Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Image not found or type unknow

Державний обліковий номер: 0826U002635

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 17-06-2026

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бурак Дмитро Юрійович
2. Dmytro Burak

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0005-0507-5022

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: Будівництво та цивільна інженерія

Дата захисту: 12-08-2026

Спеціальність за освітою: Промислове та цивільне будівництво

Місце роботи здобувача: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 14637

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

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

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 67.11.31

Тема дисертації:

1. Несуча здатність та деформативність балок, виготовлених за технологією 3D друку

2. Load-bearing capacity and deformability of beams manufactured using 3D printing technology

Реферат/анотація:

1. Сьогодні будівельна галузь стикається з нестачею кваліфікованої робочої сили, що негативно впливає на терміни та якість будівельних робіт. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є впровадження технології 3D друку в будівництві. Завдяки високому рівню автоматизації та комп'ютерному керуванню вона дозволяє скоротити потребу в робочій силі, оптимізувати використання матеріалів, зменшити витрати на матеріальні ресурси та логістику, а також суттєво зменшити вуглецевий слід галузі. Цю технологію переважно використовують для зведення самонесучих стін або виготовлення опалубки, не включаючи надруковані елементи до силового розрахунку будівель. Водночас можливість виготовлення 3D друкованих несучих конструкцій дозволить значно оптимізувати будівельні процеси. Головним викликом виготовлення несучих конструкцій за допомогою 3D принтера є відсутність українських та міжнародних нормативних документів, які регулюють проектування і будівництво таких конструкцій. Це обмежує можливості практичного застосування 3D друку для виготовлення повноцінних несучих конструкцій та стримує інтеграцію цієї технології у сучасні системи проектування. У зв'язку з цим актуальним є проведення експериментальних

досліджень та адаптація існуючих розрахункових підходів для оцінювання несучої здатності та деформативності 3D-друкованих несучих конструкцій. Дисертація присвячена експериментальним та теоретичним дослідженням роботи балок, виготовлених за технологією 3D друку, та визначенню їх несучої здатності та деформативності в лабораторних умовах. Перед друком дослідних зразків була розроблена методика виготовлення та способи армування балок з врахуванням особливостей даної технології. Дослідні балки були поділені на серії, які відрізнялися між собою орієнтацією друку та методами армування. Балки серій 1-3 були виготовлені без поперечного армування. Для встановлення балок серій 3 та 5 у проектне робоче положення під час випробувань їх обертали на 90° відносно положення, в якому вони були надруковані. Поперечну арматуру балок серій 4 та 6 встановлювали після завершення друку. Балки серії 6 запроектована з передбаченим дефектом у вигляді порожнини у стиснутій зоні перерізу. Балки серій 1-3 без поперечного армування зруйнувалися по похилому перерізі. Балки серій 4-5 зруйнувалися по нормальному перерізі після досягнення граничних деформацій у розтягнутій арматурі. Балки серії 6 з передбачуваним дефектом показали різний характер руйнування. Графіки приросту деформації та прогинів представлені у роботі. Окремими дослідженнями експериментально визначені механічні характеристики бетону екструзії, а саме міцність на стиск і модуль пружності, у різних напрямках прикладання навантаження по відношенню до шарів та у контрольних зразках, виготовлених в опалубці. Найбільше значення міцності на стиск показало випробування контрольних зразків. Зразки, виготовлені на 3D принтері, показали нижчу міцність бетону екструзії. Аналіз експериментальних і теоретичних результатів показав, що застосування чинної методики розрахунку похилого перерізу згинених конструкцій без поперечної арматури до балок, виготовлених за технологією 3D друку, призводить до завищення їх розрахункової несучої здатності. Максимальна розбіжність між теоретичними та експериментальними значеннями становила до 43 %. Запропоновано уточнення до методики розрахунку з урахуванням міцності бетону екструзії на розтяг та зріз. Після внесення уточнень відхилення між розрахунковими та експериментальними значеннями зменшилось до 1-29 % в сторону експериментальних результатів. Застосування чинної методики розрахунку нормального перерізу балок за деформаційною моделлю відповідно до чинних нормативних документів демонструвало задовільну збіжність з експериментальними результатами. Це підтверджує можливість використання деформаційної моделі для оцінки несучої здатності 3D-друкованих залізобетонних елементів. Встановлено вплив орієнтації шарів друку та технологічних дефектів, зокрема міжшарових внутрішніх пустот, на несучу здатність і деформативність балок, виготовлених за технологією 3D друку. Для врахування зниження їх несучої здатності експериментально визначено коефіцієнт впливу дефектів. За результатами виконаної роботи розроблені рекомендації щодо проектування балок, виготовлених за технологією 3D друку.

2. Today, the construction industry faces a shortage of skilled labor, which negatively affects the duration and quality of construction works. One of the ways to address this problem is the implementation of 3D printing technology in construction. Due to its high level of automation and computer-controlled operation, this technology makes it possible to reduce labor requirements, optimize material utilization, and decrease material and logistics costs. In addition, the application of this technology significantly reduces the carbon footprint of the construction industry. Currently, this technology is primarily used for the construction of self-supporting walls or for the fabrication of formwork, with the printed elements not being included in the structural analysis of buildings. At the same time, the possibility of manufacturing load-bearing structures using 3D printing technology could significantly optimize construction processes. The main challenge in manufacturing load-bearing structures using 3D printing technology is the absence of Ukrainian and international regulatory documents governing the design and construction of such structures. This limits the practical application of 3D printing for the production of fully load-bearing structural elements and hinders the integration of this technology into modern design practices. Therefore, experimental investigations and the adaptation of existing calculation approaches for assessing the load-bearing capacity and deformability of 3D-printed load-bearing structures are of considerable relevance. The thesis presents experimental and theoretical studies of 3D-printed beams and investigates their load-bearing capacity and deformability under laboratory conditions. Before printing the experimental specimens, methods for beam fabrication and reinforcement were developed. The experimental beams were divided into

several series differing in printing orientation and reinforcement methods. Beams of Series 1-3 were manufactured without transverse reinforcement. To place the beams of Series 3 and 5 in their design position during testing, they were rotated by 90° relative to the printing position. The transverse reinforcement of the beams in Series 4 and 6 was installed after the completion of the printing process. Beams of Series 6 were designed with an intentional defect in the form of an internal void located in the compressed zone of the cross-section. Beams of Series 1-3 without transverse reinforcement failed along an inclined section. Beams of Series 4-5 failed in a normal section after the tensile reinforcement had reached its ultimate strain. Beams of Series 6, containing an intentional defect, exhibited different failure modes. Graphs of strain development and beam deflections are presented in the thesis. Separate experimental studies were conducted to determine the mechanical properties of extrusion concrete, including compressive strength and modulus of elasticity, for different loading directions relative to the printed layers, as well as for control specimens cast in formwork. The highest compressive strength values were obtained for the control specimens. Specimens manufactured using a 3D printer exhibited lower compressive strength of the extrusion concrete. The analysis of the experimental and theoretical results showed that the application of the current calculation method for inclined sections of bending members without transverse reinforcement to beams manufactured using 3D printing technology leads to an overestimation of their calculated load-bearing capacity. The maximum discrepancy between the theoretical and experimental values reached 43 %. Refinements to the calculation method were proposed taking into account the tensile and shear strength of extrusion concrete. After the introduction of the refinements, the deviation between the calculated and experimental values decreased to 1–29 % toward the experimental results. The application of the current calculation method for normal beam sections based on the deformation model in accordance with current design codes demonstrated satisfactory agreement with the experimental results, which confirms the possibility of applying the deformation model for evaluating the load-bearing capacity of 3D-printed reinforced concrete elements. The influence of the printing layer orientation and technological defects, in particular interlayer internal voids, on the load-bearing capacity and deformability of beams manufactured using 3D printing technology was established. To account for the reduction in their load-bearing capacity, a defect influence coefficient was experimentally determined. Based on the results of the completed research, recommendations for the design and manufacturing of beams produced using 3D printing technology were developed

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 виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання, створення індустрії наноматеріалів та нанотехнологій

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- 1. Demchyna B., Vozniuk L., Surmai M., Burak D., Shcherbakov S. 3D printing technology for monolithic beams with the possibility of reinforcing bars //Вісник Львівського національного університету природокористування. Серія Архітектура та будівництво. 2024. № 25. С. 32–37.
- 2. Демчина Б. Г., Вознюк Л. І., Бурак Д. Ю., Щербаков С. О. 3D друк балок із можливістю влаштування поперечного армування, враховуючи особливості роботи будівельного принтера // Будівельні конструкції: теорія і практика. 2024. Вип. 14. С. 57–66.
- 3. Бурак Д. Ю., Нурманов А. Н. Випробування збірної балки, армованої окремими стержнями та виготовленої методом 3D-друку // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. 2025. Вип. 47. С. 300–306.

- 4. Вознюк Л. І., Бурак Д. Ю., Демчина Х. Б., Говоруха Ю. Результати випробування балки, виготовленої методом 3D друку без поперечного армування // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. 2025. Вип. 48. С. 133–140.
- 5. Бурак Д. Ю., Резнік П., Володимиров А., Баб'як В. І. Технологія виготовлення балок армованих зварними каркасами, методом 3D друку // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. 2024. Вип. 45. С. 394–40.
- 6. Demchyna B., Vozniuk L., Surmai M., Burak D., Famulyak Y. Load-bearing capacity of beams manufactured using 3D printing and reinforced with welded frames // AIP Conference Proceedings. 2026. Vol. 3364, iss. 1 : 12th International conference on Applied Mechanics, 15 November 2024, Bydgoszcz, Poland.
- 7. Demchyna B., Vozniuk L., Shcherbakov S., Burak D., Artemenko V., Hnes I. 3D printing of a semi-circular unreinforced arch using a building printer // AIP Conference Proceedings. 2026. Vol. 3364, iss. 1 : 12th International conference on Applied Mechanics, 15 November 2024, Bydgoszcz, Poland.

Наукова (науково-технічна) продукція: технології; методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: економія матеріалів; підвищення продуктивності праці; підвищення автоматизації виробничих процесів

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Демчина Богдан Григорович
2. Bohdan Demchyna

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.23.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-3498-1519

Додаткова інформація: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57203682349

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Караван Віктор Васильович

2. Viktor Karavan

Кваліфікація: к.т.н., доц., 05.23.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-8261-692X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет водного господарства та природокористування

Код за ЄДРПОУ: 02071116

Місцезнаходження: вул. Соборна, Рівне, Рівненський р-н., 33028, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Журавський Олександр Дмитрович

2. Oleksandr Zhuravskyi

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.23.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7065-3312

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Київський національний університет будівництва і архітектури

Код за ЄДРПОУ: 02070909

Місцезнаходження: проспект Повітряних сил, Київ, 03037, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кархут Ігор Іванович

2. Ihor Karkhut

Кваліфікація: к.т.н., доц., 05.23.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9205-5118

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Крамарчук Андрій Петрович
2. Andriy Kramarchuk

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.23.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5810-9090

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Мельник Ігор Володимирович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Мельник Ігор Володимирович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Марущак Уляна Дмитрівна
Реєстратор	Юрченко Тетяна Анатоліївна
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна

