

## СТРУКТУРНО-ВАНТОВА ПОЛОЖИСТА ОБОЛОНКА

*Розглянуто існуючі залізобетонні оболонки двоякої кривизни, описано їх особливості та недоліки при монтажі. Наведено різні варіанти структурно-вантових покриттів. Запропоновано нову конструктивну форму структурно-вантового покриття – положисту оболонку. Описано особливості монтажу запропонованої конструкції.*

**Ключові слова:** структура, ванти, положиста оболонка.

**Вступ.** Перед проектувальниками гостро стоїть проблема пошуку нових матеріалів і форм, за наявності яких вони б працювали найбільш ефективно та при цьому задовольняли всі проектні й архітектурні вимоги. Одним із можливих шляхів зменшення маси конструкцій при збереженні тих же значень міцнісних характеристик є використання комплексних матеріалів, більш універсальних у застосуванні.

Один із таких матеріалів – сталезалізобетон, який поєднує у собі бетон, арматуру і прокатні профілі. Серед переваг сталезалізобетонних конструкцій не тільки підвищення міцнісних та деформативних характеристик, а й зручність їх виготовлення. При цьому залізобетон у комплексній конструкції використовується в основному для сприйняття зусиль стиску, а сталь – для сприйняття зусиль розтягу.

У результаті постійного вдосконалення існуючих конструкцій покриттів і впровадження сталезалізобетону в будівництво виконано багато досліджень. Експериментальним та теоретичним шляхом встановлено ефективність використання армоцементу в конструкціях покриттів великопролітних громадських і промислових будівель та споруд.

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

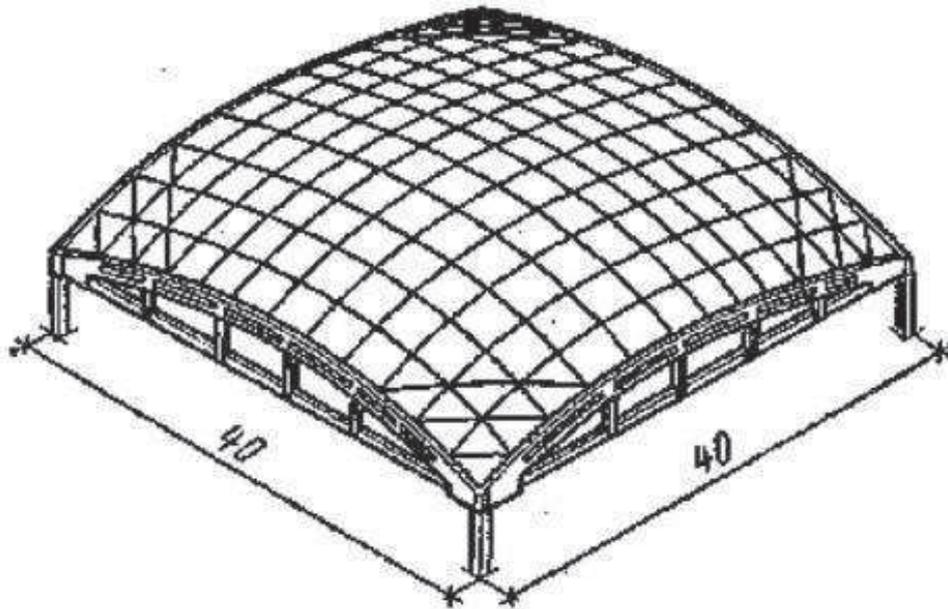
**Огляд останніх джерел досліджень і публікацій.** Структурні сталезалізобетонні конструкції мають залізобетонний або армоцементний верхній пояс, котрий дає можливість їх використання не тільки як покриттів, а й різного роду платформ, по яких можна виконувати повноцінні переміщення людей та транспорту [2].

У структурно-вантових покриттях нижній розтягнутий пояс замінено гнучкими вантами [5], що дозволяє виготовляти конструкції різної форми й окреслення у плані. Головною перевагою таких покриттів є те, що в них не виникають розпірні зусилля у вузлах кріплення за рахунок утворених просторових ферм, об'єднаних сталевими вантами [1, 3, 4].

**Постановка завдання.** Завдання полягає у виконанні аналізу існуючих оболонок двоякої кривизни, пропонуванні конструкції структурно-вантової положистої оболонки.

**Основний матеріал і результати.** Разом з інтенсивним технічним та технологічним розвитком виникла потреба у зведенні великопролітних споруд різного призначення. Застосування великопролітних покриттів набуло значного поширення не тільки при зведенні будівель промислового призначення, а й громадсько-спортивних закладів та

виставкових павільйонів. Широкого розповсюдження набули монолітні та збірно-монолітні залізобетонні оболонки, незважаючи на їх значну масу (рис. 1).



**Рисунок 1 – Залізобетонна оболонка з фермами по контуру**

Контурними діафрагмами такої оболонки служать залізобетонні ферми, склепіння має форму багатогранника. Кожний збірний елемент являє собою ромбоподібну плоску плиту з контурними і діагональними ребрами (рис. 2). Оболонка спирається на чотири колони, розташовані по кутах, завдяки чому значна площа приміщення не має проміжних опор.



**Рисунок 2 – Збірні елементи залізобетонної оболонки**

У випадку відмови від масивних залізобетонних ферм виникає потреба у додаткових стійках із кроком 6 метрів (рис. 3).

Новим етапом у будівництві тонких великопролітних оболонок стало відкриття армоцементу (рис. 4). Сутність армоцементних конструкцій полягає у зменшенні ваги конструкції, в економії витрат на виготовлення, скороченні термінів будівництва та в забезпеченні необхідної жорсткості.

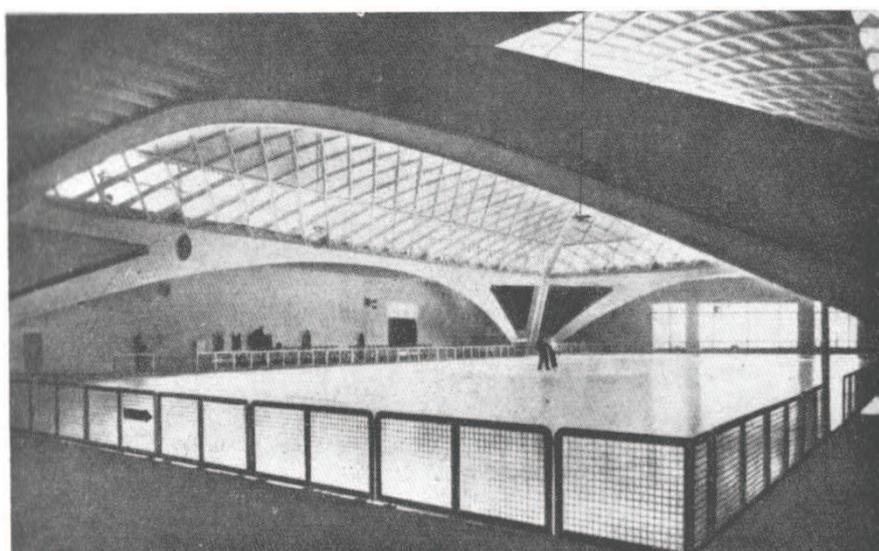
Ефективним у сталезалізобетонній структурній конструкції є те, що сталева решітка в ній працює сумісно із залізобетонною плитою, при цьому плита заміщує верхні стиснуті пояси перехресних ферм структури та виконує огорожувальні функції. Особливість структурно-вантового сталезалізобетонного покриття полягає в тому, що за рахунок поєднання полегшених елементів структури за допомогою закладних деталей і вант забезпечується сумісна робота конструкції в цілому та з'являється можливість створення просторових структурних сталезалізобетонних конструкцій із довільним окресленням, а за рахунок зміни довжини затяжок регулюється кривизна системи.

При зведенні будівель із збірними легкими покриттями важливе значення має швидкість збирання конструкцій, їх жорсткість при невеликій масі, незначна кількість типорозмірів, простота транспортування. Переліченим вимогам повністю відповідають структурно-вантові покриття.



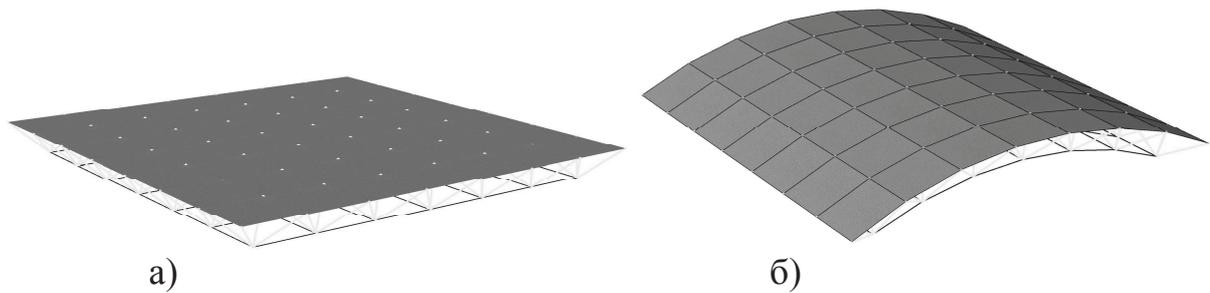
**Рисунок 3 – Залізобетонна оболонка з додатковими стійками**

Більшість структурно-вантових конструкцій і покриттів можна виготовляти з елементів одного типорозміру (рис. 5). За наявності великопролітних покриттів доцільним є варіант, коли структурна плита збирається з окремих секцій. При цьому можливі два варіанти, коли плита розділяється на балкові конструкції або на окремі елементи – «кристали». Поєднання елементів у покриття здійснюється по верхньому поясу на болтах чи за допомогою зварювання, по нижньому – за допомогою затяжок, виготовлених зі сталевих вант.



**Рисунок 4 – Армоцементне покриття Туринської виставкової зали**

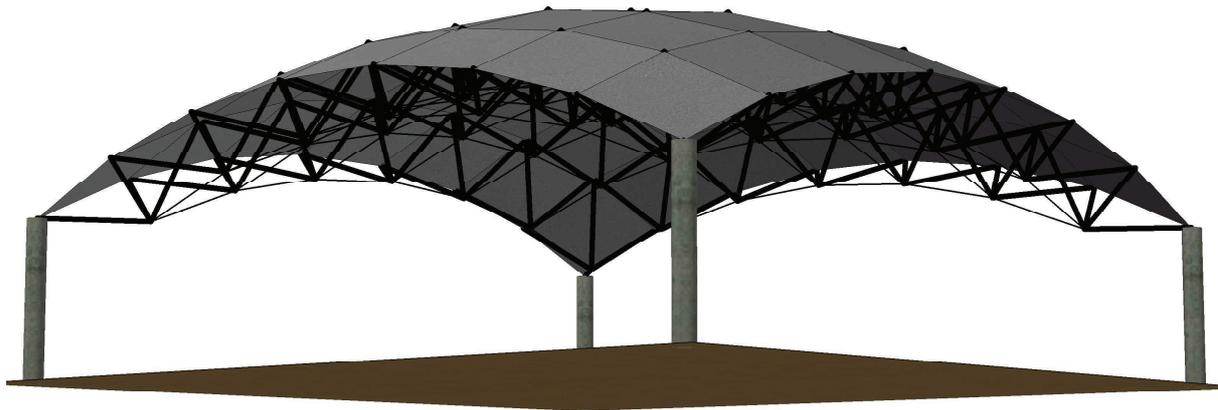
Використання армоцементу можливе у верхньому поясі структурно-вантових покриттів, що дає можливість їх полегшення та зменшення товщини пояса.



**Рисунок 5 – Структурно-вантові покриття:  
а) плоске покриття; б) циліндрична оболонка**

Структурно-вантова положиста оболонка не потребує ні підтримуючих конструкцій по контуру, ні додаткових стійок. Обпирання виконується на чотири колони по кутах конструкції (рис. 6). За рахунок просторової системи із труб і вант конструкція має значну жорсткість у всіх напрямках, до того ж ванти можна попередньо напружувати, що у свою чергу виключить деформації від власної маси.

Особливістю запропонованої оболонки є те, що при викривленні покриття у двох напрямках виникає необхідність у збільшенні типорозмірів стрижневих елементів і зміні геометрії плит верхнього пояса. Тому одним із поставлених завдань була можливість утворення покриття з невеликої кількості однотипних елементів. У випадку, коли в одній секції знаходиться сім елементів, необхідно сім типорозмірів елементів, тобто однаковою буде восьма частина площі покриття.



**Рисунок 6 – Структурно-вантова положиста оболонка**

Порівняно із залізобетонними оболонками структурно-вантова система значно легша, під час монтажу не потребує великої кількості підтримуючих засобів.

Монтаж оболонки виконують секціями, які збирають на землі з окремих елементів. Підйом секцій виконують краном із використанням траверси. У випадку великого прольоту секції монтаж можна виконувати двома способами: синхронною роботою кількох кранів або розділенням секції на частини, що у свою чергу веде до збільшення кількості опор. Після монтажу кожна секція повинна бути обперта на тимчасові опори на час збирання всієї оболонки і закріплення вант у поздовжньому напрямку.

**Висновки.** Оскільки структурно-вантова положиста оболонка має ряд переваг порівняно із залізобетонними, то її будівництво є більш доцільним як щодо економії матеріалів, так і зменшення маси.

#### *Література*

1. Гапченко С.А. Розрахунок структурно-вантових конструкцій чисельним методом / С.А. Гапченко // Збірник наукових праць. Серія: галузеве машинобудування, будівництво. – Вип. 4(39), том 1. – Полтава: ПолтНТУ, 2013. – С. 203 – 207

2. 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.
3. Пат. на корисну модель 59293 Україна, МПК E04B 1/04. Структурно-вантова сталезалізобетонна аркова конструкція / Л.І. Стороженко, Г.М. Гасій; патентовласник Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка. – №и201012539; опубл. 10.05.2011, Бюл. №9.
4. 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. – №и201112978; опубл. 11.06.2012, Бюл. №11.
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. – Вип. 78, кн. 2. – Київ: ДП НДІБК, 2013. – С. 195 – 200.

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

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка*

## **СТРУКТУРНО-ВАНТОВАЯ ПОЛОГАЯ ОБОЛОЧКА**

*Рассмотрены существующие железобетонные оболочки двоякой кривизны, описаны их особенности и недостатки при монтаже. Приведены различные варианты структурно-вантовых покрытий. Предложена новая конструктивная форма структурно-вантового покрытия – пологая оболочка. Описаны особенности монтажа предложенной конструкции.*

**Ключевые слова:** структура, ванты, пологая оболочка.

*L.I. Storozhenko, Doctor of Technical Sciences, Professor  
G.M. Gasii, Ph.D., Associate Professor  
S.A. Gapchenko, postgraduate  
V.V. Voloshyn, magistrand  
Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University*

## **STRUCTURAL-GUY ROPE SHALLOW SHELL**

*The reinforced concrete shells of double curvature are depicted, the features and disadvantages during mounting are described. The various options for structural-guy rope coatings are depicted. The new constructive form of structural-guy rope coating – shallow shell is proposed. The features installations of the proposed design are described.*

**Keywords:** structural construction, guy ropes, shallow shell.

*Надійшла до редакції 21.09.2014*

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