

WEARSHIELD T&D

Электрод с основным типом покрытия. Предназначен для достройки режущих кромок инструмента из быстрорежущей стали, а также восстановления штампов, работающих в условиях износа «металл по металлу». Наплавленный металл представляет собой одну из разновидностей быстрорежущей стали. Твердость по Роквеллу 58–62 HRC. Изготавливается диаметрами 3,2; 4,0 и 4,8 мм.
Применение: вырубные и ковочные штампы, режущие кромки лезвийного инструмента.

Использованы материалы:
<http://www.nisa.net.ua>

Технические характеристики WEARSHIELD T&D

Классификация	
AWS A5.13:	EFe6
DIN 8555-83:	E4-UM-60-SZ
Химсостав наплавленного металла	
C	0,65
Mn	0,4
Si	0,7
Cr	4
Mo	6
W	1,8
V	1,1



ПРИКЛАДНЫЕ НАУЧНЫЕ РАЗРАБОТКИ

УДК 624.074

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ МОНТАЖА НОВЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СТРУКТУРНО-ВАНТОВЫХ ПОКРЫТИЙ

Стороженко Леонид Иванович, доктор технических наук, профессор
 Кафедра конструкций из металла, дерева и пластмасс*

Гасий Григорий Михайлович, кандидат технических наук, доцент
 Кафедра организации и технологии строительства и охраны труда*
 E-mail: grisha-ua-pl@mail.ru

Гапченко Сергей Андреевич, аспирант
 Кафедра конструкций из металла, дерева и пластмасс*
 E-mail: gapchenko-sa@bk.ru

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

Рассмотрена новая конструкция покрытия промышленных и общественных зданий. Покрытие объединяет в себе эстетичность и привлекательность конструктивного решения, одновременно является надежным и легким. Надежность подтверждена рядом экспериментальных и теоретических исследований. Сталежелезобетонное структурно-вантовое покрытие является результатом синтеза структурных, вантовых и армоцементных конструкций, приобретенные при этом особенности и преимущества определяют его эффективность.

Ключевые слова: сталежелезобетонные конструкции, структурные конструкции, армоцементные конструкции, ванта, покрытие, технология монтажа.

Розглянуто нову конструкцію покриття промислових і громадських будівель. Покриття об'єднує у собі естетичність й привабливість конструктивного рішення, одночасно є надійним та легким. Надійність підтверджена низкою експериментальних та теоретичних досліджень. Сталезалізобетонне структурно-вантове покриття

є результатом синтезу структурних, вантових й армоцементних конструкцій, набуті при цьому особливості й переваги визначають його ефективність.

Ключові слова: сталезалізобетонні конструкції, структурні конструкції, армоцементні конструкції, ванта, покриття, технологія монтажу.

1. Введение

Условия существующей экономики и состояния отечественного и мирового строительства порождает необходимость поиска новых конструкций, в частности покрытий, которые бы отвечали современным требованиям. Важным моментом в поиске конструктивных решений есть использование надежных, современных и легких материалов. К материалам обладающими такими свойствами относят сталь, высокопрочные детали соединения и очень эффективный конструктивный материал как армоцемент, эффективность использования которого в конструкциях покрытия давно известна, и состоит в уменьшении затрат цемента и стали сравнительно с аналогичными железобетонными конструкциями. Эффективность решения также зависит от использования материалов и характера их работы под нагрузкой на свойственные для себя усилия, таким образом, сталь рационального использовать в стержневых системах, а армоцемент — в плоскостных. Учитывая это, решение объединить сталь и армоцемент в одной целостной конструкции с ее дальнейшим исследованием с целью широкого внедрения в практику отечественного и зарубежного строительства является актуальным и перспективным направлением развития строительных конструкций.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Последнее время активно изучаются композитные материалы, не исключение и сталезалезобетон [1]. Множество работ отечественных и зарубежных ученых посвящены изучению напряженно-деформированного состояния и усовершенствованию существующих, давно разработанных сталезалезобетонных конструкций, таких как композитные колонны [2], балки и ригеля [3], плиты и панели перекрытий [4]. Учитывая, что для всех сталезалезобетонных конструкций всегда актуальным вопросом остается проблема совместной работы стали и бетона, то активно изучаются анкерные средства [5]. Также, важным вопросом для сталезалезобетонных конструкций есть их огнестойкость [6], поскольку в таких конструкциях практически всегда присутствуют открытые участки металлических элементов.

На сегодня работ, направленных на разработку покрытий, объединяющих в себе армоцементные плиты и металлическую структуру с гибкими

элементами, отсутствуют. Принимая во внимание результаты проведенного анализа, преимущества армоцементных и структурных конструкций [7], разработка конструктивных решений сталезалезобетонных структурно-вантовых покрытий и методов их монтажа является актуальной проблемой. Использование таких покрытий при возведении зданий и сооружений даст экономию материалов, трудовых ресурсов и, как следствие, сократит общие сроки строительства объекта.

3. Цель и задачи исследования

Цель исследования заключается в разработке новых пространственных конструкций — сталезалезобетонных структурно-вантовых покрытий, а также в разработке базовых понятий проектирования, методов и технологий монтажа.

Задачами исследования, необходимыми для достижения поставленной цели, являются:

- 1) поиск и принятие конструктивного решения;
- 2) разработка геометрических форм покрытия;
- 3) разработка технологии изготовления и монтажа.

4. Общие сведения о сталезалезобетонных структурно-вантовых покрытиях

Конструктивно сталезалезобетонное структурно-вантовое покрытие представляет собой целостную пространственную систему, состоящую из плит и перекрестно-стержневых ферм (рис. 1), которые под действием нагрузки работают совместно. Покрытие условно делится на такие элементы: раскосы, верхний и нижний пояс. Необходимо отметить, что особенность этих конструкций состоит в том, что верхний пояс выполняет одновременно

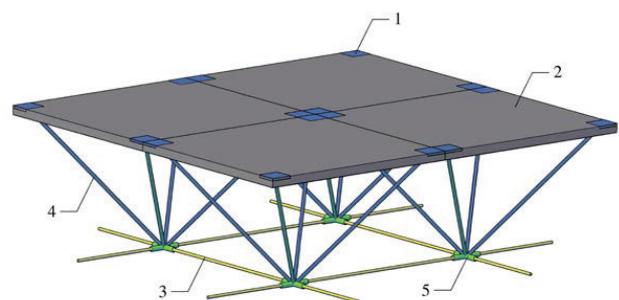


Рис. 1. Фрагмент сталезалезобетонного структурно-вантового покрытия: 1 — закладные детали; 2 — армоцементная плита, армированная несколькими слоями арматурных сеток; 3 — ванта; 4 — раскос структурной решетки; 5 — узел крепления стержней структурной решетки и элементов нижнего пояса

две функции — это несущая и ограждающая. Такое конструктивное решение позволяет в целом экономить на материалах, продолжительности 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 — вантов, работающих только на усилие растяжения, что позволяет экономить расход стали.

Разработка конструктивных решений сталежелезобетонных структурно-вантовых покрытий выполнялась с учетом способов их возведения. При изготовлении отправных элементов и деталей необходимо придерживаться технологических требований, которые позволят проектировщикам более квалифицировано выполнять технический контроль при монтаже и приемке конструкций.

5. Особенности изготовления и конструирования элементов

Покрытие является сборным и состоит из отдельных элементов, так называемых облегченных элементов структуры (рис. 2). Такие элементы объединяются в одну целостную конструкцию покрытия по верхнему и нижнему поясам. Соединение в зависимости от условий строительства может выполняться несколькими способами через специально разработанные узлы.

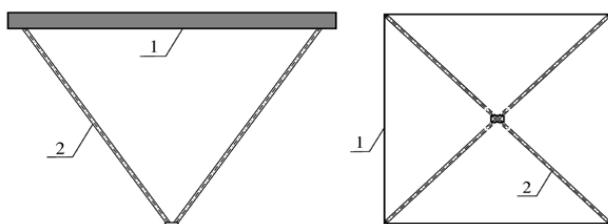


Рис. 2. Облегченный элемент структуры:

1 — армоцементная плита; 2 — стальные раскосы

Изготовление облегченных элементов структуры может выполняться как на заводах, производящих строительные металлические конструкции, так и на других заводах, имеющих оборудование для обработки фасонного металлопроката и формирования железобетонных изделий. Технология изготовления стальных элементов конструкции по способам обработки, сборки, сварки, погружно-разгрузочных работ аналогична технологии изготовления обычных металлических конструкций.

Технология изготовления сталежелезобетонных структурно-вантовых конструкций покрытия делится на два самостоятельных процесса: изготовление стальной решетки и формирование армоцементной плиты.

Изготовление стержневых элементов заключается в резке профиля на элементы определенной длины и, в зависимости от конструкции узлового соединения, обработке кромок. Допустимое отклонение длины стержневых элементов ± 2 мм.

Для болтового соединения используются высокопрочные болты, которые изготавливаются из калиброванной стали. На резьбе специальных болтов не допускаются рваные нитки резьбы, если они по глубине выходят за пределы среднего диаметра резьбы или их длина превышает 8 % общей длины резьбы по винтовой линии.

Обобщенная технология изготовления элементов пространственных сталежелезобетонных структурно-вантовых покрытий включает следующие производственные процессы:

- 1) подготовка;
- 2) обработка стержневых элементов (нарезки стержней, из которых сваркой формируется решетка отправных элементов);
- 3) сборка (изготовление решетки путем сварки стержней арматуры, закладных деталей и деталей соединения);
- 4) подготовка площадки для бетонирования, если бетонирование выполняется не в заводских условиях;
- 5) подготовка виброплощадки, если бетонирование выполняется в заводских условиях;
- 6) формирование армоцементной плиты отправного элемента путем сбора опалубки по контуру, если проектом не предусмотрено внешней ленточной арматуры;
- 7) укладка стальной решетки на площадку или виброплощадку так, чтобы верхняя грань будущей плиты имела непосредственный контакт с поверхностью площадки или площадки, то есть в перевернутом виде;
- 8) бетонирование верхнего пояса и постепенное виброуплотнение бетонной смеси.

Для верхнего пояса применяются методы формирования армоцементных плит. Для бетонирования верхнего пояса применяется бетон марки 300 и выше. За счет не большой толщины верхнего пояса достигается экономия бетона на 20–30 % по сравнению с обычными железобетонными конструкциями и как следствие веса конструкции. В качестве арматуры применяются до 5 слоев тканых или сварных арматурных сеток, расход стали в таком случае достигает 400 кг/м³.

6. Формообразование и основные геометрические параметры

Еще одной отличительной особенностью сталежелезобетонных структурно-вантовых покрытий есть их универсальность — за счет изменения длины элементов нижнего пояса, покрытие можно придавать разную кривизну (рис. 3), что дает

возможность перекрывать здания и сооружения любой сложности и очертания. Таким образом, используя сталежелезобетонные структурно-вантовые конструкции можно возводить покрытия плоские, вогнутые, выгнутые, цилиндрической формы, купола, оболочки и своды.

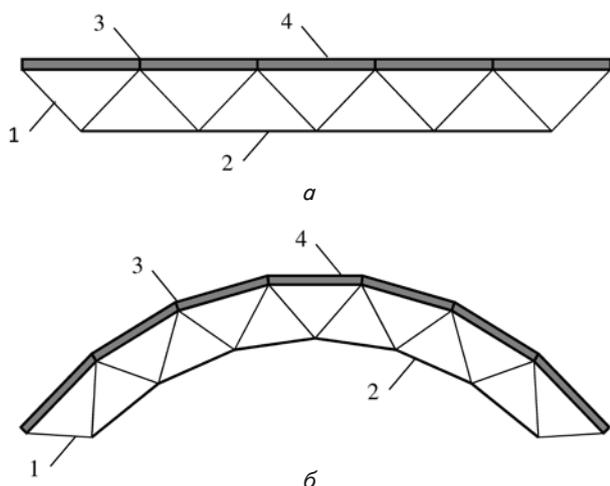


Рис. 3. Основные системы сталежелезобетонных структурно-вантовых покрытий: *а* — плоская система; *б* — цилиндрическая система; 1 — структурная решетка; 2 — нижний пояс; 3 — узловое соединение; 4 — верхний пояс

Цилиндрическое покрытие можно возводить как с позитивной кривизной, так и с негативной. В первом случае, в процессе проектирования, необходимо следить за тем, чтобы стрела подъема была в пределах допустимой [8], в противном случае появляется опасность возникновения в элементах нижнего пояса усилий сжатия, что есть недопустимым, поскольку гибкие элементы работают только на усилия растяжения. Допустимая стрела подъема для некоторых пролетов указана в табл. 1.

Таблица 1

Оптимальные геометрические параметры сталежелезобетонных структурно-вантовых цилиндрических покрытий

Параметр	Единица измерения	Значение		
Ширина перекрываемого пролета	м	30	36	42
Стрела подъема	м	1,4–1,45	1,46–1,57	1,58–2,1
Угол наклона плоскости верхнего пояса к его горизонтальной проекции	градус	9,0...9,9	10...10,9	11...12,3

7. Технология монтажа и трудоемкость работ

Для того что бы составить и подсчитать трудоемкость работ, связанных с монтажом, необходимо полностью учесть все конструктивные особенности данного покрытия. Необходимо также отметить, что в данных конструкциях отсутствуют сложные узловые соединения элементов решетки. Кроме того, исключается необходимость использовать дорогие кровельные материалы, так как армоцементная плита выполняет оградительную функцию и надежно защищает от атмосферных влияний внутреннее пространство здания.

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

При небольших пролетах и независимо от длины здания монтаж покрытия рационально выполнять с отдельных линейных элементов заводской готовности. В большинстве случаев технологический процесс монтажа покрытия предусматривает использование стенда укрупнительной сборки (рис. 4). В зависимости от протяженности пролета стенд может быть передвижным или стационарным.

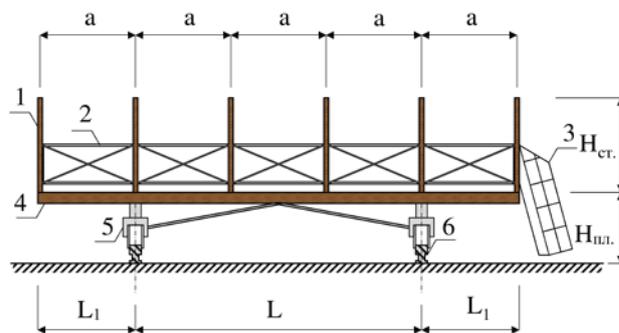


Рис. 4. Общий вид передвижного стенда для укрупнительной сборки сталежелезобетонного структурно-вантового покрытия: 1 — стойка; 2 — ограждение; 3 — лестница на платформу; 4 — платформа стенда; 5 — железнодорожные тележки; 6 — рельсовый путь; L — ширина рельсового пути, м; l — свес (консоль) платформы, м; a — шаг стоек, соответствует ширине верхнего пояса облегченного элемента, м; $H_{ст.}$ — высота стоек, м; $H_{пл.}$ — отметка платформы, м

Передвижной стэнд устанавливается на рельсовый путь по котором он смещается вдоль пролета по мере монтажа покрытия. На **рис. 5** отображена технологическая схема монтажа сталежелезобетонного структурно-вантового покрытия с использованием передвижного стэнда.

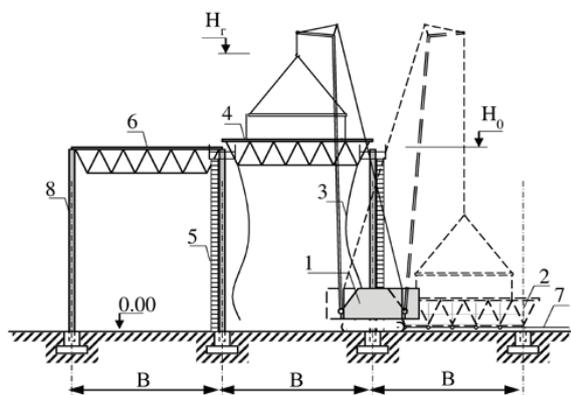


Рис. 5. Технологическая схема монтажа

сталежелезобетонного структурно-вантового покрытия:

- 1 — самоходный стреловой кран на гусеничном ходу;
- 2 — передвижной стэнд на рельсовом пути для сбора покрытия;
- 3 — оттяжки из пенькового каната;
- 4 — сталежелезобетонное структурно-вантовое покрытие в процессе монтажа;
- 5 — приставная лестница с монтажной площадкой;
- 6 — смонтированное покрытие;
- 7 — рельсовый путь для передвижения стэнда;
- 8 — колонна; L_r — вылет крюка; B — ширина пролета здания; H_0 — отметка поверхности монтажа покрытия; H_t — высота подъема крюка

В **табл. 2** указано наименование и объемы работ и затраты труда на монтаж одной секции покрытия размерами в плане 6×30 м.

Сталежелезобетонное структурно-вантовое покрытие обладает рядом преимуществ и особенностей,

которые выделяют этот новый вид покрытий промышленных и гражданских зданий среди существующих. Утверждению, что этот вид конструкций есть надежным в эксплуатации, эффективным с точки зрения использования материалов, экономным и нетрудоемким, предшествовали экспериментальные, теоретические и аналитические исследования, численным методом исследовано напряженно-деформированное состояние [9], сравнительным анализом подтверждена возможность экономии материалов и трудовых ресурсов в период монтажа [10]. На все разработки получены патенты.

8. Выводы

В результате проведенного анализа существующих строительных конструкций было предложено разработать новые конструктивные решение пространственных покрытий гражданских и промышленных зданий — сталежелезобетонных структурно-вантовых покрытий, объединяющие в себе армоцементные плиты и структурную металлическую решетку с гибким нижним поясом. Такое конструктивное решение дает возможность экономить на материалах за счет рационального использования материалов — армоцемент и жесткие элементы решетки работают только на сжатие, а гибкие — на растяжение. С целью внедрение в практику строительства таких конструкций были разработаны основные принципы проектирования, изготовления и технологии монтажа.

Согласно поставленным целям исследования, были разработаны: эффективное конструктивное решение пространственных покрытий; основные формы и очертания покрытий, рекомендации принятия геометрических параметров; составные процессы, номенклатура и трудоемкость работ технологии изготовления и монтажа.

Таблица 2

Калькуляция затрат труда и машинного времени

Обоснование (ЕНиР)	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Затраты труда		Состав звена
				чел.-ч.	маш.-ч.	
E1-5	Разгрузка конструкций	100 т	0,2949	2,38	1,19	Такелажник 2р.-2
E5-1-3	Укрупнение элементов	1 элемент	20	3,6	0,8	Монтажник 6р.-1; 5р.-1;
E5-1-3	Добавлять на 1 т	1 т	1,89	1,04	0,2	4р.-2; 3р.-1
E4-1-6	Установление железобетонных ригелей	шт.	2	2,8	0,56	Монтажник 6р.-1; 5р.-1;
E25-12	Формирование нижнего пояса	1 ванта	2	2	—	Такелажник 4р.-1
E5-1-18	Установление опорных элементов	1 т	0,12	0,71	—	Монтажник 4р.-1; 3р.-1;
E5-1-18	Сварка	1 т	0,12	0,16	—	Сварщик 4р.-1
E5-1-19; $\kappa=1,25$	Установление болтов с контргайкой	100 шт.	0,54	7,77	—	Монтажник 4р.-1; 3р.-1
E22-1-1	Сварка стыков при укрупнении	10 м	2,14	6,85	—	Сварщик 4р.-1
E5-1-6; $\kappa=1,5$	Монтаж покрытия	шт.	2	22,8	3,3	Монтажник 6р.-1; 5р.-2;
E5-1-6, т. 1, 2	Добавлять на 1 т	1 т	1,89	2,47	0,34	4р.-3; 3р.-1

В заключение следует отметить, что сталежелезобетонные структурно-вантовые покрытия могут иметь разные формы и очертания. Каждая из конструкций имеет свои особенности и преимущества: небольшая строительная высота, надежность, объединение в себе несущих и ограждающих функций.

Проведенные исследования подтверждают эффективность конструктивного решения сталежелезобетонного структурно-вантового покрытия, поскольку затраты труда на его монтаж меньше сравнительно с обычным железобетонным покрытием аналогичного пролета.

Литература

1. Proceedings of the fifth international conference on Composite Construction in Steel and Concrete [Text] / Held in Kruger National Park, South Africa, July 18–23, 2004.
2. Russell, Q. Bridge. Design of Composite Columns-Steel, Concrete, or Composite Approach? [Text] / Q. Russell // Composite Construction in Steel and Concrete VI, 2011. — pp. 276–290.
3. M. A. Dweib. All natural composite sandwich beams for structural applications [Text] / M. A. Dweib, B. Hu, A. O'Donnell, H. W. Shenton, R. P. Wool // Composite Structures – COMPOS STRUCT, vol. 63, no. 2, 2004. — pp. 147–157.
4. Roberts-Wollmann, C. L. Strength and Performance of Fiber-Reinforced Concrete Composite Slabs [Text] / C. L. Roberts-Wollmann, G. Marcela, W. Samuel / Easterling J. Struct. Eng., 130(3), 2004. — pp. 520–528.
5. Vainiunas, P. Analysis of longitudinal shear behaviour for composite steel and concrete slabs [Text] / P. Vainiunas, J. Valivonis, G. Marciukaitis, B. Jonaitis // Journal of Constructional Steel Research, 62(12), 2006. — pp. 1264–1269.
6. E. Anderheggen. Numerical Modeling of Composite Floor Slabs in Fires [Text] / E. Anderheggen, M. Fontana, C. Tesar // Computing in Civil Engineering, 2005 — pp. 1–10.
7. Shilin D. Pretension process analysis of prestressed space grid structures [Text] / D. Shilin, Y. Xingfei // Journal of Constructional Steel Research – J. CONSTR. STEEL RES., vol. 63, no. 3, 2007. — pp. 406–411.
8. Стороженко Л. І. Пошук оптимальних параметрів структурно-вантових сталежелезобетонних покриттів за критерієм напружень розтягу в нижньому поясі [Текст] / Л. І. Стороженко, Г. М. Гасій, Ю. Л. Гладченко // Сталежелезобетонні конструкції: дослідження, проектування, будівництво, експлуатація / Зб. наук. статей. Вип. 9. — Кривий Ріг: КТУ, 2011. — С. 173–179.
9. 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, 21–22 лист. 2012 р. — Полтава: ПолтНТУ, 2012. — С. 121–122.
10. Гасій Г. М. Зведення структурних сталежелезобетонних покриттів [Текст] / Г. М. Гасій // Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, 11–13 груд. 2013 р. — Тернопіль: ТНТУ, 2013. — С. 73–74.

Abstract. Development of building sector accompanied by regular introduction new designs. An important factor in finding constructive solutions is the use of reliable, modern and lightweight materials. The main focus of scientists directed mainly to the study of tense-deformed state of beams, columns, slabs, bridge construction and civil engineering. Researches on the study of spatial composite structures is not enough. The study composite grid-cable coverings is the actual problem, because their mass use in the construction of buildings and structures would save materials and labor. Composite grid-cable coverings is space system that consists of plates and cross-rod trusses. Distinctive feature of the composite grid-cable coverings is guyed lower belt made of flexible elements, working only on tensile. Covering is collected of the individual lightweight structure elements. Manufacturing technology is divided into two independent processes: the production of steel lattice and the formation of the plate. Another distinctive feature of composite grid-cable coverings is their versatility by changing the lengths of the bottom member can be given different curvatures, buildings and structures is covered of any complexity and shape. Research confirms the effectiveness of constructive solutions coverings because labor costs of installation and materials decreased compared with analogues.

Keywords: composite steel and concrete constructions, space grid constructions, structure, ferro-cement constructions, cable, covering, technology of installation.