

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу  
**Нікуліна Валерія Борисовича** на тему:  
**«НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ПЛИТ ПЕРЕКРИТТІВ  
ПОЛЕГШЕНОГО ТИПУ З УРАХУВАННЯМ  
ПОЧАТКОВИХ НЕДОЛІКІВ»**

подану до спеціалізованої вченої ради Д64.820.02  
при Українському державному університеті залізничного транспорту  
на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук  
за спеціальністю 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди

**Актуальність.** В останні десятиліття спостерігається глобальна тенденція, спрямована на зменшення матеріальних, трудових та енергетичних ресурсів, необхідних для зведення будівель і споруд. Досягти даної мети можливо за рахунок зменшення власної ваги споруджуваних конструкцій. На сьогоднішній день, найбільш розповсюдженим засобом зменшення власної ваги конструкцій, та зокрема – міжповерхових перекриттів, є застосування різноманітних полімерних матеріалів, які розташовуються в нейтральній зоні плити та заміщують бетон, який не приймає участі в роботі конструкції. Одним із таких матеріалом є пінополістирол. Накоплений досвід зведення будівель із застосуванням вкладишів-пустотоутворювачів з пінополістиролу дозволяє переконатись в можливості їх універсального застосування та, разом з тим, окреслити коло проблемних питань. До них слід віднести можливе зміщення вкладишів з пінополістиролу при бетонування перекриттів, що спричинює появу конструктивних недоліків, таких як зменшення необхідних товщин верхньої або нижньої полиць полегшеного перекриття, зменшення ширин ребер та інше. У зв'язку з чим, науковий інтерес представляє питання вивчення особливостей напружено-деформованого стану полегшених плит перекриттів з початковими недоліками або дефектами та визначення допустимих меж відхилення положення вкладишів та арматурних виробів.

Узагальнюючи сказане, можна зробити висновок що тема дисертації є актуальною та такою, що має наукове і прикладне значення, оскільки

орієнтована на вирішення конкретного наукового завдання шляхом теоретичних та експериментальних досліджень полегшених залізобетонних плит перекриттів з вкладишами з пінополістиролу.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Тема дисертаційного дослідження відповідає плану науково-дослідних робіт кафедри будівельних конструкцій Харківського національного університету імені О. М. Бекетова, що виконуються в рамках функціонування наукової школи «Конструкції і матеріали для житлових і громадських будівель» а також держбюджетної НДР «Розробка та дослідження нової конструктивної системи багатокритеріальної відповідності» (№0115U000154) за замовленням МОН України.

**Оцінка змісту дисертації.** Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, списку літератури зі 134 найменувань та 10 додатків. Повний обсяг дисертації складає 260 сторінок, з них: 166 сторінок основного тексту, 17 сторінок списку використаних джерел зі 134 найменувань, 115 ілюстрацій, 27 таблиць, 10 додатків на 77 сторінках.

У **вступі** зазначена актуальність теми дисертаційної роботи, визначені мета і завдання дослідження, наукова новизна та практичне значення отриманих результатів.

У **першому розділі** наведено огляд існуючих конструктивних рішень та технологій зведення полегшених плит перекриттів з вкладишами, проаналізовано наявні теоретичні та експериментальні дослідження присвячені аналізу напружено-деформованого стану полегшених конструкцій, а також виконано порівняння технологій зведення полегшених плит та найближчих до них за конструкцією суцільних плит з метою аналізу доцільності використання вкладишів-пустотоутворювачів. Аналіз та узагальнення представленої інформації дозволили сформулювати мету та завдання дисертаційної роботи.

**Другий розділ** присвячений визначенню класифікації початкових дефектів, що можуть мати місце при зведенні полегшених перекриттів.

Шляхом побудови скінченно-елементних моделей плит перекриттів здобувачем виконано чисельний аналіз впливу на НДС полегшених плит наступних початкових недоліків: зміщення проектного положення вкладишу в плиті перекриття (параграф 2.2), зниження проектного класу бетону (параграф 2.3), поява горизонтального шва розриву конструкції (параграф 2.4) у випадках перерви в її бетонуванні. Для кожного розрахункового випадку побудовані окремі скінченно-елементні моделі, що реалізують енергетичний аналіз систем шляхом визначення потенційної енергії деформацій (ПЕД) та щільності потенційної енергії деформацій (ЩПЕД). За результатами проведених досліджень, сформовані можливі допуски на відхилення положень як вкладишу, так і арматурних виробів.

Слід зауважити, що кожен з наведених автором початкових недоліків розглянутий відокремлено один від одного. Проте, приймаючи до уваги специфіку створення даних конструктивів, цілком ймовірно, що при їх зведенні може мати місце цілий комплекс початкових відхилень, наприклад, зміщення вкладишу в кількох місцях, викривлення арматурних каркасів та зменшення класу бетону. Очевидно, що суперпозиція деструкцій матиме нелінійний характер впливу на НДС, тому не завадило б надати йому критичну оцінку.

У **третьому розділі** наведені результати визначення рекомендованих параметрів полегшених плит перекриттів за умови мінімізації матеріалів. Зокрема, на основі обраного раціонального розташування ребер в полегшеному перекритті дисертантом виконано чисельний аналіз впливу розмірів вкладишу на напружено-деформований стан системи, та зокрема на значення ПЕД та ЩПЕД. Під час аналізу розглянуто 5 геометрій плит (рис. 3.4-3.5 на стор. 86-88) з однаковою витратою бетону, яка, в свою чергу зменшена на 30% у порівнянні із суцільним перекриттям аналогічних розмірів. Далі вирішено завдання оптимального розкроювання листа пінополістиролу на вкладиші необхідної форми і розміру та шляхом математичного програмування визначено геометрію з найменшою долею

відходів матеріалу пустотоутворювача. За результатами даних розрахунків визначено, що при розмірі вкладишу 500x500мм та ширині ребра 100мм в плиті перекриття досягаються найменші значення прогинів, згинальних моментів, ПЕД та забезпечується найменший відсоток відходів пінополістиролу (рис. 3.9 на стор.91 та табл. 3.4 на стор. 102).

Здобувачем розглянуто питання визначення необхідної товщини верхньої і нижньої полиць (обшивки) з умов забезпечення їх вогнестійкості та непродавлювання в умовах експлуатації. Отримано, що обшивка товщиною 30 мм здатна витримати продавлюючу силу величиною 5.43 кН, що є більш ніж прийнятним для реальних будівель. Проте, приймаючи до уваги вимоги із забезпечення вогнестійкості, визначено що необхідна межа вогнестійкості конструктиву забезпечується при товщині 50мм. Слід зауважити, що дисертанту слід було б навести пояснення, чому враховуючи вимоги забезпечення вогнестійкості конструкції перевага віддана все ж пінополістирольному заповнювачу, а не мінераловатному. Разом з тим, результати узагальнення наведеної в розділі інформації дозволили сформулювати рекомендовані параметри полегшених плит, серед яких мінімальні розміри вкладишів, ребер та обшивок.

В четвертому розділі запропоновано нове конструктивне рішення фіксації вкладишу в проектному положенні та розроблений вдосконалений склад самоущільнюваної бетонної суміші з розпливанням 650 мм. Дані конструктивно-технологічні рішення є необхідним засобом недопущення початкових недоліків бетонування вкладишів, що здатні спричинити конструктивні недосконалості системи. Наведені результати експериментальної верифікації запропонованих конструктивно-технологічних рішень під час реконструкції нежитлової будівлі в м. Харкові. Експериментальне дослідження полегшеної плити товщиною 500 мм та прольотом 11 м з пінополістирольними вкладишами виконано методом гідростатичного навантаження.

Конструкція плити забетонувана з наступними особливостями: після бетонування нижньої обшивки перекриття витримано перерву протягом трьох діб з метою перевірки отриманих у другому розділі результатів чисельного аналізу. Сумарне навантаження на плиту перекриття склало 9 кН/м<sup>2</sup>. Максимальне переміщення при заданому рівні навантаження склало 10.7% від граничного значення. Результати експериментальної верифікації показали співпадіння з результатами чисельного аналізу з погрешністю 15%. Крім того, розроблені конструктивно-технологічні рішення забезпечили необхідну міцність, деформативність та відповідний економічний ефект, про що детальніше вказано при впровадженні результатів.

Позитивною стороною проведення експериментальної верифікації є застосування відомого методу гідростатичного навантаження, розробленого на кафедрі будівельних конструкцій ХНУМГ ім. О.М. Бекетова. Разом з тим, слід зазначити, що особливістю методу є поява виразного слідкуючого ефекту при високих рівнях навантаження. У зв'язку з чим, цікаво було б дати оцінку даному слідкуючому ефекту при побудові розподілу навантаження, відмінного від лінійного.

У **п'ятому розділі** наведені результати впровадження запропонованих конструктивно-технологічних рішень при проектуванні та будівництві ряду об'єктів в м. Харкові. Наведено дані щодо економії матеріалів (бетону, арматури) та супутніх витрат.

Слід відзначити, що **вірогідність та достовірність** отриманих результатів підтверджується чисельним аналізом та експериментальною верифікацією пропонованих рішень на реальних будівельних об'єктах.

Ступінь **обґрунтованості** наукових досліджень дисертаційної роботи визначається значною кількістю теоретичних розрахунків та їх кореляцією з результатами, отриманими іншими авторами та результатами експериментальної верифікації.

**Наукову новизну** представленої до захисту роботи визначають:

- вперше вивчені та систематизовані початкові технологічні відхилення (дефекти) при зведенні залізобетонних плит з вкладишами з пінополістиролу;

- вперше виконана оцінка впливу деструктурованої топології конструкції на компоненти напружено-деформованого стану плит перекриттів та сформовані допуски на відхилення положення вкладишів і арматурних виробів;<sup>3</sup>

- вперше виконане експериментальне натурне дослідження напружено-деформованого стану полегшеної плити з початковими недоліками у вигляді горизонтального шва розриву бетонування;

- вдосконалено склад самоущільнюваного бетону з розпливанням 650мм для забезпечення одностадійного зведення полегшених залізобетонних перекриттів;

- визначено раціональну геометрію конструктиву з вкладишами за умови мінімізації витрат бетону та полістиролу.

**Практичне значення отриманих результатів** полягає в наступному:

- підібрані раціональні геометричні параметри полегшених плит, що забезпечують мінімальні витрати матеріалів;

- розроблені конструктивні (пластиковий фіксатор положення вкладишу) та організаційно-технологічні (бетонування перекриття самоущільнюваним бетоном в одну стадію без перерв), які забезпечують ефективне зведення конструкцій без початкових недоліків;

- результати дослідження впровадженні в практику будівництва.

Основні положення дисертаційної роботи викладені в 10 наукових працях, з них: з яких: 4 статті у наукових фахових виданнях, рекомендованих МОН України, в тому числі 1 – у виданні, що включене до міжнародної наукометричної бази; 1 публікація у міжнародному періодичному виданні, що включена до міжнародної наукометричної бази Scopus; 2 публікації апробаційного характеру, що включені до міжнародної наукометричної бази Scopus; 2 додаткові публікації; 1 патент України на винахід.

Автореферат відповідає дисертаційній роботі і розкриває її зміст. Він містить 26 сторінок, 17 рисунків та 8 таблиць.

Оформлення автореферату та дисертації відповідає вимогам ДАК.

**За змістом дисертації є наступні зауваження:**

1. В класифікації початкових недоліків від номером 3 значиться «відхилення положення арматурного каркасу» (стор. 59 дисертації), проте результати аналізу впливу даного відхилення на напружено-деформований стан конструкції плити в тексті дисертації відсутні.
2. Враховуючи особливу складність моделювання полегшених плит з вкладишами, слід було б навести більше детальний опис процедури створення скінченно-елементних моделей тришарової, по суті, конструкції, та, зокрема, зазначити як визначався розмір скінченних елементів, адже це безпосередньо впливає на точність отримуваних результатів.
3. На рис. 2.32 – 2.33 (стор. 76) на графіках залежності переміщень та ПЕД відсутні підписи «а» та «б», які дозволяють відрізнити суцільний шов розриву від переривчастого.
4. При аналізі напружено-деформованого стану плити перекриття зі швом розриву бетонування, під час моделювання об'ємними скінченними елементами розглянуті лише вертикальні переміщення плити (рис. 2.36 – 2.38). Незрозуміло, чому з аналізу зникли заявлені раніше енергетичні складові – потенційна енергія деформацій та щільність потенційної енергії, на базі яких і ґрунтується раціоналізація конструктиву? Та як співвідносяться дані компоненти для моделей з плоских та об'ємних скінченних елементів?
5. При визначенні рекомендованих параметрів конструкції (табл. 3.17 на стор. 122) автором визначені мінімальні та максимальні розміри вкладишів пустотоутворювачів, проте чим обґрунтовані саме такі величини – незрозуміло.
6. Чим обґрунтовано те, що у другому розділі дисертації автором розглянуто одну геометрію плити, а в третьому розділі – розташування ребер повернуто діагонально?

7. Довготривалий етап натурного випробування полегшеної плити проведений протягом 14 діб, проте цього критично мало для встановлення повзучості та усадки залізобетонних перекриттів, і як наслідок, для однозначної відповіді на питання про поведінку конструкції з початковими недоліками під навантаженням.

8. Автор дослідив вплив початкових дефектів на НДС розглянутих конструкцій, але не наводить методів контролю показників якості зведених конструкцій і правил прийому, особливо що до положення пустотоутворювачів.

Проте вищенаведені зауваження не зменшують наукову та практичну цінність дисертації. Дисертаційна робота Нікуліна Валерія Борисовича «Напружено-деформований плит перекриттів полегшеного типу з урахуванням початкових недоліків» є завершеною науковою працею, що пройшла достатню апробацію. Дисертація містить нові науково обґрунтовані теоретично-експериментальні результати дослідження напружено-деформованого стану полегшених плит перекриттів, та вирішує важливу науково-технічну задачу вдосконалення їх конструктивно-технологічних рішень.

Представлена робота відповідає пп. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів та присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» до кандидатських дисертацій, а її автор Нікулін Валерій Борисович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди.

Офіційний опонент,  
доктор технічних наук, професор,  
ректор, професор кафедри залізобетонних  
та кам'яних конструкцій  
ДВНЗ «Придніпровська державна академія  
будівництва та архітектури»



М. В. Савицький