

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

АТ «УКРАЇНСЬКА ЗАЛІЗНИЦЯ»

ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ ІМЕНІ АКАДЕМІКА В. ЛАЗАРЯНА

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

81 Всеукраїнської науково-технічної конференції

молодих учених, магістрантів та студентів

**«НАУКА І СТАЛИЙ РОЗВИТОК
ТРАНСПОРТУ»**

28 жовтня 2021 року

BRIDGES AND TUNNELS

CONFERENCE PROCEEDINGS

81th all Ukrainian Scientific and Technical Conference

of young scientists, masters and students

**“SCIENCE AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT
OF TRANSPORT”**

October 28, 2021

УДК 624.136:624.138:624.191:624.139:624.151

Мости та тунелі [електронний ресурс]: збірник тез доповідей секції 81 Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих учених, магістрантів та студентів «Наука і сталий розвиток транспорту» 28 жовтня 2021 р. – Дніпро: Дніпровський нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2021. – 16 с. – URL: http://ndch.diit.edu.ua/upload/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8/2021/81_All-UA-ST_Conference_of_YSMS_SS_D_of_Transport/Bridges_and_Tunnels_2021.pdf

У збірнику тез доповідей подано результати досліджень здобувачів вищої освіти і молодих учених, які присвячено вирішенню сучасних проблем проектування, будівництва та експлуатації мостів, тунелів і інших штучних споруд транспорту. Тези доповідей подано в рамках 81 Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих учених, магістрантів та студентів «Наука і сталий розвиток транспорту», яку проведено 28 жовтня 2021 року у Дніпровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна.

Збірник тез доповідей призначено для здобувачів вищої освіти і молодих учених.

Текст тез доповідей учасників конференції подано в авторській редакції.

Офіційна наукова конференція здобувачів вищої освіти та молодих учених:

– Лист Державної наукової установи «Інститут модернізації змісту освіти» від 19.01.2021 р. № 22.1/10-83 «Про Перелік міжнародних, всеукраїнських науково-практичних конференцій здобувачів вищої освіти і молодих учених».

ЗМІСТ

Аналіз раціональних рішень під час капітального ремонту балкового залізобетонного автодорожнього шляхопроводу	4
Аналіз способів закріплення масиву при спорудженні ескалаторного тунелю NATM	4
Чисельний аналіз оправи підкріпленої виробки в шаруватому масиві	5
Обґрунтування способу будівництва станції метрополітену пілонного типу.....	6
Раціональні прогонові будови автомобільної естакади по вул. Кайдацький шлях у м. Дніпро.....	7
Закономірності напружено-деформованого стану при підвищенні вантажопідйомності залізобетонних прогонових будов	7
Ефективні конструкції залізобетонних збірно-монолітних прогонових будов автодорожніх мостів.....	8
Зсуви – методи дослідження та боротьби	9
Будівництво на просідаючих ґрунтах	12
Порівняльний аналіз та визначення оптимального варіанту при капітальному ремонті балкового автодорожнього мосту.....	13

АНАЛІЗ РАЦІОНАЛЬНИХ РІШЕНЬ ПІД ЧАС КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ БАЛКОВОГО ЗАЛІЗОБЕТОННОГО АВТОДОРОЖНЬОГО ШЛЯХОПРОВОДУ

Автор: Алхімов О. О. *, студент групи МТ2021

Науковий керівник: ст. викладач Овчинников П. А. *

* Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Під час капітального ремонту балкового залізобетонного автодорожнього шляхопроводу виникає питання вибору раціональних рішень та застосування сучасних матеріалів.

Вибір оптимальних рішень для капітального ремонту шляхопроводу залежить від наступних факторів:

1. Визначення технічного стану споруди на основі обстеження.
2. Результатів інженерно-геологічних досліджень.
3. Результатів інженерно-геодезичних досліджень.

Виходячи із досліджень, що були виконані, та навантажень, на які був розрахований шляхопровід, приймається те чи інше оптимальне рішення його капітального ремонту. При цьому підбирається відповідний тип прогонових будов, якщо виконується їх заміна, при необхідності розраховуються опори і виконується їх підсилення із застосуванням сучасних матеріалів.

Якщо навантаження на опори при капітальному ремонті збільшуються, виконується також розрахунок фундаментів із врахуванням зміни геологічних умов за час експлуатації споруди.

Підсилення прогонових будов можливо виконувати класичними методами, якщо конструкції виконано із звичайного залізобетону, і сучасними перспективними методами, якщо конструкція створена із попередньо напруженого залізобетону. Тобто додаванням додаткового ряду арматури у переріз конструкції для звичайного залізобетону і використання композитних матеріалів для конструкцій із попередньо напруженого залізобетону, а при необхідності і із застосуванням індивідуального попереднього напруження зовнішнього армування із композитних матеріалів.

Також важливим є питання підсилення шляхопроводу монолітною накладною плитою, як вимагають чинні норми. При підсиленні звичайним методом можуть виникати перевантаження опор і фундаментів. Тому необхідно враховувати такий стан і застосовувати в якості армування монолітної плити сучасну арматуру із композитних матеріалів, що також є одним із методів оптимального рішення капітального ремонту.

Із врахуванням вищесказаного, як правило розробляються варіанти капітального ремонту шляхопроводу і оптимальне рішення приймається на основі техніко-економічного порівняння розроблених варіантів.

АНАЛІЗ СПОСОБІВ ЗАКРІПЛЕННЯ МАСИВУ ПРИ СПОРУДЖЕННІ ЕСКАЛАТОРНОГО ТУНЕЛЮ NATM

Автор: Белікова С. І. *, аспірантка кафедри «Транспортна інфраструктура»

Науковий керівник: д.т.н., професор Тютькін О. Л. *

* Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Сутністю новоавстрійського способу спорудження тунелів (NATM) є широке застосування тимчасового кріплення значної піддатливості, яке, до влаштування постійної оправи, вступає із оточуючим його масивом в особливу взаємодію. Вона характеризується пос-

туповим збільшенням деформацій масиву при одночасному зменшенні його напруженого стану, що стає запорукою застосування постійної оправи меншої товщини.

Тимчасове кріплення в інших способах спорудження тунелів призначене для підтримки виробки лише поблизу забою до моменту зведення постійного кріплення і гарантування безпечних умов проведення робіт по розробці забою та спорудженню постійної оправи. При будівництві тунелів NATM після розробки породи до спорудження постійної оправи проходить достатньо багато часу, тому тимчасове кріплення виконує не лише роль підтримки виробки.

Вибір типу тимчасового кріплення обґрунтований властивостями породного масиву. Частіш усього, для попереднього рішення обрання того чи іншого типу оправи для конкретних інженерно-геологічних умов користуються номограмою, що заснована на Q -системі (Q -system), розробленій Бартоном, Ліном та Ланде (Barton, Lien and Lunde). Ефективність застосування тимчасового кріплення залежить від оптимального вибору його параметрів, що можливо лише при правильному урахуванні усіх чинників, що впливають на несучу здатність конструкції.

Тимчасове кріплення виробок при будівництві тунелів NATM частіш усього комбіноване і складається із арок, анкерів та шару торкрет-бетону (в різних комбінаціях). Але такі комбінації застосовуються лише для діапазону міцних порід та порід середньої міцності (коефіцієнт міцності за професором М. М. Протодьяконовим $f > 1,0$), а для дисперсних ґрунтів, що залягають після поверхні слід застосовувати кардинально інші типи тимчасового кріплення.

При будівництві ескалаторного тунелю Дніпровського метрополітену склалася наступна ситуація: по довжині тунелю оточуючий його масив поділено на дві частини. В нижній частині залягають міцні плагіограніти, а у верхній масив представлено суглинками, супісками та пісками (коефіцієнт міцності за професором М. М. Протодьяконовим $f < 1,0$). За Q -системою тимчасове кріплення верхньої частини масиву потребує не лише елементів підсилення виробки (арочне кріплення із затягуванням покрівлі елементами, що випереджають проходку), а й підсилення масиву, тобто застосування спеціальних способів.

ЧИСЕЛЬНИЙ АНАЛІЗ ОПРАВИ ПІДКРІПЛЕНОЇ ВИРОБКИ В ШАРУВАТОМУ МАСИВІ

Автор: Бондаренко Н. К. *, аспірантка кафедри «Транспортна інфраструктура»

Науковий керівник: д.т.н., професор Тютюкін О. Л.*

* Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Найважливішу роль у аналізі напружено-деформованого стану системи «кріплення-масив» відіграє дослідження механізму роботи, існування та взаємодії двох частин цієї системи. Причому з'ясування механізму роботи – фундаментальне знання, яке дозволить проводити такі види досліджень, як числовий аналіз, імітаційне моделювання, побудова моделі за допомогою його первісних фундаментальних властивостей тощо.

Поведінка шаруватого масиву під навантаженням вивчена досить широко, але різноманітність існуючих інженерно-геологічних умов до цього часу не дозволяє виробити єдиний підхід до різних явищ, які виникають у процесі розвитку напружено-деформованого стану (НДС). Це пояснюється, з одного боку, труднощами вивчення систем визначеної шаруватості, а з іншого боку – обмеженістю спостережень за поведінкою ґрунтів у період проходження тунелів. Відповідно, через відсутність єдиної концепції НДС слабкого масиву відсутня систематизована теорія гірського тиску, яка б враховувала специфічні особливості.

Щитова проходка на сьогоднішній термін розвитку підземного будівництва досить поширена при спорудженні тунелів і метрополітенів в різних інженерно-геологічних умовах. Незважаючи на безперечні переваги цього способу проходки, існують деякі проблеми, які впливають на якість робіт, умови взаємодії оправи з ґрунтовим масивом і подальшої експлуатації.

Одним із основних факторів, що визначають НДС оправи є умова взаємодії останньої із ґрунтовим масивом. В свою чергу, НДС ґрунтового масиву визначається його фізико-механічними властивостями. Щитова проходка має переваги і в тому, що в процесі робіт слідом за розробкою і випуском ґрунту, одразу встановлюють кільця оправи, які сприймають навантаження і протидіють деформаціям ґрунтового масиву, не допускаючи значних деформацій поверхні землі.

При числовому аналізі оправи перегінних тунелів частіш усього враховуються лише постійні навантаження (гірський та гідростатичний тиск, власна вага конструкцій тощо) та нечасто тимчасові (тиск щитових гідроциліндрів, тиск первинного нагнітання тощо). Таким чином, розрахунок оправи перегінних тунелів на постійні навантаження є розрахунком конструкції в експлуатаційній стадії, коли всі тимчасові процеси можна вважати сталими.

Для дослідження НДС перегінного тунелю, що взаємодіє із масивом слабких порід, створено просторову модель із об'ємних елементів, яка найбільше відображає вплив просторового фактору на формування напруженого стану та найбільш повно відтворює взаємодію залізобетонної оправи із шаруватим ґрунтовим масивом. Аналіз напружено-деформованого стану розроблених моделей перегінного тунелю із зміною глибини закладення (5, 10 та 15 метрів над шелигою склепіння) та варіацією деформаційних властивостей (зміною модуля пружності 5, 10, 15, 20, 25, 30 та 35 МПа) дозволяють оцінити якісний та кількісний вплив ваги масиву та варіації деформаційних властивостей, а саме якісну ідентичність вертикальних та дотичних напружень.

ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБУ БУДІВНИЦТВА СТАНЦІЇ МЕТРОПОЛІТЕНУ ПІЛОННОГО ТИПУ

Автор: Вотченко Д. Ю. *, студентка групи МТ2022

Науковий керівник: к.т.н., доцент Купрій В. П. *

*Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Будівництво пілонної станції глибокого закладення переважно проводять в складних геологічних умовах, тому що така станція краще протистоїть гірському тиску. Але наявність досить вузьких проходів негативно впливає на пропускну здатність. Відмінною рисою пілонної станції – взаємний неперетин оправ центрального залу і станційних тунелів. Пілонна станція складається з трьох паралельних тунелів, які розташовані в одному рівні. В межах платформної ділянки крайні тунелі з'єднуються із середніми проходами. У місцях проходів, тунелі мають опори у вигляді пілонів, на які спираються склепіння.

Проходка з використанням пілот-тунелю є класичним способом, метою нової технології є обґрунтування проходки без пілот-тунелю з розробкою станційних тунелів поетапно, з використанням тимчасового кріплення. При такому способі проходки розробляються виробки великої площі, і для закріплення контуру використовується тимчасове кріплення.

Однак для оптимального використання кріплення необхідно знати напружений стан, який виникає в гірському масиві під час розробки породи. Його потрібно визначити для аналізу компонент напружень для їх зменшення, щоб не виникало руйнування виробки. Для визначення розташування розтягуючих та стискаючих зон напружень буде використаний метод моделювання станції пілонного типу у програмному забезпеченні ЛРА.

РАЦІОНАЛЬНІ ПРОГОНОВІ БУДОВИ АВТОМОБІЛЬНОЇ ЕСТАКАДИ ПО ВУЛ. КАЙДАЦЬКИЙ ШЛЯХ У М. ДНІПРО

Автор: Жужгина А. О. *, студентка групи МТ2021

Науковий керівник: к.т.н., доцент Марочка В. В. *

* Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

В даному матеріалі розглядається методика розрахунку металевої тонкостінної балки прогонової будови коробчатого перерізу із умов роботи в нерозрізній системі. Даний матеріал дає можливість оцінити дійсну роботу прогонової будови, що, в свою чергу, дає можливість виконувати розрахунок за I і II групами граничних станів, із забезпеченням загальної і місцевої стійкості стінки балки.

Запропонована методика була розроблена для розрахунку прогонової будови естакади в м. Дніпро через пр. Свободи, промислову зону і вул. Маяковського на ділянці дороги від вул. Кайдацький шлях до а/д Київ – Луганськ – Изварине за проектом ВАТ «Інститут Дніпродіпротранс».

Дана естакада має нерозрізну тонкостінну прогонову будову коробчастого перетину розрахунковою довжиною 440 м (4×110 м). Особливістю даної прогонової будови є розташування на кривій радіусом 2000 м в плані по осі естакади і опуклою вертикальною кривою радіусом 10000 м. Матеріал прогонової будови – сталь марок 15ХСНД, 15ХСНД-2, 10ХСНД, 10ХСНД-2 по ГОСТ 6713-91.

За діючими нормами необхідно було забезпечити роботу прогонової будови за I і II групами граничних станів при експлуатації і по I групі на стадії монтажу. При вигині балок верхні і нижні широкі пояси (ортотропні плити) прогонової будови включаються в роботу спільно зі стінки тільки за рахунок передачі дотичних напружень зі стінок на плити. Тому нормальні напруження в плиті поблизу стінок, як правило, більше ніж на периферії. Нерівномірність розподілу напружень відбувається через наявність двох факторів.

При неможливості точного побудови просторових схем для розрахунку по МСЕ, альтернативно можна використовувати формули, рекомендовані в додатку до Eurocode. В результаті розрахунків необхідно визначати «ефективну ширину полиць». Відношення ефективною ширини до номінальної становить коефіцієнт редукції ширини β , який залежить від розрахункових прогонів прогонової будови і положення перетину в прогоні. Проміжні значення коефіцієнта редукції необхідно визначати лінійною інтерполяцією.

ЗАКОНОМІРНОСТІ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПРИ ПІДВИЩЕННІ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПРОГОНОВИХ БУДОВ

Автор: Вус Д. М. *, студент групи МТ2021

Науковий керівник: к.т.н., доцент Ключник С. В. *

* Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Основною функцією мосту є пропуск транспорту і пішоходів через будь-які перешкоди, однак він є найбільш проблематичним місцем на дорозі. З розвитком індустріального прогресу та збільшення автомобільного потоку міст П'ятихатки-Жовті Води потребує модернізації. А саме детального розгляду дефектів внаслідок підвищення вантажопідйомності мосту, аналізу несучих елементів, проведення експериментальних дослідів з використанням тензор-резисторів для виявлення закономірностей напружено-деформованого стану мосту при підвищенні вантажопідйомності залізобетонних прогонових будов.

Для виявлення нормальної експлуатації залізобетонних прогонових будов автомобільного мосту автодороги П'ятихатки-Жовті Води використовуємо ведення змін до навантаження, а саме ведення нових схем навантаження А-15(Н100) та перерахунок навантаження з урахуванням нових норм.

Використовуючи отримані дані з вишукувань та експериментальних дослідів розробляємо модель для розгляду закономірностей напружено-деформованого стану залізобетонних прогонових будов автомобільного мосту у програмному забезпеченні програми «Ліра».

ЕФЕКТИВНІ КОНСТРУКЦІЇ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЗБІРНО-МОНОЛІТНИХ ПРОГОНОВИХ БУДОВ АВТОДОРОЖНИХ МОСТІВ

Автор: Константинов Р. Б. *, студент групи МТ2021

Науковий керівник: к.т.н., доцент Марочка В. В. *

* Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Під час будівництва автомобільних доріг потоковим методом використання збірних конструкцій дає змогу споруджувати малі і середні мости швидкісними методами. Весь виробничий цикл під час будівництва збірних мостів може бути широко індустріалізований, оскільки більша частина арматурних і бетонних робіт переноситься на заводи. Але збірні конструкції прогонових будов мають і істотні недоліки. Досвід експлуатації таких конструкцій показує їх малу довговічність через наявність великої кількості поздовжніх і поперечних швів.

Практика вітчизняного і закордонного будівництва доводить доцільність широкого застосування під час зведення автодорожніх і міських мостів із збірно-монолітного залізобетону. Збірно-монолітні конструкції поєднують переваги збірних та монолітних конструкцій, є ефективнішими з погляду довговічності і економічно доцільнішим різновидом залізобетонних конструкцій. Завдяки низці переваг такі конструкції знайшли широке застосування як в мостобудуванні, так і в промисловому і цивільному будівництві. У мостах один з найважливіших елементів прогонової будови – плита проїзної частини – влаштовується з монолітного бетону, що підвищує тривалість і надійність експлуатації конструкції.

Основна ідея збірно-монолітного перерізу полягає в тому, що найбільш відповідальні і трудомісткі елементи виготовляють індустріальним способом на заводах чи полігонах, а менш складний елемент – плиту – виконують на місці. Збірні елементи слугують за рихтування і навіть здебільшого – опалубкою для укладання бетону замонолічування. Бетон монолітної частини, після набору міцності зв'яже збірні елементи в єдину робочу систему. Використання принципу збірно-монолітності дозволяє в деяких випадках досягти підвищення просторової жорсткості і зменшення будівельної висоти. Сьогодні актуальним є розроблення нових ефективних збірних попередньо напружених балок для збірно-монолітних мостів. Найпоширенішим в Україні типом збірно-монолітних конструкцій, що застосовують під час будівництва розрізних прогонових будов мостів, є плитні, зокрема пустотні, плитно-ребристі і коробчасті.

Збірні елементи виконують у вигляді коритоподібних плит або перевернутих таврів з попередньо напруженою арматурою, пустотних попередньо напружених плит. Для сумісної роботи збірні елементи об'єднуються між собою поперечною арматурою і за рахунок бетону омонолічування. Для зменшення власної ваги прогонової будови омонолічувати таврові елементи можливо на деякій висоті. Значні переваги таких прогонових будов: легкість виготовлення та монтажу збірних елементів, простота поперечного об'єднання, відсутність складної опалубки для омонолічення та мала будівельна висота; необхідно зазначити, що їхнім недоліком є значний загальний об'єм залізобетону.

Збірно-монолітні ребристі прогонові будови складаються з мінімальної кількості уніфікованих попередньо напружених елементів. Збірні балки виготовляють прямолінійними прямокутного або двотаврового перерізу з напруженою арматурою. Під час влаштування монолітних діафрагм ненапружену арматуру приварюють до випусків зі збірних балок або виконують поперечний обтиск прогонових будов з влаштуванням каналів у балках для пропуску поперечної напруженої арматури.

Доволі часто використовують збірно-монолітні конструкції з попередньо напруженими П-подібними балками. Недоліком таких конструкцій є складна форма поперечного перерізу збірних балок, що ускладнює їхнє виготовлення, а також значний загальний об'єм залізобетону прогонової будови.

Практичними у використанні є збірно-монолітні конструкції, в яких застосовуються попередньо напружені балки коробчастого перерізу. Пливу влаштовують монолітну, причому її товщина становить не менше 20 см. Інколи використовують збірні попередньо напружені панелі як опалубку, а також для того, щоб запобігти утворенню і розвитку тріщин на нижній поверхні монолітної плити. Основний недолік в цих конструкціях – це випадки скупчень води в балках від затікання через пошкоджені деформаційні шви і водовідвідні трубки, що крім корозії збільшує постійну вагу на прогонову будову.

ЗСУВИ – МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА БОРОТЬБИ

Автор: Петраш Д. О. *, студент групи КГ1911

Науковий керівник: к.т.н., доцент Дубінчик О. І. *

* Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Що є зсув? Зсув – сповзання і відрив мас гірських порід вниз схилом під дією сили тяжіння. Основною умовою існування відриву і зсуву є наявність поверхні ковзання, а провідною роллю при його формуванні – діяльність підземних вод. Найчастіше зсуви виникають на схилах, створених водотривкими і водоносними породами, які чергуються. Можуть виникати під час горотворення, як наслідок зволоження ґрунту, чи по причині діяльності людини. Завдяки новим технологіям можливо чекати на зсув. Такі зсуви називають «очікувані зсуви» – зсуви, які визначаються попередніми розрахунками згідно з календарними планами гірничих робіт.

Самі поширені причини утворенню зсувів є: збільшення крутизни схилу, в результаті підмиву водою; ослаблення міцності порід при вивітрюванні або перезволоженні опадами; дія сейсмічних поштовхів; будівельна і господарська діяльність. Тому знання про зсуви обов'язково повинні враховуватись при будівництві і експлуатації залізничних споруд.

Область зсуву гірських порід – частина масиву гірських порід, піддана деформаціям і переміщенням під впливом гірничої виробки. Зсув укосу – зміщення порід, які складають укіс кар'єру; проходить у вигляді ковзного руху між породами, що зміщуються в нерухомому масиві. Він є найбільшим за розміром видом порушення стійкості укосів і пов'язаний головним чином з наявністю в товщі гірських порід слабких зволжених шарів глин чи тектонічних порушень.

Які є стадії розвитку зсуву? Розрізняють аж п'ять стадій: прихована – від початку мікрозсування до появи видимих ознак формування зсуву; початкова – з моменту появи видимих ознак до переходу в сталу чи активну стадію; стала – стадія, в якій посування характеризується постійною швидкістю, може зупинитися до переходу в активну стадію; активна – стадія, коли швидкість переміщення безперервно збільшується; затухання – стадія, коли швидкість посування зсунутих мас зменшується до їх повної зупинки.

Існують так звані «вторинні переміщення» – активізація, раніше спостережуваних, деформацій, що виникає в результаті зовнішніх впливів (випадання атмосферних опадів, та-

нення снігів тощо). Це нерідко супроводжується рухом мас гірських порід, що раніше були порушені руйнівними деформаціями.

Які існують методи дослідження зсувів? Для дослідження зсувів використовують стаціонарні методи. Через локальні закономірності зсувних процесів визначають методи їх дослідження. Це може бути або комплекс робіт, зосереджений на дослідженні механізму та динаміки геологічних процесів, або комплекс робіт, спрямований на вивчення умов і чинників зсувних процесів.

Що за види досліджень можна виділити? По-перше – це фіксація зсувних зміщень. Важливо визначати параметри зміщення мережі точок на зсувному схилі. Для цього утворюють стаціонарні майданчики систематичних спостережень за вектором зміщення. Застосовують поверхневі та глибинні репери, цифрові нівеліри для високоточної реєстрації величин зміщення. Поверхневі репери забивають у товщу корінних порід через 50-200 м залежно від величини зсуву, а глибинні репери ставлять у свердловини і за їхньою допомогою виявляють положення площини зміщення зсуву та зсувні деформації на різних рівнях глибини. Прикладом свердловинних вимірювань є метод інклінометрії – покрокове опускання зонду на фіксовану відстань з визначенням у кожній точці вимірювань кута нахилу зонду стосовно прямовисної лінії. Завдяки цьому методу вимірюють глибину розташування поверхні ковзання, величину і напрям зміщення.

Іншим видом є вивчення ураженості схилів зсувами. Роблять вимірювання відстаней між нерухомими реперами та зсувними точками, використовуючи мірну рейку та нівелір. Цим методом визначають лінійну площину та загальну ураженість схилу зсувними процесами.

Третім видом є спостереження за змінами напруженого стану порід і порового тиску. Визначають нормальні напруги перетворювачами ґрунтового тиску, які встановлюють на різних глибинах. Поровий тиск вимірюють у водонасичених глинистих ґрунтах, для цього використовують п'єзометри та давачі з різними перетворювачами.

Четвертий вид – гідрометеорологічний моніторинг. Ведуть дослідження метеорологічних та кліматичних чинників, що впливають на стійкість схилів у цілому й активізацію окремих зсувів. Об'єктом досліджень є береги морів чи водосховищ, що розташовані в зоні абразії, яка руйнує підніжжя схилів, та за зонами підмиву берегів постійними й тимчасовими водотоками.

Ще одним цікавим видом є режимні спостереження за підземними водами. На ділянках зсуву облаштовують 1...3 створи з 3...4 свердловин. Створи розташовують паралельно до брівки схилу в певних місцях: на корінному схилі, на тілі зсуву та в його підніжжі. Таким чином визначають глибину підземних вод, особливості притоку та відтоку вод до зсувного схилу.

Шостим видом – спостереження за вологістю ґрунтів. Відбирають зразки ґрунтів через 15...20 см у розрізі зі спеціально пробурених свердловин для лабораторних аналізів. Використовують геофізичні методи для визначення динаміки вологості ґрунтів, проби беруть у зонах зміщення порід, ураховуючи морфологію, тип зсуву й будову.

Останнім видом є дослідження процесів вивітрювання порід. На уступах виконують розчистку й закладають шурфи чи короткі штольні для оголення невивітрілих або слабо вивітрілих порід. Пункти ставлять на різних елементах рельєфу, з різною експозицією та крутістю, щоб охопити схили з різним ступенем вивітрілості порід. Таким чином з'ясовують характер, умови й інтенсивність змін властивостей гірських порід, їхній гранулометричний склад, об'єми зносу та накопичення продуктів вивітрювання на схилах.

Всю зібрану інформацію з стаціонарних ділянок використовують для створення картографічних і математичних моделей зсувів.

Що повинен в собі мати загальний кадастр? Схема опису схилу, на якому й виник зсув повинна мати: розташування у рельєфі, експозицію, генезис, довжину схилу, відносну висоту; форму в профілі та плані, кругість; літологічні та петрографічні різновиди порід, їхні умови залягання, наявність тектонічних порушень, стан – вологість, консистенція, тріщинуватість, вивітрілість; гідрогеологічні умови: глибина ґрунтових вод, напрям течій, місця обводнення схилу, наявність джерел, їхній дебіт; мікрорельєф схилу, його зв'язок з геологічною будовою; наявність рослинності та штучних споруд; характеристика рельєфу між вододілом і брівкою схилу – плато, тераса, більш пологий схил, відстань від вододілу до брівки, протилежний схил; характеристика підніжжя схилу: наявність підмиву або штучного підрізування схилу, інтенсивність підмиву; вік схилу й основні етапи його формування.

А про зсув повинні бути такі відомості: тип за особливостями процесу зміщення, будовою, формою переміщення, механізмом руху, формою в плані; причини та значення у виникненні різних чинників; взаємозв'язок з іншими процесами; стадія розвитку зсуву.

Які існують протизсувні заходи? По-перше, для успішної реалізації протизсувних заходів потрібна розробка питань спеціальної стратегії й тактики: встановлення природи можливих форм порушення стійкості схилу і розробка раціональних розрахункових схем; кількісна оцінка стійкості схилу з визначенням коефіцієнта стійкості; виявлення найбільш ефективних шляхів забезпечення стійкості схилу до необхідних меж; проектування укосів із заданою стійкістю.

Протизсувні заходи ділять на види: активні – здатні впливати на головну причину зсуву шляхом повного припинення або деякого послаблення його дії і зняття перенапруження ґрунтової товщі за рахунок розвантаження будь-якого виду; пасивні – спрямовані на підвищення значущості чинників опору, що позитивно впливають на стійкість схилу шляхом його навантаження або закріплення будь-якими способами.

Вага зсувної маси і кути ухилу відіграють суттєву роль у стійкості схилів, тому часто застосовується терасування схилу, для тимчасової стійкості схилу. Дуже важливим і легким способом боротьби зі зсувами є насадження кущів і дерев на схилах.

Прогресивні зсуви мають зону ковзання нижче за подошву схилу, тому під час руху маси зсуву утворюється характерний бугор випирання, що слугує стримуючим протизсувним бар'єром. Що сприяло виникненню нового заходу боротьби зі зсувами – підсилення бугра випирання, що досягається відсипкою контрбанкетів або прошивкою залізобетонними шпильками зсувного тіла перед схилом.

Регресивні зсуви не мають бугра випирання, тому на них влаштовують підпірні стінки. Будова стінок супроводжується дренажним приладом, бо за відсутністю цього заходу підпір підземних і поверхневих споруд зруйнує споруду. Конструкція підпірних споруд і глибина їх фундаментів визначають розрахунками, з урахуванням практичних величин зсувного тиску на об'єктах досліджень.

Стійкість споруд забезпечується: видаленням нестійкого масиву пухких порід на усю його товщину; закладкою глибоких фундаментів, що спираються на стійкі основи; облаштуванням фундаментів із буронабивних паль; використанням каркасних конструкцій; армуванням крутих укосів, геосинтетичними сітками і каркасами; застосуванням залізобетонних поясів; облаштуванням деформаційних швів.

Виділяють специфічні групи протизсувних заходів: зелений пояс – заборона рубки лісу, корчування і розробки ділянок під городи, знищення кущів, трав'яного покриву; будівництво – встановлення межі граничної забудови, типу і ваги споруд, знесення існуючих споруд, уповільнення темпів будівництва; земляні роботи – заборона будь-яких робіт у пасивній зоні (біля підніжжя), а в активній (біля брівки) – неприпустимість збільшення крутизни укосу, розкриття нестійких ґрунтів; водне господарство – заборона спуску пове-

рхневих вод і поливів; динамічні дії – заборона застосування вибухових робіт, забивання паль, роботи транспортних засобів.

Механічне кріплення схилу (укосу) пов'язане з облаштуванням поодиноких прошпилюючих елементів у вигляді паль різного типу, що проходять крізь зсув у корінні породи або їх рядів у вигляді шпунтових стінок або мерзлотних завіс та ін.

Ознайомившись із матеріалом стає зрозуміло наскільки багато знань має по приводу зсуву людина, що може навіть очікувати зсув, запобігати йому. Розроблено багато видів спостережень за зсувами та методи протизсувних заходів. Гарний приклад того, як людина може, у повному сенсі цього слова, перемогти дуже небезпечне явище природи.

БУДІВНИЦТВО НА ПРОСІДАЮЧИХ ГРУНТАХ

Автор: Положечко О. Ю. *, студентка групи ПБ1911

Науковий керівник: к.т.н., доцент Дубінчик О. І. *

* Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Лес – це макропориста, бархатиста на дотик, дуже м'яка порода, яка звичайно має палевий колір. Проблема лесових відкладів пов'язана з їх просідними властивостями.

Нерівномірні просідання лесових ґрунтів стають причиною нерівномірних осідань різних споруд. Особливо чутливими до них є крупнопанельні споруди, які мають підвищену жорсткість, в зв'язку з чим в їх конструкціях виникають значні величини додаткових зусиль. Тому при будівництві на просідаючих ґрунтах здійснюються спеціальні методи захисту основ від просідаючих явищ або для пристосування конструкції будівлі до можливих нерівномірних просідань основи. Ці заходи можуть бути об'єднані у чотири групи:

а) заходи захисту природної основи від замочування атмосферними, ґрунтовими, побутовими і промисловими водами;

б) заходи штучного закріплення ґрунтів;

в) конструктивні заходи, які забезпечують безаварійну роботу споруд в умовах просідань;

г) повне або часткове прорізання товщі просідаючих порід фундаментами споруд.

Якщо величина ймовірного просідання незначна, то в більшості випадків можна обмежитися найпростішими заходами: плануванням території, що забезпечує швидке відведення поверхневих, побутових і промислових вод; влаштуванням навкруги будівлі водотривких відмощень та ін. Якщо ж величина просідань є значною, то основа повинна бути цілком захищена від замочування. Застосовуються також заходи, спрямовані на ущільнення лесових порід або їх штучне закріплення. До них належать поверхневе і глибинне ущільнення, попереднє замочування, силікатизація, термічне зміцнення та ін.

При невеликій потужності просідаючих порід обмежуються поверхневим ущільненням ґрунтів важким трамбуванням. Після цього будівництво можна здійснювати як на звичайних породах, без застосування спеціальних захисних заходів. На територіях лесових товщ великої потужності застосовується глибинне ущільнення за допомогою ґрунтових паль. Інколи застосовується ущільнення лесових порід шляхом їх попереднього замочування. Але процеси просідання розвиваються повільно і тому попереднє замочування слід робити завчасно, хоча б за рік до початку будівництва.

Добре зарекомендував себе метод силікатизації (шляхом нагнітання в ґрунт двох розчинів: силікату натрію і хлористого кальцію або лише одного силікату натрію). Крім цього, застосовується метод термічного закріплення ґрунтів. Обидва ці методи є дуже надійними, тому що роблять лесові ґрунти міцними і водостійкими. Крім того, вони дозволяють закріпити лесові породи на різних глибинах і вимагають нескладного устаткування.

Розроблені також методи електросилікатизації, кольматування лесових ґрунтів глинистими суспензіями та ін. Деякі фахівці вважають, що для масового будівництва житлових будівель і промислових споруд без мокрого технологічного процесу слід обмежуватися тільки заходами оберігання природної основи від замочування. Заходи, спрямовані на усунення просідності лесових порід, доцільно застосовувати тільки для великих цивільних і промислових споруд із безперервним мокрим технологічним процесом.

При виборі місця будівництва і проектування фундаменту на лесових ґрунтах варто уникати ділянки, де можуть бути витоки води. Для захисту від просадних явищ у таких ґрунтах проводять меліорацію шляхом буріння спеціальних свердловин глибиною до восьми метрів. В них шляхом горіння спікають навколишні лесові ґрунти.

Під час інженерно-геологічних досліджень картирують ділянки, де поширені такі породи. Визначають потужності шарів, описують кожен шар. Документують деформації на прилеглих будівлях і спорудах, провали, просідання землі.

Питаннями будівництва на лесових ґрунтах стали інтенсивно займатись у зв'язку з тим, що такі ґрунти займають дуже велику площу. На таких ґрунтах в нашій країні вже раніше були побудовані великі металургійні, машинобудівні заводи і необхідно знати закономірності зміни ґрунтів, умови експлуатації, підтримки у нормальному стані будівель і споруд. В даний час на таких ґрунтах теж ведеться інтенсивне будівництво. Варто сказати, що саме на таких ґрунтах відбувається найбільше катастрофічних інженерно-геологічних явищ, особливо коли піднімається рівень ґрунтових вод або з-за витоків води з трубопроводів.

При проектуванні основ будинків на лесових ґрунтах потрібно враховувати чи з'являються при зволоженні ґрунтів додаткові навантаження. Планують спеціальні інженерні заходи (дренаж і т. д.) для зниження просідання ґрунтів, для зменшення кількості витоків з трубопроводів. Будівлі та споруди з джерелом води (наприклад, водонапірні башти) розташовують нижче за рельєфом.

Детальне вивчення розповсюдження, природи та фізико-механічних властивостей лесових ґрунтів, їх погіршення за рахунок зміни гідрогеологічного режиму дасть змогу запровадити моніторинг стану геоекологічних умов на територіях розповсюдження лесових ґрунтів, розробити комплекс конструктивних водозахисних та технічних меліоративних заходів для надійного будівництва та експлуатації інженерних споруд, а також кваліфікаційного обґрунтування реструктуризації навколишнього середовища.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРІАНТУ ПРИ КАПІТАЛЬНОМУ РЕМОНТІ БАЛКОВОГО АВТОДОРОЖНЬОГО МОСТУ

Автор: Філоненко Г. К. *, студент групи МТ2021

Науковий керівник: д.т.н., професор Тютюкін О. Л. *

* Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Метою цієї роботи є встановлення впливу системності на надійність прогонових будов мостів і відображення цього впливу в рекомендаціях до розрахунку прогонових будов як систем.

В роботі запропоновані значення коефіцієнтів системності для розрахунку балкових прогонових будов залізобетонних мостів, а також величини коефіцієнтів умов роботи для проектування споруд рівної надійності. Новизна роботи полягає в запропонованій модифікації ймовірнісної оцінки надійності залізобетонних балкових прогонових будов автодорожніх мостів. Практична значимість роботи полягає в тому, що доведено необхідність урахування фактора системності в розрахунках прогонових будов мостів, а також створені

передумови для проектування балкових прогонових будов мостів з заданим рівнем надійності.

Реалізацію результатів роботи розпочато на Дніпровському заводі мостових залізобетонних конструкцій, де впроваджена методика оцінки однорідності і якості бетону балок автодорожніх прогонових будов. Методи оцінки надійності діляться на дві групи: одні використовують апарат теорії випадкових величин, інші – теорію випадкових процесів. Метод теорії випадкових процесів дозволяє більш повно описати поведінку прогонових будов в часі і оцінити їх безпеку. Однак, обчислення досить громіздкі, є багато чисельних обмежень в практичних додатках.

Метод теорії випадкових величин відрізняється простотою, достатньою точністю і широко розроблений для стрижневих систем. Практична реалізація даної методики досить складна і вимагає подальших наукових підходів у визначенні рівній надійності всіх елементів мосту в залежності від термінів фізичного і морального їх зносу з метою забезпечення максимальної економічності мостових конструкцій.

Для нотаток

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

Електронне видання

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

81 Всеукраїнської науково-технічної конференції

молодих учених, магістрантів та студентів

**«НАУКА І СТАЛИЙ РОЗВИТОК
ТРАНСПОРТУ»**

28 жовтня 2021 року

BRIDGES AND TUNNELS

CONFERENCE PROCEEDINGS

81th all Ukrainian Scientific and Technical Conference

of young scientists, masters and students

**“SCIENCE AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT
OF TRANSPORT”**

October 28, 2021

Українською та англійською мовами

Видається за загальною технічною редакцією

д.т.н., професора, О. Л. Тютькіна

Оригінал-макет, комп'ютерна верстка та обкладинка – д.т.н., професор, О. Л. Тютькін

Текст тез доповідей учасників конференції подано в авторській редакції.

Точка зору редакції та організаторів конференції може не співпадати з точкою зору авторів тез доповідей.

Редакція та організатори конференції не несуть відповідальності за достовірність інформації, наданої авторами у тезах доповідей.

Організаційний комітет конференції:

Дніпровський національний університет залізничного транспорту

імені академіка В. Лазаряна

49010, Україна, м. Дніпро, вул. Лазаряна, 2, ауд. 2403,

тел.: +38 (056) 373-15-53

email: glavred.mit@gmail.com