

## ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ ТА БАЗОВІ ПОЛОЖЕННЯ ЩОДО ПРОЕКТУВАННЯ Й ВИРОБНИЦТВА ПРОСТОРОВОЇ СТРУКТУРНО-ВАНТОВОЇ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННОЇ КОНСТРУКЦІЇ

**Н**овизна просторової структурно-вантової сталезалізобетонної конструкції полягає в особливій будові її відправних елементів та оригінальності конструктивного рішення [1]. Головне застосування запропонованих конструкцій – покриття будівель і споруд різного призначення.

**Особливості будови.** Просторові структурно-вантові сталезалізобетонні конструкції об'єднують у собі переваги структурних, висячих і сталезалізобетонних конструкцій. Відмінною рисою з-поміж інших є їх конструктивне рішення, що дозволяє ефективно і раціонально використовувати міцнісні властивості будівельних матеріалів. Розроблена конструкція харак-



**Л.І. Стороженко**  
професор кафедри конструкцій із металу, дерева і пластмас Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, д.т.н., професор



**Г.М. Гасій**  
докторант кафедри конструкцій із металу, дерева і пластмас Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, к.т.н., доцент

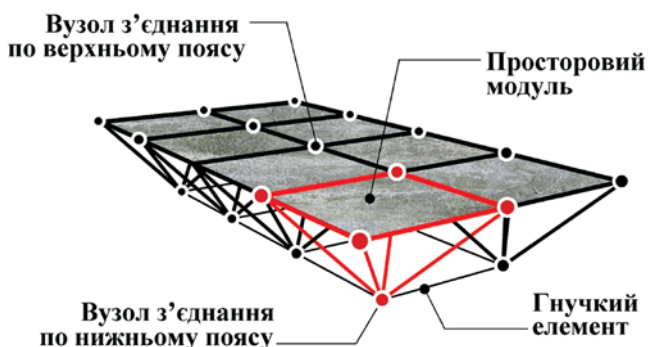


Рис. 1. Фрагмент просторової структурно-вантової сталезалізобетонної конструкції

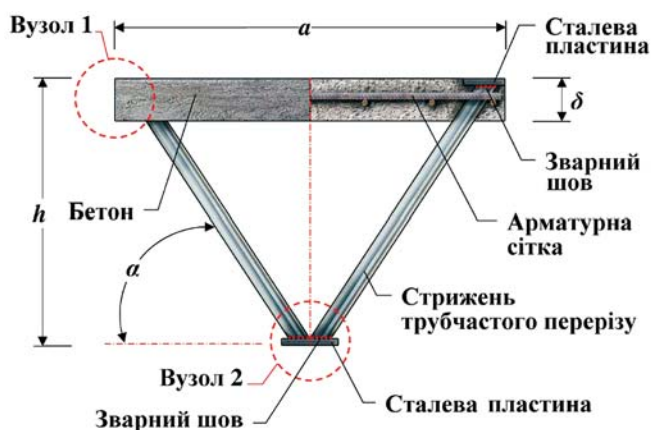


Рис. 2. Просторовий сталезалізобетонний модуль

теризується простішим способом забезпечення сумісної роботи елементів порівняно зі звичайними сталезалізобетонними конструкціями; менш складними у виготовленні й улаштуванні вузловими з'єднаннями; меншою деформативністю, ніж вантові конструкції.

Застосовуючи таку конструкцію, можна зводити двопоясні покриття різних розмірів, обрисів і форм. Запропонована конструкція складається на будівельному майданчику з просторових сталезалізобетонних модулів та сталевих гнучких елементів (рис. 1).

Особливістю просторового сталезалізобетонного модуля є те, що він виготовляється як монолітний неподільний елемент, який складається зі стрижнів та плити (рис. 2). Плита може бути квадратної або іншої правильної багатокутної форми та виготовляється із залізобетону, армоцементу або інших композитних матеріалів, у тому числі світлопрозорих. Плита відіграє роль верхнього пояса конструкції та одночасно виконує огорожувальну та несучу функції.

Стрижні виготовляються з елементів круглого перерізу, переважно зі сталевих труб. Кут нахилу стрижня  $\alpha$  до своєї горизонтальної проекції може прийматися як для звичайних структурних плит у межах  $30^\circ \dots 60^\circ$ , але рекомендується дотримуватися  $45^\circ$ .

Особливість конструктивного рішення просторових сталезалізобетонних модулів полягає у прийнятому способі армування плити (верхнього пояса). Верхній пояс просторових

структурно-вантових сталезалізобетонних конструкцій може армуватися як залізобетонна або армоцементна плита, тобто відмінність полягає у прийнятому типі арматури.

Для залізобетонних плит застосовується стрижнева арматура, а для армоцементних – дротяна.

У разі застосування дротяної арматури можна досягти додаткової економії матеріалів та зменшення ваги конструкції за рахунок зміни форми поперечного перерізу плити. Залізобетонні плити мають прямокутну форму поперечного перерізу, а армоцементні – С-подібну (ребристу) (рис. 3).

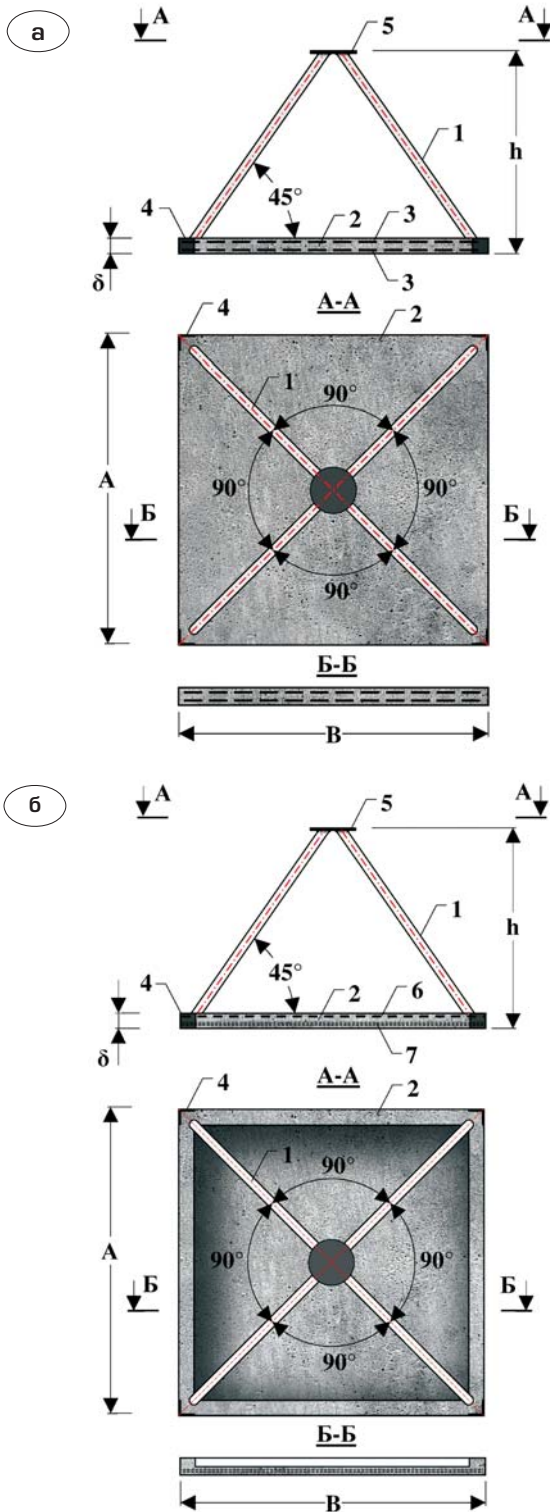


Рис. 3. Просторові сталезалізобетонні модулі:

а – з залізобетонною плитою; б – з армоцементною плитою; 1 – сталевий трубчастий стрижень; 2 – плита; 3 – сітка зі стрижневої арматури; 4, 5 – вузлова сталева деталь; 6 – арматурний стрижень; 7 – сітка з дротяної арматури

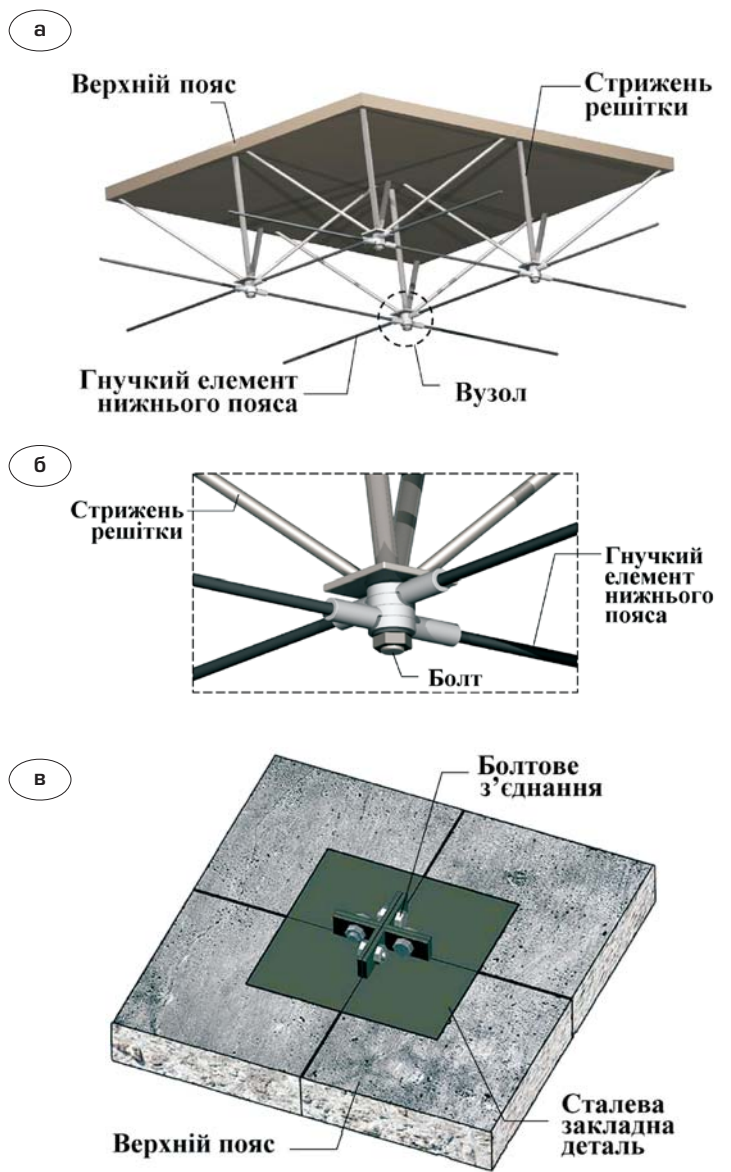


Рис. 4. Варіант вирішення вузла з'єднання елементів конструкції:

а – загальний вигляд конструкції;  
б – вузол по нижньому поясу;  
в – вузол по верхньому поясу

Окрім способу армування плити на різноманіття рішень просторових сталезалізобетонних модулів впливає конструкція вузлів з'єднання [1, 2].

**Вузлові з'єднання.** Просторові сталезалізобетонні модулі об'єднуються між собою за допомогою вузлових з'єднань у площині верхнього та нижнього поясів, які у залежності від форми покриття можуть мати різні рішення (рис. 4) [1].

Кожне рішення вузлового з'єднання елементів просторової структурно-вантової сталезалізобетонної конструкції є простим у виготовленні, складається із невеликої кількості деталей і дає змогу зводити різноманітні покриття у максимально короткі строки, оскільки їх будова та модульність елементів сприяють спрощенню та скороченню технологічних операцій та процесів під час укрупнювальних і монтажних робіт.

**Формоутворення конструкцій.** Ще однією відмінною особливістю структурно-вантових сталезалізобетонних конструкцій є їхня гнучкість до формоутворення – за рахунок зміни довжини елементів нижнього пояса (рис. 5) конструкціям можна надавати різної кривизни, що дозволяє перекривати будівлі і споруди будь-якої складності. Таким чином, використовуючи структурно-вантові сталезалізобетонні конструкції, можна зводити покриття плоскі, увігнуті, вигнуті, циліндричної форми, куполи, оболонки, склепіння тощо [3].

Із просторових сталезалізобетонних модулів можуть складатися три типи лінійних елементів: арковий (рис. 6), балковий (рис. 7) і висячий (рис. 8).

Лінійні елементи можуть ефективно застосовуватися як для покриття великих, так і невеликих прогонів і бути альтернативою збірним залізобетонним покриттям із пустотних чи ребристих плит, укладених по фермах чи балках та плитах – по профільованому настилу.

**Сумісна робота матеріалів.** Важливим є забезпечення сумісної роботи бетонних і сталевих елементів, зокрема залізобетонної плити (верхнього пояса) і трубчастих стрижнів решітки просторового модуля. У запропонованій конструкції сумісна робота сталевих елементів і бетону досягається завдяки сумісному бетонуванню. Суть такого способу полягає у тому, що сталева частина модуля і залізобетонна плита не виготовляються окремо один від одного, а навпаки, при цьому сталеві стрижні є невід'ємною частиною плити (рис. 9).

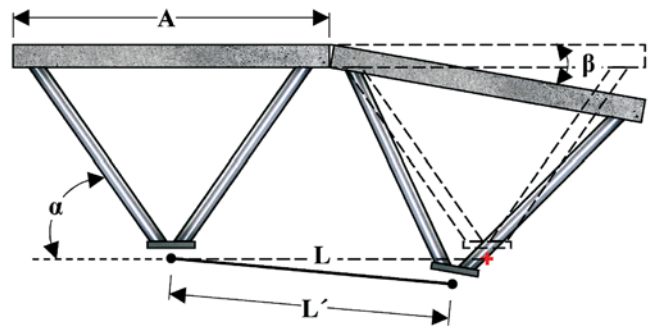


Рис. 5. Утворення кривизни конструкції

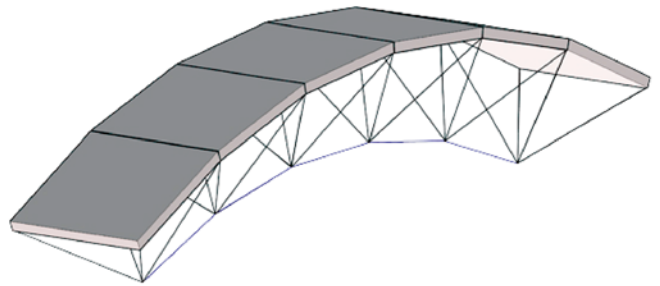


Рис. 6. Структурно-вантова сталезалізобетонна аркова конструкція

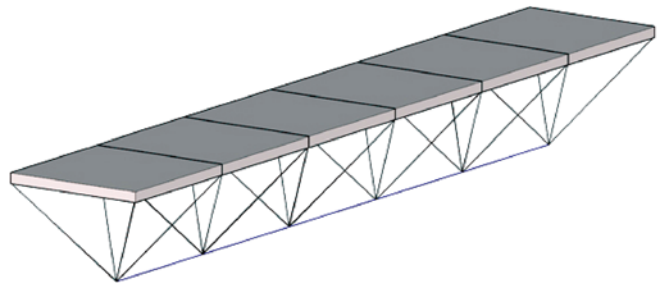


Рис. 7. Структурно-вантова сталезалізобетонна балкова конструкція

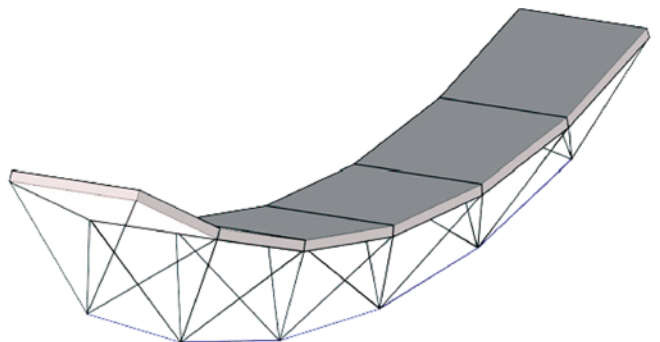


Рис. 8. Структурно-вантова сталезалізобетонна висяча конструкція

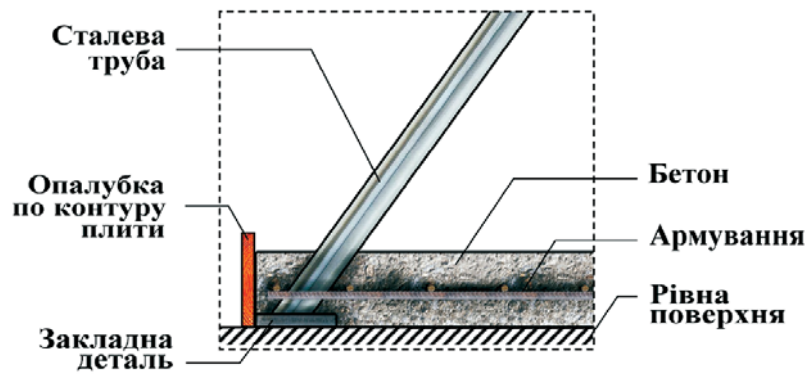


Рис. 9. Сумісна робота сталевих та бетонних елементів

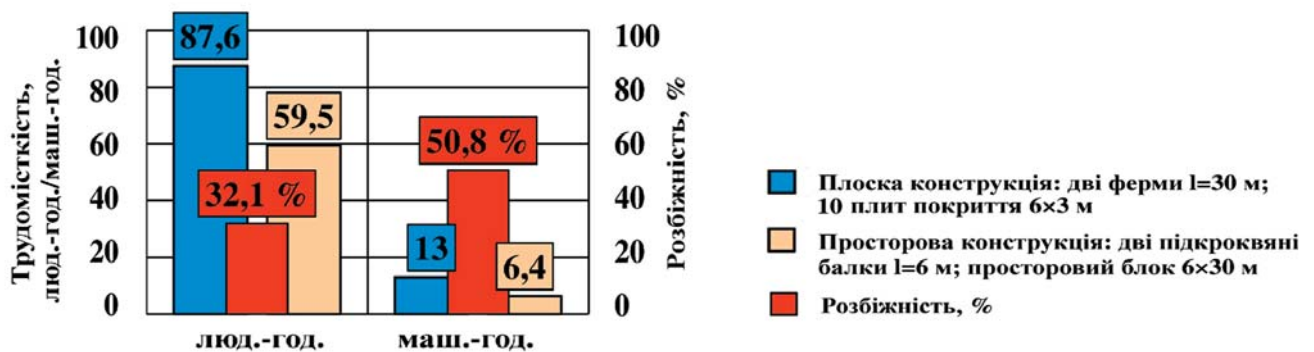


Рис. 10. Порівняння трудомісткості зведення запропонованих конструкцій і збірного залізобетонного покриття

Головною перевагою такого способу забезпечення сумісної роботи сталі та бетону є те, що він не потребує улаштування анкерів. Такий спосіб значно підвищує несучу здатність та надійність конструкцій, про що свідчать результати серії успішних чисельних моделювань та експериментальних досліджень [1].

**Особливості та енергоощадність виробництва.** Як відомо, головними технологічними процесами, вартість виконання яких суттєво впливає на загальний кошторис проекту будівництва, є виробництво та монтаж конструкцій. Щодо розробленої конструкції можна стверджувати, що технологія її виготовлення та монтажу є енергоощадною, оскільки вона на відміну від технології виготовлення та зведення класичних залізобетонних конструкцій не потребує застосування тимчасових підпірок, складних і вартісних риштувань, опалубок тощо. А у порівнянні з класичними металевими конструкціями

технологія зведення просторових структурно-вантових сталезалізобетонних конструкцій не передбачає виконання комплексних робіт із улаштування покриття завдяки багатofункціональності верхнього пояса.

Слід відзначити технологічну особливість розробленої конструкції, тобто спосіб виготовлення залізобетонної частини просторових сталезалізобетонних модулів. Енергоощадність технології виготовлення таких елементів полягає у способі бетонування верхнього пояса – немає потреби використовувати віброущільнювачі завдяки його малій висоті поперечного перерізу. До того ж малі габарити та вага модульних елементів не потребують застосування вартісної великогабаритної вантажопідійомної техніки.

Просторові сталезалізобетонні модулі бетонуються у перевернутому вигляді з улаштуванням опалубки лише по контуру плити.

**Техніко-економічне обґрунтування.** Економічна доцільність застосування запропонованої конструкції в реальному секторі будівництва обґрунтована шляхом порівняльного аналізу трудомісткості її зведення з традиційним збірним залізобетонним покриттям. Порівняльний розрахунок виконано на прикладі однієї чарунки розмірами 30×6 м (див. таблицю) [4].

**Трудомісткість зведення покриття розміром 30 × 6 м**

Конструкція покриття	Маса, т	Витрати праці	
		люд.-год.	маш.-год.
Плоска конструкція: – дві ферми прогоном 30 м; – 10 плит покриття 6×3 м	58	87,6	13
Просторова структурно-вантова сталезалізобетонна конструкція: – дві підкрюквяні балки прогоном 6 м; – просторовий блок 30×6 м, складений із просторових модулів 3×3 м	29,5	59,5	6,4

Стовбчаста діаграма демонструє економічну доцільність запропонованої конструкції, що виражена у зменшених витратах праці на 32,1 % та машинного часу на 50,8 %, необхідних для зведення однієї секції покриття порівняно з традиційними збірними залізобетонними конструкціями (рис. 10).

**Висновки.**

За результатами теоретично-експериментальних досліджень просторових структурно-вантових сталезалізобетонних конструкцій було встановлено їх ефективність порівняно з анало-

гами, виявлено низку переваг, технологічних і конструктивних особливостей, а саме:

1. До основних конструктивних особливостей запропонованих конструкцій відноситься те, що вони є модульними збірними системами, у яких реалізовано принцип раціонального використання матеріалів завдяки оригінальному поєднанню конструктивних елементів.

2. Багатофункціональність елементів конструкції, зокрема суміщення несучої та огорожувальної функції верхнім поясом.

3. Перевагами технологічного характеру є проста будова та нескладне рішення вузлових з'єднань, а також проста технологія виготовлення елементів та монтажу конструкції.

4. Розроблено різні типи просторових структурно-вантових сталезалізобетонних конструкцій, які дозволяють зводити надійні конструкції покриттів малих і великих прогонів громадських та промислових будівель і споруд.

5. Запропоновані конструкції є ефективними та ресурсоекономними у порівнянні з аналогами, що безперечно має вплив на формування загальної вартості реалізації проекту, а отже і конкурентоздатність на ринку будівельних конструкцій.

6. Новизна та оригінальність розроблених конструкцій захищена патентами України.

Зважаючи на основні пріоритети розвитку економіки країни, які передбачають впровадження нових енергоощадних технологій, розроблені конструкції з їх особливостями та перевагами є надзвичайно актуальними і перспективними.

[1] *Стороженко Л.І.* Просторові сталезалізобетонні структурно-вантові покриття: Монографія / Л.І. Стороженко, Г.М. Гасій, С.А. Гапченко – Полтава: ТОВ «АСМІ», 2015. – 218 с.

[2] *Gasii G.M.* Types of steel and concrete composite cable space frames / G.M. Gasii / Science and Transport Progress. Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport. – 2016. – № 6. – P. 158 – 165. DOI: 10.15802/stp2016/90514.

[3] *Гасій Г.М.* Основи формотворення і проектування просторових покриттів із структурно-вантових сталезалізобетонних конструкцій / Г.М. Гасій // *Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. научных трудов.* – Дн-ск: ГВУЗ «ПГАСА», 2016. – Вип. 87. – С. 48–53.

[4] *Gasii G.M.* Comparative characteristics of the spatial grid-cable steel-concrete composite slab / G.M. Gasii / *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Теорія і практика будівництва.* – 2016. – № 844. – С. 260–265.

Надійшла 06.04.2017 р.