УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Будівельний факультет

Кафедра «Залізнична колія і транспортні споруди»

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту

магістра
(освітній рівень)

на тему: Капітальний ремонт залізничного тунелю з модернізацією колії за сучасними конструктивно-технологічними рішеннями для забезпечення високошвидкісного руху поїздів

369.273.2024 ПЗ

Виконав студент II курсу, групи 211-зс-323
спеціальності 273. Залізничний транспорт
(роботу виконано самостійно, відповідно до принципів академічної доброчесності)

_____ _____ Яна ВАЛУЙКО
(підпис)

Керівник
Професор кафедри, док.техн.наук
професор
Андрій ПЛУГІН

Рецензент
Доцент кафедри, канд.техн.наук
доцент
Олег КАЛІНІН

Харків – 2025

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет «Будівельний»
Кафедра «Залізнична колія і транспортні споруди»
Освітній рівень *магістр*
Спеціальність 273. Залізничний транспорт

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри,
професор, д-р техн. наук

_____ А.А. Плугін
(підпис)
___ _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ СТУДЕНТУ

Валуйко Яні Олександрівні

1 Тема проєкту «Капітальний ремонт залізничного тунелю з модернізацією колії за сучасними конструктивно-технологічними рішеннями для забезпечення високошвидкісного руху поїздів»
керівник Плугін Андрій Аркадійович, докт. техн. наук, професор, затверджені розпорядженням по будівельному факультету від «30» вересня 2024 року № 11.
2 Строк подання студентом проєкту «31» грудня 2024 року.
3 Вихідні дані до проекту 1. Існуючий тунель на дільниці РФ «Львівська залізниця» 2. Матеріали обстеження залізничного тунелю.
4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1 Загальні відомості про стан тунелю. Умови експлуатації; 2 Дослідження корозії елементів верхньої будови колії в залізничних тунелях та факторів, які обумовлюють інтенсивність її виникнення та розвитку; Розрахунок оправи тунелю 4. Технологія виконання робіт по ремонту тунелю; 5. Техніко-економічні показники та календарний графік виконання робіт по ремонту тунелю; 5. Розрахунок кошторисної вартості капітального ремонту тунелю на дільниці РФ Львівська залізниця; 7. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.
5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
1. Портали тунелю; 2-3.Загальний вигляд існуючого тунелю; 4. Пошкодження тунелю; 5. Характеристика тунелів залізниць України та основні дефекти рейок та елементів скріплення. 6-7. Лабораторні дослідження корозії елементів верхньої

будови колії в залізничних тунелях 8. Будгенплан; 9. Конструкція підбаластної основи; 10. Влаштування збірної підбаластної основи тунелю; 11. Платформа для виконання робіт по улаштуванню металоін'єкційної сорочки; 12. Гідроізоляція обводненого тунелю; 13. Календарний графік виконання робіт

6 Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розрахунок кошторисної вартості виробництва робіт	Машошина Т.В., к.е.н., доцент		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Плугін А.А., д.т.н., професор		

7 Дата видачі завдання «30» вересня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Примітка
1	Загальні відомості про стан тунелю	05.10-30.10.24	
2	Дослідження корозії елементів верхньої будови колії в залізничних тунелях та факторів які обумовлюють інтенсивність її виникнення та розвитку	01.11-15.11.24	
3	Технологія виконання робіт по ремонту тунелю	16.11-30.11.24	
4	Техніко-економічні показники та календарний графік виконання робіт по ремонту тунелю Розрахунок кошторисної вартості виробництва робіт	01.12-15.12.24	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Оформлення пояснювальної записки	16.12-30.12.24	

Студент ___ ___ Яна ВАЛУЙКО
(підпис)

Керівник _____ Андрій ПЛУГІН
(підпис)

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 17 слайдів презентації, 114 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 49 рисунків, 8 таблиць, 25 літературних джерел.

Ключові слова: ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТУНЕЛЬ, ВИСОКОШВИДКІСНИЙ РУХ, НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ, ПОШКОДЖЕННЯ, КОРОЗІЯ, КАПІТАЛЬНИЙ РЕМОНТ, ГІДРОІЗОЛЯЦІЯ, МОДЕРНІЗАЦІЯ КОЛІЇ, МЕТАЛОІН'ЄКЦІЙНА СОРОЧКА

Об'єктом дослідження є залізничний тунель, розташований в гірській місцевості.

Метою дослідження є з'ясування причин ушкоджень конструкції тунелю та розробка конструктивно-технологічних рішень ремонту тунелю з модернізацією колії для забезпечення високошвидкісного руху поїздів.

У кваліфікаційній роботі проведено аналіз умов експлуатації тунелю, визначені пошкодження та з'ясовані їх виникнення, виконано аналіз напружено-деформованого стану конструкції тунелю, проведені дослідження корозії елементів верхньої будови колії та факторів, які обумовлюють її інтенсивність.

Для відновлення несучої здатності тунелю розроблені сучасні конструктивно-технологічні рішення, які передбачають наступний комплекс робіт: модернізація колії в тунелі з улаштуванням залізобетонної підбалластної основи, використання новітніх розробок УкрДУЗТ з улаштування металоін'єкційної сорочки на стінах тунелю і нагнітання суперпластифікованої цементно-водної суспензії за оправу склепіння. Ремонт тунелю у відповідності з розробленими конструктивно-технологічними рішеннями дозволить забезпечити організацію високошвидкісного пасажирського руху через нього.

ABSTRACT

This qualification work includes 17 presentation slides, 114 pages of an explanatory note in A4 format, featuring 49 figures, 8 tables, and 25 literature references.

Keywords: RAILWAY TUNNEL, HIGH-SPEED TRAFFIC, BEARING CAPACITY, DAMAGE, CORROSION, CAPITAL REPAIR, WATERPROOFING, TRACK MODERNIZATION, METAL INJECTION JACKET

The object of study is a railway tunnel located in a mountainous area.

The purpose of the study is to clarification the causes of damage to the tunnel structure and to develop design and technological solutions for tunnel repair with track modernization to ensure high-speed train traffic.

The qualification work analyzed the conditions of tunnel operation, determined the damage to the tunnel and the cause of their occurrence, analysed the stress-strain state of the tunnel structure, studied the corrosion of the elements of the upper track structure in railway tunnels and the factors that determine the intensity of its occurrence and development

To restore the bearing capacity of the tunnel, modern design and technological solutions were developed, which include the following set of works: modernization of the track in the tunnel with the installation of a reinforced concrete sub-ballast base, use of the latest developments of UkrSURT for the installation of a metal injection jacket on the tunnel walls and injection of a superplasticised cement-water slurry behind the arch frame. The developed design and technological solutions will allow to organize high-speed passenger traffic in the tunnel.

Зміст

Вступ 7

1 Загальні відомості про стан тунелю. Умови експлуатації 9

1.1 Загальні відомості про тунель 9

1.2 Дефекти існуючого тунелю 16

2 Дослідження корозії елементів верхньої будови колії в залізничних тунелях та факторів які обумовлюють інтенсивність її виникнення та розвитку 22

2.1 Аналіз впливу корозії на строк служби конструкцій тунелів і верхньої будови колії 22

2.2 Аналіз натурних обстеження конструкцій тунелів і верхньої будови колії 34

2.3 Лабораторні дослідження корозії елементів верхньої будови колії в залізничних тунелях 41

2.4 Критерії небезпеки корозії та електрокорозії елементів верхньої будови колії в залізничних тунелях 51

2.5 Заходи із захисту від корозії та електрокорозії елементів верхньої будови колії в залізничних тунелях 52

3. Розрахунок оправи тунелю 54

3.1 Постійні навантаження, які діють на оправу тунелю 54

3.2 Розрахунок проектного контуру оправи тунелю на ПЕОМ та визначення зусиль в обробці 57

3.3 Перевірка обмежень по першій групі граничних станів (по міцності) проектного обрису оправи 59

3.4 Аналіз напружено - деформованого стану конструкції тунелю за допомогою ПЕОМ 62

4. Конструктивні - технологічні рішення по ремонту тунелю 66

4.1 Загальні положення 66

4.2 Технологія виконання робіт по влаштуванню металоін’єкційної сорочки 68
4.3 Технологія виконання робіт по нагнітанню СПЦВС за оправу тунелю 75
4.4 Технологія робіт по улаштуванню залізобетонної підбаластної основи 77
5 Техніко-економічні показники та календарний графік виконання робіт по ремонту тунелю 81
5.1 Визначення об’ємів матеріалів для виконання робіт з улаштування металоін’єкційної сорочки 81
5.2 Визначення об’ємів матеріалів для виконання робіт з нагнітання СПЦВС за оправу тунелю 89
5.3. Визначення необхідної кількості матеріалів для улаштування залізобетонної підбаластної основи та верхньої будови колії 92
5.4 Календарний графік виконання робіт по ремонту тунелю 92
6. Визначення кошторисної вартості капітального ремонту тунелю РФ Львівської залізниці 94
7. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях 99
7.1 Характеристика проектованого об’єкту 99
7.2 Аналіз потенційних небезпек на об’єкті 102
7.3 Заходи щодо забезпечення безпечних умов праці 104
7.4 Надзвичайні ситуації та подолання їх наслідків 107
7.5 Пожежна безпека об’єкту проектування 109
7.6 Розрахунок прожекторного освітлення залізничного тунелю методом питомої потужності 110
Список використаних джерел 112

Висновки

1. З метою визначення стану залізничного тунелю, аналізу ступеню небезпеки виявлених дефектів були виконані обстеження конструкції тунелю. За результатами проведених обстежень та аналізу причин появи та розвитку виявлених пошкоджень зроблено висновок, що пошкодження є небезпечними та знижують несучу здатність елементів конструкції тунелю.

2. Проведені лабораторні дослідження корозії елементів верхньої будови колії в залізничних тунелях за результатами яких розроблені заходи із захисту від корозії та електрокорозії елементів верхньої будови колії в залізничних тунелях.

3. Виконано розрахунок оправи тунелю за допомогою програмного комплексу ЛИРА (ПК ЛИРА) який показав що руйнування конструкції тунелю і втрачання експлуатаційних властивостей буде спостерігатися при втрачанні бетоном стін та склепіння міцності внаслідок вилуговування на 50-75%.

4. Розроблені сучасні конструктивно-технологічні рішення, які передбачають наступний комплекс робіт: модернізація колії в тунелі з улаштуванням залізобетонної підбаластної основи, використання новітніх розробок УкрДУЗТ з улаштування металоін'єкційної сорочки на стінах тунелю і нагнітання суперпластифікованої цементно-водної суспензії за оправу склепіння

5. Виконано розрахунок кошторисної вартості капітального ремонту залізничного тунелю та розроблені заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях

6. Ремонт тунелю у відповідності з розробленими конструктивно-технологічними рішеннями дозволить забезпечити організацію високошвидкісного пасажирського руху через нього

Список використаних джерел

1. ВНД УЗ 32.2.04.048-2014 ЦП Положення про проведення планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт на залізницях України (ЦП-0287) [Текст].

2. ВНД УЗ 32.2.04.015-2013 ЦП Інструкція з утримання штучних споруд (ЦП-0282) [Текст]. / Держадміністрація залізничного транспорту України, Укрзалізниця.- К.: Інпрес, 2013.- 143 с.

3. Технічна характеристика інженерних споруд залізниць України [Текст]/ ЦП УЗ. – Київ, 2014

4. ЦП 0123 Середні норми витрат матеріалів і виробів на поточне утримання та ремонт колії й інших пристроїв колійного господарства залізниць України[Текст] / ЦП УЗ. - Київ, 2005. - 43 с.

5. Бульба Т.Г. Про іржавлення підошви рейок [Текст] // Колія і колійне господарство. - 1967.- №3. - С.12.

6. ЦП 0061 Класифікація і каталог дефектів і пошкоджень рейок[Текст] / М-во інфраструктури України, Держадміністрація залізничного транспорту України, Укрзалізниця. К. : Інпрес, 2012. - 109 с.

7. СОУ 45.120-00034045-015:2012 Оцінка технічного стану та експлуатаційної придатності інженерних споруд на залізницях України [Текст]/ М-во інфраструктури України, Держадміністрація залізничного транспорту України, Укрзалізниця. К. : Інпрес, 2013. - 99 с.

8. Захист будівельних конструкцій та споруд від агресивних впливів [Текст]/ А.А.Плугін, І.Е.Казімагомедов, О.О.Скорик, Т.О. Костюк, О.Б.Деденьова, О.А. Калінін.- Харків: УкрДУЗТ; ХНУБА, 2017.- 188 с.

9. ДСТУ Б В.2.6-209:2016 Шпали залізобетонні попередньо напружені для залізниць колії 1520 і 1435 мм. Технічні умови

10. Технічні вказівки з використання старопридатних матеріалів верхньої будови колії на залізницях України (ЦП-0150) / НКТБ ЦП Укрзалізниці. - Київ, 2006. -56 с.

11. Проведення досліджень по встановленню причин руйнування залізобетонних шпал та розробка рекомендацій по підвищенню міцності бетону: Звіт з НДР / В.В.Рибкін, Ю.Л.Заяц, В.П.Лисняк, В.В.Коваленко та ін. - Дніпропертровськ: ДНУЗТ, 2011. – 164 с

12. Наказ Міністерства охорони здоров'я від 14.07.2020 № 1596 Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зон

13. НПАОП 60.1-3.31-17 Норми безоплатної видачі спецодягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захису працівникам залізничного транспорту, затверджені наказом Міністерства соціальної політики України від 30.01.2017 № 141, зареєстрованим у Міністерстві юстиції України 21.02.2017 за № 238/30106

14. ДСТУ Б А.3.2-7:2009 Система стандартів безпеки праці. Роботи фарбувальні. Вимоги безпеки

15 ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування

16 ДБН В.2.5-28-2018 Природне і штучне освітлення, затверджені наказом Мінрегіону від 03.10.2018 №264

17 ДНАОП 5.1.11-3.04-86. Галузеві норми природного та спільного освітлення виробничих підприємств залізничного транспорту

18 ДСН 3.3.6.037-99 Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку

19 ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації»

20. ДСТУ 3891-99 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Терміни та визначення основних понять

21. ДСТУ 8773:2018 Склад та зміст розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту в складі проектної документації на будівництво об`єктів. Основні положення

22. НАОП 5.1.11-3.03-88. «Норми обладнання об'єктів та рухомого складу залізничного транспорту первинними засобами пожежогасіння»

23. ДБН В.1.1-7-2016 «Захист від пожежі. Пожежна безпека об’єктів будівництва».

24. НАПБ А.01-001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».

25 ДБН В.2.3-27:2023 Тунелі. Норми проєктування