

УДК 624.016:624.07.001.5

ПОШУК ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ СТРУКТУРНО-ВАНТОВИХ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПОКРИТТІВ ЗА КРИТЕРІЄМ НАПРУЖЕНЬ РОЗТЯГУ В НИЖНЬОМУ ПОЯСІ

Л.І. СТОРОЖЕНКО, Г.М. ГАСІЙ, Ю.Л. ГЛАДЧЕНКО

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

Постановка проблеми. Існуюче сталезалізобетонне структурне покриття є комплексними, в якому сумісно працюють сталеві елементи з залізобетонною 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 визначити їх оптимальні геометричні характеристики.

Аналіз останніх досліджень. 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 великопролітних громадських і промислових будівель та споруд [1, 2].

Формулювання цілей статті. Метою даної статті є визначення оптимальних геометричних параметрів запропонованих конструкцій при яких в елементах нижнього поясу виникають зусилля розтягу.

Основний матеріал. Структурно-вантове сталезалізобетонне покриття [4] складається з окремих секцій, котрі поєднуються із полегшених елементів структури [7], що утворюють просторову металеву решітку із труб різного діаметру та з армоцементних плит по верхньому поясу. Полегшені елементи структури покриття поєднуються між собою за допомогою зварювання закладних деталей у верхньому поясі та гнучкими стрижнями (вантами) в нижньому поясі. Елементи решітки поєднуються із армоцементною плитою зварюванням до закладних деталей або за допомогою болтів. Таке кріплення забезпечує жорсткість конструкції.

Вирішення питання удосконалення сталезалізобетонної структурної конструкції полягає у заміні окремих елементів на більш легкі. Для цього жорсткі елементи нижнього поясу замінюємо гнучкими стрижнями або вантами. Тому виникає питання оптимізація таких конструкцій. Необхідно

визначити такі геометричні характеристики покриття (кривизни конструкції, стріли підйому, кута нахилу початкового елемента) при яких гнучкі елементи нижнього поясу будуть працювати лише на розтяг.

Для дослідження цієї проблеми використовувалось програмне забезпечення, що базується на методі скінченних елементів, яке дозволяє детально проаналізувати напружено-деформований стан (НДС).

Теоретичне дослідження зводиться до трьох етапів, перший етап – досліджуються плоскі моделі, другий і третій етап – просторові моделі. Для зменшення трудомісткості досліджень, всі моделі мають висоту полегшеного елемента структури конструкції покриття споруди 1500 мм (рис. 1) та об'єднуються у групи із однаковим базовим параметром – навантаженням, фізико-механічними характеристиками матеріалів.

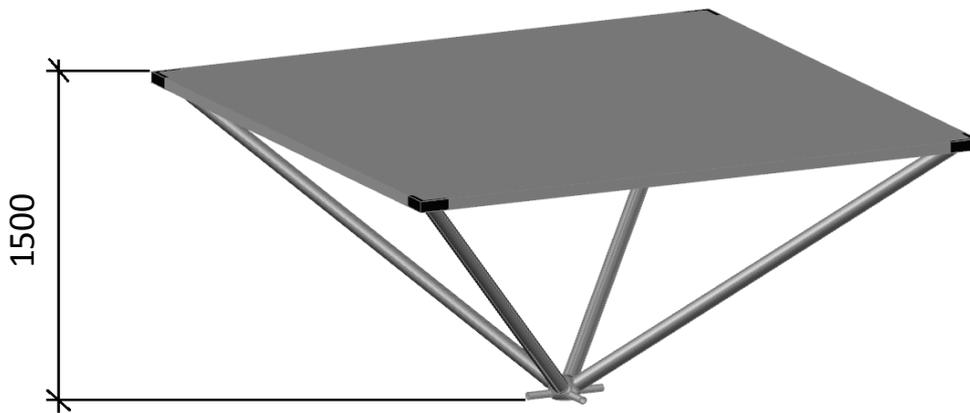


Рис. 1. Полегшений елемент структурної конструкції покриття

Досліджувалися конструкції з прольотами 30, 36, 42 м, в яких змінною характеристикою є кривизна конструкції. Для моделювання розрахункової схеми приймалось рівномірно-розподілене навантаження по всій довжині покриття. Досліджуючи кожену групу окремо, визначалися параметри оптимізації, котрі задовольняють меті дослідження.

При проведенні досліджень на першому етапі отримуємо наближені параметри оптимізації, що дозволяють використання вантових елементів. Вони характеризуються початковим кутом нахилу «модуля» до горизонту $8,3^\circ$ - 12° та стрілою підйому конструкції 1,36 – 2,10 м. (рис. 2.). Ці характеристики використовуємо для побудови об'ємних моделей для подальших досліджень.

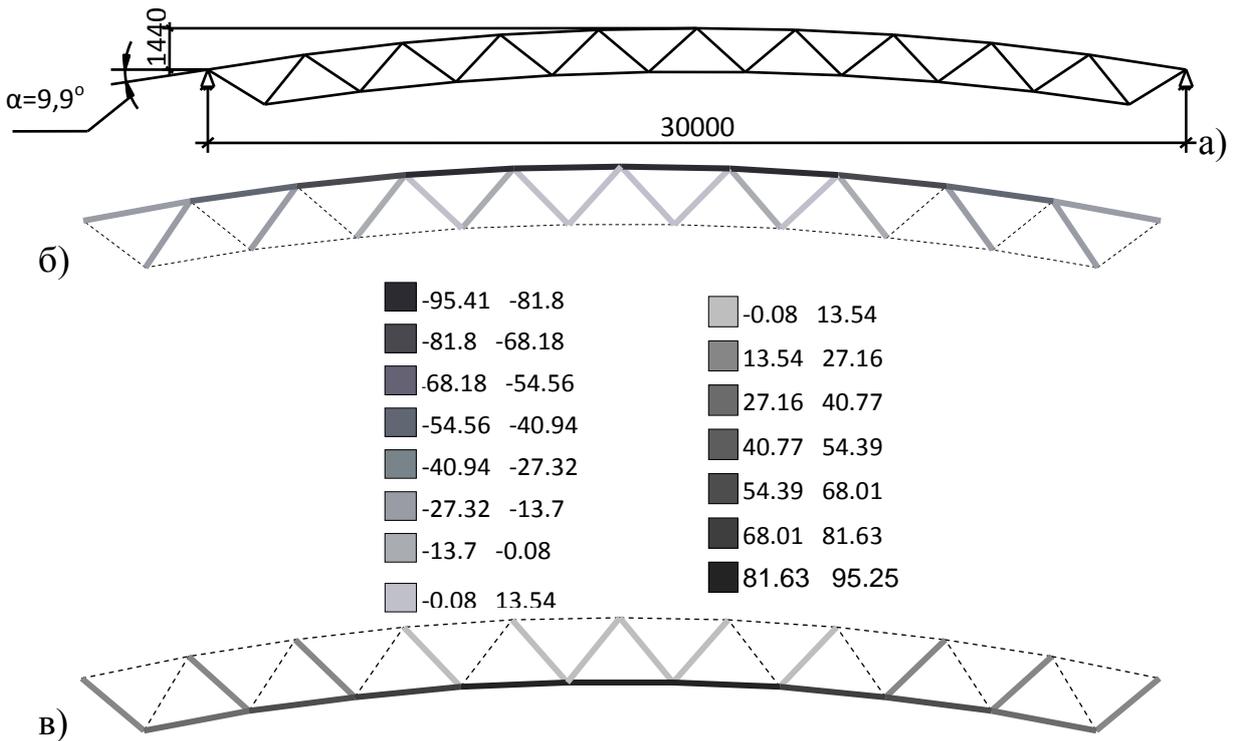


Рис. 2. Розрахункова схема (а) та діаграма внутрішніх зусиль (б,в) від навантаження для конструкції прольотом 30 м з початковим кутом $9,9^\circ$

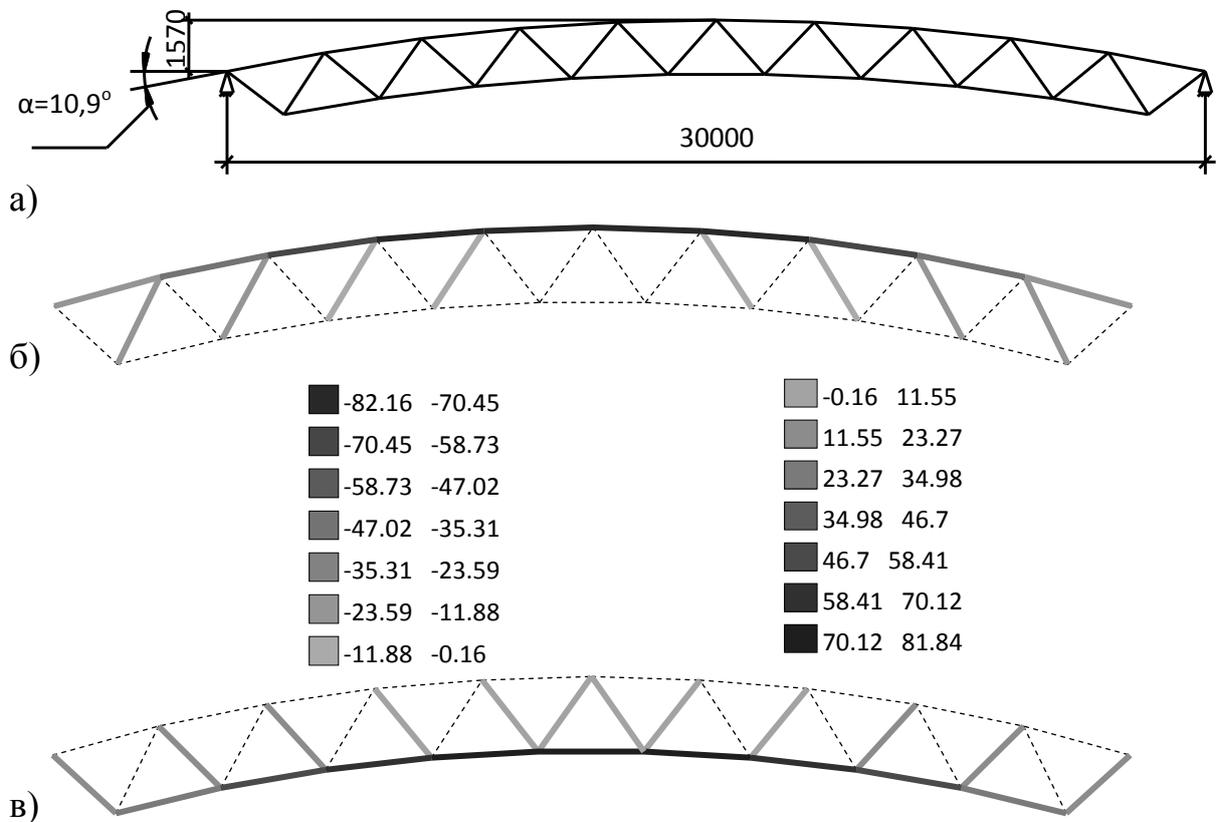


Рис. 3. Розрахункова схема (а) та діаграма внутрішніх зусиль (б,в) від навантаження для конструкції прольотом 30 м з початковим кутом $10,9^\circ$.

Далі аналогічно дослідженням плоскої схеми, моделюється просторова секція положистої оболонки (рис. 4) з прольотом 30, 36, 42 м., в яких змінною характеристикою є кривизна конструкції, що знаходяться в межах оптимальних параметрів.

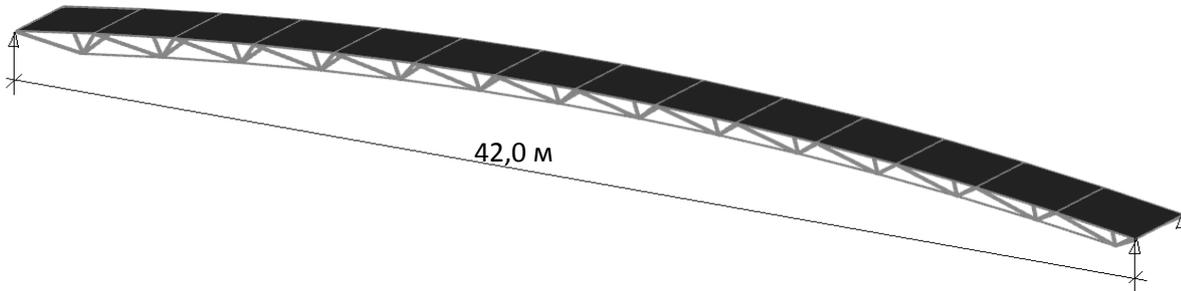


Рис. 4. Модель секції положистої оболонки прольотом 42 м

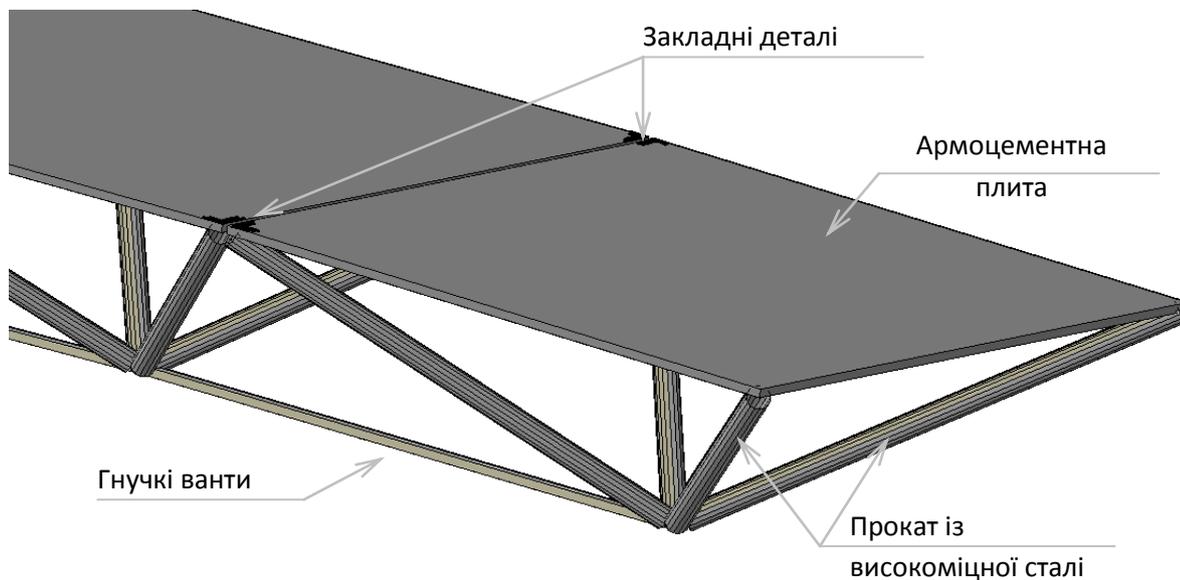


Рис. 5. Складові секції із полегшених елементів

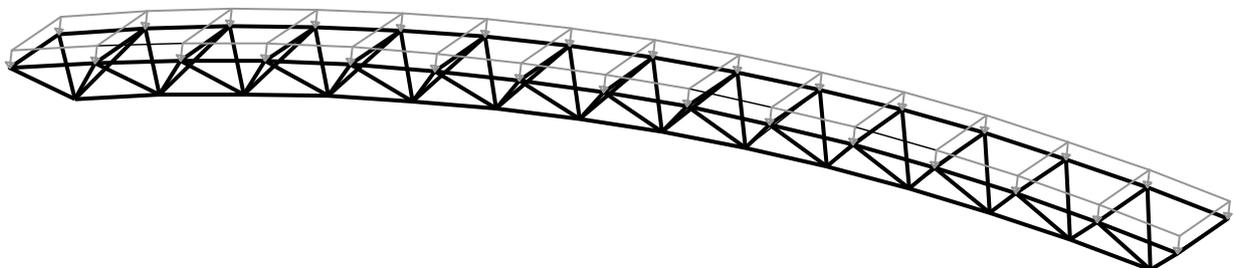


Рис. 6. Розрахункова схема секції покриття прольотом 42 м з навантаженням на плиту

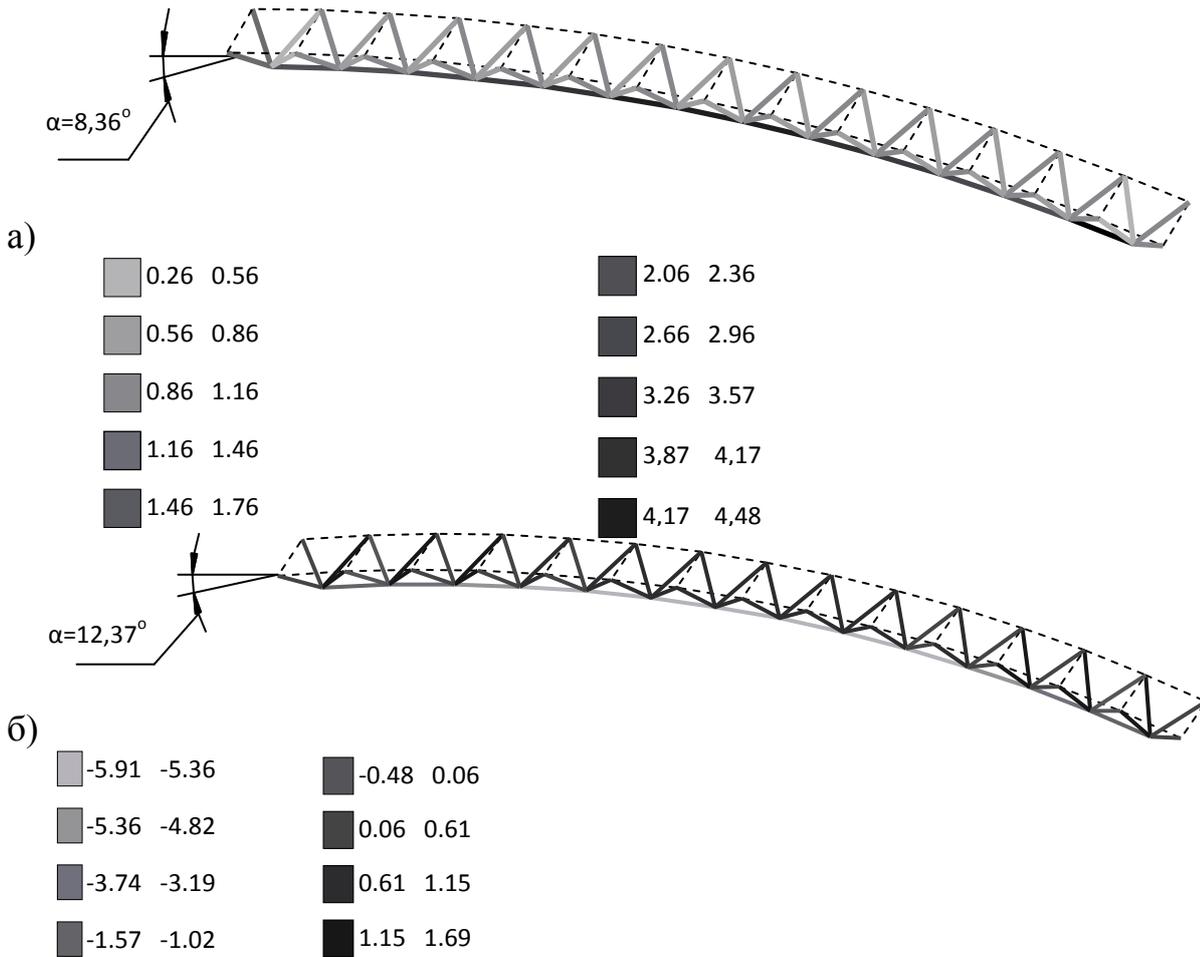


Рис. 7. Порівняння внутрішніх зусиль в елементах секції прольотами 42 м зі зміною параметрів:

а) початковий кут «модуля» 8,36°; б) початковий кут «модуля» 12,37°

Завершальним етапом оптимізації параметрів конструкції є моделювання поведінки структурно-вантового покриття в цілому (рис. 8). Розрахункова схема моделюється аналогічно попереднім. При цьому використовуємо параметри, які отримані раніше.

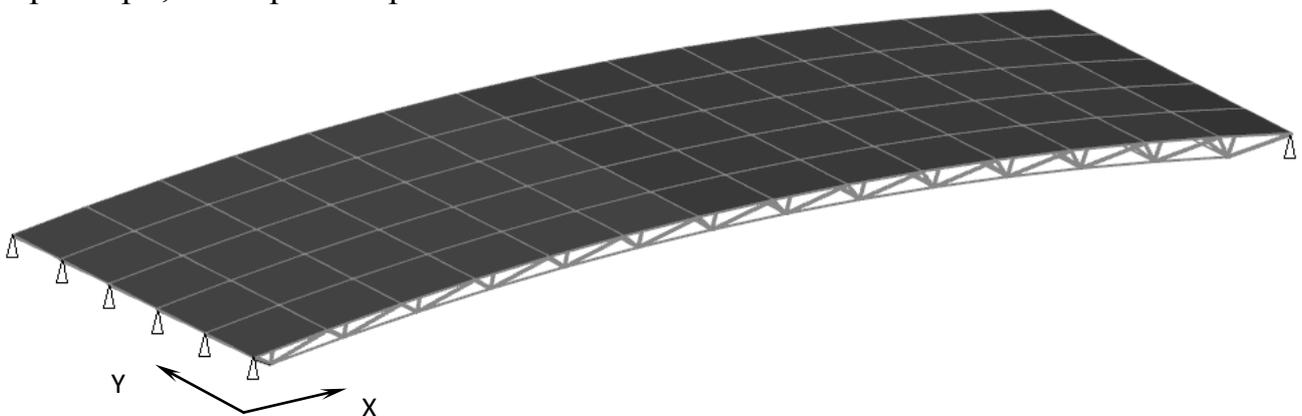


Рис. 8. Просторова схема циліндричної оболонки покриття прольотом 42 м довжиною в 5 секцій

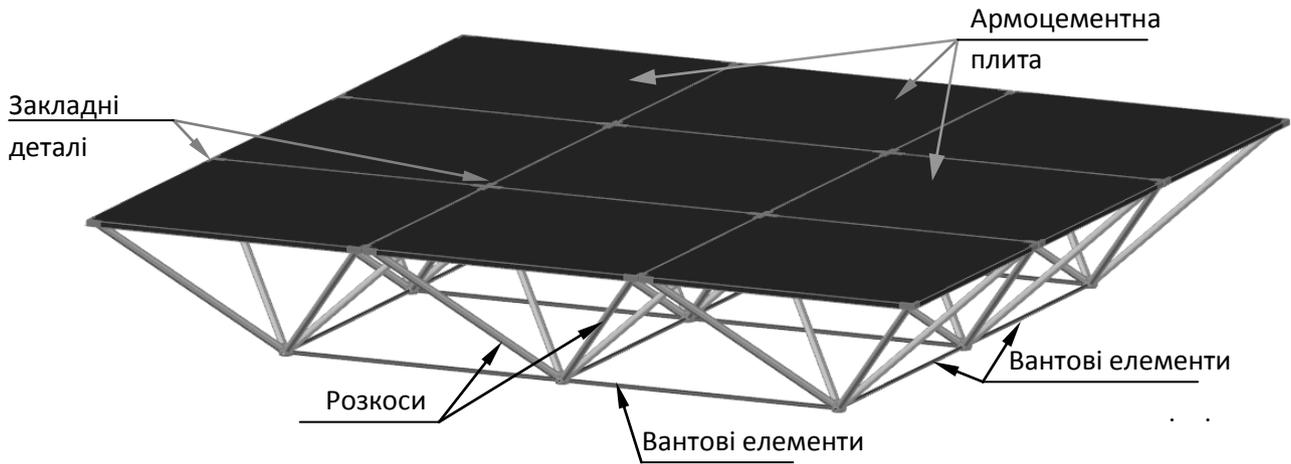


Рис. 9. Фрагмент схеми покриття з гнучкими вантами

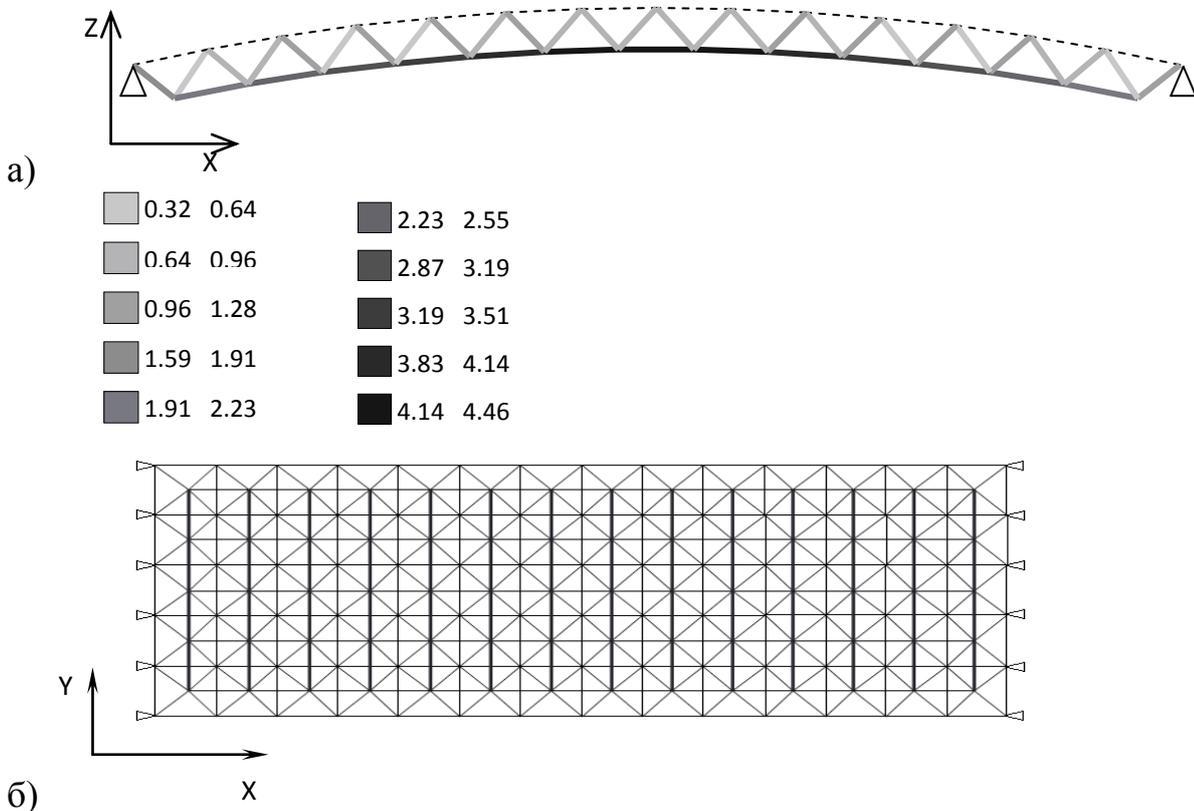


Рис. 10. Діаграма зусиль у решітці та нижньому поясі від навантаження поперек (а) і вздовж конструкції (б)

На основі дослідження поведінки положистої оболонки, було встановлено, що елементи нижнього поясу сприймають лише зусилля розтягу з максимальним значенням в середині прольоту. Стрижні решітки сприймали зусилля стиску та розтягу. Верхній пояс конструкції працює на стиск.

Висновки. У структурно-вантових сталезалізобетонних конструкціях використання вантових елементів у нижньому поясі можливе при певних геометричних параметрах. Вони характеризуються кутом нахилу модуля α не

більше 12° , стрілою підйому $f \leq \frac{1}{63}$ від прольоту конструкції. Використання вантів або гнучких стрижнів полегшує конструкцію покриття з потрібними фізико-механічними властивостями та техніко-економічними показниками.

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. №u201012539; 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. №u201012545; 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. №u201012550; 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. №u201012551; опубл. 10.05.2011. Бюл. №9.