

УДК 624.074.5

*Л.І. Стороженко, д.т.н., професор  
Г.М. Гасій, к.т.н., доцент  
С.А. Гапченко, аспірант  
В.В. Волошин, студент*

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка*

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ АРМОЦЕМЕНТНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПОКРИТТЯ**

*Описано послідовність та вимоги до виготовлення арматурних каркасів і складу бетону для плит. Наведено дані про розміщення тензорезисторів на плиті та процес проведення експерименту. Зображено результати експериментальних досліджень армоцEMENTНИХ елементів покриття та побудовані графіки залежності деформацій від навантаження.*

**Ключові слова:** армоцемент, структура, вант, оболонка.

УДК 624.074.5

*Л.И. Стороженко, д.т.н., профессор  
Г.М. Гасий, к.т.н., доцент  
С.А. Гапченко, аспирант  
В.В. Волошин, студент*

*Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка*

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АРМОЦЕМЕНТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОКРЫТИЯ**

*Описаны последовательность и требования к изготовлению арматурных каркасов и составу бетона для плит. Приведены данные о размещении тензорезисторов на плите и процессе проведения эксперимента. Изображены результаты экспериментальных исследований армоцементных элементов покрытия и построены графики зависимости деформаций от нагрузки.*

**Ключевые слова:** армоцемент, структура, вант, оболочка.

UDC 624.074.5

*L.I. Storozhenko, ScD, Professor  
G.M. Gasii, PhD, Associate Professor  
S.A. Gapchenko, post-graduate  
V.V. Voloshyn, student*

*Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University*

## **EXPERIMENTAL STUDIES OF FERROCEMENT COVERING ELEMENTS**

*The sequence and the requirements are described for designing of reinforcing cages and the structure of concrete for slabs. The placement of strain gauges on the slab and the process of the experiment are provided. The results of the experimental studies of the ferroconcrete covering elements are showed and the dependence of deformation on load is plotted.*

**Keywords:** ferrocement, structural construction, guy rope, shell.

**Вступ.** Застосування комплексних матеріалів дає змогу виконувати конструкції і конструктивні елементи різних форм та прольотів. У сучасному будівництві доволі часто застосовують комплексні конструкції, в яких поєднані різні матеріали для їх сумісної та ефективної роботи. Можливість використання сталевих складових у розтягненій зоні значно зменшує масу конструкції. Структурні конструкції забезпечують просторову стійкість покриття. Будівлі й споруди з використанням вантів мають значну несучу здатність та малу масу.

Типові структурні покриття складаються зі сталевих стержнів різного поперечного перерізу, які утворюють просторову шарнірно-стрижневу систему. Застосування структурних конструкцій набуло значного поширення при покритті великопролітних будівель громадського й промислового призначення за рахунок простоти та швидкості зведення, малої маси та зручності транспортування.

При зведенні будівель із збірними легкими покриттями важливе значення має швидкість збирання конструкцій, їх жорсткість при невеликій масі, невелика кількість типорозмірів, простота транспортування. Структурно-вантові покриття повністю відповідають перерахованим вимогам і тому мають бути детально проаналізовані й вивчені.

**Огляд останніх джерел досліджень і публікацій.** Сталезалізобетонні структурні конструкції мають широкий спектр застосування при зведенні житлових та промислових будівель. Дослідження сталезалізобетонних структурних конструкцій доводить, що вони витримують значні навантаження і при цьому зберігають просторову стійкість [1]. Для полегшення конструкції запропоновано використовувати гнучкі ванти у нижньому розтягнутому поясі [5]. Однотипність елементів структурно-вантових конструкцій надає більш широкий вибір форм покриттів та їх геометричних характеристик [3, 4].

Проблему зниження маси покриття може розв'язати використання армоцементу – матеріалу, який має ряд переваг перед залізобетоном – менша маса, дисперсне армування, більш раціональне використання властивостей бетону, значно менші розміри поперечних перерізів елементів [2].

**Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми.** Структурно-вантові покриття є маловивченими і мають складний характер роботи, тому для більш детального їх вивчення необхідно здійснювати значну кількість теоретичних та експериментальних досліджень.

**Постановка завдання.** На основі проведених експериментальних досліджень армоцементних елементів покриття довести доцільність їх використання як стиснутого пояса структурно-вантових конструкцій.

**Основний матеріал і результати.** Одним із можливих варіантів плити стиснутого пояса структурно-вантових конструкцій є армоцемент. Завдяки йому покриття стає значно тоншим, а відповідно і легшим. Значна

кількість арматурних сіток забезпечує значно більший опір плит на розтяг та динамічні навантаження порівняно із залізобетоном.

Для дослідження характеру роботи армоцементних елементів покриття на згин і продавлювання було виготовлено зразки плит із відповідними вимогами до армоцементних конструкцій.

Дослідні зразки мають розміри у плані 1×1 м, товщину 2 см, по контуру – ребра жорсткості висотою 3 см і шириною 5 см. При виготовленні каркаса для одного зразка використовували п'ять сталевих зварних арматурних сіток  $\varnothing 0,9$  мм із чарунками 12×12 мм (рис. 1). Для їх поєднання застосовували в'язальний дріт. Важливим пунктом при виготовленні армоцементу є забезпечення необхідної відстані між сітками, для нормального проникнення бетону і наступного зчеплення. Між сітками розташовували шайби із кроком 10×10 см. Каркас кожного ребра жорсткості виготовлений із двох поздовжніх та чотирьох поперечних стержнів арматури А400с  $\varnothing 6$  мм (рис. 2).

Для виготовлення плит було використано дрібнозернистий бетон класу С25/30 (табл. 1). Склад бетону: цемент М500, кварцовий пісок ПК-020-3, вода.

При виготовленні армоцементних конструкцій використовують піщані бетони зі співвідношенням Ц:П:В = 1:1.75:0,4.

**Таблиця 1 – Склад бетону**

Клас бетону	Витрати матеріалів, кг/м <sup>3</sup>		
	Цемент	Пісок	Вода
С25/30	700	1225	280



**Рис. 1 – Арматурні сітки плити**

Твердіння зразків проходило у лабораторних умовах із дотриманням відповідного температурного режиму і вологості. Випробування проводили після досягнення плитами віку 28 діб.



Рис. 2 – Армування ребер жорсткості плити

Тензорезистори розташовували розетками із двох датчиків у трьох напрямках (рис. 3). На ребрах датчики розміщували на двох ребрах у поздовжньому напрямку.

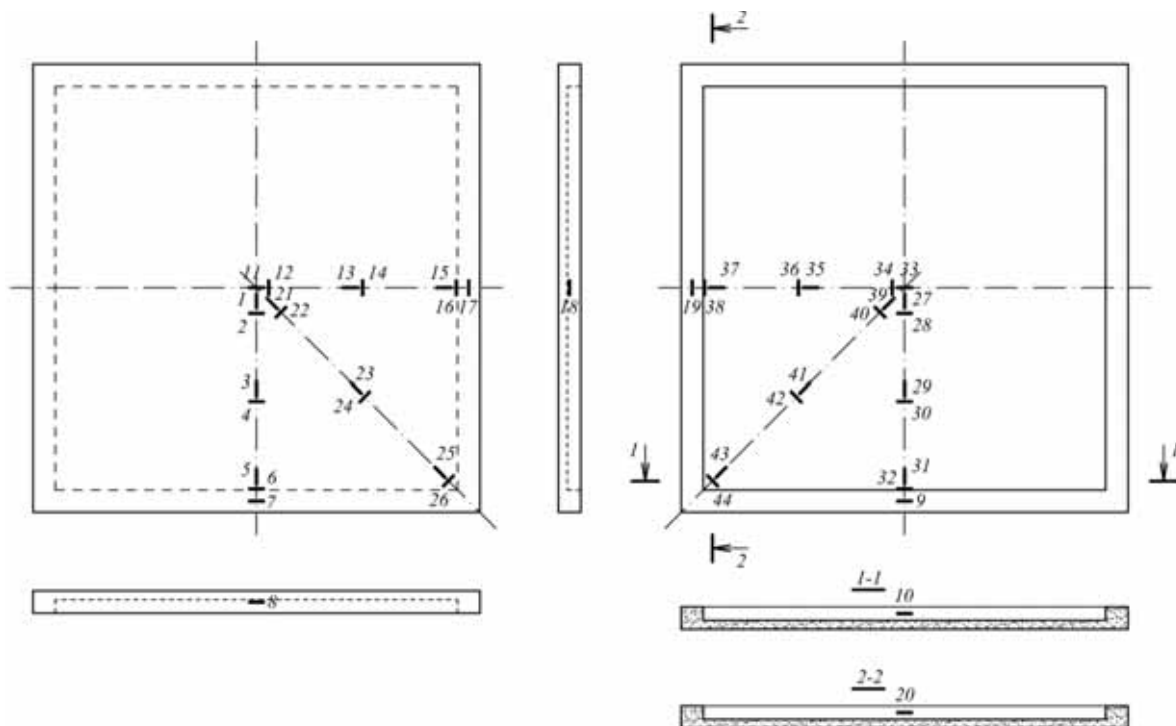
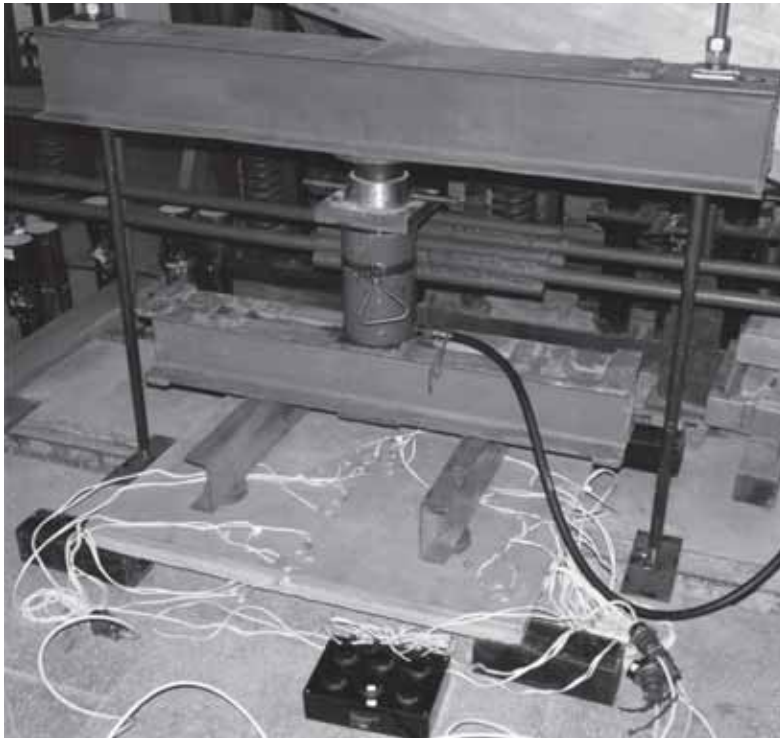


Рис. 3 – Розміщення тензорезисторів на плиті

Навантаження на плиту створювали за допомогою гідравлічного домкрата, через систему траверс воно передавалося на чотири точки. Опирався зразок по кутах площею  $75 \text{ см}^2$  кожний (рис. 4). Наведена схема обпирання пояснюється тим, що у структурно-вантових конструкціях плита прикріплена по чотирьох кутах до розкосів.



**Рис. 4 – Випробування армоцементного зразка**

Завантаження виконували із кроком 100 кг на домкраті, тобто по 25 кг на кожен точку прикладення навантаження.

У процесі експерименту відмічалася значна гнучкість плити, тому тривалий час не виникали тріщини. Вони з'являлися переважно у приопорній зоні ребра жорсткості і поступово розвивалися до його середини.

Під час руйнування внутрішня частина плити отримала незначні ушкодження під точками прикладення навантаження у вигляді відлущування захисного шару бетону. При досягненні критичного навантаження у 34 кН руйнування відбулося по опорних ребрах (рис. 5), які частково від'єдналися і змістилися у результаті виникнення зсувних зусиль.

Отримані графіки залежності деформацій від навантаження дають можливість проаналізувати характер роботи зразка протягом усього експерименту (рис. 6). Графіки побудовані попарно, тобто один датчик розташований на верхній частині плити, а інший – у тому ж місці на нижній. Тензорезистори Д1, Д27, Д3, Д29 розташовані у середній частині плити і тому відразу включаються у роботу. Лінійна частина на графіках

свідчить про суттєвий опір зразка внаслідок його переармованості. На подальших ступенях завантаження деформації розвиваються більш інтенсивно і відбувається руйнування. Датчики Д5 і Д31 пізно реагують на навантаження і показують малі деформації за рахунок того, що знаходяться у зоні, підсиленій ребром жорсткості, й тому, що у цьому місці відбуваються більш інтенсивні деформації у перпендикулярному напрямку.



Рис. 5 – Руйнування опорної зони плити

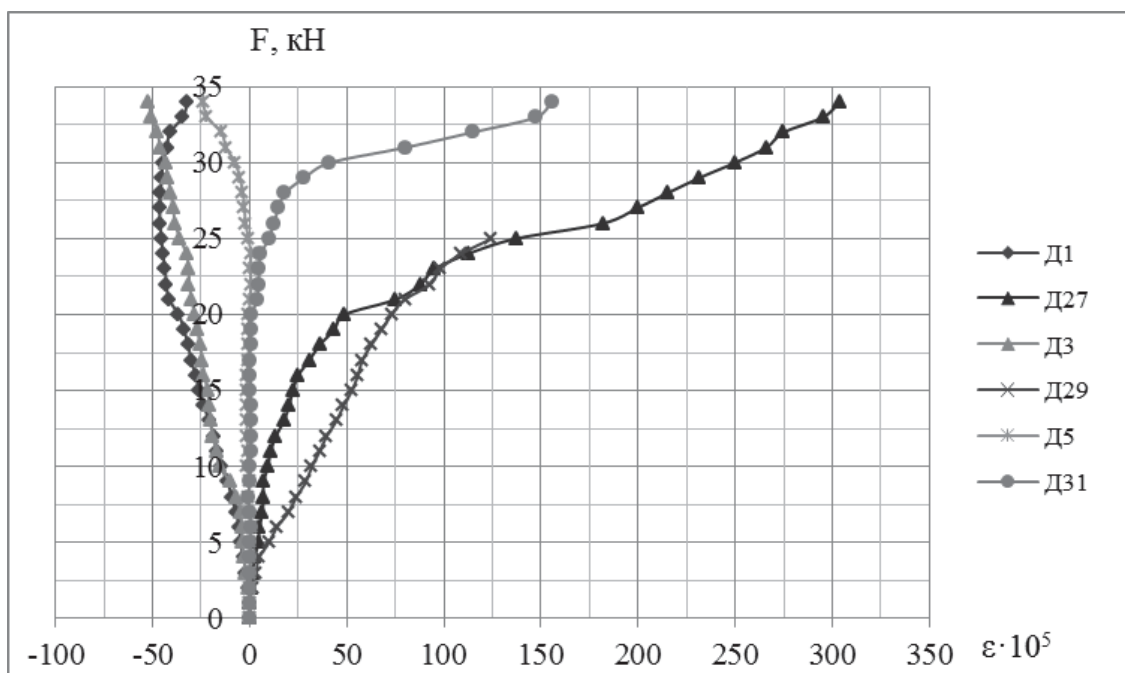


Рис. 6 – Залежність деформацій від навантаження

**Висновки.** У процесі проведення експериментальних досліджень визначено несучу здатність і деформативність армоцементних плит. На основі отриманих результатів можемо твердити про доцільність й ефективність використання армоцементу при будівництві структурно-вантових покриттів.

#### *Література*

1. Дослідження і проектування сталезалізобетонних структурних конструкцій: монографія / Л.І. Стороженко, В.М. Тимошенко, О.В. Нижник, Г.М. Гасій, С.О. Мурза. – Полтава: АСМІ, 2008. – 262 с.
2. Лысенко Е.Ф. Проектирование армоцементных конструкций / Е.Ф. Лысенко. – К.: Будівельник, 1973. – 169 с.
3. Пат. 70340 Україна, МПК E04B 1/04. Полегшена структурна сталезалізобетонна положиста оболонка / Л.І. Стороженко, Г.М. Гасій; патентовласник Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка. – №u201112978; опубл. 11.06.2012, Бюл. №11.
4. Стороженко Л.І. Особливості роботи структурно-вантових покриттів / Л.І. Стороженко, Г.М. Гасій, С.А. Гапченко // Сборник научных трудов „Строительство, материаловедение, машиностроение”. – Вып. 69. – Днепропетровск, 2013. – С. 488 – 491.
5. Стороженко Л.І. Структурно-вантові сталезалізобетонні конструкції / Л.І. Стороженко, Г.М. Гасій, С.А. Гапченко // Будівельні конструкції: міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць ДП ДНДІБК. – Вып. 78, кн. 2. – Київ: ДП НДІБК, 2013. – С. 195 – 200.

*Надійшла до редакції 21.04.2014*

*©Л.І. Стороженко, Г.М. Гасій, С.А. Гапченко, В.В. Волошин*