

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U001501

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 05-05-2025

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



## II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Наджафов Ельшад Фаїг огли

2. Elshad Najafov

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-6143-8183

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 192

Назва наукової спеціальності: Будівництво та цивільна інженерія

Галузь / галузі знань: архітектура та будівництво

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: 47870 Будівництво та цивільна інженерія

Дата захисту: 24-06-2025

Спеціальність за освітою: 273 Залізничний транспорт

Місце роботи здобувача: ЗАТ «Азербайджанська залізниця», ТОВ «Спеціалізована залізниця №11»

Код за ЄДРПОУ: 1403238161

Місцезнаходження: Вулиця Діляри Алієвої, 230, Баку, AZ1010, Азербайджан

Форма власності: Державна

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки:

### **III. Відомості про організацію, де відбувся захист**

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** PhD 8902

**Повне найменування юридичної особи:** Український державний університет залізничного транспорту

**Код за ЄДРПОУ:** 01116472

**Місцезнаходження:** майдан Фейербаха, буд. 7, Харків, Харківський р-н., 61050, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Сектор науки:** Університетський

### **IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію**

**Повне найменування юридичної особи:** Український державний університет залізничного транспорту

**Код за ЄДРПОУ:** 01116472

**Місцезнаходження:** майдан Фейербаха, буд. 7, Харків, Харківський р-н., 61050, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Сектор науки:** Університетський

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 67.09.33

**Тема дисертації:**

1. Бетонні опорні конструкції з неметалевим армуванням для ЛЕП і контактних мереж
2. Concrete supporting structures with non-metallic reinforcement for power lines and contact networks

**Реферат:**

1. Об'єкт дослідження – процеси деградації бетону і сталевій арматури опор від атмосферних та електричних впливів, несуча здатність опор з дротяною сталевією та композитною арматурою. Метою дослідження є теоретичні та експериментальні основи підвищення надійності, довговічності та ресурсу опор контактної мережі залізниць із бетону. Методи дослідження – для оцінки можливості протікання реакцій карбонізації в рідкій або газоподібній фазі застосовано термодинамічні розрахунки з оцінкою можливості протікання величинами їх вільної енергії Гіббса та константи рівноваги; як основний параметр кінетики просування фронту карбонізації запропоновано ефективний коефіцієнт дифузії СО<sub>2</sub> в бетоні D' та методику його

прискореного визначення; розроблено методику прогнозування залишкового ресурсу залізобетонних конструкцій кільцевого перерізу, що зазнають агресивного впливу; розроблено методику порівняння несучої здатності опор контактної мережі залізниць із бетону, армованого композитною та сталевую арматурою, шляхом розрахункового експерименту з аналізом напружено-деформованого стану опор із застосуванням методу скінчених елементів і програмного комплексу ЛІРА-САПР; для верифікації результатів розрахунків міцності, жорсткості та тріщиностійкості опор з композитною арматурою розроблено методику експериментальних досліджень на моделях у складі розрахункового та натурного експериментів; розроблено методику порівняльного дослідження зчеплення бетону з композитною і сталевую дрютяною арматурою. В результаті досліджень отримано нові наукові результати. Вперше встановлено, що нейтралізація  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  вуглекислим газом відбувається через розчинення  $\text{CO}_2$  у поровому електроліті, кінетика просування фронту карбонізації визначається розчиненням і дифузією молекул  $\text{CO}_2$  крізь нього, реакційна здатність щільного центрифугованого бетону визначається об'ємом доступних для води пор а, отже, водопоглинанням бетону, величини ефективного коефіцієнту дифузії  $\text{CO}_2$  в бетоні з часом зменшуються за рахунок кольматації порового простору кальцитом. Набули подальшого розвитку уявлення: про вплив чинників на довговічність залізобетонних конструкцій, зокрема, встановлено, що для залізобетонних центрифугованих опор контактної мережі найбільш впливовим чинником є товщина захисного шару; про напружено-деформований стан конструкцій із бетону, армованих композитною арматурою, зокрема, вперше отримано скінчено-елементну модель конічної кільцевого перерізу конструкції із бетону, армованого попередньо-напруженою композитною арматурою, та закономірності розподілу в ній деформацій і напружень від її згину. Встановлено, що за однакових із залізобетонною конструкцією перерізом арматури та натягом арматурного пакету конструкція з композитною арматурою має меншу несучу здатність за другою групою граничних станів. Практичне значення отриманих результатів полягає у розробці методики прогнозування залишкового ресурсу залізобетонних конструкцій кільцевого перерізу, які зазнають впливу агресивних середовищ, зокрема опор контактної мережі, а також розробці і включенні в проект державних будівельних норм України конструкції роздільної металевої опори контактної мережі на буронабивному фундаменті із бетону з композитною арматурою.

2. Research Object – the processes of degradation of concrete and steel reinforcement of supports under atmospheric and electrical influences, as well as the load-bearing capacity of supports reinforced with wire steel and composite reinforcement. The aim of the research is to establish theoretical and experimental foundations for improving the reliability, durability, and service life of concrete supports of the railway catenary system. Research Methods – Thermodynamic calculations to assess the possibility of carbonation reactions in liquid or gaseous phases, evaluating their feasibility by the values of Gibbs free energy and equilibrium constants; An effective  $\text{CO}_2$  diffusion coefficient in concrete,  $D'$ , was proposed as the key parameter for the kinetics of carbonation front propagation, along with a method for its accelerated determination; A methodology for predicting the residual service life of reinforced concrete structures with a ring cross-section subjected to aggressive environmental impacts was developed; A methodology was created for comparing the load-bearing capacity of concrete catenary supports reinforced with composite and steel reinforcement by means of computational experiments and stress-strain state analysis using the finite element method and the LIRA-SAPR software package; For the verification of strength, stiffness, and crack resistance calculations for supports with composite reinforcement, a methodology for experimental research on models, including both computational and full-scale experiments, was developed; A methodology for comparative research on the bonding of concrete with composite and wire steel reinforcement was also developed. As a result of the research, new scientific findings were obtained. For the first time, it was established that the neutralization of  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  by carbon dioxide occurs via the dissolution of  $\text{CO}_2$  in the pore electrolyte. The kinetics of carbonation front advancement is governed by the dissolution and diffusion of  $\text{CO}_2$  molecules through the electrolyte. The reactivity of dense centrifuged concrete is determined by the volume of pores accessible to water, and thus by the water absorption of the concrete. The effective  $\text{CO}_2$  diffusion coefficient in concrete decreases over time due to pore space clogging by calcite. Further development was made in the understanding of: The influence of factors on the durability of reinforced concrete structures, particularly

establishing that the most influential factor for centrifuged reinforced concrete catenary supports is the thickness of the protective layer; The stress-strain state of concrete structures reinforced with composite materials, notably by obtaining for the first time a finite element model of a conical ring-section structure reinforced with prestressed composite reinforcement, along with the patterns of strain and stress distribution caused by bending. It was found that for identical reinforcement cross-sections and prestress forces, a structure with composite reinforcement has a lower load-bearing capacity according to the second group of limit states compared to a structure with traditional steel reinforcement. The practical significance of the obtained results lies in the development of a methodology for predicting the residual service life of ring-section reinforced concrete structures exposed to aggressive environments, particularly railway catenary supports. Additionally, the work contributed to the development and inclusion of a design for a separated metallic catenary support on a bored pile foundation with concrete reinforced by composite materials into the draft of the State Building Codes of Ukraine.

### **Державний реєстраційний номер ДіР:**

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:** Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:** Освоєння нових технологій високотехнологічного розвитку транспортної системи, ракетно-космічної галузі, авіа- і суднобудування, озброєння та військової техніки

**Підсумки дослідження:** Нове вирішення актуального наукового завдання

### **Публікації:**

- Наджафов Е.Ф., Чженьхуа Є., Плугін Д.А., Плугін А.А., Дудін О.А. Кінетика карбонізації захисного шару бетону залізобетонних опор контактної мережі залізниць. Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту // (Б), 210 (2024) 87–103.  
<https://doi.org/10.18664/1994-7852.210.2024.320835>
- Наджафов Е. Ф., Плугін Д. А., Плугін А. А., Лобяк О.В. Несуча здатність опор контактної мережі залізниць із бетону, армованого композитною арматурою. Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика // (Б), 26 (2024) 54–62. <https://doi.org/10.15802/bttrp2024/315300>
- Плугін А.А., Жван В.Д., Лобяк О.В., Назаренко О.М., Наджафов Е.Ф., Березовська А.О. Прогнозування залишкового ресурсу залізобетонної димової труби коксохімічного виробництва. Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту // (Б), 208 (2024) 51–67.  
<https://doi.org/10.18664/1994-7852.208.2024.308146>
- Плугін А.А., Муригін М.А., Крикун О.П., Наджафов Е.Ф., Зінченко В.В. Експериментальні дослідження впливу електричних потенціалів на корозійні процеси в залізобетонних шпалах. Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту // (Б), 207 (2024) С. 38–51.  
<https://doi.org/10.18664/1994-7852.207.2024.301944>
- Andrii Plugin, Olena Kaliuzhna, Oleksii Lobiak, Dmytro Plugin, Elshad Faih Ohly Nadzhafov, Markus Lagler. Regarding the replacement of steel reinforcement in prestressed concrete sleepers with composite rebars. AIP Conf. Proc. 3064, 060003 (2024). <https://doi.org/10.1063/5.0199575>
- Плугін А.А., Панченко С.В., Муригін М.А., Плугін Д.А., Наджафов Е.Ф., Лобяк О.В. Порівняльні дослідження моделей бетонних конструкцій, армованих попередньо напруженою сталевую та композитною арматурою. Тези доповідей 10 Міжнародної конференції «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті» (ТрансБуд-2024), УкрДУЗТ, Харків (20–22.11.2024), С. 45–48. <https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2024/09/tezi-transbud-2024-2.pdf>

- Наджафов Е.Ф., Плугін Д.А., Плугін А.А., Лобяк О.В., Слепченко С.В. Опорні конструкції контактної мережі залізниць із бетону, армованого композитною арматурою. Збірник тез міжнар. наук.-техн. конфер. «Структурутворення та руйнування композиційних будівельних матеріалів та конструкцій», ОДАБА, Одеса, 23.04.2024. С. 96-99. [https://drive.google.com/file/d/1jI7vWluCtPrF4HO4P4BpNs-\\_at6XPvwR/view](https://drive.google.com/file/d/1jI7vWluCtPrF4HO4P4BpNs-_at6XPvwR/view)
- Плугін А.А., Калюжна О.В., Муригін М.А., Наджафов Е.Ф., Плугін Д.А. Перспективи застосування композитної арматури в шпалах із бетону. Міжнар. наук.-техн. конфер. «Органічні і мінеральні в'язучі та дорожні бетони на їх основі». ХНАДУ. Харків. 08-09.11.2022. С. 107-113.
- Плугін А.А., Чайка В.М., Мусієнко С.М., Наджафов Е.Ф. Особливо дрібнозернистий бетон із відходів ГЗК для будівельних виробів. Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту // (Б), 208 (2024) С. 79-91. <https://doi.org/10.18664/1994-7852.208.2024.308196>
- Спосіб виготовлення шпал із бетону з попередньо напруженою арматурою. МПК E01B 3/34, E04G 21/12. УкрДУЗТ. Плугін А.А., Плугін Д.А., Муригін М.А., Панченко С.В., Чжи В, (Zhu W.), Лобяк О.В., Муригін А.В., Плугін О.А., Калюжна О.В., Муригіна Н.О., Дудін О.А., Наджафов Е.Ф.о. Заявка на видачу патенту на винахід № а 2023 06180. Заявл. 18.12.2023.
- Спосіб виготовлення шпал із бетону з попередньо напруженою арматурою. МПК E01B 3/34, E04G 21/12. УкрДУЗТ. Плугін А.А., Плугін Д.А., Муригін М.А., Панченко С.В., Чжи В, (Zhu W.), Лобяк О.В., Муригін А.В., Плугін О.А., Калюжна О.В., Муригіна Н.О., Дудін О.А., Наджафов Е.Ф.о. Заявка на видачу патенту на корисну модель u202306182. Заявл. 18.12.2023.

**Наукова (науково-технічна) продукція:** технології; матеріали; методи, теорії, гіпотези; проекти нормативних документів

**Соціально-економічна спрямованість:** економія енергоресурсів; економія матеріалів; підвищення надійності, довговічності та економічної ефективності залізничної інфраструктури

**Охоронні документи на ОПІВ:**

Винаходи, корисні моделі, промислові зразки

Спосіб виготовлення шпал із бетону з попередньо напруженою арматурою. МПК E01B 3/34, E04G 21/12. УкрДУЗТ. Плугін А.А., Плугін Д.А., Муригін М.А., Панченко С.В., Чжи В, (Zhu W.), Лобяк О.В., Муригін А.В., Плугін О.А., Калюжна О.В., Муригіна Н.О., Дудін О.А., Наджафов Е.Ф.о. Заявка на видачу патенту на винахід № а 2023 06180. Заявл. 18.12.2023. Спосіб виготовлення шпал із бетону з попередньо напруженою арматурою. МПК E01B 3/34, E04G 21/12. УкрДУЗТ. Плугін А.А., Плугін Д.А., Муригін М.А., Панченко С.В., Чжи В, (Zhu W.), Лобяк О.В., Муригін А.В., Плугін О.А., Калюжна О.В., Муригіна Н.О., Дудін О.А., Наджафов Е.Ф.о. Заявка на видачу патенту на корисну модель u202306182. Заявл. 18.12.2023.

**Впровадження результатів дисертації:** Впроваджено

**Зв'язок з науковими темами:** 0122U002125; 0123U102700

## VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Плугін Дмитро Артурович

2. Dmytro Plugin

**Кваліфікація:** д. т. н., професор, 05.23.05

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-4359-4369

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Український державний університет залізничного транспорту

**Код за ЄДРПОУ:** 01116472

**Місцезнаходження:** майдан Фейербаха, буд. 7, Харків, Харківський р-н., 61050, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Сектор науки:** Університетський

## VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

### Офіційні опоненти

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Сопов Віктор Петрович

2. Viktor Sopov

**Кваліфікація:** д. т. н., професор, 05.23.05

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-1908-0421

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Сумський національний аграрний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 04718013

**Місцезнаходження:** вул. Герасима Кондратьєва, буд. 160, Суми, Сумський р-н., 40021, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Сектор науки:** Університетський

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Марків Тарас Євгенович

2. Taras Markiv

**Кваліфікація:** д. т. н., доц., 05.23.05

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-0865-3984

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Львівська політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 02071010

**Місцезнаходження:** вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Сектор науки:** Університетський

## Рецензенти

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Никитинський Андрій Володимирович

2. Andrii Nykytynskyj

**Кваліфікація:** к. т. н., доц., 05.23.05

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-4923-8568

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Український державний університет залізничного транспорту

**Код за ЄДРПОУ:** 01116472

**Місцезнаходження:** майдан Фейєрбаха, буд. 7, Харків, Харківський р-н., 61050, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Сектор науки:** Університетський

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Калінін Олег Анатолійович

2. Oleh Kalinin

**Кваліфікація:** к. т. н., доц., 05.23.05

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0003-3063-5659

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Український державний університет залізничного транспорту

**Код за ЄДРПОУ:** 01116472

**Місцезнаходження:** майдан Фейєрбаха, буд. 7, Харків, Харківський р-н., 61050, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Сектор науки:** Університетський

## VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
голови ради**

Борзяк Ольга Сергіївна

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
головуючого на засіданні**

Борзяк Ольга Сергіївна

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Вітольберг Володимир Геннадійович

**Реєстратор**

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є  
відповідальним за реєстрацію наукової  
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна