

УДК 624

Вапнічна В.В., к.т.н., доц., Колеснікова Я.О., студ. гр. ОС-71, кафедра геобудівництва і гірничих технологій НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна

СТАН ОБРОБКИ ТУНЕЛЮ МЕТРОПОЛІТЕНУ НА ЛІНІЯХ МІЛКОГО ЗАКЛАДАННЯ

Розвиток сучасного міста, поряд з рішенням архітектурно-планувальних завдань і проблем інженерного облаштування освоєваних територій, передбачає також вдосконалення внутрішньо транспортної системи, і в першу чергу тієї її частини, яка відноситься до пасажирських перевезень. В умовах сучасного великого міста, коли необхідно забезпечити збереження базової капітальної забудови та споруд, що представляють історичну цінність, ці транспортні проблеми вирішуються за допомогою підземних ліній метрополітену.

Одним із перспективних напрямів підвищення ефективності забудови міст – це планомірне використання підземного простору.

Проектування і спорудження підземних споруд завжди враховує:

- рельєф місцевості;
- наявність існуючих наземних і підземних споруд і комунікацій;
- результати інженерно-геологічних досліджень.

Особливу увагу звертають на взаємодію підземної споруди з оточуючими ґрунтами, додаткові навантаження і впливи на споруду, коливання рівня ґрунтових вод тощо.

Вартість ліній мілкового закладання у відносно сприятливих гідрогеологічних умовах в середньому в два рази менше, ніж ліній глибокого закладання. Істотно відрізняються і трудові витрати на спорудження 1 п. м. перегінного тунелю. Експлуатаційні витрати, віднесені до одного кілометра лінії дрібного закладання, на 18-20% нижче, ніж глибокого.

Крім того, спорудження тунелів мілкового закладання виключає кесонний спосіб проходки, а також заморожування ґрунту у великих обсягах, тому що зустрічається надлишок ґрунтових вод на окремих ділянках, що знімається попереднім водозниженням. Відмову від цих спеціальних методів робіт важко переоцінити. Тут і економія великих коштів і, що ще більш важливо, виключення шкідливих для здоров'я умов праці. Локальні перешкоди на трасі у вигляді окремих фундаментів будівель та споруд, невеликих водотоків, залізничних шляхів не повинні служити доказом на користь переносу траси на глибоке закладання. Вітчизняний і зарубіжний досвід показує, що перешкоди долаються з використанням відомих відпрацьованих прийомів - зміцнення фундаментів, продавлювання, поверхневого заморожування dna водотоків та інше.

Для компенсації послаблення масиву та забезпечення стійкості утворених у ньому гірничих виробок застосовують тимчасові та постійні кріплення. Роль такого постійного кріплення на протязі всього нормативного терміну експлуатації лінії метрополітену і виконує обробка підземної споруди.

Вступаючи в механічну взаємодію з масивом порід, що знаходяться під дією гравітаційного чи будь-якого іншого природного або техногенного навантаження, обробка, беручи на себе частину цього навантаження, зменшує концентрацію і рівень напружень у породі, підкріплює поверхню виробки і тим самим забезпечує її стійкість.

Також слід зауважити, що при закладанні споруд метрополітенів на невеликій глибині, вплив власної ваги ґрунту або засипки найчастіше не має вирішального значення для напружено-деформованого стану обробки та оточуючого її ґрунту. Як правило, у цьому випадку найвпливовішими на розвиток напруженого стану у конструкціях підземної споруди та в ґрунті навколо неї можуть бути такі неприродні фактори, як дія (у тому числі і

динамічна) транспортних засобів над спорудою, поїздів метрополітену у самій споруді та навантаження від наземних будівель, розташованих поруч із підземною спорудою.

Таким чином, обробка, забезпечуючи стійкість породного або ґрунтового масиву навколо підземної споруди метрополітену, виконує функцію охоронної конструкції для оточуючого її середовища. З другого боку, вона захищає внутрішній простір споруди від породних або ґрунтових вивалів, проникнення підземної води та природних газів, що знаходяться у порах та пустотах масиву.

Крім того, обробка може розглядатись як основа, тобто своєрідний фундамент для внутрішніх конструкцій метрополітену. Безперечно, що від якості обробки та її технічної надійності залежить більшість експлуатаційних параметрів споруд метрополітену в цілому. Разом із тим, слід констатувати, що обробка підземних споруд метрополітенів є найдорожчим їх елементом. Будівельна вартість обробки складає від 40 % до 80 % кошторисної вартості підземного об'єкта, і, зрозуміло, що економічні показники проекту лінії або ділянки метрополітену знаходяться у прямій залежності від прийняття вдалого, чи навпаки, невдалого технічного рішення відносно конструкції обробки та способу її спорудження.

Конструкції обробок перегінних тунелів відкритих способів робіт можуть бути монолітними, збірно-монолітними, збірними та суцільно секційними. У певній мірі окремий тип конструкцій перегінних тунелів відкритих способів робіт складають оправи, у склад яких входять бокові елементи, що споруджуються способом “стіна в ґрунті”. Монолітні залізобетонні обробки рамної конструкції доцільно застосовувати для будівництва перегінних тунелів у районах з високою сейсмічною активністю, а також у місцях проходження траси цих тунелів під існуючими підземними та наземними спорудами або у безпосередній близькості до них, де є неприпустимою дестабілізація ґрунтового масиву під час будівництва та експлуатації метрополітенів.

На жаль, суцільно секційні обробки є дуже чутливими до осідання ґрунтової основи, остання набуває значних незворотних деформацій. Для ділянок перегінних тунелів, що споруджуються на слабкій ґрунтовій основі, спеціалістами Державного проектного інституту „Укрметротунельпроект” (Київ) була розроблена конструкція суцільно секційної обробки з підсилюючою монолітною залізобетонною плитою товщиною у 200 мм, яка укладається на щелеву підготовку товщиною теж у 200 мм. Як показав практичний досвід будівництва і експлуатації Київського метрополітену, застосування такої конструкції не повністю вирішує згадану проблему спорудження перегінних тунелів мілкового закладання на ділянках із дуже слабкими та обводненими ґрунтами в їхній основі. Справа в тому, що практично жорстко приєднана до блоків обробки залізобетонна плита не є гасником коливань, вона тільки збільшує масу конструкції, яка потерпає від цих коливань, в результаті чого динамічне навантаження на основу не зменшується, а навпаки – збільшується.

Загалом суцільно секційні обробки є ефективними конструкціями для спорудження перегінних тунелів відкритими способами. При використанні цих обробок для будівництва ділянок перегінних тунелів способом продавлення відкриваються можливості для підвищення гідроізоляційних властивостей та більш надійного об'єднання блоків у поздовжньому напрямку.

Монолітні конструкції застосовуються при будівництві тунелів мілкового закладання. Конструкція тунелю у вигляді замкнутої суцільної залізобетонної рами з прямолінійними елементами має значні техніко-економічні переваги в порівнянні з конструкцією, що складається з окремих елементів – стін, лотка і перекриття. Ці переваги вагомі при одноярусному кріпленні тунелів, що споруджуються в слабких породах, з кутом внутрішнього тертя менше 30° і при значному гідростатичному тиску.

Проте при наявності над тунелем споруд міського підземного господарства (водопровід, колектори і т.д.) застосовуються збірні конструкції з окремих елементів. Вони

мають ряд переваг перед монолітними: скорочення термінів будівництва, безперервність робіт, повна механізація всього будівельного процесу, скорочення витрат лісоматеріалів, скорочення витрат робочої сили, підвищення якості конструкції, що монтується з елементів заводського виготовлення.

З проблемою надмірних осідань тунелів зіткнулися і в столиці України. Проектною організацією було запропоновано декілька варіантів конструктивних заходів для уникнення критичних деформацій обробки:

- закріплення основи ґрунту шляхом трамбівки щебеневої подушки;
- закріплення основи ґрунту шляхом спорудження залізобетонної плити посилення завтовшки 300 мм перед монтуванням обробки з метою розподілу навантаження на основу і збільшення поздовжньої жорсткості тунелю;
- влаштування "стіни в ґрунті" як огорожуючої конструкції.

Зі зменшенням рівня підземних вод, зменшується величина вертикального переміщення ґрунтового масиву, і як наслідок, зменшується осадка тунелю. В усіх випадках виконання конструктивних заходів для уникнення критичних деформацій при пониженні рівня ґрунтових вод спостерігається прямо пропорційне зниження осідань. Найбільш критичне осідання спостерігається при положенні рівня ґрунтових вод над перекриттям тунелю, де відбувається зважування обробки під дією води.

Облаштування "стіни в ґрунті" як огорожуючої конструкції є доцільним у разі розташування рівня ґрунтових вод по перекриттю обробки, при перетині конструкції на рівні лоткової частини.

При спробі використання бетонної плити і щебеневої подушки в якості посилення ґрунтової основи для тунелю, отримані негативні результати. Ще в процесі будівництва відбувається руйнування плити від усадки шпунтового огорожування. При чому слід зазначити, що опади відбуваються нерівномірно. Аналогічний випадок спостерігається і при щебеневої подушці ущільнення.

Немає сумніву, що конструктивне та технологічне удосконалення обробок підземних споруд є одним із головних напрямків у розвитку технічного прогресу у галузі метробудування.

Розробка, дослідна перевірка й впровадження в практику нових прогресивних матеріалів для обробок підземних споруд, безумовно, може вважатись одним із важливих напрямків удосконалення техніки та технології метробудування.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. *Фролов Ю.С.* Метрополитены на линиях мелкого заложения. Новая концепция строительства / Ю.С. Фролов, Ю.А. Крук. – Москва, 1994.
2. *Маковский Л.В.* Экономические способы строительства тоннелей мелкого заложения / Л.В. Маковский. – Метрострой, 1989. - № 4. – С. 30–32.
3. Основания, фундаменты и подземные сооружения. Справочник проектировщика / Под ред. Е. А. Сорочана, Ю. Г. Трофименкова. – М.: Д985–479 с.
4. *Айвазов Ю.М.* Проектування метрополітенів [Текст] : навч. посіб. для студ. за спец. 7.092106 «Мости і трансп. тунелі». – у 3-х частинах. – Ч. 2 / Ю.М. Айвазов, М-во освіти і науки України, НТУ. – Київ : НТУ, 2009. – 166 с.
5. *Стовпник С.Н.* Напряжённо- деформированное состояние обделки тоннеля метрополитена мелкого заложения в водонасыщенных грунтах // С.Н. Стовпник, С.А. Бородай, В.Г. Кравец / Материалы III Международной научно – технической конференции «Энергетика. Экология. Человек» (конференция молодых учёных – аспирантов и магистрантов) Секция «Перспективы развития горного дела и подземного строительства». Сб. науч. трудов. Вып. 2. – К.: Підприємство УВОІ «Допомога УСІ». – 2011. – С. 173–175.