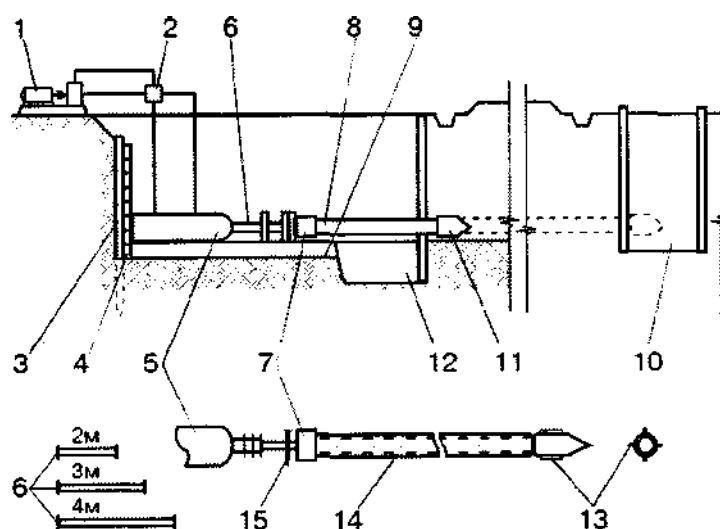


Рисунок 5.1 - Схема влаштування проколу: 1 - насос високого тиску; 2 – золотниковий перемикач; 3 - пальова стінка; 4 - упор із шпал; 5 - гідродомкрат; 6 – подовжувальні патрубки; 7 - наголовник; 8 - труба, що вдавлюється; 9 - напрямна рама; 10 – приймальний котлован; 11 – наконечник; 12 – прямокутний отвір для нарощування труб; 13 – відкривач конічної насадки; 14 – внутрішній і зовнішній шомполи; 15- стрижень.

Проколи виконуються із застосуванням натискних насосно-домкратних установок, що складаються з одного або двох спарених гідравлічних домкратів із зусиллям до 200 тс. кожен, змонтованих на загальній рамі. Штоки домкратів мають великий вільний хід (до 1,15-1,3 м). Раму з домкратом і гідравлічним насосом високого тиску - до 30 МПа (300 кгс/см²) - встановлюють на дні робочого котловану, з якого виконується прокол ґрунту

(рис. 5.2). Трубу вдавлюють циклічно шляхом переключення домкратів на прямий та згодом - зворотний хід. Тиск домкрата на трубу передається через наголовник змінними натискними подовжувальними патрубками, шомполами або затискувальними хомутами.



Рисунок 5.2 - Установка для прокладання комунікацій методом проколу

Спосіб продавлювання передбачає послідовне вдавлення в ґрунт ланок труб. Згодом усередині труб ґрунт розробляється і віддаляється шнеком. Після розроблення ґрунту на ділянці труба нарощується новою ланкою, що приварюється до неї і продавлювання продовжується (рис. 5.3).

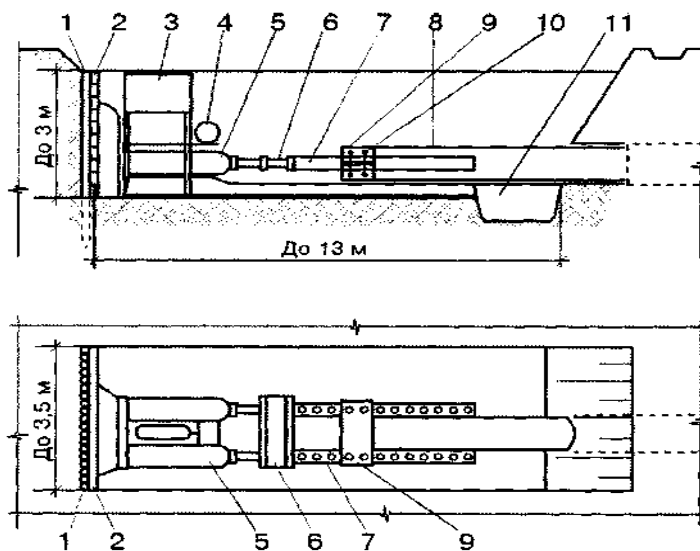


Рисунок 5.3 - Схема влаштування закритої проходки продавлюванням:
 1 - пальова стінка; 2 - упор з шпал; 3 - бак для пального; 4 - насос високого тиску; 5 - гідродомкрати; 6 - подовжувальні патрубки; 7 - внутрішній і зовнішній шомполи; 8 - труба, що прокладається; 9 - наголовник; 10 - штир; 11 – прямок для нарощування труб

Діаметр труб становить 700-1800 мм, довжина проходки - до 100 м, середня швидкість - 15-30 м за зміну. Основним обладнанням при проколюванні і продавлюванні труб є напрямні рами, гідравлічні домкрати, натискні патрубки, шомполи, наконечники, ґрунтозабірні ковші, пневмопробійники, насоси, компресори і т. п

Даний вид проколу виконується таким чином:

1) У початковий прямик поміщається установка спрямованого буріння, що складається з рами з гідроциліндрами, які рухають каретку з буровою колоною - з'єднаними між собою штангами.

2) Першою в каретку встановлюється штанга із робочою головою у вигляді гострого конуса. За допомогою олії (бензинового двигуна з масляними насосами) гідроциліндри під зусиллям вдавлюють першу штангу в стінку прямока.

3) Після того як більшість першої штанги зникла в ґрунтовій товщі, каретку за допомогою гідроциліндрів відводять назад. До кінця штанги за допомогою різьбового з'єднання прикручують наступну, закріплюють її в каретці та повторюють процес продавлювання.

4) При появі робочої головки першої штанги бурової колони у фінальному прямку її знімають, встановлюють пристосування для кріплення та протягування труби.

5) Витягуючи закріплену до першої штанги трубу, здійснюють її прокладання в пробуреному таким способом каналі (футлярі).



Рисунок 5.3 - Схема влаштування закритої проходки продавлюванням

Спосіб горизонтального шнекового буріння (ГШБ) передбачає буріння свердловини спеціальною трубою з видаленням ґрунту з її середини. Кінець труби, оснащений ріжучою коронкою, дає змогу розроблювати ґрунт. Поступальний рух забезпечується рейковим домкратом. Горизонтальне буріння передбачає випереджальне розроблювання ґрунту в забої з влаштуванням свердловини в ґрунті більшого діаметра, ніж труба, що прокладається.

Установка горизонтального буріння (рис. 5.4) складається з двигуна внутрішнього згоряння (8), механічної або гідромеханічної трансмісії (10), тягової лебідки (7), труби-кожуха (12) і шнека (13) з фрезерною буровою головкою (1) для розробки горизонтальної свердловини. Труба-кожух спирається на направляючі візки (14) розміщені на дні траншеї, з якої ведеться прохідка.

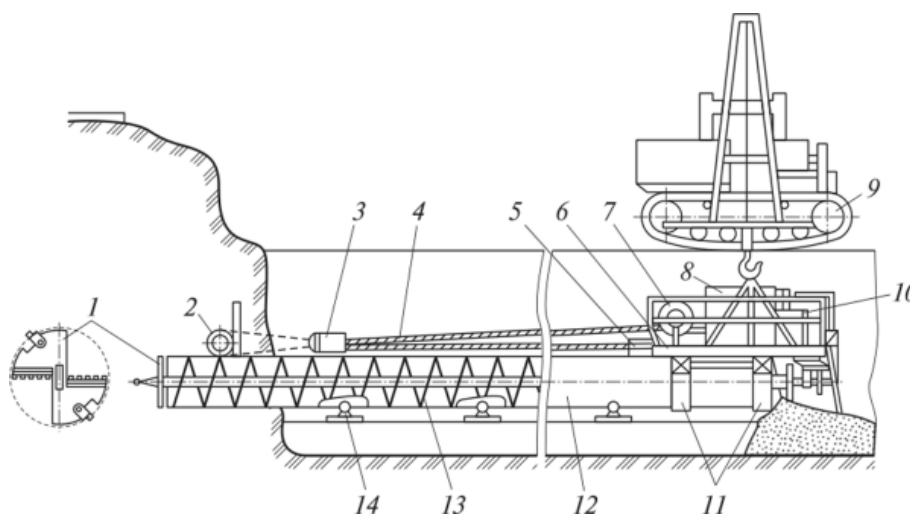


Рисунок 5.4 - Схема закритої проходки способом горизонтального буріння.

Установку утримує від перекидання та повороту супроводжуючий кран-трубоукладач (9), який пересувається вздовж траншеї зі швидкістю, що дорівнює швидкості подачі машини в забій. Двигун з механізмами приводу тягової лебідки і гвинтового конвеєра монтують на загальній рамі (6), встановленої на задньому кінці труби-кожуха, що прокладається, за допомогою змінних стяжних хомутів (11). Подачу установки при бурінні

свердловини забезпечують тяговий лебідкою з тяговим зусиллям до 80 (2... 10). Рухлива обойма (3) тягового поліспада вмонтована в передню частину рами, а нерухома 5, орієнтована по осі траншеї, кріпиться шарнірно до якоря (2), заробленого в ґрунт насипу.

Згодом у влаштовану свердловину протягується чи проштовхується трубопровід (рис. 5.5). Цим способом можна влаштовувати підземні переходи трубопроводів діаметром до 1830 мм на довжину 70- 800 м зі швидкістю буріння до 25 м/год при масі установок 0,29-10,3 т.

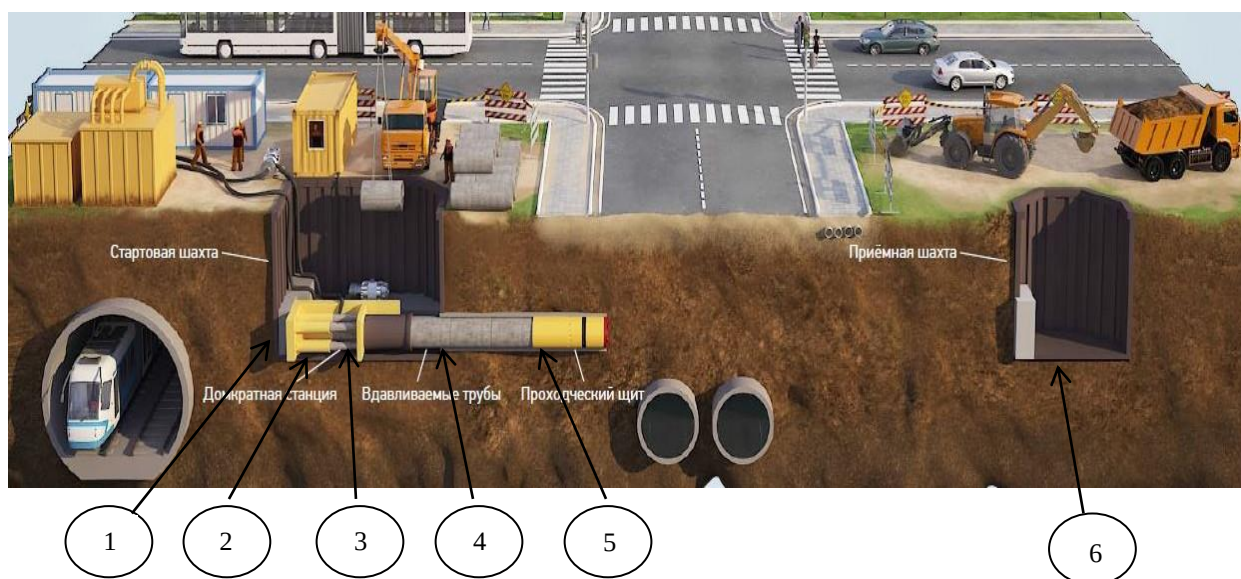


Рисунок 5.5 - Принципова схема прокладання труби способом протягування (проштовхування) установкою шнекового буріння: 1 - шпунтове огороження котловану; 2 - робочий (стартовий) котлован; 3 - установка шнекового буріння; 4 – труби, що прокладають (кожух та згодом - робоча); 5- шнек; 6 – приймальний котлован.

У сучасних установках використовують механічне розроблення ґрунту різальною голівкою з безперервним видаленням бурового шламу із забою шнеком. Процес розроблення ґрунту та його транспортування поєднують з одночасним прокладанням обсадної труби. Діаметр свердловини, в яку просовують обсадну трубу, приймають на 30 - 70мм більшим від її зовнішнього діаметра, завдяки чому між стінкою свердловини і обсадною трубою забезпечують певний зазор для полегшення її просування.

Горизонтальне буріння виконують між стартовим (робочим) і фінішним (приймальним) котлованами, які виконують до початку робіт. У стартовому котловані влаштовують консольний анкер біля стінки, протилежної бурінню. На дно стартового котловану монтують металеві блоки рейок з поперечними сегментами для підтримання обсадної труби. Рейки мають гнізда-упори для гідростояків бурової установки, якими переміщуватимуть бурову установку в сторону буріння. Зворотний рух бурової установки забезпечує лебідка установки, трос якої закріплено на анкері. Довжина котловану, в якому може переміщатись установка, визначається її довжиною і довжиною ланки обсадної труби зі шнеком або штангою всередині і зазором для влаштування з'єднань обсадної труби і шнека. Між буровою установкою і стінкою котловану, в якій необхідно бурити свердловину, укладають першу ланку обсадної труби зі шнеком і ріжучою головкою. Розпочинають буріння з повільним поступальним рухом установки з буровою колоною в напрямку забою. При цьому зуби ріжучої головки руйнують ґрунт, який захоплюється шнеком і виноситься обсадною трубою до спеціального отвору в буровій установці до котловану з боку рейкового шляху установки. Вибурений шлам з котловану видаляють екскаватором у місце відвалу або на вантажний автомобіль. На рис. 5.6 показано механізми для влаштування горизонтальних свердловин. Однак спосіб цей недостатньо ефективний в обводнених і сипучих ґрунтах.

На одному з об'єктів у м. Києві при влаштуванні каналізаційної мережі під Кільцевою дорогою було використано спосіб горизонтального шнекового буріння. Згідно з розробленим проектом виконання робіт (ПВР), технологічний процес передбачав такі будівельні процеси та вказівки до них:

- 1) виконати комплекс підготовчих робіт відповідно до вказівок бюджетплану. Виконати оснащення меж захватки огорожею, установленням пожежного щита, попереджувальних покажчиків. Обладнати майданчик приймання та транспортування будівельних матеріалів, конструкцій. Підключити тимчасову лінію електроживлення електроінструменту від

мобільного генератора. Виконати заземлення всіх інструментів, приладів, оснастки. Температура зовнішнього повітря має бути не нижчою ніж $+5^{\circ}\text{C} \dots +30^{\circ}\text{C}$. Погода - суха. Виконати огороження ділянки захватки.



Рисунок 5.6 - Загальний вигляд установки для горизонтального буріння.

2) влаштувати шпунтову огорожу котлованів у місцях розташування робочого та приймальних котлованів. Шпунт виконати зі сталевих двотаврових балок № 36 із збіркою з обрізаних дощок товщиною 40 мм. Занурення балок шпунтової огорожі виконати за допомогою установок для віброзанурення типу «Байер». Влаштування шпунту виконати способом «з коліс».

3) розробити ґрунт робочого та приймального котлованів у місці розташування колодязів. Роботи виконувати екскаватором типу JCB-160. Ґрунт розроблювати з навантаженням на автотранспорт для вивезення. Розроблення ґрунту котловану виконувати з кріпленням стінок котлованів дощатою забіркою. Якщо появиться ґрунтова вода, влаштувати зумпф на дні котловану та відкачувати її за допомогою насоса типу «Грундфос». Ґрунтову воду скидати по рельєфу в існуючу дощову каналізацію. Увага: поблизу існуючих мереж роботи виконувати тільки вручну. На вказаній ділянці звільнити від Ґрунту мережі електропостачання, газопостачання, тощо та загородити їх захисними коробами. Такі заходи забезпечать цілісність діючої мережі та безпеку виконання робіт з реконструкції водоводу. На період влаштування захисного коробу електрокабелів живлення електромереж

вимкнути;

4) облаштувати приймальний котлован будівельними засобами та пристосуваннями для прокладання трубопроводу каналізації. Розміри робочого котловану в плані - 8 (довжина) x 4 x 7 м. Довжина котловану зумовлена укладанням склопластикових труб, що проштовхуються в існуючий трубопровід, довжиною 6,0 м.;

5) прокладати склопластикову трубу каналізації $D = 600$ мм із замковими з'єднаннями закритим способом за допомогою установки шнекового буріння типу WPS-100. З робочого котловану (в місці розташування колодязя) труба прокладається в напрямку наступного колодязя. У процесі робіт в свердловину вдавлюється технологічний футляр (кожух) зі сталеві труби $D = 800$ мм, а згодом проштовхується склопластикові труба каналізації. Після прокладання труби порожнини між футляром та трубою каналізації заповнити цементно-піщаним розчином шляхом ін'єктування під тиском. Ланки труб подаються в робочий котлован автокраном КС-4572. Нову трубу прокладати окремими ланками (довжиною 6,0м), які нарощуються в робочому котловані. Склопластикові труби нарощуються стикуванням їх замковими з'єднаннями. Забезпечити можливість вільного ковзання труби в футлярі (кожусі). Для цього на трубу надіти спеціальні напрямні.

За вказаною технологією було влаштовано каналізаційну мережу з високою ефективністю та без обмеження руху на пожвавленій автотрасі. Варіанти прокладання комунікацій способом продавлювання мають досить широкий спектр застосування механізмів та матеріалів. В якості обсадної труби можуть влаштовуватись (продавлюватись) як металеві, так і залізобетонні труби (рис. 5.7).

Продавлювання дуже схоже на прокол, однак різниця полягає в тому, що воно здійснюється відкритим кінцем труби. В результаті трубу дістають та прибирають із неї земляний стовп.

Для створення достатнього зусилля у цьому випадку використовують гідравлічні домкрати. Їх встановлюють симетрично з усього перерізу труби.

Ґрунти, в яких можна проводити ці роботи, відносяться до I-IV груп (глина, суглинок, піски тощо). Діаметр труб, які можна використовувати за такого методу, варіюється від 600 до 1720 мм. Відстань прокладки, як правило, не перевищує 100 м.



Рисунок 5.7 - Прокладання комунікацій вдавлюванням залізобетонних труб

5.2 Влаштування підземних споруд способом щитової проходки

Спосіб щитової проходки призначений для влаштування колекторів, тунелів. Цей спосіб широко застосовується при будівництві колекторів у великих містах, на території діючих підприємств чи інших об'єктів, що експлуатуються. Його використовують широко у країнах Європи, в США, Японії. Важливою особливістю цієї технології є висока точність проходки і постійний контроль за її траєкторією. Ріжуча частина металевого круглого щита вдавлюється домкратом у ґрунт. Після цього всередині щита розробляються і видаляється ґрунт, а по периметру тунелю встановлюють обкладку з металевих або залізобетонних тубінгів. Для подальшого переміщення металевого щита домкрати упирають в обкладку. Після часткової проходки за обкладку під тиском подається цементний розчин і зачеканюються шви. Верхня частина металевого щита виконується дещо

довшою від нижньої для того, щоб не обвалювався ґрунт. Щитовий і штольневий способи застосовуються, якщо необхідно влаштувати переходи трубопроводів, колекторів і тунелів значних діаметрів і довжини.

Із застосуванням механізованого щита (механізованого прохідницького комплексу) для влаштування підземних споруд – тунелів прискорюється їхнє спорудження в 5 разів порівняно зі щитовою проходкою. Механізований щит - це спеціальний прохідницький комплекс, що включає корпус і щитові домкрати (рис. 5.8).

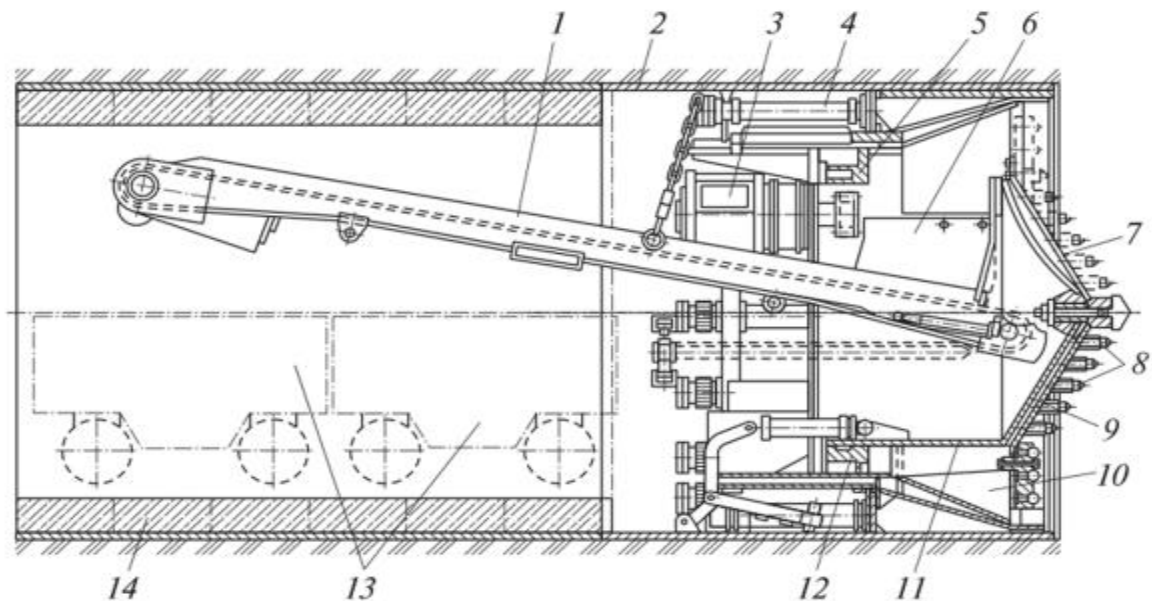


Рисунок 5.8 – Механізований прохідницькі щит діаметром 2,56 м з роторним робочим органом, що складається з роторної частини і неповоротного циліндра 1 - стрічковий конвеєр-перевантажувач; 2 - корпус щита; 3 - електродвигун; 4 - гідравлічні домкрати; 5 - зубчастий вінець; 6 - приймальне вікно; 7 - передній конус; 8 - змінні різці; 9 - неповоротний циліндр; 10 - спіральні лопатки; 11 - неповоротний циліндр; 12 - напрямні вздовж осі щита; 13 – візки; 14 - кільце обробки.

Корпус щита складається з ножової опорної та хвостової частин. Ножова частина (кільце) забезпечує зрізування породи і заглиблення щита в гірський масив. Діаметр ножової частини становить близько 6,0-20,0 м. Загальна довжина прохідницького комплексу може досягати 200,0 м. Опорна частина корпусу (опорне кільце) створює необхідну жорсткість і міцність усієї конструкції. У хвостовій частині розміщений пульт управління щитом і

виконуються роботи з монтажу тунельного оброблення.

У ножовому кільці розробляється і вибирається ґрунт. Потім гідравлічні домкрати, розташовані в задній частині опорного кільця, вдавлюють щит на місце вибраного ґрунту, при цьому упором для домкратів, розташованих по колу корпусу щита, слугує уже готова ділянка оброблення. Потім домкрати прибирають, а ділянку позаду опорної частини щита зміцнюють спеціальними сталевими або залізобетонними елементами - тубінгами, які й оброблюють тунель при щитовій проходці. При наступному кроці, після вибірки чергової порції ґрунту, домкрати, спираючись на тільки що встановлені тубінги, штовхають щит далі. Таким чином, щит, який являє собою, по суті, пересувне металеве кріплення, не дає обрушитися ще не укріпленим ділянкам виробки. Сучасні щити за один день проходять 4-6 м тунелів або 250-300 м в місяць.

Будівництво тунелів за допомогою прохідницьких щитів набуло поширення, особливо при прокладанні тунелів метрополітену та залізниць у містах.

Значне поширення отримали механізовані тунелепрохідницькі комплекси фірми «Херренкнехт» (Німеччина) і канадської «Лаваті» при будівництві тунелів метро. Аналогічно наведеним вище способам влаштовується монтажна (стартова) і приймальна демонтажні шахти. У монтажній шахті виконується монтажна (стартова) і приймальна демонтажної шахти. У монтажній шахті виконується монтаж обладнання і підготовка тунеліпрохідницького комплексу облаштування будівельного майданчика елементами будівельного господарства (рис.5.9). У процесі роботи комплексу всі операції виконуються автоматично. Контроль напрямку проходки здійснюється за допомогою комп'ютеризованого обладнання. Остаточні роботи із влаштування тунелю завершуються після виходу тунеліпрохідницького комплексу в приймальну (демонтажну шахту).



Рисунок 5.9 - Влаштування споруди тунелю тунелепрохідницьким комплексом

Найбільше застосування в тунельному будівництві знайшов метод встановлення лазерного приладу (1) і контрольних марок (3) на стовпах або стінах збудованої ділянки тунелю (рис. 5.10).

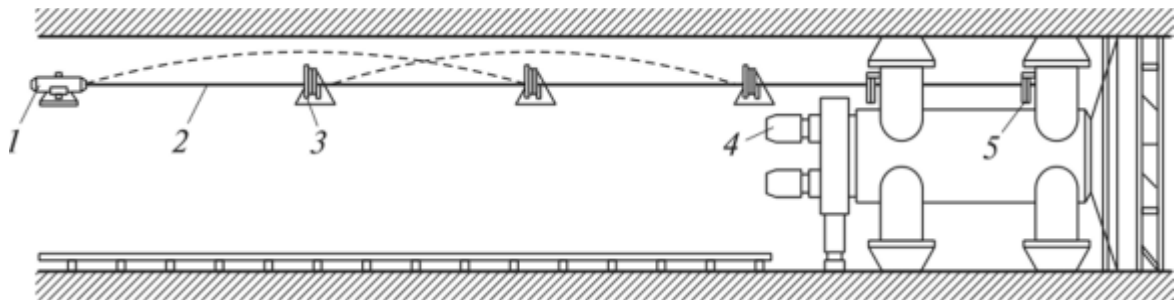


Рисунок 5.10 - Управління роботою прохідницького щита з лазерного променя

Лазерний пучок (2) проектується на приймальний пристрій (5), закріплений на прохідницькому щиті (4). При цьому він проходить дві діафрагми в контрольних марках, одна з яких розташована на стіні, а інша на найближчому до випромінювача кінці прохідницького щита. Перед початком роботи лазерний пучок проходить через дві діафрагми, положення яких визначено геодезичним шляхом і відповідає поздовжній осі щита, і наводиться на центр приймального пристрою, що знаходиться на машині. При переміщенні прохідницького щита під час роботи в заданому напрямку пучок повинен потрапляти до центру приймального екрана, а при зміні

напрямку подаються світлові та звукові сигнали та здійснюється коригування роботи машини. Повернення руху машини на заданий курс проводиться або машиністом шляхом включення пристрою, що коригує, або автоматично за допомогою керуючої мікро ЕОМ.

Робота лазерного випромінювача з приймальним пристроєм можлива на відстані до 600 м. Після переміщення прохідницького щита певну відстань відбувається перестановка контрольних марок, та був і лазерного приладу.

При проходженні криволінійних ділянок тунелів додатково використовують підсилювач випромінювання та призми розгортки променя, що забезпечують відхилення його на заданий кут повороту тунелю.

5.3 Влаштування комунікацій способом горизонтального спрямованого буріння (ГСБ)

Останніми роками великого поширення набула технологія безтраншейного прокладання трубопроводів способом *горизонтально спрямованого буріння (ГСБ)* (рис. 5.11).



Рисунок 5.11 - Схема прокладання трубопроводу способом горизонтально спрямованого буріння: **1** - бурова установка; **2** - бурова штанга; **3** - бурова головка; **4** - радіолокація положення бурової головки; **5**- розширювач ґрунту; **6** - буровий канал; **7** - труба, що затягується; **8** – вертлюг.

Суть методу полягає в бурінні пілотної свердловини по трасі трубопроводу, який прокладається, з подальшим зворотним проходженням розширювача для збільшення діаметра свердловини. Після влаштування свердловини трубопровід прикріплюється до розширювача і протягується до початкової точки буріння. Буріння свердловини проводиться спеціальними установками (рис. 5.12), що формують криволінійну свердловину будь-якої заданої конфігурації в горизонтальній і вертикальній площинах. Керування буровим інструментом і визначення його місцезнаходження здійснюється електронною системою локації (трасошукачем) або керуючим комп'ютером з пульта управління установки.

Діаметр трубопроводів, які прокладаються цими способом, становить 100-1200 мм., Відстань прокладки - 50-1400 м. Матеріал – поліетиленові або сталеві труби. Термін експлуатації труб - 50-100 років.



Рисунок 5.12 – Прокладання комунікацій проводиться спеціальними установками горизонтально-спрямованого буріння (ГСБ)

До початку здійснення робіт виконується комплекс підготовчих заходів. Облаштовуються місця розташування установки ГСБ, технологічного обладнання, складських площ, інших елементів будівельного господарства. Підготовка здійснюється як стартового, так і приймального майданчиків. Проводиться вимір довжини бурової траси, протяжність свердловини та її максимальної глибини від поверхні землі для правильного вибору марки установки ГСБ і режимів виконання робіт.

Роботи з буріння і протягування трубопроводу в буровий канал виконуються в такій технологічній послідовності (табл.5.1):

1) *підготовчі роботи*. Проводиться облаштування стартового котловану для бурового входу і ями для тимчасового зберігання використовуваної бурової суміші. ГСБ устатковується в точці буріння, закріплюється анкерними стояками і фіксується стійкими пристроями, розрахованими на подвійне зусилля, яке може розвинути установка;

2) *буріння пілотної свердловини* (табл. 5.1, а) здійснюється за допомогою породоруйнівного інструменту - бурової головки зі скосом у передній частині і вбудованим випромінювачем. Бурова головка сполучена за допомогою полого корпусу з гнучкою приводною штангою, що дає змогу управляти процесом улаштування пілотної свердловини і обходити виявлені перешкоди в будь-якому напрямку в межах природного вигину робочої нитки. Контроль за місцем розташування бурової головки здійснюється за допомогою приймального пристрою локатора, який приймає і обробляє сигнали вбудованої в корпус бурової головки передавача. На моніторі локатора відображається візуальна інформація про місцезнаходження, ухил, азимут бурової головки. Ці дані є визначальними для контролю відповідності траєкторії споруджуваного трубопроводу проектній та мінімізують ризик зламу робочої нитки. Влаштування пілотної свердловини завершується виходом бурової головки в заданій проектом точці (в приймальному котловані);

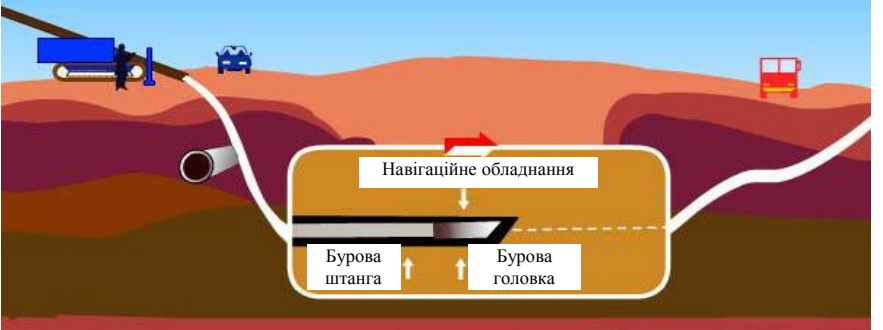
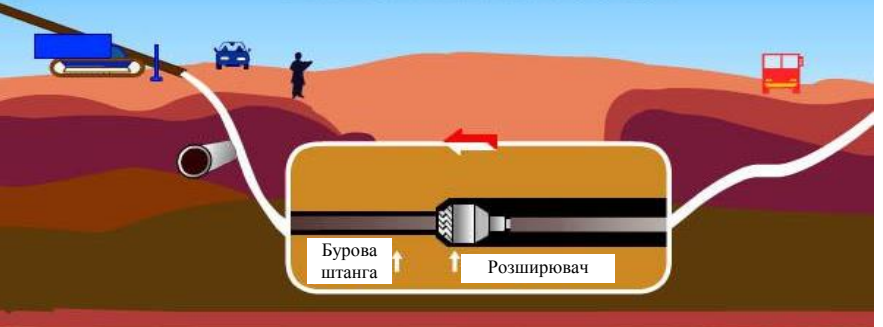
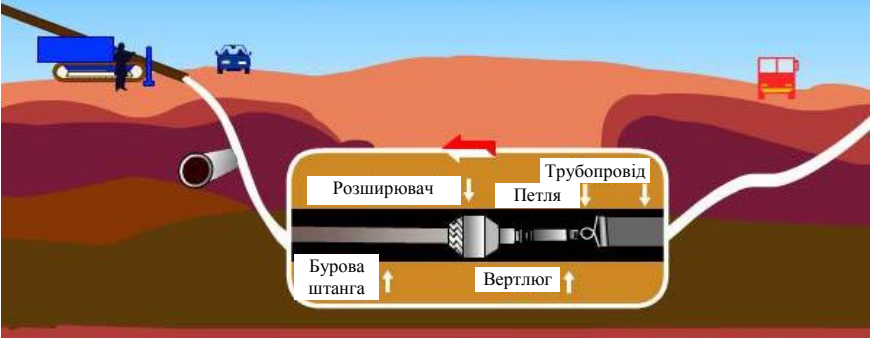
3) *розширення влаштованої свердловини* (табл 5.1, б) здійснюється

після завершення пілотного буріння. Бурова головка від'єднується від бурових штанг і замість неї приєднується ример - розширювач зворотної дії-внаслідок прикладення тягового зусилля з одночасним обертанням. Ример протягається через створ свердловини в напрямку бурової установки, розширюючи пілотну свердловину до необхідного для протягування трубопроводу діаметра. Для забезпечення безперешкодного протягування трубопроводу через розширену свердловину її діаметр повинен на 25-30% перевищувати діаметр трубопроводу;

4) *протягування труби в буровий канал* (табл. 5.1, в). На протилежній від бурової установки стороні свердловини (на приймальному майданчику) розташовується готове плетиво трубопроводу. До переднього кінця петлі кріпиться оголовок з вертлюгом і римером, які сприймають тягове зусилля. Вертлюг обертається з буровою ниткою і римером і в той же час передає обертальний рух на трубопровід. Таким чином, бурова установка зтягує в свердловину плетиво трубопроводу, що протягується. У протягнуту трубу вставляється розпирний ніпель або надівається захисний оголовок. З'єднання з розширювальною насадкою здійснюється за допомогою вертлюга. Для цього тягова насадка вертлюга вставляється у вилкову головку розширювача так, щоб отвори збігалися. Задня тягова насадка вертлюга з'єднується з вилючною головою тягової насадки-штекера, після чого кріпиться до вилкової головки розпирного ніпеля. Для захисту вертлюга від потрапляння бруду та запобігання гальмівного ефекту рекомендується при протягуванні трубопроводу використовувати відрізок поліетиленової труби. При сприятливих ґрунтових умовах і відносно невеликих відстанях буріння, розширювати свердловину можна з одночасним зтягуванням труби.

Найважливішим чинником ефективного застосування технології горизонтально спрямованого буріння (ГСБ) є використання на всіх етапах виконання робіт високоякісних бурових розчинів. Буровий розчин - це суміш води і спеціальних добавок, співвідношення й концентрація яких визначається відповідно до типу ґрунту та умовами буріння.

Таблиця 5.1 - Технологічна послідовність горизонтально спрямованого буріння.

Найменування процесу	Схема виконання робіт
а) пілотне буріння свердловини	
б) попереднє розширення свердловини	
в) протягування труби в буровий канал	

Основними інгредієнтами бурового розчину є спеціальні глини - бетоніти і полімери. Крім цього, використовуються добавки для поліпшення хімічного складу води, запобігання налипанню ґрунту на буровий інструмент і штанги.

Призначення бурової суміші:

- створювати міцні конструкції стінок бурового каналу;
- охолоджувати й змащувати ріжучий інструмент;
- видаляти ґрунт із свердловини;
- формувати міцні стінки пілотної свердловини (бурового каналу) і тим

самим запобігати обвалу від тиску навколишнього ґрунту;

- створювати надлишковий тиск всередині пілотної свердловини і тим самим запобігати просочуванню ґрунтових вод у буровий розчин;
- зменшувати зусилля протягування трубопроводу.

Для безтраншейного прокладання трубопроводів, кабелів та інших підземних комунікацій широко використовують установки горизонтально спрямованого буріння: «Naviqator Д7х11а» фірми Vermeer (США); «Grundodrill 15X» - фірми Tructo-Technik (Німеччина) та інші. Це обладнання постійно вдосконалюється. Широке використання ГСБ зумовлене можливістю проходження підземних комунікацій під будинками, тунелями, фундаментами будівель, руслами річок

ГСБ має ряд переваг порівняно з відкритим способом прокладання:

- при безтраншейному прокладанні трубопроводів в умовах обмеженого простору, де немає можливості застосовувати землерийну техніку, роботи виконуються без руйнування дорожнього полотна і насипу та ін.;
- відпадає необхідність у розробленні ґрунту котлованів для розміщення в них обладнання, оскільки установка ГСБ працює з поверхні землі;
- при формуванні свердловини використовується буровий розчин, завдяки якому зміцнюються стінки свердловини, забезпечується збереження положення ґрунтових порід, у цілому ущільнюється ґрунт;
- немає ударних навантажень - буріння свердловини виконується обертовим рухом, з плавним перемішуванням бурового розчину і розробленого ґрунту;
- забезпечується збереження ізоляції трубопроводу, який вкладається немає небезпеки механічного пошкодження фундаментів, полотна залізничних колій або автомобільних доріг, тому що буріння свердловини кероване, похибка становить 3-10 см від проектного профілю;
- немає небезпеки механічного пошкодження фундаментів, полотна залізничних колій або автомобільних доріг, тому що буріння свердловини

кероване, похибка становить 3-10 см від проектованого профілю;

- • скорочуються терміни виконання робіт у 5 разів і більше порівняно з відкритим способом.

Основні чинники, що обмежують можливості застосування способу горизонтально спрямованого буріння: великоуламкові ґрунти з включенням валунів і гальки; ґрунти піщані, глинисті і гравелисті (з вмістом гравію понад 30%).

Процес прокладення підземних інженерних комунікацій способом горизонтально спрямованого буріння передбачає також вхідний, операційний та приймальний контроль якості робіт.

Через вхідний контроль мають пройти всі матеріали і вироби, що надходять на об'єкт (труби, деталі і вузли трубопроводів, компоненти бурових розчинів, технологічне устаткування, зварювальні, ізоляційні видаткові матеріали).

Операційний контроль включає такі етапи:

- контроль виконання підготовчих робіт;
- контроль складу та якості бурового розчину;
- контроль буріння пілотної свердловини;
- контроль розширення свердловини.

У процесі підготовчих робіт із застосуванням геодезичних приладів, має виконуватись інструментальний контроль відповідності проектній документації:

- розбивних осей прокладення і положення існуючих споруд, комунікацій, перешкод;
- початкового кута буріння;
- контроль якості бурового розчину та коригування його складу в процесі робіт, при зміні гідрогеологічних умов.

У процесі буріння пілотної свердловини, за показниками приладів бурової установки слід вести контроль таких технологічних параметрів:

- зусилля подачі бурової колони в забій;

- швидкість обертання бурового інструмента;
- тиск і витрата бурового розчину;
- лінійна швидкість буріння.

Після завершення проходки пілотної свердловини слід провести контроль відповідності фактичних координат відмітки виходу бурового інструмента проектним. При зафіксованих відхиленнях профілю і відмітки виходу пілотної свердловини від проектного положення подальші роботи із влаштування підземного переходу методом ГСБ допускається продовжувати тільки після узгодження фактичного профілю авторським наглядом проектною організацією та замовником.

У процесі розширення пілотної свердловини за показниками приладів бурової установки слід вести контроль таких технологічних параметрів:

- тягове зусилля та швидкість протягання розширника;
- крутильний момент;
- сила подачі й витрата бурового розчину.

Необхідно візуально контролювати наявність циркуляції й визначати щільність розчину, що виходить зі свердловини.

Приймальний контроль при здачі виконаних робіт має виявити ступінь відповідності проекту пробуреної методом ГСБ підземної свердловини та її фактичне планове й висотне положення.

За результатами приймального інструментального контролю і випробувань виконавець робіт із ГСБ повинен підготувати виконавче креслення (схематичний план і поздовжній профіль), що відображає планово-висотне положення, і технічні характеристики виконаної свердловини.

При виконанні робіт з прокладання мереж та влаштування споруд закритими способами слід дотримуватись вимог безпеки праці. До виконання бурових робіт слід допускати осіб, що мають відповідну кваліфікацію, вивчили та освоїли на практиці основні прийоми і способи безпечного виконання робіт. На бурових установках слід вивішувати інструкції, що привертають увагу обслуговуючого персоналу на особливо небезпечні дії,

результатом яких може бути травматизм людей. Необхідно регулярно проводити інструктаж з правил безпеки та перевірку знань цих правил працівниками.

Електропроводи на бурових установках повинні бути захищені від механічних пошкоджень, а також мати вологостійку ізоляцію. Металеві частини машин і механізмів з електроприводом, електродвигуном пускових апаратів мають бути заземлені

Під час роботи забороняється: ремонтувати механізми, закріплювати які-небудь частини, чистити, змазувати рухомі частини вручну або за допомогою пристосувань, які не призначені для цих цілей, а також наносити удари по буровій установці або її частинах; гальмувати механізми, скидати, натягувати або послаблювати ремінні, клиноремінні або ланцюгові передачі, направляти канат на барабан лебідки руками або за допомогою ломів, важелів та інших інструментів; входити за огороду.

Забороняється присутність сторонніх осіб на місці виконання бурових робіт.

При підйомі і спусканні бурових труб усі елементи з'єднання слід регулярно перевіряти на зношування і пошкодження. Мають дотримуватися всі правила охорони праці, передбачені діючими нормами та інструкціями виробників обладнання.