

В результаті робота №9 набрала 158 балів, що склало 79,5% від загального числа балів. Робота №7, що зайняла друге місце, була оцінена в 149 балів (74,5%), а робота №3, що зайняла 3-є місце, – 147 балів (73,3%).

В табл. 2 наведено результати визначення місць студентських робіт членами журі, окремо кожною групою: викладачами архітекторами та інженерами і студентами. А кінцевий результат конкурсу згідно з розподілу місць студентських робіт по групах журі наведено в табл. 3.

Система визначення переможців саме таким чином, яка запропонована авторами у цій статті, може бути скоректована, але, як свідчать результати подальших досліджень, переможці та призери зберегли б свої місця з високим ступенем ймовірності.

**Висновки та результати.** Першим підсумком проведеного експерименту можна вважати підвищену активність і старанність студентів на практичному занятті при виконанні конкурсного завдання і подальшому процесі при оцінці цих робіт.

УДК 624.012.45

## ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ СТАЛЕФІБРОБЕТОННОЇ ПЛИТИ ПЕРЕКРИТТЯ

**Кальчев І.К.,** *гр. ПЦБ-356*

*Науковий керівник – Корнєєва І.Б., к.т.н., доцент (кафедра  
Опору матеріалів, ОДАБА)*

**Анотація.** Проведене випробування навантаженням багатопустотної плити перекриття ПК 30.12-8, виготовленої з бетону С16/20, армованого поздовжньою арматурою марки АІV та 1% фібри без попереднього напруження арматури.

Застосування сталеві фібри для згинальних конструкцій, зокрема багатопустотних плит перекриття, забезпечує відсутність крихкого руйнування, що дуже важливо для залізобетонних конструкцій. Втрата несучої здатності плити перекриття ПК 30.12-8 з 1% фібровим армуванням сталася при еквівалентному навантаженні 162,83 кН, що відповідає розподіленому навантаженню 48,02 кН/м<sup>2</sup> при згинальних моментах 50,48 кНм. Це перевищує контрольне руйнуюче значення 18,34 кН/м<sup>2</sup> (при С = 1,6) в 2,6 рази, та контрольне руйнуюче значення 16,05 кН/м<sup>2</sup> (при С = 1,4) в 3 рази. Момент початку тріщиноутворення

перевищує розрахунковий у 2,2 рази, тобто при навантаженні експлуатаційного рівня така плита буде працювати без тріщин, або її можна використовувати при більших навантаженнях.

**Актуальність.** Багатопустотні плити перекриття – це залізобетонні вироби, призначені для міжповерхових перекриттів житлових і громадських будівель. Універсальність плит перекриттів дозволяє використовувати їх як в промисловому, житловому, так і в індивідуальному будівництві. Широке застосування обумовлене їх різноманітністю, як за формою так і за способом опирання.

Для підвищення міцності і деформативних властивостей залізобетонних конструкцій, що згинаються, в процесі виготовлення в бетонну суміш додають фіброві волокна, таким чином отримуючи комбіноване армування на основі нового матеріалу – фібробетону. Фібробетон – це композиційний матеріал, що представляє собою дисперсно-армований бетон з рівномірною розподіленістю по його об'єму волокнами (фібрами) з різних матеріалів [1]. При цьому в бетоні формується просторова мікроармована цементна матриця, яка протидіє стискаючим і розтягуючим напруженням, що виникають в бетоні при усадочних деформаціях в процесі твердіння і при зовнішньому силовому впливі. Область застосування фібробетонів визначається техніко-економічною ефективністю, яка обумовлюється найбільш повним використанням позитивних властивостей фібробетона в порівнянні зі звичайним бетоном, а також бетоном, армованим сталеву арматурою. Наявність волокон в бетоні збільшує значення його міцності [2, 3], жорсткості і максимальних деформацій, сприяє більш рівномірному розподілу напружень, перешкоджає утворенню та розвитку тріщин при різних видах навантаження, покращує водонепроникність, морозостійкість, ударостійкість, опір стиранню, усадку, повзучості й інші властивості бетону.

Тому дослідження серійної плити зі вмістом фібри в лабораторії, оснащеної всім необхідним обладнанням, буде актуальним.

**Основний текст.** В конструкції, що розглядається, використовується сталева фібра з загнутими кінцями, її довжина 50мм, діаметр 1 мм, що випускається ПАТ ВО «Стальканат-Силур». Фібра виготовлена з дроту з тимчасовим опором:

1150 МПа – 1 клас,

1335 МПа – 2 клас,

1550 МПа – 3 клас,

використовується фібра другого класу.

Фібра з загнутими кінцями практично не утворює «їжаків», що дозволяє домогтися її рівномірного розподілу за обсягом (рис. 1).

Характеристики фібри  $E = 2,2 \times 10^5$  МПа,  $\mu = 0,3$ .



Рис. 1. Сталева фібра  
а – до застосування; б – у готовому виробі

Несуча здатність плити (рис. 2) була розрахована теоретично і визначена дослідним шляхом.

Умова міцності за першим граничним станом:

$$F \leq F_u,$$

де  $F$  – розрахункове зусилля, що дорівнює можливому максимальному зусиллю в перерізі елемента за невідгнішою комбінацією розрахункових навантажень;

$F_u$  – розрахункова несуча здатність перерізу.

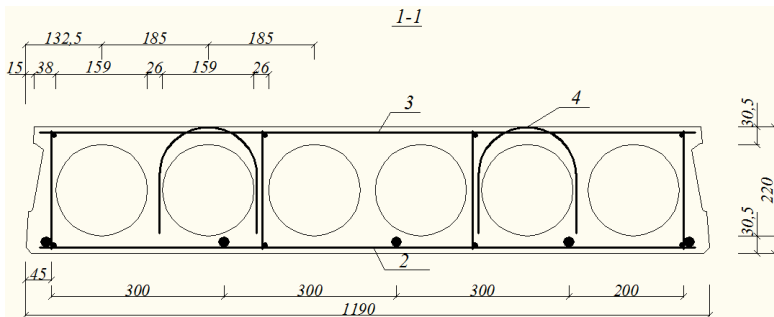


Рис. 2. Багатопустотна плита перекриття, її армування

Випробування виконано за однопрольотною схемою замінюючим

еквівалентним навантаженням, завантаження виконувалося прикладанням двох зосереджених смугових вертикальних навантажень по ширині плити замість рівномірно розподіленого, при обох схемах завантаження величини згинальних моментів повинні бути рівні між собою, щоб навантаження вважалося еквівалентним.

Проведене випробування навантаженням відповідно до ДСТУ [4] багатопустотної плити перекриття ПК 30.12-8, виготовленої з бетону С16/20, армованого поздовжньою арматурою марки АІV та 1% фібри без попереднього напруження арматури.

Плита перекриття ПК 30.12-8 виготовлена в заводських умовах підприємством ТОВ «Великодолинський завод ЗБК» відповідно до нормативних документів [5, 6] і робочих креслень серії 1.141-1 [7], що підтверджено сертифікатом відповідності.

Для визначення деформацій в різних точках конструкції була використана вимірювальна система, що складається з тензовимірювальної апаратури, датчиків омичного опору (тензорезисторів), приєднувальних проводів з колодками, системи управління, збору і обробки даних на базі персонального комп'ютера. Також на верхній та боковій поверхнях плити були змонтовані індикатори годинникового типу з базою 25 см. Індикатори та тензорезистори по можливості дублювали один одного. Поблизу нижньої межі конструкції були встановлені прогиноміри для контролю вертикального переміщення посередині прольоту плити.

Навантаження відбувалося поетапно ступенями не більше 0,1 від контрольного навантаження по міцності. В наукових цілях для побудови графіків ступенів навантаження було більше, що б зафіксувати точний момент тріщиноутворення і отримати докладні графіки деформацій та прогинів. На кожному ступеню здійснювалася витримка протягом 10 хвилин, за цей час показання приладів знімалися 2 рази – на початку і в кінці витримки. При досягненні розрахункового (контрольного навантаження) витримка здійснювалася протягом 30 хвилин. Показання приладів читувалися постійно на кожному ступені навантаження.

В процесі випробувань при ступінчастому додатку навантаження фіксувалася на кожному кроці:

- поздовжні деформації за показаннями індикаторів і тензорезисторів;
- вертикальні переміщення по центру плити (рис. 3);
- утворення і наростання тріщин та ширина їх розкриття.

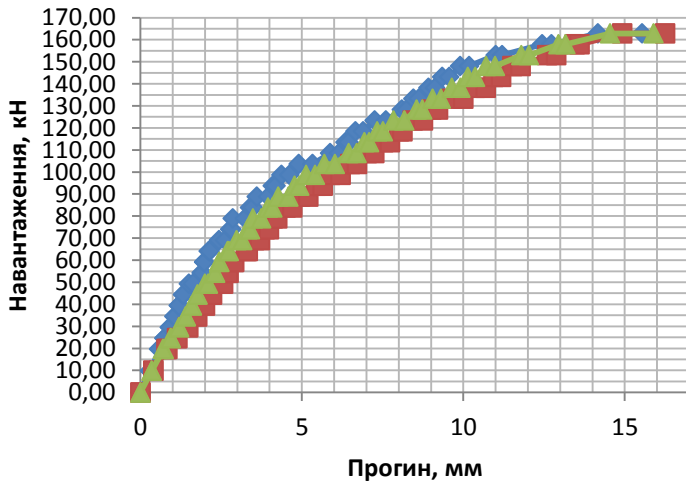


Рис. 3. Прогини посередині прольоту багатопустотної плити перекриття, верхній та нижній графіки – безпосередньо показники двох прогиномірів, між ними – усереднене значення

При детальному розгляді графіків їх можна умовно розбити на три ділянки. До моменту утворення тріщин спостерігається майже пряма пропорційність між навантаженням і прогинами. Після утворення декількох тріщин графіки стають більш пологими, але без різких стрибків або ступенів, що говорить про те, що розкриття тріщин стримується фіброю і відбувається поступове утворення нових тріщин. На третій ділянці, починаючи від навантаження 148 кН, графіки стають майже горизонтальними, що попереджає про близьку втрату несучої здатності. Характер графіків свідчить про відсутність крихкого руйнування, на підставі цього можна зробити висновок про доцільність застосування сталеві фібри для згинальних конструкцій, зокрема багатопустотних плит перекриття.

Втрата несучої здатності сталася при еквівалентному навантаженні 162,83 кН, що відповідає розподіленому навантаженню 48,02 кН/м<sup>2</sup> при згинальних моментах 50,48 кНм. Це перевищує контрольне руйнівне значення 18,34 кН/м<sup>2</sup> (при C = 1,6) в 2,6 рази, та контрольне руйнівне значення 16,05 кН/м<sup>2</sup> (при C = 1,4) в 3 рази.

Момент початку тріщиноутворення перевищує розрахунковий у 2,2 рази, тобто при навантаженні експлуатаційного рівня така плита буде працювати без тріщин, або її можна використовувати при більших

навантаженнях.

Наростання тріщин по плиті та ширина їх розкриття фіксувалися за допомогою мікроскопа Бринелля. По закінченню випробування також було зафіксовано розмір видимої стиснутої зони, який склав 3,1 см. Звичайно ж, саме тріщиноутворення так само було відзначено на плиті, тріщини пронумеровані та відповідно за їх виявленням вказана ступінь навантаження.

При обстеженні конструкції перед розвантаженням було виявлено максимальне розкриття тріщин до 5 поділок за мікроскопом Бринелля, що відповідає 0,5 мм, при цьому подальше розкриття стримували волокна сталеві фібри, які самі не досягли межі текучості, так і не були висмикнуті з бетонної матриці.

В результаті проведених випробувань були отримані також масиви даних, що характеризують відносні деформації випробовуваної моделі, за показниками 9 індикаторів годинникового типу та 6 тензорезисторів, але ці питання не входять в дане наукове дослідження.

### **Висновки та результати:**

1. Застосування сталеві фібри для згинальних конструкцій, зокрема багатопустотних плит перекриття, забезпечує відсутність крихкого руйнування, що дуже важливо для залізобетонних конструкцій.

2. Втрата несучої здатності плити перекриття ПК 30.12-8 з 1% фібровим армуванням сталася при еквівалентному навантаженні 162,83 кН, що відповідає розподіленому навантаженню 48,02 кН/м<sup>2</sup> при згинальних моментах 50,48 кНм. Це перевищує контрольне руйнуюче значення 18,34 кН/м<sup>2</sup> (при C = 1,6) в 2,6 рази, та контрольне руйнуюче значення 16,05 кН/м<sup>2</sup> (при C = 1,4) в 3 рази.

3. Момент початку тріщиноутворення перевищує розрахунковий у 2,2 рази, тобто при навантаженні експлуатаційного рівня така плита буде працювати без тріщин, або її можна використовувати при більших навантаженнях.

### **Література:**

1. Талантова К.В. Сталефіробетон с заданными свойствами и строительные конструкции на его основе: дисс. д-ра техн. наук: 05.23.01. Талантова Клара Васильевна. Барнаул, 2013. 287с. С. 247-287.

2. Неутов С.Ф., Корнеева И.Б. Влияние стальной фибры на прочностные и деформативные свойства фибробетона. Вісник ОДАБА. Одеса, 2019. №76. С. 63-70.

3. Смирнов Д.А. Упругость и ползучесть сталефіробетона:

автореф. дисс. канд. техн. наук: 05.23.17. Смирнов Дмитрий Александрович. С-Пб., 2011. 21 с.

4. Изделия строительные бетонные и железобетонные сборные. Методы испытаний нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости: ДСТУ Б В.2.6-7-95 (ГОСТ 8829-94). К.: Державний комітет України у справах містобудування і архітектури, 1997. IV, 30 с. (Національний стандарт України).

5. Плиты перекрытий железобетонные багатопустотные для будівель і споруд. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.6-53:2008. К.: Мінрегіонбуд України, 2008. 39 с. (Національний стандарт України).

6. Конструкції будинків і споруд. Вироби бетонні і залізобетонні. Загальні технічні умови: ДСТУ Б В.2.6-2:2009. К.: Мінрегіонбуд України, 2010. 29 с. (Національний стандарт України).

7. Серия 1.141-1. Выпуск 60. Панели перекрытий железобетонные многопустотные. Рабочие чертежи: цНиЭП Жилища. НИИЖБ, 1983. 52 с.

**УДК 666.16.1**

## **ПРИМЕНЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ В МЕТОДЕ ФУНКЦИИ ЖЕЛАТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ ЗАДАЧ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ**

**Климов Н.Г., Пастухов Е.В., *гр. ПСК-367***

*Научный руководитель – Колесников А.В., к.т.н., доцент  
(кафедра Химии и экологии, ОГАСА)*

**Аннотация.** В статье рассмотрена возможность расширения метода функции желательности и применения расширенной методики к задачам оптимизации строительных композиционных материалов, эксплуатационные свойства которых существенно зависят от рецептурно-технологических факторов. Для таких материалов рассматривается одна из возможных методик решения задачи многокритериальной оптимизации с учетом коэффициентов чувствительности (влияния), определяемых на основе частных производных значений эксплуатационных свойств по исходным факторам. Вычисление и оптимизация приведенной скорректированной функции желательности могут служить основой методики оптимизации