

ВПЛИВ ДЕФЕКТІВ ТУНЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ НА ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ

*Кібукевич М.Г. ДМ-41-18, Кейта Абдулайе ДМ-51-21
Науковий керівник: к.т.н., доцент Смолянчук Н.В.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Найбільш важливим завданням в галузі проектування та будівництва міських підземних споруд є вирішення питання оцінки їх технічного стану в цілому і конструктивних елементів окремо [1,2]. Це оцінка надійності і довговічності, ступеню втрати несучої здатності, а також можливості і умов роботи конструкції протягом заданого терміну експлуатації при мінімальній вартості робіт. Залежно від несучої здатності та експлуатаційної придатності споруд та конструктивних елементів виділяють чотири основні категорії їх стану:

- 1 - нормальний стан: відсутність дефектів і пошкоджень, що сприяють зниженню несучої здатності і довговічності;
- 2 - задовільний стан: за несучою здатністю і довговічністю споруда або її окремі конструктивні елементи відповідають нормальному стану, але мають дефекти і пошкодження, які при розвитку можуть знизити ці показники;
- 3 - стан непридатний для нормальної експлуатації споруд або окремих конструктивних елементів без прийняття першочергових заходів щодо посилення несучої здатності, а також зниження ступеню впливу факторів, що сприяють подальшому розвитку деформацій;
- 4 - аварійний стан – те ж саме, що при категорії 3, але без гарантії безпечної експлуатації при прийнятті першочергових заходів.

Своєчасне виявлення, об'єктивна оцінка процесу їх розвитку в часі і усунення пошкоджень і дефектів конструкцій підземних споруд є запорукою успішної довгострокової експлуатації. На жаль, часто споруди приймаються в експлуатацію з прихованими дефектами, переростають в подальшому в несправності, які знижують несучу здатність, довговічність і експлуатаційну

придатність. Крім того, в умовах великих міст відбуваються різні процеси, практично приховані від осіб, які здійснюють нагляд і періодичні огляди: це несанкціоновані будівельні роботи з прокладання міських комунікацій в технічних зонах метрополітену; невідповідність або відсутність захисних пристроїв міських комунікацій при перетині ліній метрополітену мілкового закладення, поганий стан труб і каналів та ін. З іншого боку, в практиці здійснення нагляду за спорудами метрополітену, немає чіткої системи, точних засобів діагностики і вказівок по визначенню реального стану споруд.

Причини виникнення дефектів в підземних конструкціях можна розділити на: об'єктивні (які підлягають прогнозам і обліку) і суб'єктивні на таких стадіях, як проектування, будівництво і експлуатація. До об'єктивних належать: вплив навколишнього середовища (прогнозується при проектуванні, виявляються при будівництві та експлуатації); виробничі фактори та технологічні навантаження (прогнозуються і виявляються при проектуванні); вплив нового будівництва в зоні розташування метрополітену (прогнозується і виявляється при експлуатації); природне старіння будівельних конструкцій та елементів (прогнозується при проектуванні, виявляється і оцінюється при експлуатації); відсутність нормативної бази, яка регламентує ведення експлуатації); вплив нового будівництва в зоні розміщення об'єктів на стадіях проектування, будівництва і експлуатації (враховується на підставі існуючого досвіду проектування, будівництва та експлуатації).

Найбільш поширеним і відкритим для наочного виявлення дефектом є тріщини різного походження, що перевищують допустимі норми величини розкриття в розтягнутих зонах і роздроблення бетону в стиснутих зонах (рис. 1). Розрізняють тріщини технологічного походження, що виникають при вилученні блоків з опалубних форм, транспортуванні, складуванні і монтажі, а також тріщини і розкриття стиків в процесі експлуатації.

Характер розташування тріщин в несучих конструкціях різний в залежності від типу тунельної споруди. Так, для колекторних тунелів

поздовжні тріщини зосереджені, в основному, в склепінній частини перерізу і свідчать про недостатню міцність оправи, поперечні – відносяться до технологічних швів вторинної оправи, які мають сильну тенденцію до руйнування у зв'язку з їх зниженою щільністю. Питома вага поздовжніх тріщин становить 1,36%, поперечних – 0,47%. Розташування поперечних тріщин в зоні технологічних швів характерно для більшості підземних споруд.

а)



б)



Рисунок 1 – Тріщини, відколи, вибоїни, порушення захисного шару конструкцій тунельних оправ, зведених з:

а) монолітного бетону, б) високоточних залізобетонних блоків

В тунелях метрополітену і інших транспортних тунелях поздовжні тріщини, в основному, розташовані в місцях з'єднання колійного бетону та блоків кілець оправи, торцях шпал, кутах дренажного лотка, місцях примикання споруд. Поперечні тріщини розташовуються біля основи дренажного лотка, в місцях об'єднання суміжних виробок і підземної споруди, в шляховому бетоні на рівні торців шпал і в площині стику стінового блоку.

Розміри поздовжніх і поперечних тріщин різні. Довжина поздовжніх досягає декількох метрів, їх розкриття – від 0 до $6 \div 7$ мм. Поперечні тріщини мають обмежену довжину і розкриття до 7 мм.

Косо-діагональні тріщини виникають в спинках і ребрах залізобетонних блоків і чавунних тьюбінгів і є результатом невідповідності показників міцності матеріалу оправ тиску, що розвивається домкратами прохідницького щита. Те ж походження найчастіше мають окремі відколи стиків, кутів і інші подібні дефекти. Найбільш небезпечними, що свідчать про перенапруження і великі деформації конструкцій, є горизонтальні тріщини, відколи бетону поблизу горизонтальних стиків і руйнування або викришування заповнення стиків, які виникли в процесі експлуатації і продовжують розвиватися.



а)

б)

Рисунок 2 – Течі і просочування води крізь оправу тунелю з:
а) монолітного бетону, б) високоточних залізобетонних блоків

Течі і різні пошкодження від впливу агресивних середовищ – другий після тріщин найбільш поширений дефект, який зустрічається в тунельних оправах. Небезпеку становить корозійне руйнування бетону з утворенням шару іржі, що супроводжується зменшенням перерізу арматури і порушенням її зчеплення з бетоном. Ознаками корозійного руйнування залізобетону крім утворення іржавих плям, є наявність на поверхні дрібної сітки тріщин, відшарування захисного шару бетону, утворення сталактитів в місцях протікання, розпушення бетону (рис. 2).

Свищі – домінуючий вид течій, це наскрізні отвори, діаметр яких коливається від 0,5 до 5 см. Свищі значно впливають на порушення гідроізоляційних властивостей несучих конструкцій підземних споруд і є активними провідниками водо-піщаної суміші.

При експлуатації комунальних споруд крізь свищі в середньому в місяць наливається до $5 \div 10$ кг піску на 1 м тунелю, що призводить до утворення великих порожнин за оправою, величина яких може досягати більше $3 \div 7$ м. Від 60 до 90% свищів зосереджено в місцях розташування технологічних швів. Близько $40 \div 50\%$ притоків потрапляє в підземну споруду через розуцільнені стики між блоками (тубінгами). Окрім течій, через свищі відбувається слабка фільтрація води крізь тіло блоків (рис. 3), яка проявляється у вигляді мокрих плям. Тріщини і свищі є активними провідниками незв'язного ґрунту в підземну споруду: крізь тріщини виноситься понад 60% незв'язного ґрунту, крізь свищі - близько 40%.

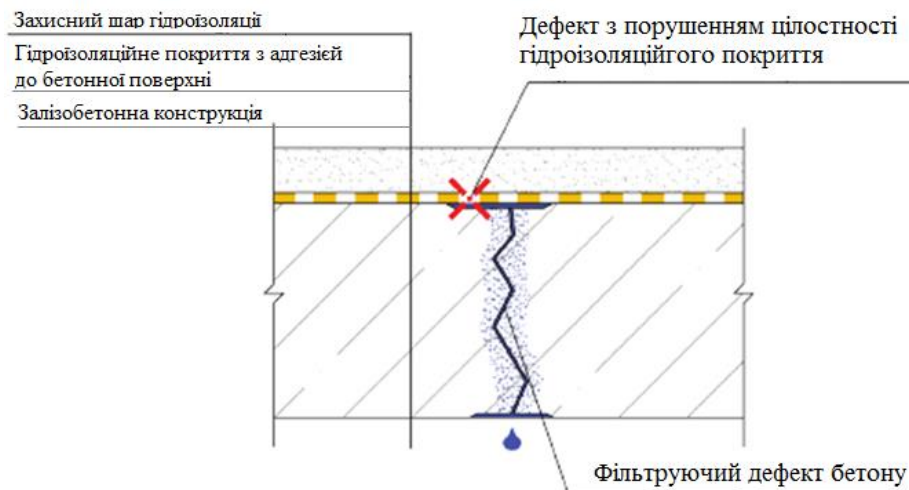


Рисунок 3 – Дефекти гідроізоляційного покриття з просочуванням води через дефекти бетону

Основні місця зосередження фільтрації води в підземних спорудах глибокого закладення – на бічних частинах оправ, рідше – в склепінні, і зовсім рідко – по лотковій частини; в підземних спорудах мілкового закладення – трохи

вище лоткової частини, у перекритті і по перекриттю. Фільтрація часто має сезонний характер, крім того, може мимоволі зменшуватися або припинятися зовсім. Іноді після зникнення в одному місці, вода з'являється в іншому; таке явище виникає, в основному, в монолітних бетонних і залізобетонних оправах і пояснюється самоущільненням бетонного каменю.

Дефекти корозійного характеру конструкцій оправ споруд метрополітенів і транспортних тунелів, зведених з монолітного та збірного залізобетону, можуть бути викликані впливом на них не тільки води, але і таких агресивних середовищ, як вуглекислий газ, повітря, хімічні речовини, грибки та ін.

Осідання лотка підземної споруди або тунельної оправи в цілому, в основному, відбувається в місцях винесення ґрунту. Утворені під лотком підземної споруди порожнини порушують статичний режим роботи оправи і призводять до осідання. Збільшення осадок згодом призводить до наростаючого розтріскування лоткової частини тунелю, руйнування і відшарування від оправи колійного бетону в тунелях метрополітенів, зміни положення колії в плані і профілі. Еліптичність спостерігається в кільцевих залізобетонних або чавунних оравах. Відповідно до ДБН В.2.3-7-2010 [3] максимальне відхилення діаметра тунельної оправи від проектного не повинно перевищувати ± 50 мм, однак на практиці відхилення значніші. Поряд з еліптичністю кілець може спостерігатися їх зміщення, що досягає $70 \div 80$ мм.

Передбачити аварійні ситуації та зменшити їх кількість можливо ще на стадії проектування і будівництва, але це не завжди можливо. Своєчасне виявлення наведених вище найбільш характерних дефектів конструкцій міських підземних споруд може істотно вплинути на якість і тривалість робіт, спираючись на попередню оцінку їх експлуатаційного стану. Тому важливо навчитися грамотно вирішувати проблеми, що виникають на стадії експлуатації, аналізуючи світовий досвід та сучасні способи усунення найбільш поширених проблем тунелебудування.

Література:

1. Фролов, Ю. С. Метрополитены. Учебник для вузов [Текст] / Ю. С. Фролов, Д. М. Голицынский, А. П. Ледяев. – М.: Желдориздат, 2001. – 528 с.
2. Власов С. Н., Маковский Л. В., Меркин В. Е. Аварийные ситуации при строительстве и эксплуатации транспортных тоннелей и метрополитенов. М.: ТИМР. 1997. – 181 с.
3. ДБН В.2.3-7-2010. Споруди транспорту. Метрополітени [Текст]. – К.: ДП «Укрархбудінформ», 2011. – 195 с