

РАЦІОНАЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ БЕРЕГОУКРІПЛЕННЯ ДЛЯ МОСТОВИХ ПЕРЕХОДІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У науковій роботі описано раціональне конструктивне рішення та технологію улаштування берегоукріплення у вигляді кутникових підпірних стінок, яке доцільно застосовувати для земляних насипів мостових переходів, що зводяться у складних інженерно-геологічних умовах в зоні дії річкової течії. Цей метод дозволяє створювати надійні та довговічні підтримувальні конструкції ґрунтової основи підходів мостових споруд навіть в умовах підвищеного рівня води. Запропонована технологія виконання робіт включає збірно-монолітне будівництво стінок секціями в сухих умовах неперервно осушувальних захваток під тимчасовим шпунтовим огородженням.

Ключові слова: мостовий перехід, підпірна стінка, земляний насип, підготовка ґрунтової основи, дренажний ґрунт, розмивання насипу, шпунтова стінка.

Abstract

Have been described the rational design solution and technology for arranging bank fortifications in the form of corner retaining walls, which is advisable to use for earthen embankments of bridge crossings, which are being built in difficult engineering and geological conditions in the area of river flow in this scientific work. This method allows you to create reliable and durable supporting structures of the soil base of bridge approaches even in conditions of high water levels. The proposed technology for performing the work includes prefabricated monolithic construction of retaining walls in sections in dry conditions of continuously draining pits under sheet pile wall.

Keywords: bridge crossing, retaining wall, earthen embankment, soil base preparation, draining soil, embankment erosion, sheet pile wall.

Вступ

Відомо, що в Україні існує проблема зношеного дорожнього фонду, яка особливо гостро проявляє себе в умовах воєнного стану [1 – 2] та, відповідно, потреби їх невідкладної реконструкції. На неї накладається супутня задача розширення застарілої транспортної інфраструктури, яка включає вирішення питання покращення логістичної ситуації великих і малих міст [3]. Через історичні чинники територія більшості сучасних міст та селищ Поділля будувалася навколо водних артерій (річок, озер), які являли собою ефективну природну транспортну артерію, джерело питної води, рушійної енергії та провізії. Водночас, водні перешкоди створюють значні перепони для доріг та для комунікації частин населених пунктів, розрізаних водними перешкодами. Тому, для подолання цих перешкод з древніх часів зводилися лінійні інженерні споруди – мости і мостові переходи [1 – 5]. Підходи до цих важливих транспортних споруд будувалися по природних підвищеннях чи штучних насипах. Питання розрахунку і проектування, а, також, довготривалої надійності насипів для автомобільних доріг не так часто зустрічається у сучасній науковій літературі, у порівнянні з питаннями ефективного проектування мостів. Інженерами та науковцями пропонуються різноманітні методи укріплення насипів, в тому числі, геогратками та геосинтетичними матеріалами, які достатньо ефективні в умовах низьких швидкотечій, або напівсухої роботи тіла насипу [6]. Однак важливість ґрунтових насипів важко переоцінити, враховуючи те, що їх функція в кінцевому випадку, аналогічна функції мосту – підтримання пішохідних чи автомобільних шляхів. Часто такі насипи піддаються руйнівній дії води від швидкотечії річки. Цим впливам можуть ефективно і довготривало опиратись тільки скельні ґрунти. В інших ґрунтових умовах, особливо у випадку слабких (просідних) ґрунтів основи, слід передбачити заходи з

підсилення ділянки земляного насипу з боку річки, який може розмиватися. У даній науковій роботі пропонується використовувати раціональне рішення берегоукріплення у вигляді кутикових підпірних стінок великої протяжності.

Основна частина статті

Розглянемо описану ситуацію на прикладі мостового переходу через річку Вільшанка, що проектується у селищі Турбів Вінницької області.

З північного боку підхід до мосту проектується по земляній дамбі, що має протяжність близько 335 м.п. та улаштовується паралельно вигинам річки. При обстеженні виявлено, що існуюча земляна дамба виконана у вигляді насипу висотою 3,5 – 6 м з низового боку та висотою 1,8...2,4 м з боку запруженої частини річки Вільшанка. Відкоси земляної дамби укріплені засівом трав. При будівництві нового мосту проектом реконструкції передбачається виконати розширення та нарощення дамби для покращення умов дорожнього руху. Ширина проекрованої проїзної частини на підходах складає 7 – 7,4 м. Покриття проїзної частини підходів – асфальтобетон; поперечний профіль – двосхилий. Навантаження на ґрунт поблизу підпірної стінки під перехідною плитою моста під час майбутньої експлуатації аналогічне навантаженню на мостову споруду (3 умовних візки А-15 [7]), буде найбільшим серед усіх можливих впливів. Верховий бік дамби не контактує безпосередньо з вигином річки та не піддається руйнівному впливу швидкотечії. Тому може бути зведений у земляних конструкціях, підсилений геотекстильними матеріалами, геораткою та засівом трав. Для захисту низового схилу дамби проти зсуву пропонується влаштування кутикових підпірних стін (рис. 1).

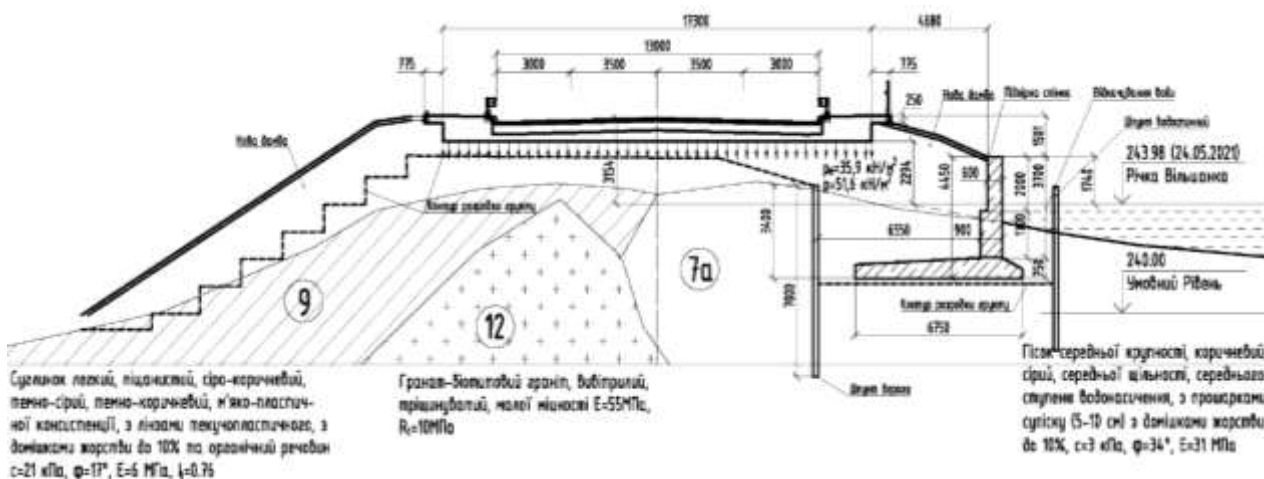


Рис. 1. Конструктивна схема улаштування берегоукріплення проектового підходу мостового переходу через р. Вільшанка у селищі Турбів у вигляді кутникової підпірної стінки у місці улаштування перехідних конструкцій.

З рис. 1 добре видно, що низовий схил дамби безпосередньо межує з водною гладдю річки Вільшанка, яка у згаданому місці має достатньо велику швидкотечію, через суттєве звуження. Ґрунтові умови існуючої дамби неоднорідні. Спостерігаються як скельні ґрунти під частиною дамби (ІГЕ-12), так і осадові ґрунти, уключаючи слабкі суглинки з органічними домішками (ІГЕ-9) та пісками (ІГЕ-7а). Тому кутикова підпірна стіна, яка складається з окремих криволінійних ділянок, що повторюють вигини дороги, буде виконувати одночасно функцію підтримання частини насипу від обвалення та захисту ґрунтової товщі дамби від розмивання. Висота проекрованої стінки обумовлена геометричними міркуваннями. Розміри підосви встановлюються згідно з методикою, наведеною у [8].

Раціональною альтернативою запропонованого методу підсилення могло б бути берегоукріплення габіонами із заповненням великоуламковими скельними породами. Розрахунками було встановлено, що, з огляду на високі відцентрові прискорення на дорозі у віражах, що влаштовані над дамбою, масивність звичайних габіонів виявилася не достатньою, а їх багаторядне потовщення у перерізі – економічно не доцільним.

Звісно, при зведенні кутникової підпірної стінки, виникають великі технологічні складнощі, пов'язані з виконанням будівельно-монтажних робіт безпосередньо у воді. Пропонується технологія виконання робіт підпірних стін захватками у шпунтових осушувальних огороженнях з неперервною відкачкою води. Шпунти виконують протиобвальну функцію на момент розробки ґрунту, та обмежувальні дії для стримування напору води річки Вільшанка. Секції стінки можуть виготовлятися як збірними, так і монолітними. У збірному варіанті технологія виконання робіт значно спрощується, однак габарити споруди у перерізі 6,75 x 4,45(н) м вимагають значних витрат на перевезення. Тому, з огляду на зазначені причини, пропонується технологія збірно-монолітного будівництва, при якій частини підпірних стін виготовляються в сухих умовах в рівні майбутньої дороги за наступною подачею виготовлених конструкцій секціями по 3 ... 4 м на відсіпану щебнем вирівнювану підготовку в рівні контуру розробки ґрунту. Секції пропонується подавати в проектне положення великотоннажним автомобільним краном (більше 40 т) після набору бетоном проектної міцності. Зазначена технологія дозволяє надійно ізолювати тіло залізобетону підпірних стінок просочувальними та шпаклювальними гідроізоляційними системами. Шви між секціями планується обмонолічувати водостійким дрібнодисперсним бетоном класу міцності не нижче В40, W10. Виконання зворотньої засипки пазах позаду стінки рекомендується виконувати щебенево-піщаною сумішшю із встановленням дренажних водовідвідних систем. Шпунтове огороження після зведення чергової секції та часткового засипання пазах переноситься на нову захватку.

Запропонована раціональна технологія виконання будівельних робіт дозволяє обмежено використовувати одну зі смуг руху існуючої дороги з верхового боку річки паралельно зі зведенням берегоукріплення, що значно полегшить транспортну ситуацію в момент реконструкції зазначеного відрізка дороги.

Висновки

На даний час назріла необхідність удосконалення технологій улаштування підсилення земляних споруд автомобільних доріг, що піддаються руйнівному впливу течії річок в умовах щільної забудови населених пунктів. У роботі запропоновано ефективне конструктивне рішення протяжного берегоукріплення підходів до мостів чи мостових переходів автомобільних доріг встановленням в зоні річкової швидкотечії кутникових підпірних стінок на прикладі об'єкту реконструкції – мостового переходу, що піддається реконструкції через річку Вільшанка у селищі Турбів Вінницької області. Розрахунками обґрунтовано габаритні розміри залізобетонних конструкцій підсилення та не раціональність стандартних габіонних систем в умовах значних горизонтальних впливів від відцентрових прискорень важковагового транспорту. Розроблена ефективна збірно-монолітна технологія виконання будівельно-монтажних робіт у шпунтовому огороженні з неперервним відкачуванням води. Пропонована технологія дозволяє виконувати берегоукріплення без повного перекриття транспортних потоків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Попов В. О. Інженерний досвід обстеження існуючих сталобетонних автодорожніх мостів / В.О. Попов, О.В. Стінський // [Електронний ресурс] Тези доповіді на ЛІІ науково-технічній конференції факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії (2023) ВНТУ : Збірник доповідей, Вінниця, 14-23 березня 2023 р. – Електрон. текст. дані. – 2023. С. 1386 – 1389. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2023/paper/view/17685/14733>
2. Попов В.О., Войцехівський О.В., Стінський О.В. Порівняння ефективності методів реконструкції сталезалізобетонних однопролітних мостів. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. Науково-технічний збірник. Вінниця, ВНТУ, 2023-1. С. 20 – 28. Режим доступу: <https://stmkvb.vntu.edu.ua/index.php/stmkvb/article/view/794>.
3. Попов В.О. Раціональне архітектурно-планувальне рішення мостових переходів у умовах складної містобудівної ситуації / В.О. Попов, М.С. Агарков, О.А. Аврамчук // Інноваційні технології в будівництві. Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції 20–22 листопада 2024 р. – Вінниця : ВНТУ, 2024. – С. 1 – 5.
4. Попов В.О. Метод реконструкції балочних мостів без зупинки їх експлуатації улаштуванням нової збірно-монолітної пролітної будови / В.О. Попов, І.В. Маєвська, А.В. Попова, М.Я. Жилівський // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. Науково-технічний збірник. Вінниця, ВНТУ, 2021-2. С. 5 – 15. Режим доступу: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/35576>.
5. Voitshivskiy O. Popov V. The effective method of strengthening of reinforced concrete beam bridges by arrangement of the horizontal steel-concrete cover system. Proceedings of FIB Symposium, China, Shanghai, 2020. P. 1258 – 1264.
6. Dahoua, L., Usychenko, O., Savenko, V., Hadji, R. Mathematical approach for estimating the stability of geotextile-reinforced embankments during an earthquake // Mining Science. – 2018. – Iss. 25. P. 207-217. URL: <http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-7e8fc569-0875-4e4a-859d-1750cb646b2b>

7. ДБН В.1.2-15:2009. Споруди транспорту. Мости та труби. Навантаження і впливи. Введ. З 2010-03-01 на заміну ДБН В.2.3-14:2006. К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 84 с.

8. Настанова з проектування підпірних стін: ДСТУ-Н Б В.2.1-31:2014 [Чинний від 2015-10-01]. – К.: Мінрегіон України, 2015. – 83 с. – (Національні стандарти України).

Попов Володимир Олексійович — к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна, email: v.a.popov.vntu@gmail.com. ORCID 0000-0003-2379-7764

Аврамчук Ольга Андріївна — студентка кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна, email: Olga1980avramchuk@gmail.com.

Popov Vladimir O. — Ph.D. Assistant Professor of department of civil engineering, architecture and municipal economy, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: v.a.popov.vntu@gmail.com. ORCID 0000-0003-2379-7764

Avramchuk Olga A. — student of department of civil engineering, architecture and municipal economy, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: Olga1980avramchuk@gmail.com.