

ОГЛЯД СУЧАСНОГО СТАНУ СПОРУДЖЕННЯ ТУНЕЛІВ СПОСОБОМ ПРОДАВЛЮВАННЯ

Мацапура Д.С. ДМ-41-17, Дяченко Р.М. ДМ-42-17, ХНАДУ

Керівник: к.т.н., доц. каф. МКБМ – Ігнатенко А.В.

У багатьох випадках тунелі метрополітенів, міські автотранспортні і пішохідні тунелі залягають на невеликій глибині від земної поверхні і проходять в слабких ґрунтах під існуючими будівлями, перетинають залізничні та автодорожні магістралі, річки, канали, насипу, дамби тощо. Для спорудження тунелів відкритим способом на ділянці перетину таких перешкод необхідні складні огорожувальні конструкції. Ці роботи порушують рух транспорту по магістралі, а будівництво ведуть поетапно з перебудовою підземних комунікацій. Іноді відкритим способом перетнути перешкоду практично неможливо, а використання щитового способу проходки економічно не вигідно через порівняно короткі ділянки перетинів і пов'язане з осіданнями поверхні [1, 2]. У таких випадках технічно доцільним і економічно ефективним може виявитися застосування способу продавлювання тунелів.

Суть методу дуже близько підходить до щитового способу проходки тунелів, проте основною відмінною рисою є задавлювання оправи безпосередньо зі стартового котловану [3].

Крім цього, спосіб продавлювання має ряд додаткових особливостей:

- можливість ведення робіт без порушення руху транспортних засобів по магістралі, що перетинається;
- виключення перекладань підземних комунікацій;
- зведення до мінімуму зрушень і деформацій ґрунтового масиву і поверхні землі;
- зниження вартості і трудомісткості тунелебудівельних робіт;
- скорочення термінів будівництва на ділянці продавлювання.

В силу зазначених вище переваг, спосіб продавлювання найбільш ефективний при проходці перегінних тунелів метрополітену мілкого закладення, а також пішохідних і транспортних тунелів під залізничними коліями, автомобільними дорогами, комунікаціями та іншими інженерними спорудами з метою звести до мінімуму ризик деформацій поверхні, забезпечення збереження і нормального функціонування підземних і наземних споруд [4].

Звідси можна зробити висновок, що основною сферою застосування даного способу по ґрунтових умовах є насипи, складені ущільненими і осушення піщаними, супіщаними і глинистими ґрунтами. Можливо продавлювання і через слабкі водонасичені ґрунти, осушення водозниженням або штучно закріплені.

Залежно від конкретних умов будівництва можуть бути реалізовані різноманітні конструктивно-технологічні схеми проходки тунелів (рис.1).

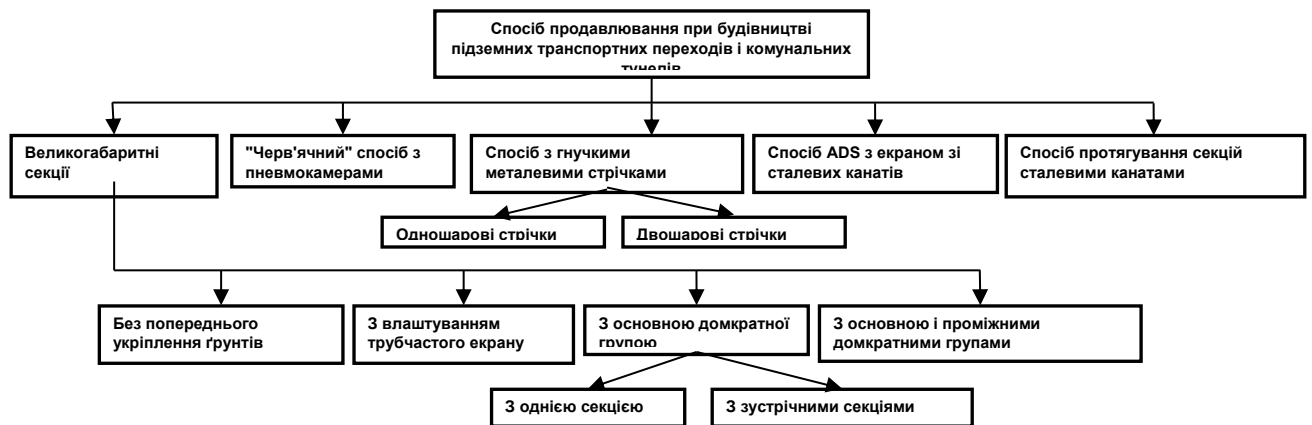


Рисунок 1. Класифікація технологічних схем виробництва робіт при спорудженні тунельних переходів способом продавливання

Вибір схеми продавливання здійснюється попередньою оцінкою: інженерно-геологічних умов по трасі проектного тунелю, майбутнього призначення тунелю, фінансових можливостей Замовника і допустимих осідань поверхні.

Однією з основних схем є продавливання великогабаритних секцій. Секції тунелю виготовляють безпосередньо поруч з місцем продавливання в котловані на заздалегідь влаштованій основі. З огляду на велику масу таких секцій, домкрати впираються тільки в їх днище. Оснащені ножовою частиною тунельні секції продавлюють в ґрунт за один прийом. Оскільки хід домкратів значно менше довжини продавливання, для передачі зусиль на секцію використовують поступово нарощувані коробчасті блоки [5].

До недоліків продавливання великогабаритних секцій можна віднести обмеження довжини продавливання потужністю домкратної установки через збільшене по мірі продавливання зусилля опору.

Уникнути зазначених недоліків дозволяє встановлення додаткових домкратних груп в стиках між секціями, що забезпечує циклічне переміщення оправи таким чином, що реактивне зусилля від продавлювання кожної чергової групи секцій оправи врівноважується тертям об ґрунт нерухомих секцій.

Іншою поширеною схемою є спосіб «протягування». Суть методу полягає в передачі зусиль домкратів на оправу за допомогою сталевих тягових тросів, пропущених через ґрунтовий масив і поздовжні канали в оправі. Для тягових тросів потрібне попереднє облаштування свердловин в тілі насипу [2].

До недоліків зустрічного «протягування» слід віднести великий обсяг підготовчих робіт, обмеження довжини тунелю, необхідність створення значних зосереджених зусиль і забезпечення необхідної точності продавлювання з улаштуванням напрямних штолень.

Для тунелів малого діаметра була розроблена англійською фірмою «Маркой Інтернешнл» технологія, що отримала назву «черв'ячного методу» (Unitunnel Earthworm).

Сутність даного способу полягає в тому, що між окремими ланками тунелю поміщають еластичні порожнисті торові камери, в які по черзі подають стиснене повітря, забезпечуючи пересування ланок в ґрунт. Головну ланку оснащують ножовою оболонкою і робочим органом роторного або екскаваторного типу для розробки ґрунту. Така технологія продавлювання має цілий ряд переваг. Виключається використання дорогих складних гідромеханічних пристроїв, знижуються зусилля опору

продавлювання і не потрібне споруджування потужного упору в котловані, зменшуються деформації ґрунтового масиву і поверхні землі, зростають темпи проходки [6].

Ще однією технологією продавлювання тунелів став спосіб продавлювання тунелів з використанням методу Antidrag system (ADS).

Суть методу полягає у використанні сталевих канатів, які заводяться за ножову частину і прокладаються уздовж секцій, знижуючи опір тертю. Всередині секції тунелю канати кріпляться на барабан в перекритті і в лотковій частині і розкручуються по мірі просування тунелю. Це перешкоджає переміщенню ґрунтового масиву в процесі проходки в результаті зниження тертя по ґрунту. Цей метод також дозволяє коригувати відхилення тунелю від траси за допомогою регулювання натягу канатів [7].

При виконанні робіт методом продавлювання як додатковий страхувальний захід використовується технологія спорудження тунелів під захистом екрану з труб, яка практично повністю виключає будь-які порушення поверхневих умов, підвищує точність і безпеку ведення робіт, значно зменшує зусилля і збільшує довжину ділянки продавлювання.

Полягає вона в тому, що до початку проходки тунелю в ґрунтовий масив над перекриттям або по всьому контуру майбутнього тунелю задавлюють або проштовхують труби захисного екрану, під прикриттям якого розробляють ґрунтове ядро і зводять конструкцію тунелю. Цей захід використовується для зменшення можливих деформацій поверхні і для зменшення

зусиль продавлювання, оскільки опір тертя матеріалу оправи по ґрунту замінюється опором тертя по сталі.

Спосіб продавлювання широко застосовується в таких країнах як США, Китай, Японія, Німеччина, Англія, Франція, Швейцарія. В місті Ньюкасл-Апон-Тайн (Великобританія) в 1988 р на перетині західної об'їзної автодороги з наземною ділянкою лінії метро побудований підземний проїзд методом продавлювання. Під коліями на 4 м нижче рівня землі, по дві пари квадратних коробчастих залізобетонних елементи зі стороною 6 м були продавлені через дуже жорстку моренну глину для влаштування 2-х тунелів довжиною по 18 м. Ззаду кожного елемента були встановлені два ряди з 10 домкратів марки American Simplex з розрахунковим робочим навантаженням 88 т на кожен [8].

У 2002 році в Англії, графство Нордгемптоншир, під автомагістраллю M1, закриття якої призвело б до збитків в 480000 фунтів стерлінгів в день, було вирішено будувати дублер існуючого тунелю способом продавлювання з використанням технології Anti-drag system. Для продавлювання прямокутної з.б. секції 14 м × 8 м і довжиною 45 м потрібні були 4 блоки домкратів, розвиваючих сумарне зусилля до 4800 тон. Роботи по продавлювання тунелю були виконані за 4 тижні при цілодобовій зміні [9].

З здійснених останнім часом проектів найбільш виділяється найбільший, один з найскладніших проектів в своєму роді – The Big Dig, Побудований в Бостоні, штат Масачусетс, США, в лютому 2001 р. [11]. Три тунельних секції 24 м в ширину і 12 м у висоту були продавлені під 9 залізничними коліями, припинення

функціонування яких неприпустимо. Максимальне сумарне зусилля домкратів склало 44989 т.

Таким чином, проведений аналіз сучасного стану спорудження тунелів способом продавливання підтверджує актуальність даного питання та позитивність даного методу.

Література:

1. Маковский, Л.В. Продавливание под защитой экранов из труб / Л.В. Маковский, С.В. Чеботарев, А.В. Лушников // Транспортное строительство. - М. - 1987. - № 8. - с.20-22.
2. Меркин, В.Е. Прогрессивный опыт и тенденции современного тоннелестроения / В.Е. Меркин, Л.В. Маковский. - М.: ТИМР, 1997. - 192 с.
3. Дорман, Я.А. Специальные способы работ при строительстве метрополитенов / Я.А. Дорман. М.: Транспорт, 1981.
4. Токачиров, В.А. Анализ условий применимости способа продавливания в тоннелестроении. Дисс. канд. техн. наук - Тбилиси, 1951. - 204 с.
5. Голицынский, Д.М. Строительство тоннелей и метрополитенов / Д.М. Голицынский, Ю.С. Фролов, Н.И. Кулагин. - М.:Транспорт, 1989. - 319 с.
6. Маковский, Л.В. Проектирование автодорожных и городских тоннелей / Л.В. Маковский. - М.: Транспорт, 1993
7. Taylor S. and Winsor, Developments in Tunnel Jacking, Proc Geo-Congress 98, Boston , ASCE Jacked Tunnel Design & Construction, 1998, pp 1-20.

8. Below the line work keeps metro on track surveyor, -1988, vol. 170, p. 12-13.
9. Allenby D., Ropkins J.W.T., Geotechnical aspects of large section jacked box tunnels. Proceedings of the Transportation Geotechnics Symposium 2003, Nottingham, Thomas Telford Publishing, London, 2003, p. 39-66.
10. Van Dijk, P.A., Taylor, S., and Rice P.M., Box Jacking in Boston, Proc. North American Tunneling, Boston, 2000.