

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМАТИВНОСТІ МАКЕТУ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННОГО СТРУКТУРНО- ВАНТОВОГО ПОКРИТТЯ

Л.І.Стороженко, *д.т.н., проф.*, Г.М.Гасій, *к.т.н., доц.*

*Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка,, Україна*

Постановка проблеми. Сталезалізобетонні структурно-вантові покриття є новими конструкціями з оригінальним конструктивним рішенням [10]. Конструктивно покриття включає у себе елементи верхнього й нижнього поясів та просторової решітки, які працюють тільки на властиві для себе зусилля. Досліджувані конструкції мають великий потенціал стати широко застосовуваними у будівництві покриттів великопролітних промислових і громадських будівель та споруд, але недостатня вивченість роботи конструкції під дією навантаження стримує їх розвиток. Тому експериментальне дослідження деформативності сталезалізобетонного структурно-вантового покриття дасть поштовх до подальшого вивчення та впровадження цих конструкцій у практику будівництва

Аналіз останніх досліджень показав, що значна частина праць присвячена дослідженню сталезалізобетонних конструкцій як елементів каркасів будівель та споруд [5, 7, 8]. Всі ці дослідження свідчать про ефективність та доцільність застосування сталезалізобетону в будівництві будівель та споруд [2, 4, 9]. Що стосується сталезалізобетонних структурно-вантових покриттів, то на даний час обґрунтовано ефективність розроблених конструкцій, здійснено пошук й удосконалення конструктивних рішень, розроблено способи забезпечення сумісної роботи сталі й бетону, вузлові з'єднання, модульні й типові елементи [6]. Чисельними методами досліджено напружено-деформований стан як окремих несучих елементів так і покриття в цілому [1].

Виділення невирішених раніше частин питання. Спираючись на результати аналізу попередніх досліджень й беручи до уваги, що сталезалізобетонні структурно-вантові конструкції є новими, то частина питань загальної проблеми дослідження цих конструкцій залишаються не дослідженими у повній мірі, а саме питання деформативності покриття.

Постановка завдання. Експериментальним шляхом дослідити макет сталезалізобетонного структурно-вантового покриття. На основі отриманих результатів підтвердити ефективність конструктивного рішення та прийнятого способу забезпечення сумісної роботи елементів конструкції.

Виклад основного матеріалу. Для отримання експериментальних результатів, які дадуть можливість достатньою мірою судити про особливості роботи сталезалізобетонних структурно-вантових покриттів, запроєктовано модель циліндричної оболонки. Структурно-вантова оболонка складається з семи арок, кожна з котрих зібрана з 7 окремих елементів.

Матеріалами моделі були плити з фанери товщиною 6 мм, решітка з латунних трубок та сталевий оцинкований дріт. Всі зразки виготовлялися шляхом спайки елементів решітки із закладними деталями, які слугували для з'єднання між собою елементів структури. Закладні деталі були виготовлені із сталюого оцинкованого листа товщиною 0,5 мм. У верхньому поясі для з'єднання елементів використовується варіант болтового з'єднання з діаметром болта 3 мм, у нижньому – для з'єднання застосований трос $\varnothing 1$ мм.

Для виготовлення моделі було розроблено 5 типів елементів (рис. 1):

- К-1 – рядовий;
- К-2 – крайній;
- К-3 – крайній опорний;
- К-4 – кутовий - 1;
- К-5 – кутовий - 2.

Після збирання всіх аркових конструкцій їх було встановлено на опорну частину та з'єднано між собою по верхньому поясі болтами, а по нижньому – канатом (рис. 2).

Для дослідження макета структурно-вантової оболонки було застосовано фотограмметричний метод [3] для цього вздовж верхнього пояса покриття були наклеєні маркувальні знаки (рис. 3).

Фотографування виконувалось цифровою дзеркальною фотокамерою. Співвідношення сторін екрана дорівнювало 16:10, а вигляд марки на знімку мав форму наближену до квадрата. Таким чином, відображення марки під час обмірювання обмежувалось висотою області графічного редактора.

Габаритні розміри марок контрольних точок і точок спостереження на цифровому знімку становили ≈ 46 та ≈ 21 пікселів, що дало можливість виводити частини цифрових знімків, на яких зображено марки у масштабі 17:1 та 36:1.

К-4	К-2	К-2	К-2	К-2	К-2	К-5
К-3	К-1	К-1	К-1	К-1	К-1	К-3
К-3	К-1	К-1	К-1	К-1	К-1	К-3
К-3	К-1	К-1	К-1	К-1	К-1	К-3
К-3	К-1	К-1	К-1	К-1	К-1	К-3
К-3	К-1	К-1	К-1	К-1	К-1	К-3
К-5	К-2	К-2	К-2	К-2	К-2	К-4

Рис. 1. Схема розкладки елементів дослідної моделі покриття

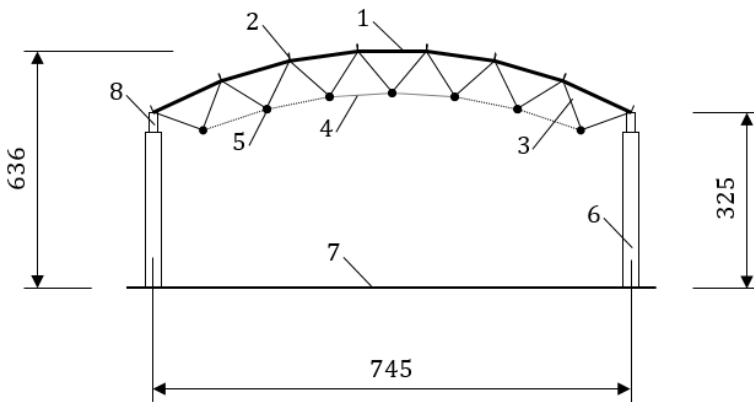


Рис. 2. Схема дослідної моделі структурно-вантової сталезалізобетонної циліндричної оболонки: 1 – верхній пояс моделі покриття; 2 – з'єднання по верхньому поясу; 3 – елементи решітки моделі покриття; 4 – нижній пояс моделі покриття; 5 – з'єднання по нижньому поясу; 6 – опора; 7 – платформа; 8 – ригель

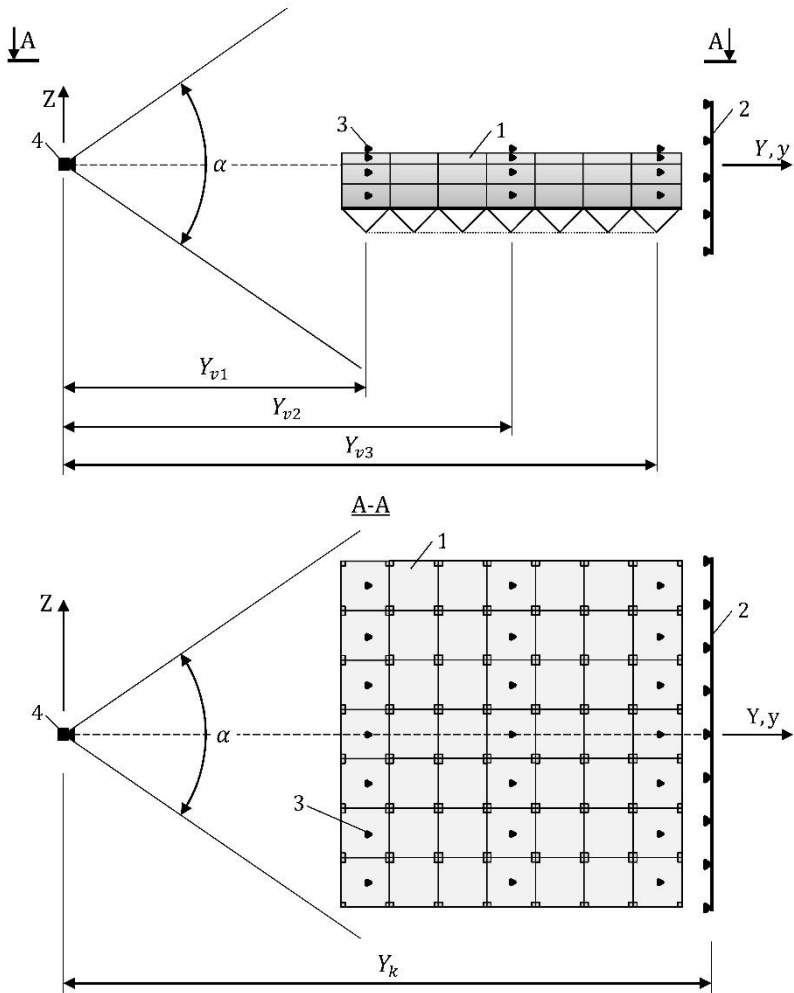


Рис. 3. Схема розташування приладів: 1 – макет покриття; 2 – стенд з контрольною сіткою; 3 – маркувальний знак; 4 – фотокамера

Беручи до уваги, що переміщення прицілу відбуваються з кроком в 1 піксель монітора, тоді графічна точність обмірювання марок становила 1/17 та 1/36 пікселя.

Обмірювання цифрових фотознімків виконувалося при роздільній здатності дисплею 1280×800 пікселів (96 dpi).

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.

Модель досліджувалася на дію навантаження за однією схемою (рис. 4), використовуючи для цього металеві вантажі. Було здійснено 15 ступенів завантаження враховуючи нульовий цикл завантаження.

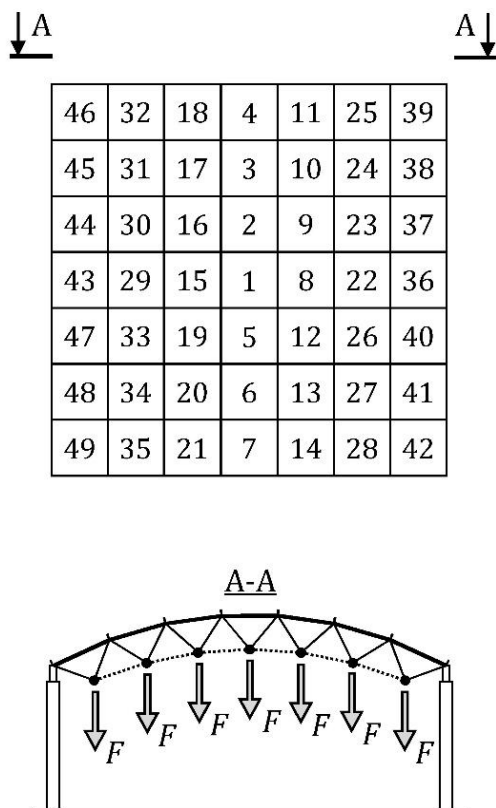


Рис. 4. Схема завантаження:
1, 2, ..., 49 – послідовність завантаження; F – навантаження

За результатами експерименту було отримано значення прогинів конструкції покриття під дією рівномірно розподіленого навантаження (рис. 5 – 7).

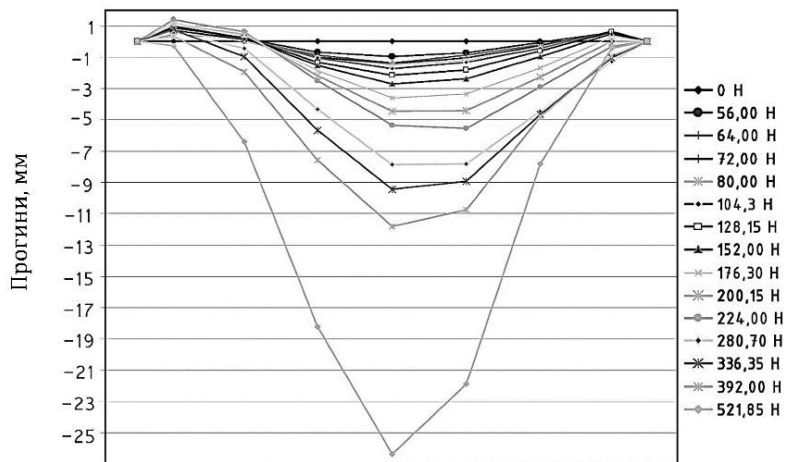


Рис. 5. Залежність прогинів від навантаження для дослідної моделі по профілю 1

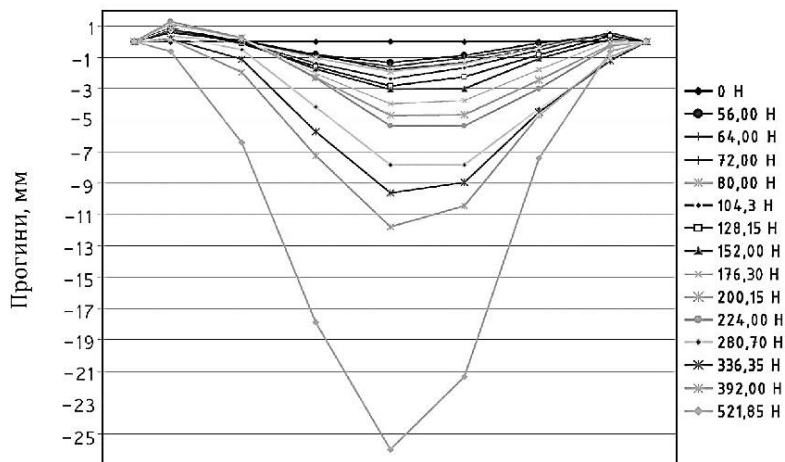


Рис. 6. Залежність прогинів від навантаження для дослідної моделі по профілю 2

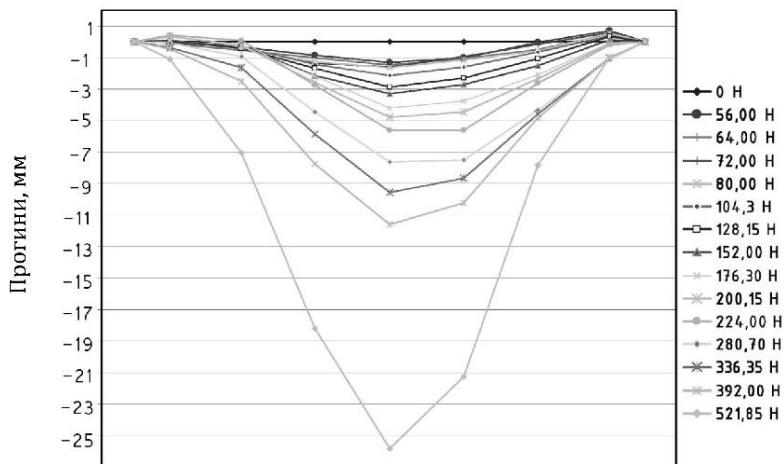


Рис. 7. Залежність прогинів від навантаження для дослідної моделі по профілю 3

Аналіз графіків показав, що деформації дослідного зразка становлять відповідно: профіль 1 – 1/28; профіль 2 – 1/29; профіль 3 – 1/29.

Узявши до умови, що дослідні зразки є маломасштабними моделями, тобто вони мають малий розмір порівняно з оригіналом, відхилення можуть бути менші. Однак головною умовою експерименту було дослідити характер деформування дослідного зразка.

Висновки. За результатами проведеного експерименту можна говорити про достатню надійність і ефективність конструктивного рішення сталезалізобетонного структурно-вантового покриття. Усі елементи конструкції у ході експерименту працювали сумісно, що підтверджує ефективність прийнятого способу рішення вузлових з'єднань.

Summary

Steel and concrete composite grid-cable roof has advantages of metal and concrete space structures [10]. Feature of construction is the principle of rational use of materials and properties of the structural elements. The roof consists of spatial flatness-core units that are connected to each other with specially designed joints. The shape of the roof is made using cables. Investigation of the stress-strain state of the individual elements is an urgent problem.

Література

1. Гапченко С.А. Розрахунок структурно-вантових конструкцій чисельним методом / С.А. Гапченко // Збірник наукових праць. Сер.: Галузеве машинобудування, будівництво. – 2013. – Вип. 4(1). – С. 64–70.
2. Гасій Г.М. Експериментальні дослідження структурно-вантових покриттів / Г.М. Гасій // Збірник наукових праць. Сер.: Галузеве машинобудування, будівництво. – 2014. – Вип. 3(42). – С. 47–51.
3. Єрмоленко Д.А. Об'ємний напружено-деформований стан трубо-бетонних елементів: Монографія // Д.А. Єрмоленко – Полтава: Видавець Шевченко Р.В., 2012. – 316 с.
4. Стороженко Л.І. Експериментальні дослідження огорожувальних плит структурно-вантового покриття / Л.І. Стороженко, Г.М. Гасій, С.А. Гапченко, Н.Л. Голенко, В.О. Логвіненко // Тези 66-ї наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів університету. – Полтава: ПолтНТУ, 2014. – Т.2. – С. 202–204.
5. Стороженко Л.І. Проблеми створення та проектування сталезалізобетонних конструкцій / Л.І. Стороженко // Будівельні конструкції. – 2013. – Вип. 78(1). – С. 129–136.
6. Стороженко Л.І. Просторові сталезалізобетонні структурно-вантові покриття: Монографія / Л.І. Стороженко, Г.М. Гасій, С.А. Гапченко – Полтава: ТОВ «АСМІ», 2015. – 218 с.
7. Стороженко Л.І. Просторове сталезалізобетонне структурно-вантове покриття: сб. научных трудов / Л.І. Стороженко, Г.М. Гасій // Строительство, материаловедение, машиностроение. – 2015. – Вип. 82. – С. 226–230.
8. Gasiі G.M. Technological and design features of flat-rod elements with usage of composite reinforced concrete / G.M. Gasiі // Metallurgical and Mining Industry, 2014, №4, p.p. 23–25.
9. Storozhenko L.I. Experimental research of strain-stress state of ferrocement slabs of composite reinforced concrete structure elements / L.I. Storozhenko, G.M. Gasiі // Metallurgical and Mining Industry. – 2014. – №6. – P. 40 – 42.