

## ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ЗВЕДЕННЯ ПРОСТОРОВОГО СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННОГО СТРУКТУРНО-ВАНТОВОГО ПОКРИТТЯ ОДНОПОВЕРХОВОЇ ПРОМИСЛОВОЇ БУДІВЛІ

*Розроблено технологію зведення просторового сталезалізобетонного структурно-вантового покриття одноповерхових промислових будівель. Наведено особливості й технологічну послідовність виконання робіт зі зведення покриття. Визначено трудомісткість робіт і витрати матеріалів. Виконано техніко-економічне обґрунтування ефективності розробленої технології.*

**Ключові слова:** сталезалізобетон, структурно-вантові конструкції, плита, монтаж, трудомісткість, заробітна плата.

**Вступ.** Просторові сталезалізобетонні структурно-вантові покриття об'єднують у собі переваги структурних, армоцементних і вантових конструкцій. Експериментально досліджено і встановлено ефективність їх конструктивного рішення, виконано пошук оптимальних геометричних розмірів та фізико-механічних властивостей матеріалів. Сталезалізобетонні структурно-вантові покриття є надійними та мають гарний естетичний вигляд за рахунок своїх оригінальних просторових форм і контурів [4, 5].

Однак для широкого впровадження у будівництво необхідно розробити економічно вигідну технологію монтажу досліджуваних покриттів, тому розв'язання цієї проблеми є актуальним завданням.

**Огляд останніх джерел досліджень і публікацій.** Постійне вдосконалення існуючих конструкцій породжує велику кількість досліджень [1, 2, 7, 8, 10]. Значну увагу приділено дослідженню напружено-деформованого стану існуючих сталезалізобетонних конструкцій [9]. Широко вивчаються конструкції зі стрічковим армуванням і різноманітні сталезалізобетонні елементи плоских покриттів [11]. Практично не досліджуються просторові сталезалізобетонні конструкції, винятком є дослідження армоцементних конструкцій. Експериментальним та теоретичним шляхом встановлено ефективність використання армоцементу в конструкціях покриттів громадських і промислових будівель [3].

**Виділення не розв'язаних раніше частини загальної проблеми.** На основі аналізу існуючих досліджень виявлено переваги сталезалізобетонних покриттів, але відсутність техніко-економічно обґрунтованої технології зведення створює перешкоди на шляху впровадження покриттів у практику будівництва. Тому для підвищення інтересу до цих конструкцій необхідно дослідити основні питання, що стосуються технології зведення.

**Метою роботи** є розроблення техніко-економічно обґрунтованої технології зведення просторових сталезалізобетонних структурно-вантових покриттів.

**Основний матеріал і результати.** Для визначення сфери застосування нового просторового сталезалізобетонного структурно-вантового покриття не-обхідно виконати розрахунок техніко-економічних показників та оцінити переваги нової конструкції порівнянням з існуючими аналогами. Для порівняльного аналізу прийнята чарунка найбільш розповсюдженого плоского покриття одно-поверхової промислової будівлі з розмірами в плані 30×6 м. При використанні плоских конструкцій покриття чарунку перекривають двома залізобетонними фермами довжиною 30 м, на яких монтують 10 плит

покриття розміром 6×3 м. Загальна маса залізобетонних конструкцій у чарунці покриття складає 58 т.

При застосуванні просторових конструкцій чарунка покриття складається з двох підкрюквяних балок довжиною 6 м кожна. На ці балки монтуються два просторових сталезалізобетонних структурно-вантових блоки розмірами в плані 30×3 м і висотою 1,5 м. Блоки з'єднуються вздовж прогону високоміцними болтами та замонолічуванням стиків між плитами.

Будова просторового сталезалізобетонного структурно-вантового покриття наведена на рисунку 1, а його маса – в таблиці 1.

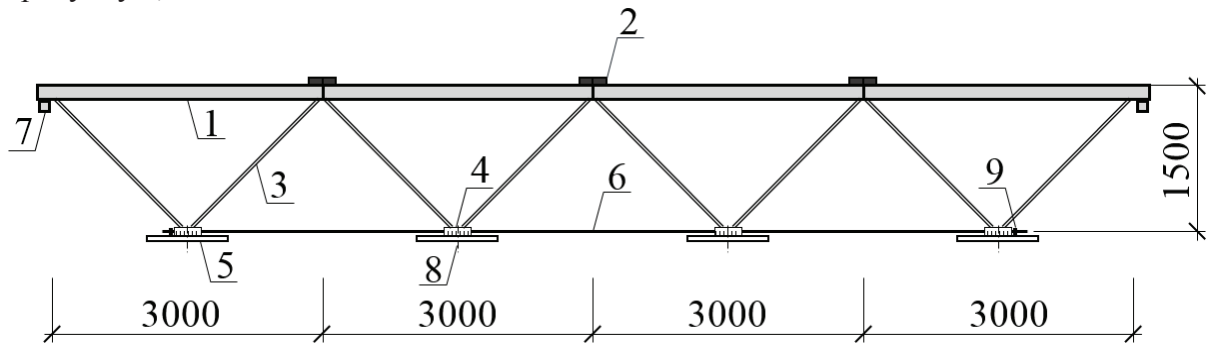


Рисунок 1 – Сталезалізобетонне структурно-вантове покриття:

1 – армоцементна плита; 2 – болтове з'єднання (сталь листова, болт, гайка); 3 – розкоси з труби; 4 – патрубки з відрізків труби; 5 – сталь товстолистова; 6 – канат сталевий Ø39 мм; 7 – сталеві опірні елементи; 8 – отвори для кріплення елементів покриття та технологічного обладнання; 9 – закріплення ванти

На заводі армоцементні плити покриття виготовляють із дротяних плетених сіток і цементного розчину. Сітка, як правило, має розмір чарунки 10 мм та діаметр дроту 0,5 – 1,5 мм, а кількість сіток може досягати 10 – 12 у перерізі плити. Товщина армоцементної плити 50 мм, а в місцях спирання на підкрюквяні балки – 160 мм.

Таблиця 1 – Визначення маси сталезалізобетонного структурно-вантового покриття розміром  $l \times b \times h = 30 \times 6 \times 1,5$  м

№	Найменування матеріалу	Розмір, мм	Маса елемента, кг	Кількість, шт.	Маса у блоці, кг
1	Армоцементна плита	3000×3000×1500	1080	10	10800
2	Сталь листова	150×150×10	1,8	58	104
	Болти, гайки	M10×50	0,11	27	3
3	Труби сталеві	Ø40×4,25×2120	47,67	10	476
4	Патрубки	Ø57×6×300	2,3	10	23
5	Сталь товстолистова	300×300×10	5,9	10	59
6	Канат сталевий хрестового плетіння	Ø39, $l=30000$	80	2	160
7	Двотавр №16	$l=3000$	60	2	120
	Усього	-	-	-	11745

Примітки: 1. Маса двох блоків складає  $11,745 \times 2 = 23,49$  т. 2. Маса сталі двох блоків складає  $0,945 \times 2 = 1,89$  т. 3. Маса підкрюквяних балок складає 6 т.

Для укладання цементного розчину застосовують торкретні установки. Бетонування виконують з однією опалубкою. Армоцементну плиту просторового блока виготовляють з окремих елементів розміром 3×3 м [6].

При транспортуванні на будівельний майданчик готові елементи розміщуються на платформі транспортного засобу так, щоб армоцементна плита знаходилася у положенні,

близькому вертикальному з кутом нахилу до горизонту, що дорівнює куту нахилу між розкосом і його горизонтальною проекцією.

Розвантаження та установку на стенд укрупнювального збирання просторового елемента покриття виконують за допомогою універсального врівноважувального стропа. Стропування виконується через петлі, приварені до закладних деталей плити. Урівноважувальний строп дає змогу без порушень виконувати кантування плити з вертикального положення у горизонтальне й установлювати елемент на стенд укрупнювального збирання.

Установлений на стенд просторовий елемент вивіряють і тимчасово закріплюють болтами крізь отвори на стенді та деталі 5 на рисунку 1. Після збирання всіх елементів у просторовий блок виконують натягування сталевого каната крізь патрубки. Для натягання ванти з тяговим зусиллям 630 кН застосовують домкрат ДС-63-315. Розрахункове зусилля натягування канату контролюють через манометр, установлений на насосній станції, та фіксують його шляхом закріплення ванти в крайньому патрубкові.

Після укрупнювального збирання вивіряють блок і виконують його монтаж стріловим краном з використанням траверси та стропів. При цьому стропування виконують за петлі, приварені до опірних елементів. Змонтований блок вивіряють і закріплюють зварюванням до підкрюквяних балок.

Переваги та недоліки просторових і плоских конструкцій покриття оцінювалися техніко-економічними показниками, котрі наведені в калькуляціях на укрупнювальне збирання і монтаж (табл. 2 та 3).

Порівняльні техніко-економічні показники подано в таблиці 4.

**Таблиця 2 – Калькуляція затрат праці, машинного часу та заробітної плати на монтаж однієї чарунки плоского залізобетонного покриття з розмірами в плані 30×6 м**

№ з/п	Найменування процесів	Одиниця виміру	Обсяг робіт	ЕНиР	Затрати праці		Заробітна плата, грн.		Склад ланки
					люд.-год	маш.-год	роб.	маш.	
1	Розвантаження півферм	100 т	0,34	Е1-5	1,16	0,58	0-74	0-61	Такелажник 2р-2
2	Розвантаження плит покриття	100 т	0,24	Е1-5	1,1	0,55	0-71	0-58	Такелажник 2р-2
3	Укрупнювальне збирання ферм	1 ферма	2	Е4-1-5; к=1,1	40,88	3,74	36-58	3-96	Монтажник 6р-1; 4р-2; 3р-1
4	Монтаж ферм	1 ферма	2	Е4-1-6; к=1,1	24,2	4,84	19-80	4-72	Монтажник 6р-1; 5р-1; 4р-1; 3р-1; 2р-1
5	Монтаж плит покриття, S=18 м <sup>2</sup>	1 шт.	10	Е4-1-7; к=1,1	13,2	3,3	9-34	3,5	Монтажник 4р-1; 3р-2; 2р-1
6	Зварювання стиків	10 м	1	Е22-1-1	3,2	-	2-91	-	Зварювальник 4р-1
7	Замуровування стиків між плитами	100 м	0,9	Е4-1-26	3-87	-	3-06	-	Монтажник 4р-1
Усього, к=20		-	-	-	87,61	13,01	1463	268	-

**Таблиця 3 – Калькуляція затрат праці, машинного часу та заробітної плати на монтаж одного сталезалізобетонного структурно-вантового блоку покриття розмірами в плані 30×6 та висотою 1,5 м**

№ з/п	Найменування процесів	Одиниця виміру	Обсяг робіт	ЕНиР	Затрати праці		Заробітна плата, грн.		Склад ланки
					люд.-год	маш.-год	Роб.	Маш.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Розвантаження балок, трубчатих елементів, канатів та ін.	100 т	0,2409	Е1-5	2,38	1,19	1-53	1-26	Такелажник 2р-2
3	Укрупнення елементів у просторові блоки	1 елемент	20	Е5-1-3	3,6	0,8	3-06	0-84	Монтажник 6р-1; 5р-1; 4р-2; 3р-1
	Добавляти на 1 т	1 т	1,89		1,04	0,2	0-88	0-22	
4	Установлення з/б балок	шт.	2	Е4-1-6	2,8	0,56	2-10	0-59	Монтажник 6р-1; 5р-1; 4р-1
5	Установлення вантів	1 ванта	2	Е25-12	2	-	1-36	-	Такелажник 4р-1
6	Установлення сталевих опірних елементів	1 т	0,12	Е5-1-18	0,71	-	0-53	-	Монтажник 4р-1; 3р-1
7	Зварювання	1 т	0,12	Е5-1-18	0,16	-	0-12	-	Зварювальник 4р-1
8	Установлення болтів із контргайкою	100 шт.	0,54	Е5-1-19; к=1,25	7,77	-	5-78	-	Монтажник 4р-1; 3р-1
9	Зварювання стиків при укрупненні та монтажі	10 м	2,14	Е22-1-1	6,85	-	6-23	-	Зварювальник 4р-1
10	Монтаж укрупнених просторових блоків	шт.	2	Е5-1-6; к=1,5	22,8	3,3	19-38	3-51	Монтажник 6р-1; 5р-2; 4р-3
	Добавляти на 1 т	1 т	1,89		2,47	0,34	2-09	0-36	
11	Замуровування стиків між плитами	100 м	1,14	Е4-1-26	4,9	-	3-87	-	Зварювальник 4р-1
Усього, к=20		-	-	-	59,48	6,39	938	136	-

**Висновки.** З аналізу отриманих результатів випливає, що використання просторових сталезалізобетонних структурно-вантових конструкцій зменшує матеріалоемність на 50%, затрати праці робітників – на 32 %, затрати праці машиністів – на 51%, заробітну плату

**Таблиця 4 – Техніко-економічні показники чарунки плоского та просторового покриття з розміром у плані 30×6 м**

Конструкція покриття	Матеріалоемність, т	Витрати праці		Заробітна плата, грн.	
		люд.- год	маш.- год	Робітників	Машиністів
Плоска конструкція: дві ферми $l=30$ м; 10 плит покриття $6\times 3$ м	58	87,6	13	1463	268
Просторова конструкція: дві підкрюквяні балки $l=6$ м; просторовий блок $6\times 30$ м.	29,5	59,5	6,4	938	136

робітників – на 36%, а заробітну плату машиністів – на 49,3% порівняно з аналогом. Крім цього, застосування сталезалізобетонних структурно-вантових покриттів дозволяє уникнути недоліків, властивих існуючим просторовим аналогам, а саме: неможливості застосовування підвісних кранів; великої кількості монтажних елементів, як наслідок, значних витрат праці на укрупнювальне збирання; складності монтажу перегородок у прогонах будівлі; високої собівартості однієї тонни конструкції; необхідності внутрішніх несучих конструкцій.

#### Література

1. Гасій Г.М. *Проектування сталезалізобетонних структурних конструкцій покриття* / Г.М. Гасій // *Сталезалізобетонні конструкції: дослідження, проектування, будівництво, експлуатація*. – К.: НДІБК, 2008. – Вип. 70. – С. 269 – 277.
2. Гасій Г.М. *Розрахунок вузлів сталезалізобетонної структурної конструкції за методом кінцевих елементів* / Г.М. Гасій // *Будівельні конструкції: зб. наук. праць*. – К.: НДІБК, 2007. – Вип. 67. – С. 119 – 124.
3. Лысенко Е.Ф. *Армоцементные конструкции: учеб. пособие для вузов* / Е.Ф. Лысенко. – 2-е изд. – К.: Вища школа, 1981. – 192 с.
4. Пат. 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. – №u201012539; опубл. 10.05.2011, Бюл. № 9.
5. Пат. 59299 Україна, МПК E04B 1/04. *Структурно-вантова сталезалізобетонна балкова конструкція* / Л.І. Стороженко, Г.М. Гасій; патентовласник Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка. – №u201012550; опубл. 10.05.2011, Бюл. № 9.
6. Пат. 59300 Україна, МПК E04B 1/04. *Полегшений елемент структури конструкцій покриття споруд* / Л.І. Стороженко, Г.М. Гасій; патентовласник Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка. – №u201012551; опубл. 10.05.2011, Бюл. № 9.
7. *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.
8. *Особливості сталезалізобетонних структурних покриттів та їх будівництва* / Л.І. Стороженко, Л.І. Сердюк, В.М. Тимошенко, О.В. Нижник, Г.М. Гасій // *Збірник наук. праць. Серія: галузеве машинобудування, будівництво*. – Полтава: ПолтНТУ. – 2006. – Вип. 18. – С. 90 – 96.

9. *Стороженко Л.І. Результати експериментальних досліджень сталезалізобетонного структурного покриття / Л.І. Стороженко, В.М. Тимошенко, Г.М. Гасій // Ресурсоєкономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне, 2008. – Вип. 16. – С. 376 – 381.*
10. *Composite Construction in Steel and Concrete III, Proceedings of an Engineering Foundation Conference, Swabian Conference center Irsee, Germany. June 9 – 14, 1996, Edited by C.Dale Buckner and Bahram M.Shahrooz.*
11. *Johnson R.P. Composite structures of steel and concrete / R.P. Johnson, R.J. Buckby. – Vol. I beams, slabs, columns, and frames for buildings. Second edition. Oxford. – 1994. – 212 p.*

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

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка*

### **ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ВОЗВЕДЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО СТРУКТУРНО-ВАНТОВОГО ПОКРЫТИЯ ОДНОЭТАЖНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ**

*Разработана технология возведения пространственного сталезалезобетонного структурно-вантового покрытия одноэтажных промышленных зданий. Приведены особенности и технологическая последовательность выполнения работ по возведению покрытия. Определены трудоемкость работ и расход материалов. Выполнено технико-экономическое обоснование эффективности разработанной технологии.*

**Ключевые слова:** *сталезалезобетон, структурно-вантовые конструкции, плита, монтаж, трудоемкость, заработная плата.*

*L.I. Storozhenko, Doctor of technical sciences, Professor  
G.M. Gasii, Ph.D, Associate Professor  
M.O. Korshunov, Associate Professor  
S.A. Gapchenko, Ph.D, post-graduate  
Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University*

### **FABRICATION AND ERECTION SPATIAL COMPOSITE AND SPACE GRID CABLE- STAYED COVERING OF ONE-STORY INDUSTRIAL BUILDING**

*A construction technology the composite grid-cable covering for a single-storey industrial building were studied. Peculiarities and technological sequence of works on the construction of the covering were described. The volume of work and material consumption was estimated. There is feasibility evaluation of the effectiveness of the technology..*

**Keywords:** *composite structure, structural and cabling structure, slab, installation, labor intensity, wages.*

*Надійшла до редакції 21.09.2014*

*© Л.І. Стороженко, Г.М. Гасій, М.О. Коришунів, С.А. Гапченко*