

УДК 624.016:624.07

*Л.І. Стороженко, д.т.н., проф.*

*Д.А. Єрмоленко, к.т.н., доц.*

*Г.М. Гасій, к.т.н.*

*Ю.Л. Гладченко, магістр*

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка*

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ СТРУКТУРНО-ВАНТОВОЇ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННОЇ КОНСТРУКЦІЇ**

*У статті наведені методика та результати експериментальних досліджень моделі балкової структурно-вантової сталезалізобетонної конструкції.*

**Ключові слова:** *структурно-вантова сталезалізобетона конструкція, напружено-деформований стан.*

**Постановка проблеми.** Структурно-вантове сталезалізобетонне покриття є комплексними, в якому сумісно працюють сталеві елементи з армоцементною плитою. Використання таких конструкцій в будівництві потребує більш детальних досліджень та їх удосконалення. Особливістю запропонованих конструкцій – структурно-вантових сталезалізобетонних покриттів є те, що верхні стиснуті пояси перехресних ферм сталеві структури замінені армоцементною плитою, а елементи нижнього поясу – на ванти або гнучкі стрижні, що сприймають тільки зусилля розтягу. Для ефективної роботи таких конструкцій покриття необхідно детально дослідити їх напружено-деформований стан.

**Огляд останніх джерел досліджень і публікацій.** У результаті постійного удосконалення існуючих конструкцій покриттів та впровадження сталезалізобетону у будівництво проведена велика кількість досліджень [3]. Експериментальним та теоретичним шляхом встановлено ефективність використання армоцементу у конструкціях покриттів велико-пролітних громадських і промислових будівель та споруд [1,2].

**Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми.** Структурно-вантової сталезалізобетонної конструкції є новим типом конструкцій, тому вивчення напружено-деформованого стану є актуальним і таким, яке дасть можливість визначити пріоритети у подальшому дослідженні.

**Формулювання цілей статті.** Метою даної статті є визначення напружено-деформованого стану запропонованих конструкцій.

**Основний матеріал і результати.** При розробленні програми експериментальних досліджень було враховано, що несуча здатність сталезалізобетонних елементів залежить від різних факторів, зокрема від конструктивних схем, геометричних розмірів і фізико-механічних властивостей матеріалів – сталі та бетону, виду навантаження та ін. На базі Полтавського технічного університету імені Ю.Кондратюка було проведено ряд експериментальних досліджень [1,2] за допомогою яких визначена закономірність деформування й вичерпання несучої здатності; прогини й деформації в момент руйнування; схеми руйнування дослідних зразків.

Для отримання експериментальних результатів, які дадуть можливість в достатній мірі судити про особливості роботи сталезалізобетонних структурно-вантових покриттів, запроєктовані дослідні зразки. Зразки моделюють покриття прольотом 10,5 м.

Для моделювання покриття використовувався геометричний критерій подібності 1/10. Модель конструкції (рис. 3) виготовлялася шляхом з'єднання модулів (рис. 1).

Для спостереження за деформаціями застосовувався фотограмметричний метод. Ключові віддалі (у пікселях) для дослідної моделі склали: фокусна  $f = 3277$ ; до поверхні з

маркувальними знаками верхнього поясу  $Y_{v1} = 874502$ ; до поверхні з маркувальними знаками нижнього поясу  $Y_{v2} = 919784$ ; до поверхні з контрольними точками  $Y_k = 10811666$ . Схема розташування камери наведена на рис. 4.

Для можливості врахування елементів зовнішнього орієнтування було застосовано стенд з нанесеною контрольною сіткою (рис. 5). Координатні лінії сітки перетинались у точках, які використовувались у якості контрольних.

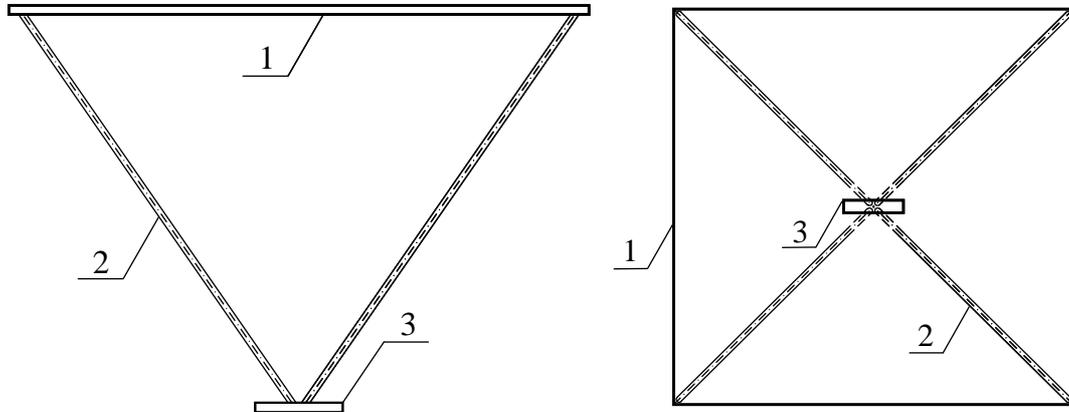


Рисунок 1 – Полеглий елемент структури

1 – армоцементна плита; 2 – сталеві розкоси; 3 – відрізок труби

Методика передбачала, що центр проєкції під час фотографування нульового та деформаційних циклів не зміщувався, тому невідомими залишались лише кутові елементи зовнішнього орієнтування (a,w,c). Вони встановлювались під час камеральної обробки з використанням контрольних точок.

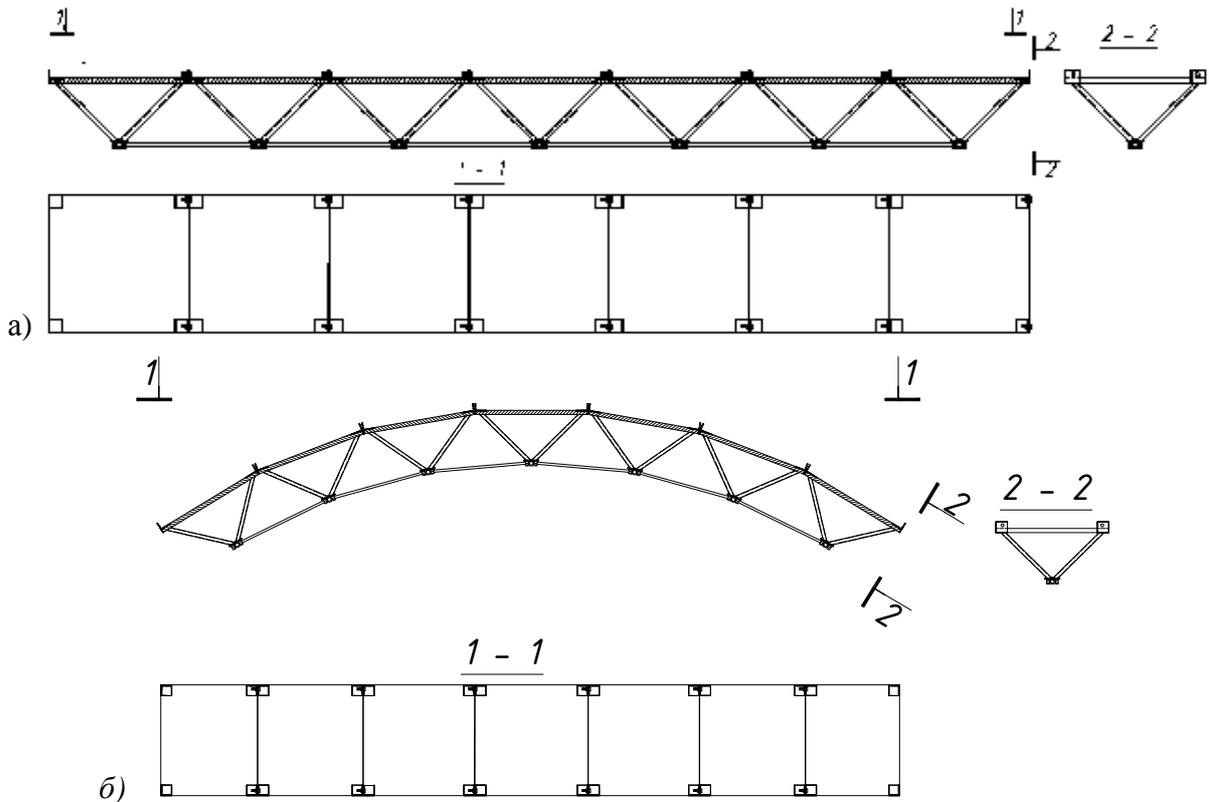
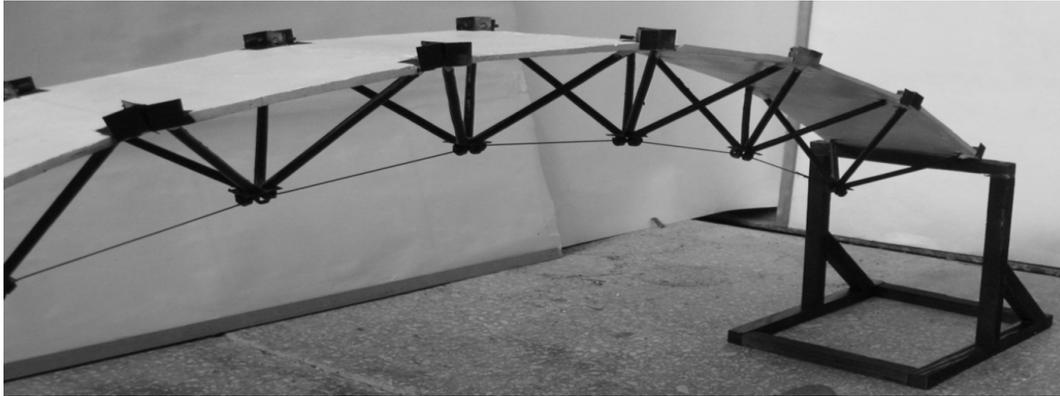


Рисунок 2 – Схема дослідного зразка балкової (а) та аркової (б) структурно-вантової сталезалізобетонної конструкції



a)



б)

Рисунок 3 – Загальний вигляд моделі дослідного зразка балкової (а) та аркової (б) структурно-вантової сталезалізобетонної конструкції

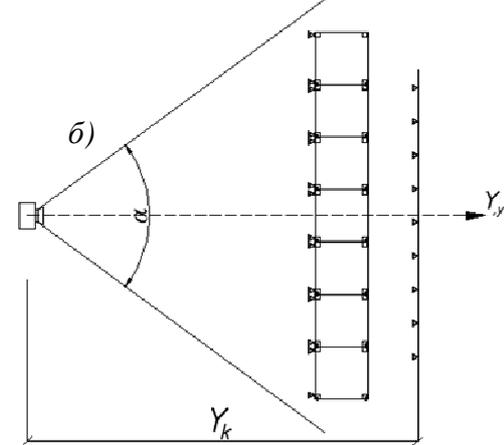
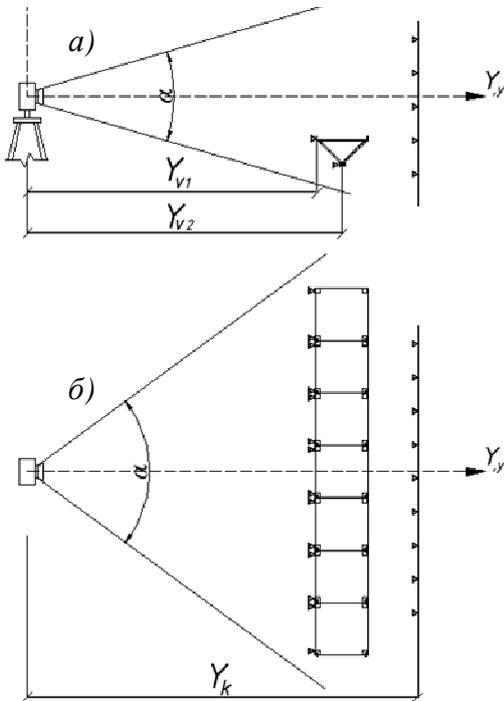


Рисунок 4 – Схема розташування приладів: а) – вигляд у вертикальній площині; б) – план при фотограмметричному зніманні

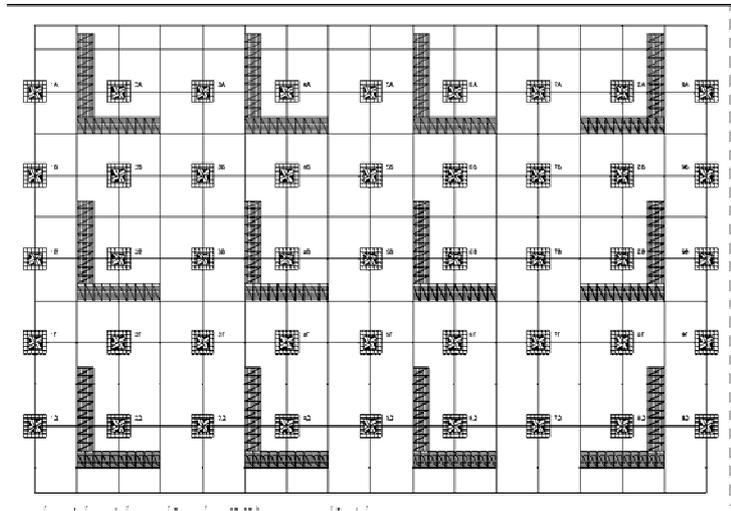


Рисунок 5 – Стенд з нанесеною контрольною сіткою

Нормальний випадок фотографічного знімання було прийнято свідомо, тому камеральна обробка виконувалася порівняно просто. Необхідно було лише привести знімки деформаційних циклів до нульового, який попередньо трансформувався до нормального випадку. Алгоритм обробки такий:

1 – обчислюються теоретичні значення контрольних точок на знімку:

$$x_{k,i}^{teor} = X_{k,i} \frac{f}{Y_k}; \quad z_{k,i}^{teor} = Z_{k,i} \frac{f}{Y_k}$$

2 – встановлюються значення куткових елементів зовнішнього орієнтування (a,w,c). Для цього вирішуємо обернену фотограмметричну засічку для одного знімку за алгоритмом;

3 – обчислюємо виправлені значення координат на знімках точок, які спостерігаються:

$$x_{v,j}^t = f \frac{a_1 x_{v,j} + a_2 f + a_3 z_{v,j}}{b_1 x_{v,j} + b_2 f + b_3 z_{v,j}}; \quad z_{v,j}^t = f \frac{c_1 x_{v,j} + c_2 f + c_3 z_{v,j}}{b_1 x_{v,j} + b_2 f + b_3 z_{v,j}}$$

4 – обчислюємо просторові фотограмметричні координати точок, які спостерігаються:

$$X_{v,j} = x_{v,j}^t \frac{Y_v}{f}; \quad Z_{v,j} = z_{v,j}^t \frac{Y_v}{f};$$

5 – обчислюємо прогини між точками, які спостерігались.

На рисунку 6-9 наведені залежності прогинів від навантаження верхнього та нижнього поясу моделі конструкції.

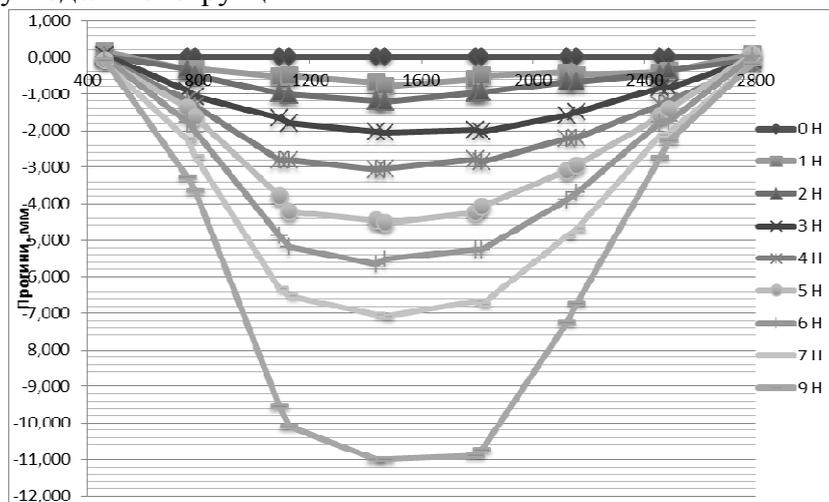


Рисунок 6 – Залежність прогинів від навантаження для дослідного зразка балкової конструкції по верхньому поясі

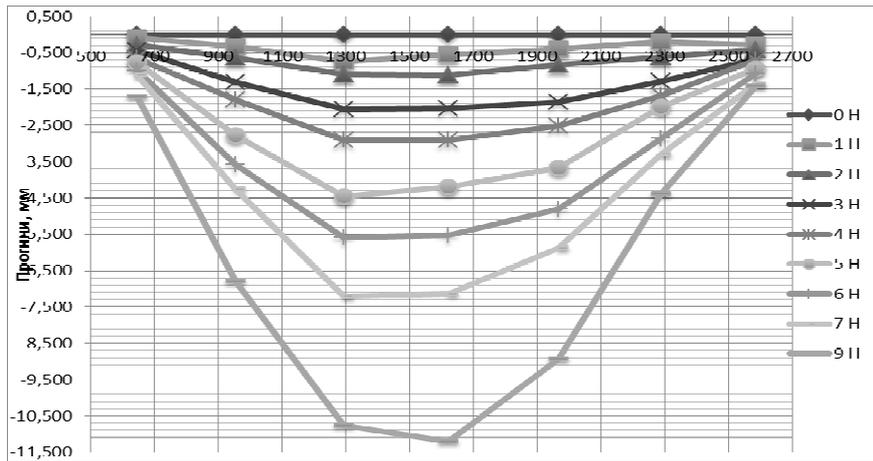


Рисунок 7 – Залежність прогинів від навантаження для дослідного зразка балкової конструкції по нижньому поясі

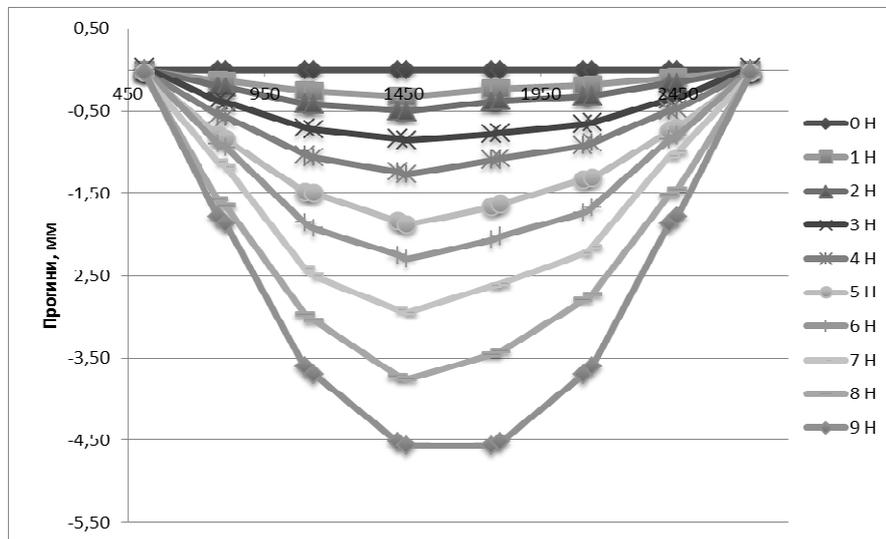


Рисунок 8 – Залежність прогинів від навантаження для дослідного зразка аркової конструкції по верхньому поясі

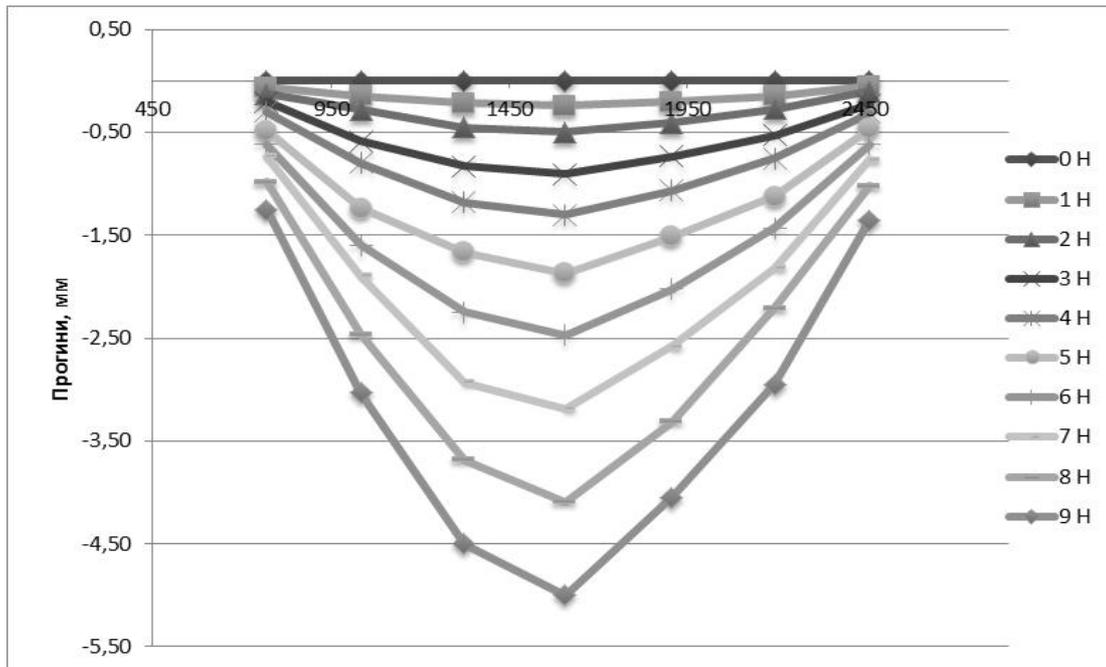


Рисунок 9 – Залежність прогинів від навантаження для дослідного зразка балкової конструкції по нижньому поясі

Узявши до уваги, що дослідні зразки мають малий розмір порівняно з оригіналом, відхилення могли мати більше значення. Однак головною умовою експерименту було дослідити характер деформування дослідного зразка. Деформування має рівномірний характер, місцями спостерігається зміщення у вузлах, отже, цьому потрібно приділити увагу при дослідженні більш масштабних моделей.

#### Література

1. Лысенко Е.Ф. Армоцементные конструкции: учеб. пособие для вузов. - 2-е изд. / Е.Ф. Лысенко. - К.: Вища школа, 1981. - 192 с.
2. Дослідження і проектування сталезалізобетонних структурних конструкцій / Л.І. Стороженко, В.М. Тимошенко, О.В. Нижник, Г.М. Гасій, С.О. Мурза. – Полтава: АСМІ, 2008. – 262 с.
3. Особливості сталезалізобетонних структурних покриттів та їх будівництва / Л.І. Стороженко, Л.І. Сердюк, В.М. Тимошенко, О.В. Нижник, Г.М. Гасій // Галузеве машинобудування, будівництво: зб. наук. праць. – Полтава: ПолтНТУ, 2006. – Вип. 18. – С. 90 – 96.
4. Патент на корисну модель 59293 Україна, МПК E04B 1/04 Структурно-вантова сталезалізобетонна аркова конструкція / Л.І. Стороженко, Г.М. Гасій; власник ПолтНТУ. №и201012539; опубл. 10.05.2011. Бюл. №9.
5. Патент на корисну модель 59296 Україна, МПК E04B 1/04 Структурно-вантова висяча система / Л.І. Стороженко, Г.М. Гасій; власник ПолтНТУ. №и201012545; опубл. 10.05.2011. Бюл. №9.
6. Патент на корисну модель 59299 Україна, МПК E04B 1/04 Структурно-вантова сталезалізобетонна балкова конструкція / Л.І. Стороженко, Г.М. Гасій; власник ПолтНТУ. №и201012550; опубл. 10.05.2011. Бюл. №9.
7. Патент на корисну модель 59300 Україна, МПК E04B 1/04 Полегшений елемент структури конструкцій покриття споруд / Л.І. Стороженко, Г.М. Гасій; власник ПолтНТУ. №и201012551; опубл. 10.05.2011. Бюл. №9.

*Л.И. Стороженко, д.т.н., проф., Д.А. Ермоленко, к.т.н., доц.  
Г.Н. Гасій, к.т.н., Ю.Л. Гладченко, магістр*

*Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка*

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ СТРУКТУРНО-ВАНТОВОЙ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ КОНСТРУКЦИИ**

*В статье изложены методика и результаты экспериментальных исследований модели балочной структурно-вантовой сталежелезобетонной конструкции.*

**Ключевые слова:** *структурно-вантовая сталежелезобетонная конструкция, напряженно-деформированное состояние.*

*L.I. Storozhenko, Dr. Tech. Sc., Prof., D.A. Yermolenko, Ph.D., Docent.*

*G.N. Gasiy, Ph.D., Y.L. Gladchenko, MA*

*Poltava National Technical University named after Yuri Kondratyuk*

## **EXPERIMENTAL STUDIES OF MODEL OF CABLE STEEL REINFORCED-CONCRETE STRUCTURAL COVERING**

*In article the technique and results of pilot studies of model of cable steel reinforced-concrete structural covering are stated.*

**Keywords:** *structural guy composite structures of steel and reinforced concrete, tensely-deformed state.*

*Надійшла до редакції 15.09.2012*

*© Л.И. Стороженко, Д.А. Ермоленко, Г.М. Гасій, Ю.Л. Гладченко*