

## Література:

1. ДСТУ-Н Б EN 1993-1-3: 2012. Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-3. Загальні правила. Додаткові правила для холодноформованих елементів і профільованих листів (EN 1993-1-3:2006 IDT). Київ: Мінрегіон, 2012. 220 с.
2. ДСТУ-Н Б EN 1993-1-1: 2010. Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд (EN 1993-1-1: 2005, IDT). Київ: Мінрегіон, 2011. 150 с.
3. Уэй Э., Хейвуд М., Беляев Н.А., Билык С.И., Билык А.С. Расчет элементов из стальных холодноформованных профилей в соответствии с Еврокодом 3. К., УЦСС, 2015. 100 с.
4. Семко В.А. Расчет несущих и ограждающих конструкций из стальных холодноформованных профилей в соответствии с Еврокодом 3. К., УЦСС, 2015. 143 с.
5. ДБН В.2.6–198: 2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. К.: Мінрегіонбуд України, 2014. 199 с.
6. ДБН В.1.2-2: 2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. К.: Мінрегіонбуд України, 2006. 75 с.
7. Інтернет-ресурс <https://www.uscc.ua> (Український центр сталевих будівництва).

УДК 624.012.45

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПОРІВНЯННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ І СТАЛЕФІБРОБЕТОННОЇ ПЛИТ ПЕРЕКРИТТЯ

**Величко Д.В.,** *гр. ПЦБ-356*

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

**Анотація.** Проведені лабораторні випробування двох плит перекриття ПК 30.12-8 (з фіброю та без) з фіксуванням на кожному ступеню навантаження поздовжніх деформацій та прогинів.

Несуча здатність сталевіфібробетонної плити на 45% вище за серійну плиту перекриття ПК 30.12-8. Тріщиностійкість сталевіфібробетонної плити на 45% вище за серійну плиту перекриття ПК 30.12-8. Введення сталеві фібри в бетонну суміш при виготовленні серійних плит змінює характер втрати несучої здатності, що сприяє запобіганню

крихкого руйнування конструкції.

**Актуальність.** Перекриття є найважливішим видом несучих конструкцій будівель. В цивільних висотних будівлях масова частка таких конструкцій становить близько третини від усіх витрат матеріалу і звичайно ж вдосконалення методів розрахунку і наступна за цим розробка нових конструктивних рішень завжди буде актуальною.

Як відомо, головним недоліком залізобетону є крихке обвалення і в сучасній будівельній галузі це стає проблемою з огляду на непередбачуваність впливу різного роду техногенних факторів.

Одним з рішень цієї проблеми може бути використання високоміцної сталеві фібри в складі звичайного залізобетону.

Дослідженням несучої здатності залізобетонних пустотних плит перекриття займалися багато авторів протягом досить довгого часу. У статті [1] розглянуті результати експериментальних досліджень пустотних плит перекриття безперервного формування, в роботі [2] підняті питання підвищення несучої здатності і жорсткості перекриттів, утворених з багатопустотних плит, результати досліджень зіставлені з досвідом влаштування перекриттів, представлені результати випробування натурального фрагмента плоского перекриття з двох багатопустотних плит. Експериментальними дослідженнями різних плит перекриття займалися і інші автори [3, 4], проте в літературі чисельні дані дуже різні стосовно оптимального відсотку фібрового армування та впливу сталеві фібри на міцнісні властивості згинальних конструкцій.

У світі вищесказаного випробування залізобетонних плит перекриття звичайного армування та зі вмістом сталеві фібри представляється актуальним.

**Основний текст.** Випробування проведені в лабораторії кафедри будівельної механіки ОДАБА на спеціально виготовленій для цих цілей установці. Силовий пристрій складається з чотирьох стійок і двох опорних балок, з'єднаних між собою в один жорсткий просторовий елемент, на який спирається залізобетонна плита. Навантаження створюється за допомогою домкрата потужністю 300кН, який своєю нижньою площиною тисне на дворівневу перехресно-балочну систему, а через неї на залізобетонну плиту. Верхній шток домкрата впирається в двотаврову балку, яка одночасно є кран-балкою для тельфера вантажопідйомністю 30 кН. Для того, щоб всі зусилля врівноважувалися в межах установки, верхня балка пов'язана з нижнім опорним просторовим елементом чотирма пластинчастими стрижнями. Кожен пластинчастий стрижень

складається з чотирьох пластин перетином 50x5 мм. Через кожні 24 см пластини з'єднані між собою високоміцними болтами 16 мм. Міцність кожного пластинчастого стрижня на розрив 200 кН. Зусилля, що прикладається до плити, контролюється за допомогою 500 кН зразкового динамометра. Всі зусилля, створювані силовим пристроєм, врівноважені в межах установки. Від установки на фундамент передається лише її власна вага і можливий динамічний удар під час крихкого руйнування залізобетонного елемента. Принципова схема завантаження показана на рис. 1.

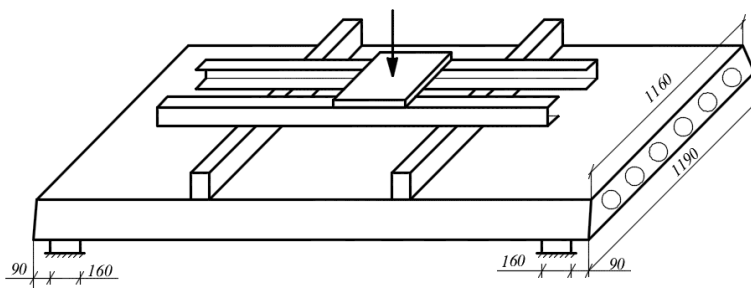


Рис. 1. Принципова схема завантаження

Обидві плити перекриття ПК 30.12-8 (з фіброю та без) виготовлені на заводі ТОВ «Великодолинський завод ЗБК» відповідно до нормативних документів [5, 6] за робочими кресленнями серії 1.141-1 [7], що підтверджено сертифікатом відповідності. Для виготовлення використаний бетон С16/20 і арматура А IVс.

Для вимірювання поздовжніх деформацій плит в процесі навантаження попередньо на бічні поверхні були наклеєні тензорезистори. Для зняття показань з тензорезисторів була виготовлена спеціальна плата, за допомогою якої вимірюється електричний опір, що перетворюється в цифровий код, який передається на зовнішній комп'ютер по послідовному інтерфейсу COM (високошвидкісний режим).

Поздовжні деформації також вимірювалися індикаторами годинникового типу з ціною ділення 0,01 мм та базою 25 см.

Проведені лабораторні випробування двох плит перекриття ПК 30.12-8 (з фіброю та без) з фіксуванням на кожному ступеню навантаження поздовжніх деформацій та прогинів. Порівняльні характеристики плит наведено в табл. 1.

Таблиця 1

## Порівняльні характеристики плит залізобетонної та сталевібробетонної

Характеристика	Залізобетонна конструкція	Сталевібробетонна конструкція
Повне розрахункове навантаження, кПа	11,08	11,18
Розрахункове навантаження без урахування власної ваги, кПа	7,85	7,85
Об'єм плити, м <sup>3</sup>	0,78	0,78
Об'єм бетону, м <sup>3</sup>	0,43	0,43
Маса, кН	10,8	11,1
Прогин, см	0,16	0,14
Витрата сталі на виріб, кН	0,1274	0,4874
Робоча арматура	5 Ø 8 A IVc	5 Ø 8 A IVc

З таблиці видно, що обидві плити армовані однаковою поздовжньою арматурою 5Ø8 A IVc, плита з вмістом фібри важче звичайної залізобетонної плити на 36 кг, тобто на масу фібрового волокна, що відповідає 1% армуванню за об'ємом. Звичайно, на стільки же відрізняється повне розрахункове навантаження. Прогини при вказаному навантаженні відрізняються на 12,5%, ще до моменту тріщиноутворення.

Випробування плит відбувалося за однаковою програмою відповідно до [8], навантаження прикладалося однаковими ступенями з витримкою протягом 10 хвилин.

Порівняльні результати випробувань плит наведено в табл. 2.

Таблиця 2

## Порівняльні результати випробувань плит залізобетонної та сталевібробетонної

Характеристика	Залізобетонна конструкція	Сталевібробетонна конструкція
Максимальне навантаження, кН	111,84	162,83
Навантаження тріщиноутворення, кН	44,41	64,14
Момент тріщиноутворення, кНм	13,77	19,88
Максимальний прогин, см	2,54	1,59

Кількість тріщин, шт.	23	32
Кількість наскрізних тріщин, шт.	8	4
Максимальна ширина розкриття тріщин, мм	2,1	0,5

При порівнянні результатів випробувань двох плит можна зробити висновки про доцільність використання сталеві фібри для виготовлення конструкцій, що згинаються. Так, максимальне навантаження, відповідне втраті несучої здатності, для сталевіфібробетонної плити на 45,6% більше, ніж для залізобетонної, а момент тріщиноутворення на 44,4%. Таку розбіжність можна вважати похибкою випробувань, тобто в середньому несуча здатність та тріщиностійкість сталевіфібробетонної плити на 45% вище за серійну. Так само відрізняються навантаження початку тріщиноутворення.

На 60% відрізняються прогини плит, сталевіфібробетонна плита прогнулася менше за залізобетонну. Також суттєва різниця у ширині розкриття тріщин, 0,5 мм в сталевіфібробетонній та 2,1 мм у серійній, це стало можливим за рахунок введення в бетон високоміцної сталеві фібри. Тріщиноутворення в обох плитах починається при одній і тій самій величині відносних деформацій рівній  $0,1 \cdot 10^{-3}$ , але звичайно при різних навантаженнях.

У ході випробувань зафіксовано різну за характером втрату несучої здатності двох плит: крихке руйнування, відповідне втраті несучої здатності залізобетонної плити і його відсутність у плити, виконаної з додаванням сталеві фібри. Звідси можна зробити висновок, що введення сталеві фібри в бетонну суміш при виготовленні серійних плит змінює характер втрати несучої здатності, що сприяє запобіганню крихкого руйнування конструкції.

#### **Висновки та результати:**

1. Несуча здатність сталевіфібробетонної плити на 45% вище за серійну плиту перекриття ПК 30.12-8.
2. Тріщиностійкість сталевіфібробетонної плити на 45% вище за серійну плиту перекриття ПК 30.12-8.
3. Введення сталеві фібри в бетонну суміш при виготовленні серійних плит змінює характер втрати несучої здатності, що сприяє запобіганню крихкого руйнування конструкції.

#### **Література:**

1. Фардиев Р.Ф., Ашрапов А.Х., Мустафин А.И. Исследование несущей способности пустотных плит перекрытия при сниженной

величине опирания на ригели. Известия КГАСУ. Казань, КГАСУ, 2014. № 4 (30). С. 72–77.

2. Босаков С.В., Мордич А.И., Симбиркин В.Н. К повышению несущей способности и жесткости перекрытий, образованных многопустотными плитами. Промышленное и гражданское строительство. М., 2017. № 4. С. 44–49.

3. Талантова К.В. Сталефібробетон 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.

4. Palmer K.D., Schultz A. Experimental investigation of the web-shear strength of deep hollow-core units. PCI Journal, 2011, vol. 56(4), pp.83-104.

5. Плити перекриттів залізобетонні багатопустотні для будівель і споруд. Технічні умови: ДСТУ Б В.2-6-53:2008. К.: Мінрегіонбуд України, 2008. 39 с.

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.

7. Серия 1.141-1. Вып. 60. Панели перекрытий железобетонные многопустотные. Рабочие чертежи. НИИЖБ, 1983. 52 с.

8. 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.: Держ. комітет України у справах містобуд. і арх., 1997. 30 с.

**УДК 69.003**

## **НОВА ЕРА ПРОЕКТУВАННЯ, УПРАВЛІННЯ І КОНТРОЛЮ ЗА БУДІВНИЦТВОМ ОБ'ЄКТІВ**

**Глібоцький Р.В.**, *зр. ПЦБ-614м(н)*

*Науковий керівник – Беспалова А.В., к.т.н., професор  
(кафедра Організації будівництва та охорони праці, ОДАБА)*

**Анотація.** Робота присвячена аналізу інформаційної моделі будівлі, або BIM-технології, як найбільш прогресивному рішенню для проектування, управління і контролю за будівництвом об'єктів.

**Актуальність.** З розвитком інформаційних технологій в області комп'ютерного проектування, поняття САПР для будівництва набуває