



## ТРУДОМІСТКІСТЬ МОНТАЖУ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

**Г. М. Гасій**

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка,  
24, проспект Першотравневий, м. Полтава, Україна, 36011.*

*E-mail: grisha-ua-pl@mail.ru*

*Отримана 4 квітня 2014; прийнята 25 квітня 2014.*

**Анотація.** Розглянуто новий тип конструкцій – сталезалізобетонних структурно-вантових покриттів. Відображено характерні особливості конструктивного рішення. Конструктивно сталезалізобетонне структурно-вантове покриття являє собою цілісну просторову систему, що складається з плит і перехресно-стрижневих ферм. При чому нижній пояс сформований із гнучких елементів, а верхній із армоцементної плити. Перешкодою на шляху впровадження у будівництво досліджуваних конструкцій є відсутність технології монтажу. Ґрунтуючись на результатах експериментальних та теоретичних досліджень, розроблена та запропонована технологія монтажу покриття. Визначено загальну трудомісткість та прийнято склад робіт запропонованої технології монтажу. Для визначення трудомісткості були виконані розрахунки калькуляції затрат праці та машинного часу.

**Ключові слова:** сталезалізобетонне структурно-вантове покриття, монтаж, затрати праці, трудомісткість.

## ТРУДОЕМКОСТЬ МОНТАЖА СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

**Г. М. Гасий**

*Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка,  
24, проспект Первомайский, г. Полтава, Украина, 36011.*

*E-mail: grisha-ua-pl@mail.ru*

*Получена 4 апреля 2014; принята 25 апреля 2014.*

**Аннотация.** Рассмотрен новый тип конструкций – сталежелезобетонных структурно-вантовых покрытий. Отражены характерные особенности конструктивного решения. Конструктивно сталежелезобетонное структурно-вантовое покрытие представляет собой целостную пространственную систему, состоящую из плит и перекрестно-стержневых ферм. Причем нижний пояс сформирован из гибких элементов, а верхний из армоцементной плиты. Препятствием на пути внедрения в строительство исследуемых конструкций является отсутствие технологии монтажа. Основываясь на результатах экспериментальных и теоретических исследований, разработана и предложена технология монтажа покрытия. Определена общая трудоемкость и принято состав работ предложенной технологии монтажа. Для определения трудоемкости были выполнены расчеты калькуляции затрат труда и машинного времени.

**Ключевые слова:** сталежелезобетонное структурно-вантовое покрытие, монтаж, затраты труда, трудоемкость.

## LABORIOUSNESS ASSEMBLY OF STEEL AND CONCRETE COMPOSITE CONSTRUCTION

Grigorii Gasii

*Poltava National Technical University named after Yuri Kondratyuk,*

*24, Pervomaiskii Av., Poltava, Ukraine, 36011.*

*E-mail: grisha-ua-pl@mail.ru*

*Received 4 April 2014; accepted 25 April 2014.*

**Abstract.** Considered a new type of structures – structural composite of cable coatings. Reflected the characteristics of constructive solutions. Structurally composite cable-stayed structure-coating is a complete spatial system consisting of plates and cross-rod trusses. Moreover, the lower belt is formed of flexible elements and the upper plate of ferro-cement. Obstacle to the implementation of the test in the construction of structures is the lack of installation technology. Based on the results of experimental and theoretical studies, developed the technology of mounting surface. Determined the overall complexity and scope of work adopted the proposed installation technology. To determine the complexity of calculations were performed costing labor and machine time.

**Keywords:** composite cable-stayed structure-coating, assembly, labor costs, laboriousness.

### Постановка проблемы

В условиях действующей экономики и состояния отечественного и мирового строительства существует необходимость поиска новых конструкций, которые отвечали бы современным требованиям и были изготовлены из надежных современных и легких материалов. К таким материалам принадлежит сталь, высокопрочные детали соединения и армоцемент – очень эффективный в данных видах конструкций материал. Эффективность использования армоцемента в конструкциях покрытия давно известна и состоит в уменьшении затрат цемента и стали сравнительно с аналогичными железобетонными конструкциями. Учитывая преимущества таких материалов, были разработаны и изготовлены опытные образцы исследуемых конструкций, экспериментальным путем установлена их несущая способность, доказана надежность и эффективность. Таким образом, актуальность дальнейших исследований этих конструкций с целью широкого внедрения в практику отечественного и зарубежного строительства является перспективным направлением. Все образцы сталежелезобетонного структурно-вантового покрытия их конструктивные особенности и технология монтажа защищены патентами [6–12].

### Анализ последних исследований и публикаций

Сталежелезобетонные структурно-вантовые покрытия интенсивно изучаются [3, 5, 13]. Большинство исследований посвящено изучению напряженно-деформированного состояния [2, 4]. Что касается монтажа таких конструкций, то некоторые аспекты изложены частично в работах [1, 14], при этом технология возведения полностью не разработана.

### Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы

На сегодня технология возведения сталежелезобетонных структурно-вантовых покрытий большепролетных зданий и сооружений разработана не полностью. Отсутствует эффективная технологическая последовательность выполнения комплексного процесса возведения.

### Цель работы

Разработка технологии монтажа сталежелезобетонного структурно-вантового покрытия. Составление наименования работ комплексного процесса монтажа. Определение трудоемкости монтажных работ. Подтверждение эффективности разработанной технологии.

### Изложение основного материала

Конструктивно сталежелезобетонное структурно-вантовое покрытие представляет собой целостную пространственную систему, состоящую из плит и перекрёстно-стержневых ферм. Покрытие условно делится на: раскосы, верхний и нижний пояс. Необходимо отметить, что особенность этих конструкций состоит в том, что верхний пояс выполняет одновременно две функции – несущую и ограждающую. Такое конструктивное решение позволяет в целом экономить на материалах, длительности и трудоемкости монтажа и как следствие общей стоимости.

Еще одной отличительной особенностью сталежелезобетонного структурно-вантового покрытия от существующих аналогов есть то, что нижний пояс изготовлен из гибких элементов, работающих только на усилие растяжения.

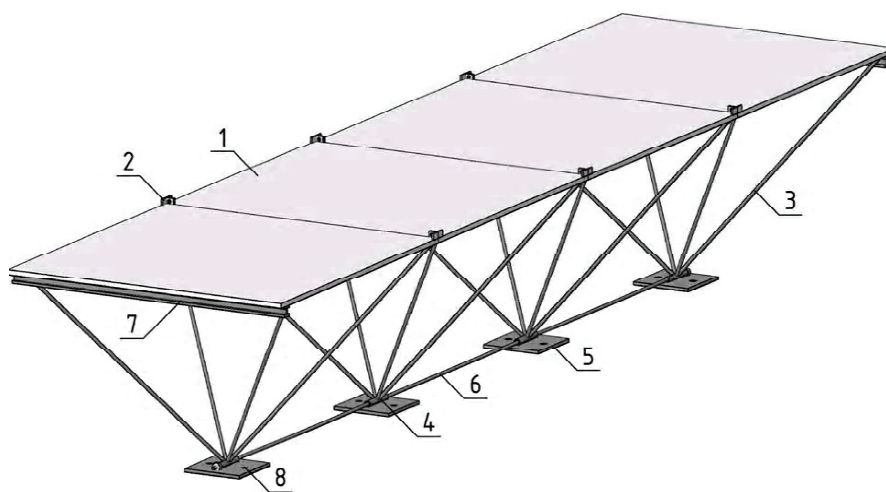
Принимая во внимание конструктивное решение сталежелезобетонного структурно-вантового покрытия, можно сформулировать их основные преимущества: лёгкость, надежность, экономичность.

Для того чтобы составить и подсчитать трудоемкость работ, связанных с монтажом, необходимо полностью учитывать все конструктивные особенности данного покрытия. Сталежелезобетонное структурно-вантовое покрытие относится к пространственным конструкциям и предназначено для возведения промышленных и об-

щественных зданий и сооружений. Основой таких покрытий есть стальные структуры, но для более эффективного и рационального использования материалов верхний и нижний пояс изготовлены из элементов, которые надежно работают, соответственно, на усилие сжатия и растяжения. Таким образом, верхний пояс конструкции изготавливается из армоцемента – бетонной плиты, армированной несколькими пластами арматурных сеток, а нижний пояс – из стального каната. За счет таких изменений достигается уменьшение общего веса покрытия и трудоемкости. Необходимо отметить, что в данных конструкциях отсутствуют сложные узловые соединения элементов решетки. Кроме того, исключается необходимость использовать дорогие кровельные материалы, так как армоцементная плита выполняет ограждающую функцию и надежно защищает от атмосферных влияний внутреннее пространство здания.

Сталежелезобетонное структурно-вантовое покрытие монтируется в сборном варианте. За счет такого решения могут формироваться покрытия разной кривизны и размеров в плане. Кривизна достигается за счет изменения длины нижнего пояса.

Базовым элементом покрытия есть облегченные элементы структуры, которые объединяются в основные элементы сталежелезобетонного структурно-вантового покрытия (рис.).



**Рисунок.** Элемент сталежелезобетонного структурно-вантового покрытия: 1 – армоцементная плита; 2 – болтовое соединение; 3 – раскос; 4 – труба; 5 – стальная пластина; 6 – стальной канат (вант); 7 – опорная часть плиты; 8 – отверстие для крепления технологического оборудования.

Облегченные элементы структуры полностью изготавливаются в заводских условиях. За счет этого существенно уменьшается общая продолжительность и трудоемкость строительных работ. При этом не используются сложные и громоздкие стенды и опалубка. Объединение элементов между собой в целостную конструкцию осуществляется по поясам. Верхний пояс соединяется болтами, а нижний – стальным канатом, который пропускается через специальные отверстия в узлах, которые могут быть изготовлены в виде небольших отрезков стальной трубы.

В зависимости от пролета, который необходимо перекрыть, облегченные элементы предварительно укрупняются в отдельные линейные конструкции, секции или карты.

Монтаж сталежелезобетонного структурно-вантового покрытия осуществляется с помощью монтажных кранов с применением специальных стропов или траверс. В табл. указано наименование и объемы работ, а также затраты труда на

монтаж одной секции покрытия размерами в плане 6×30 м.

### Выводы

В заключение следует отметить, что сталежелезобетонное структурно-вантовое покрытие может иметь разные формы и очертания: купольные, цилиндрические, висящие системы, арочные и балочные конструкции. Каждая из конструкций имеет свои особенности и преимущества: малая строительная высота, экономия материалов, низкая масса, надежность, объединение в себе несущих и ограждающих функций.

Проведенные исследования подтверждают эффективность конструктивного решения сталежелезобетонного структурно-вантового покрытия, поскольку затраты труда на его монтаж уменьшились на 40 %, затраты машинного времени уменьшились на 50 % сравнительно с обычным железобетонным покрытием аналогичного пролета.

**Таблица.** Калькуляция затрат труда и машинного времени на монтаж покрытия

Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Затраты труда		Состав звена
			чел.– ч.	маш.– ч.	
Разгрузка конструкций	100 т	0,294 9	2,38	1,19	Такелажник 2р.– 2
Укрупнение элементов в пространственные блоки	1 элемент	20	3,6	0,8	Монтажник 6р.– 1; 5р.– 1; 4р.– 2; 3р.– 1
Добавлять на 1 т	1 т	1,89	1,04	0,2	
Установление железобетонных ригелей	шт.	2	2,8	0,56	Монтажник 6р.– 1; 5р.– 1; 4р.– 2
Установление вантов с напряжением и закреплением	1 ванта	2	2	–	Такелажник 4р.– 1
Установление стальных опорных элементов	1 т	0,12	0,71	–	Монтажник 4р.– 1; 3р.– 1;
Сварка	1 т	0,12	0,16	–	Сварщик 4р.– 1
Установление болтов с контргайкой	100 шт.	0,54	7,77	–	Монтажник 4р.– 1; 3р.– 1
Сварка стыков при укрупнении и монтаже блоков	10 м	2,14	6,85	–	Сварщик 4р.– 1
Монтаж укрупненных пространственных блоков	шт.	2	22,8	3,3	Монтажник 6р.– 1; 5р.– 2; 4р.– 3; 3р.– 1
Добавлять на 1 т	1 т	1,89	2,47	0,34	
Всего			54,58	6,39	

### Литература

1. Гасій, Г. М. Монтаж структурно-вантовых сталежелезобетонных оболочек [Текст] / Г. М. Гасій // Проблемы сучасного будівництва : матеріали

### References

1. Gasii, G. M. Assembling of structure and cable-stayed reinforced concrete shells. In: *Materials of All-Ukrainian online conference of young scientists and*

- Всеукраїнської Інтернет-конференції молодих учених і студентів / Під ред. В. О. Онищенко. – Полтава : ПолтНТУ, 2012. – С. 274–275.
2. Гасій, Г. М. Напружено-деформований стан структурно-вантових сталежелезобетонних конструкцій покриття [Текст] / Г. М. Гасій // Проблеми сучасного будівництва : матеріали Всеукраїнської Інтернет-конференції молодих учених і студентів / Під ред. В. О. Онищенко. – Полтава : ПолтНТУ, 2012. – С. 121–122.
  3. Гасій, Г. М. Проектування сталежелезобетонних структурних конструкцій покриття [Текст] / Г. М. Гасій // Сталежелезобетонні конструкції: дослідження, проектування, будівництво, експлуатація. – К. : НДІБК, 2008. – Вип. 70. – С. 269–277.
  4. Експериментальне дослідження моделей структурно-вантової сталежелезобетонної конструкції [Текст] / Л. І. Стороженко, Д. А. Єрмоленко, Г. М. Гасій, Ю. Л. Гладченко // Галузеве машинобудування, будівництво : Збірник наукових праць. – Полтава : ПолтНТУ, 2012. – Вип. 3 (33). – С. 243–249.
  5. Лысенко, Е. Ф. Армоцементные конструкции [Текст] : учеб. пособие для вузов / Е. Ф. Лысенко. – 2-е изд. – К. : Вища школа, 1981. – 192 с.
  6. Пат. 59293 Україна, МПК E04B 1/04. Структурно-вантова сталежелезобетонна аркова конструкція [Текст] / Л. І. Стороженко, Г. М. Гасій ; власник ПолтНТУ. – № у 201012539 ; заявл. 25.10.2010 ; опубл. 10.05.2011, Бюл. № 9. – 2 с.
  7. Пат. 59296 Україна, МПК E04B 1/04. Структурно-вантова висяча система [Текст] / Л. І. Стороженко, Г. М. Гасій ; власник ПолтНТУ. – № у 201012545 ; заявл. 25.10.2010 ; опубл. 10.05.2011, Бюл. № 9. – 2 с.
  8. Пат. 59299 Україна, МПК E04B 1/04. Структурно-вантова сталежелезобетонна балкова конструкція [Текст] / Л. І. Стороженко, Г. М. Гасій ; власник ПолтНТУ. – № у 201012550 ; заявл. 25.10.2010 ; опубл. 10.05.2011, Бюл. № 9. – 2 с.
  9. Пат. 59300 Україна, МПК E04B 1/04. Полегшений елемент структури конструкцій покриття споруд [Текст] / Л. І. Стороженко, Г. М. Гасій ; власник ПолтНТУ. – № у 201012551 ; заявл. 25.10.2010 ; опубл. 10.05.2011, Бюл. № 9. – 2 с.
  10. Пат. 69182 Україна, МПК E04B 1/00. Структурно-вантове сталежелезобетонне аркове склепіння [Текст] / Л. І. Стороженко, Г. М. Гасій ; власник ПолтНТУ. – № у 201110922 ; заявл. 12.09.2011 ; опубл. 25.04.2012, Бюл. № 8. – 5 с.
  11. Пат. 69620 Україна, МПК E04B 1/04. Структурно-вантове купольне покриття [Текст] / Л. І. Стороженко, Г. М. Гасій ; власник ПолтНТУ. – № у 201111574 ; заявл. 30.09.2011 ; опубл. 10.05.2012, Бюл. № 9. – 4 с.
  12. Пат. 70340 Україна, МПК E04B 1/04. Полегшена структурна сталежелезобетонна положиста оболонка [Текст] / Л. І. Стороженко, Г. М. Гасій ; власник ПолтНТУ. – № у 201112978 ; заявл. 04.11.2011 ; опубл. 11.06.2012, Бюл. № 11. – 4 с.
- students «The problems of present-day civil engineering» / Edited by V. O. Onyshchenko. Poltava: PoltNTU, 2012, p. 274–275. (in Ukrainian)*
2. Gasii, G. M. Stress-strain state of structure and cable-stayed reinforced concrete shells. In: *Materials of All-Ukrainian online conference of young scientists and students «The problems of present-day civil engineering» / Edited by V. O. Onyshchenko. Poltava: PoltNTU, 2012, p. 121–122. (in Ukrainian)*
  3. Gasii, G. M. Design of reinforced concrete structure constructions covers. In: *Reinforced concrete constructions: researches, designing, civil engineering, operation, Kyiv: NDIBK, 2008, Issue 70, p. 269–277. (in Ukrainian)*
  4. Storozhenko, L. I.; Ermolenko, D. A.; Gasii, G. M.; Gladchenko, Yu. L. Experimental investigation of models of structure and cable-stayed reinforced concrete constructions. In: *Industrial engineering, civil engineering. Edited Volume, Poltava: PoltNTU, 2012, Issue 3 (33), p. 243–249. (in Ukrainian)*
  5. Lysenko, E. F. Grouted constructions: textbook. 2nd edition. Kyiv: High School, 1981. 192 p. (in Russian)
  6. Patent 59293 Ukraine, MPK E04B 1/04. Structure and cable-stayed reinforced concrete arched constructions / L. I. Storozhenko, G. M. Gasii; Informer and owner PoltNTU. No. u 201012539; declaration 25.10.2010; published 10.05.2011, Bul. No. 9. 2 p. (in Ukrainian)
  7. Patent 59296 Ukraine, MPK E04B 1/04. Structure and cable-stayed suspension structural system / L. I. Storozhenko, G. M. Gasii; Informer and owner PoltNTU. No. u 201012545; declaration 25.10.2010; published 10.05.2011, Bul. No. 9. 2 p. (in Ukrainian)
  8. Patent 59299 Ukraine, MPK E04B 1/04. Structure and cable-stayed reinforced and concrete beam construction / L. I. Storozhenko, G. M. Gasii; Informer and owner PoltNTU. No. u 201012550; declaration 25.10.2010; published 10.05.2011, Bul. No. 9. 2 p. (in Ukrainian)
  9. Patent 59300 Ukraine, MPK E04B 1/04. Easier component of structure of roof construction / L. I. Storozhenko, G. M. Gasii; Informer and owner PoltNTU. No. u 201012551; declaration 25.10.2010; published 10.05.2011, Bul. No. 9. 2 p. (in Ukrainian)
  10. Patent 69182 Ukraine, MPK E04B 1/00. Structure and cable-stayed reinforced and concrete arched binding / L. I. Storozhenko, G. M. Gasii; Informer and owner PoltNTU. No. u 201110922; declaration 12.09.2011; published 25.04.2012, Bul. No. 8. 5 p. (in Ukrainian)
  11. Patent 69620 Ukraine, MPK E04B 1/04. Structure and cable-stayed dome-shaped roof / L. I. Storozhenko, G. M. Gasii; Informer and owner PoltNTU. No. u 201111574; declaration 30.09.2011; published 10.05.2012, Bul. No. 9. 4 p. (in Ukrainian)
  12. Patent 70340 Ukraine, MPK E04B 1/04. Easier structure and reinforced concrete shell / L. I. Storozhenko, G. M. Gasii; Informer and owner PoltNTU. No. u 201112978; declaration 04.11.2011; published 11.06.2012, Bul. No. 11. 4 p. (in Ukrainian)

13. Дослідження і проектування сталезалізобетонних структурних конструкцій [Текст] / Л. І. Стороженко, В. М. Тимошенко, О. В. Нижник [та інш.], Г. М. Гасій, С. О. Мурза. – Полтава : АСМІ, 2008. – 262 с.
14. Гасій, Г. М. Технологія зведення просторових структурно-вантових сталезалізобетонних конструкцій [Текст] / Г. М. Гасій, Є. В. Дяченко // Вісник національного університету «Львівська політехніка». Теорія і практика будівництва. – Львів, 2013. – Вип. 755. – С. 69–72.
13. Storozhenko, L. I.; Tymoshenko, V. M.; Nyzhnyk, O. V.; Gasii, G. M.; Murza, S. O. Researches and designing of reinforced concrete structure constructions. Poltava: ASMI, 2008. 262 p. (in Ukrainian)
14. Gasii, G. M.; Diachenko, E. V. Technical process of binding of structure and cable-stayed reinforced concrete constructions. In: *Mercury of National University «Lviv polytechnics». Theory and practice of civil engineering*, Lviv, 2013, Issue 755, p. 69–72. (in Ukrainian)

**Гасій Григорій Михайлович** – к. т. н., доцент кафедри організацій й технологій будівництва та охорони праці Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка. Наукові інтереси: розробка, дослідження та проектування сталезалізобетонних конструкцій.

**Гасій Григорій Михайлович** – к. т. н., доцент кафедри організацій и технологій строительства и охраны труда Полтавского национального технического университета имени Юрия Кондратюка. Научные интересы: разработка, исследование и проектирование сталежелезобетонных конструкций.

**Gasii Grigori** – PhD (Eng.), Associate Professor of Organization and technology of building and health safety department in the Poltava National Technical University after Yuri Kondratyuk. Scientific interests: Development, research and design of steel-concrete composite structures.