

УДК 624.012:624.92

Глагола І.І.,

Київський національний університет будівництва та архітектури

## **ВПЛИВ МАЛОЦИКЛОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА МІЦНІСТЬ, ТРІЩИНОСТІЙКІСТЬ ТА ШИРИНУ РОЗКРИТТЯ ТРІЩИН ШАРУВАТИХ СТАЛЕФІБРОБЕТОННИХ ПЛИТ.**

*В статті розглядається характер руйнування шаруватих стафєфіробетонних плит під впливом малоциклового навантаження. Наведені дослідження, які описують етапи та характер навантажень. За результатами експериментальних досліджень, проведений аналіз міцності, тріщиностійкості та ширини розкриття тріщин шаруватих сталєфіробетонних плит у порівнянні з залізобетонними зразками.*

**Ключові слова:** сталєфіробетон, шаруваті, фібра, характер руйнування, циклічні навантаження, залізобетон.

Сучасні наукові досягнення теорії міцності показують, що висока конструктивна ефективність будівельного матеріалу може бути реалізована за рахунок композиту декількох матеріалів, кожен з яких, маючи свої переваги, надає утвореному на їх основі складеному матеріалові комплекс необхідних властивостей.

Відомо, що основним недоліком найпоширенішого будівельного матеріалу - бетону різних видів та модифікацій, є його низька міцність на розтяг.

Підвищена тріщиностійкість і міцність сталєфіробетону на розтяг у порівнянні зі звичайним бетоном дозволяє використовувати його в елементах залізобетонних конструкцій, що працюють на згин. Але при значних прольотах і навантаженнях розтягувальні зусилля в конструкціях зростають і дисперсне армування не може повністю забезпечити експлуатаційну міцність конструкції. За таких умов роботи конструкцій доцільно поєднати фіброве та стержньове армування, тобто застосувати комбіноване армування.

Дослідження показують, що фібри незначно підвищують міцність бетону на стиск. Тому в цілому ряді конструкцій, де чітко виражена розтягнута та стиснута зони, з метою економії сталі сталєфіробетон можна вводити тільки в розтягнуту зону. При цьому висота шару сталєфіробетону може змінюватися в залежності від потреб, міцності, тріщиностійкості або деформативності конструкції.

Метою описуваних дослідження є встановлення характеру роботи шаруватих плит, оцінювання ступеню участі сталевібробетону в сумісній роботі плити перекриття, отримання результатів виникнення та розвитку тріщин в експериментальних зразках, а також схеми та характер руйнування. Встановити вплив малоциклового навантаження на механічні властивості сталевібробетонних шаруватих плит на різних етапах навантаження.

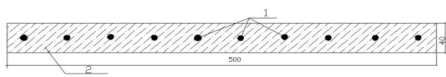
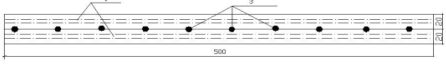
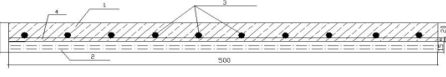
Для цього були виготовлені та випробувані 3 види плит: залізобетонна, двошарова та комбіновано армована (табл. 1).

Усі дослідні зразки мали розміри 500x500x40 мм. У двошарових та комбіновано армованих плитах, товщина шарів бетону та сталевібробетону складає 20мм.

Згідно з [1,2,3], усі зразки бетонували з використання портландцементу марки М400, дрібного заповнювача, попередньо просіяного кварцового піску з модулем крупності  $M_{кр} = 1,71$ , водоцементним відношенням, яке складе  $V/C=0,4$ . Для армування використовували сітки з дроту Вр-І, діаметром 4мм та кроком 50x50 мм.

Таблиця 1.

### Зміст експериментальних досліджень

Серія	Переріз	Склад
I		1 - арматура 2- бетон
II		1-сталевібробетон; 2-арматура
III		1-бетон; 2-сталевібробетон; 3-арматура; 4-захисний шар бетону

Сталевібробетон містив анкерну фібру діаметром 1 мм та довжиною 50мм, об'ємний відсоток армування становив  $\mu = 1,5\%$ . Як бетонну матрицю для сталевібробетону використовували дрібнозернистий бетон з водоцементним відношенням  $V/C=0,4$ .

Одночасно з бетонуванням дослідних зразків виготовляли стандартні бетонні та сталевібробетонні куби та призми.

Випробували 3 серії зразків. У першій серії зразки випробувані, монотонним навантаженням до руйнування для отримання контрольного

руйнівного навантаження. На другому етапі зразки тієї ж серії навантажували циклічно, з максимальним зусиллям у циклі, яке становило 85% від руйнівного, протягом 10 циклів. Процес навантаження проходив поступово і складав 10% від руйнівного зусилля (див.табл.2). Після отримання результату, зразок розвантажували та після доводили до руйнування, для визначення міцності після циклічного навантаження. Такий порядок прикладання зусилля дає змогу отримати результати, порівняти з уже існуючими та отримати характер руйнування.

Як зазначено вище, для отримання достовірних результатів випробувано по 4 зразки кожної серії. Два зразки – для отримання контрольного руйнівного навантаження та два інших - для перевірки впливу малоциклового навантаження (див.табл.2).

Для визначення прогинів у дослідних зразках використаний індикатор годинникового типу ИЧ-10, з ціною поділки 0,01мм. Прилад встановлювали посередині дослідного зразка. Показники знімали після кожного ступеня прикладання зусилля.

Зусилля на плиту передавали за допомогою домкратів, через систему траверс у вигляді 4 зосереджених сил. Опирання плити прийнято по контуру. (рис 1.)

Таблиця 2

## Об'єм та мета експериментальних досліджень.

№ зразка	Ши фр серії	Вид навантаження	Характер навантаження	Ро зм ір м м	Режим короткочасних та циклічних навантажень	Мета досліджень			
1	2	3	4	5	6	7			
1	I	Монотонне		50 0х 50 0	Монотонне навантаження до руйнування	Визначення міцності, деформативності, тріщиностійкості та ширини розкриття тріщин при монотонному і динамічному навантаженнях			
2		Циклічне							
3							Циклічне		
4		Циклічне навантаження							
1	II	Монотонне					50 0х 50 0	Монотонне навантаження до руйнування	Визначення міцності, деформативності, тріщиностійкості та ширини розкриття тріщин при монотонному і динамічному навантаженнях
2		Циклічне							
3									
4		Циклічне навантаження							
1	III	Монотонне		50 0х 50 0		Монотонне навантаження до руйнування		Визначення міцності, деформативності, тріщиностійкості та ширини розкриття тріщин при монотонному і динамічному навантаженнях	
2		Циклічне							
3									
4		Циклічне навантаження							

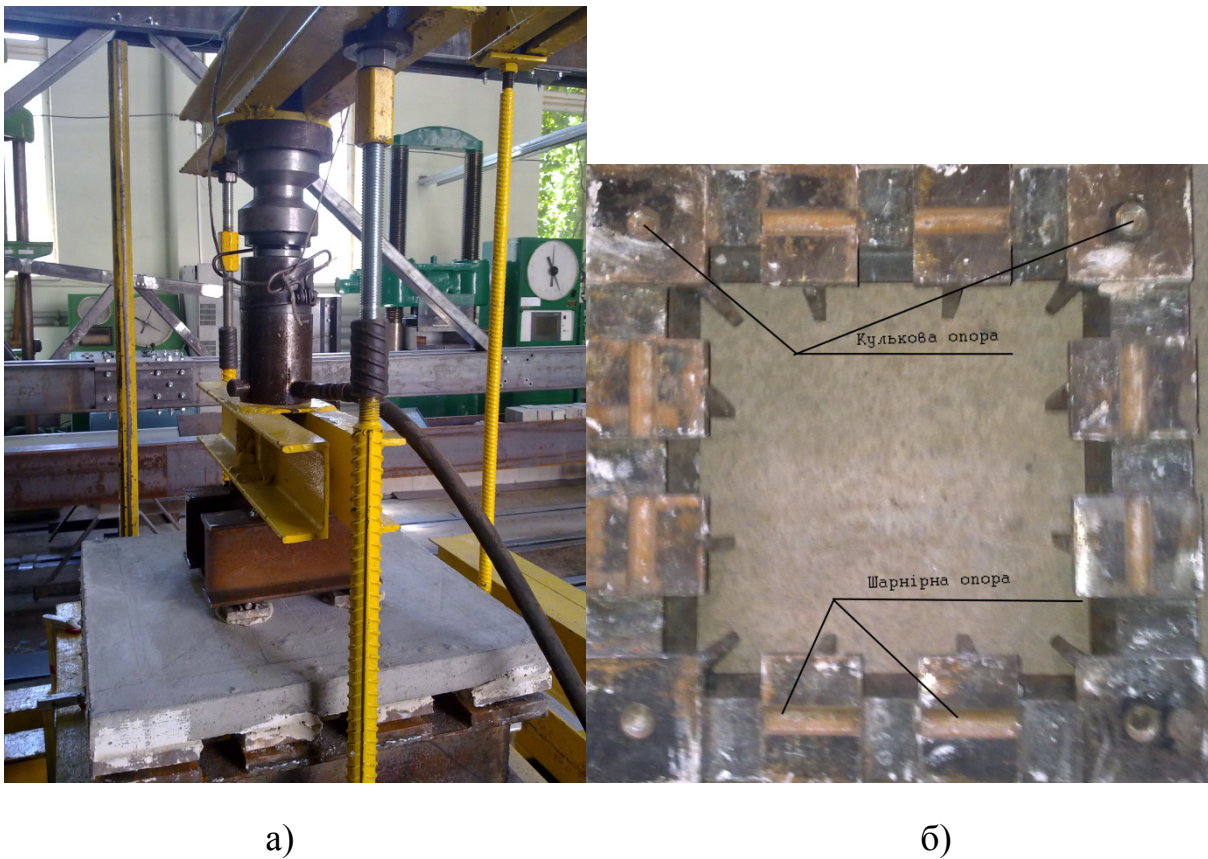


Рис.1. Загальний вигляд випробувального устаткування (а), розподільча рама(б) .

Таблиця 3

Результати випробувань зразків.

№ Зразка	Серія	Характер навантаження	Навантаження утворення першої тріщини, кг	Руйнівне навантаження, кг	Максимальні прогини на останньому циклі навантаження, мм	Залишкові деформації на останньому циклі навантаження, мм
1	2	3	4	5	7	8
1	I	Монотонне	3600	7200	---	---
2			3594	7170	---	---
3		Циклічне	3600	6100	6,70	1,60
4			3590	6020	6,78	1,68
1	II	Монотонне	4800	8000	---	---
2			4780	7930	---	---
3		Циклічне	4850	9000	5	1,52
4			4884	9010	5,02	1,50
1	III	Монотонне	4400	8600	---	---
2			4400	8600	---	---
3		Циклічне	4400	7200	5,80	1,49
4			4400	7250	5,85	1,50



а.

б.



в.

Рис.2. Вплив малоциклового навантаження на характер руйнування дослідних зразків плит: а) залізобетонної плити; б) комбіновано армованої сталевібробетонної плити; в) двошарової сталевібробетонної плити.

**Результати експериментальних досліджень.** Вплив монотонного навантаження на характер руйнування сталевібробетонних плит був очисаний автором у статі [4]. Далі приведені результати впливу мало циклового навантаженні на характер руйнування шаруватих сталевібробетонних плит.

В зразках серії I (див. табл.1) вже на другому циклі навантаження починають з'являтися тріщини. Вони починають з'являтися по кутам дослідного елемента та з подальшим навантаженням стрімко розвиваються. Вже на 6 циклі нижня поверхня плити починає роздроблюватись (див. рис. 3а).

Починають зростати залишкові деформації після зняття навантаження між циклами, залишковий прогин становив 1,60 мм (див. табл. 3). На 8 циклі, починають з'являтися тріщини в стиснутій зоні бетону. Тріщини розвиваються до повного зруйнування елемента.

З таблиці 3 видно, що в зразках серії II, перші тріщини з'являються при більшому навантаженні, ніж в зразках серії I. В процесі малоциклового навантаження не відбуваються різких змін. Залишкові прогини, на останньому циклі, після зняття навантаження становлять 1,52 мм (див. табл. 3). Перші тріщини з'являються на 4 циклі навантажень, такий високий характер тріщиностійкості обумовлюється додаванням фібри в нижній розтягуючий шар дослідного зразка. (див. рис.2,б).

Зразки серії III (див. табл.1) на всіх етапах завантаження поведилися рівномірно, спостерігалось досить чіткий вплив фібри на підвищення міцності та тріщиностійкості дослідних зразків. Перші тріщини з'являються на 4 циклі, залишкові деформації склали 1.49 мм. (див. табл. 3.) Тріщини - мілкі, знаходяться тільки на нижній поверхні дослідного зразка. Руйнування зразків відбувається по типу «конверт», що характерно для плит опертих по контуру (рис.2,в).

Було встановлено, що малоциклові навантаження досить сильно впливають на експлуатаційні властивості зразків зроблених із залізобетону. Виходячи з отриманих результатів чітко видно, що циклічні навантаження збільшують максимальні прогини в 1,3..1,5 разів, залишкові прогини у 1,5..1,8 разів (див. табл.3). Циклічні навантаження також збільшують ширину розкриття тріщин 1,5...2 рази у порівнянні із зразками зробленими із додаванням фібри (див. рис.2).

З отриманих результатів досліджень випливає, що застосування шаруватих плит, є дуже перспективним напрямком у будівництві. Досліди показали високу міцність, більш високу тріщиностійкість у порівнянні з залізобетоном. Плити в процесі навантаження не розшаровуються, зчеплення металевої фібри з бетоном високе.

### **Використана література.**

1. ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия. М.: Издательство стандартов, 1987. с
2. ДСТУ Б В. 2.7-112-2002 Цементи. Общие технические условия. М.: Госстрой Украины, 2002. 7 с.
3. ДСТУ Б В. 2.7-46 -96 Цементи сульфатостійкі. Технічні умови. М.: Держбуд України, 1999. 10с.

4. І.І. Глагола Порівняння характеру руйнування шаруватих сталевібробетонних плит. – Містобудування та територіальне планування. – К., КНУБА, 2010 – Вип.38 - 114с.

#### **Аннотация**

В статье рассматривается характер разрушения многослойных сталефибробетонных плит при воздействии циклической нагрузки. Приведены результаты экспериментальных исследований, проведен анализ жесткости, трещиностойкости и ширины раскрытия трещин в сравнении с железобетонными образцами.

#### **Annotation**

This article describes the nature of destruction steel fiber reinforced concrete layered slabs. These studies, which describe the stages and nature of loads. According to the results of experimental studies, the analysis of strength, fracture toughness and crack opening width of layered plates stalefibrobetonnnyh compared with reinforced concrete examples.