



Ю. И. ДОЛАДОВ
М. А. ЗОРИНА
И. В. ХАБУР
Е. Н. БОКАРЕВА
Д. А. ДОДОНОВА

ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА ПРОСТРАНСТВЕННОГО РЕШЕТЧАТОГО МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЗДАНИЯ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОГО ПРОСТРАНСТВА

INSTALLATION FEATURES OF SPATIAL LATTICE METAL COVERING OF A PRODUCTION BUILDING IN LIMITED SPACE CONDITIONS

Разработан вариант проекта монтажа пространственной конструкции покрытия промышленного здания. Технологической особенностью проекта было наличие стесненных условий производства работ. Техничко-экономический анализ методов сборки-монтажа покрытия с учетом особенностей конструкции покрытия, особенностей строительной площадки и потребностей в грузоподъемных машинах показал эффективность монтажа покрытия укрупненными блоками, собранными на земле. Монтаж блока с использованием траверсы позволил снизить расчетную высоту подъема крюка и подобрать кран, не отличающийся дороговизной арендной платы. Применить принятую схему монтажа стало возможным при условии разработки индивидуальной конструкции траверсы. Был выполнен расчет и проект самой траверсы, а также расчет укрупненного блока на монтажную ситуацию.

A version of the project for the installation of the spatial structure of the coating of an industrial building was developed. The technological feature of the project was the presence of cramped working conditions. The feasibility study of the methods of assembly and installation of the coating, taking into account the peculiarities of the construction of the coating, the features of the construction site and the needs for lifting machines, showed the effectiveness of the installation of the coating with enlarged blocks assembled on the ground. Mounting the unit using a traverse allowed to reduce the estimated height of the hook and select a crane that does not differ in the high cost of rent. It became possible to apply the adopted installation scheme provided that an individual design of the beam was developed. The calculation and design of the traverse itself was performed, as well as the calculation of the enlarged unit for the installation situation.

Ключевые слова: складское хозяйство, пространственные решетчатые конструкции, металлические покрытия, укрупнительный блок, строительные краны, грузовысотные характеристики, монтаж

Keywords: warehousing facilities, special lattice frames, metal coverings, enlarging block, construction cranes, DEK-50, cargo high-rise characteristics, mounting

При реализации проекта расширения складского хозяйства одного из промышленных предприятий Самарской области сотрудником СамГТУ был выполнен проект металлического каркаса [1]. Металлический каркас был запроектирован в составе колонн, главных балок

и пространственного решетчатого покрытия [2]. Конструктивной особенностью проекта было применение наклонной структурной плиты в покрытии здания. Технологической особенностью проекта было наличие стесненных условий производства работ и монтаж покрытия круп-

норазмерными блоками. Стесненные условия производства строительно-монтажных работ обусловлены двумя причинами. Первая – новое здание примыкает к уже существующему цеху. Поэтому подход техники с одной стороны нового здания невозможен. Вторая – фундамент нового здания представляет собой железобетонную чашу с возвышением сплошных бетонных стен на высоту более 4 м от пола (рис. 1, 2). Поэтому свободное перемещение грузов внутрь здания было затруднено. Габаритные размеры здания составляют 83,6×30×14,4 м (В×L×Н).

Известны несколько технологий сборки-монтажа структурных покрытий зданий [3–9] – поэлементная сборка на монтажной отметке; сборка на земле и монтаж конструкции целиком; монтаж укрупненными блоками, собранными на земле. Техничко-экономический анализ методов сборки-монтажа покрытия с учетом особенностей конструкции покрытия, особенностей строительной площадки и потребностей в грузоподъемных машинах позволил отдать предпочтение последнему варианту (рис. 3). Монтаж укрупненными блоками пред-

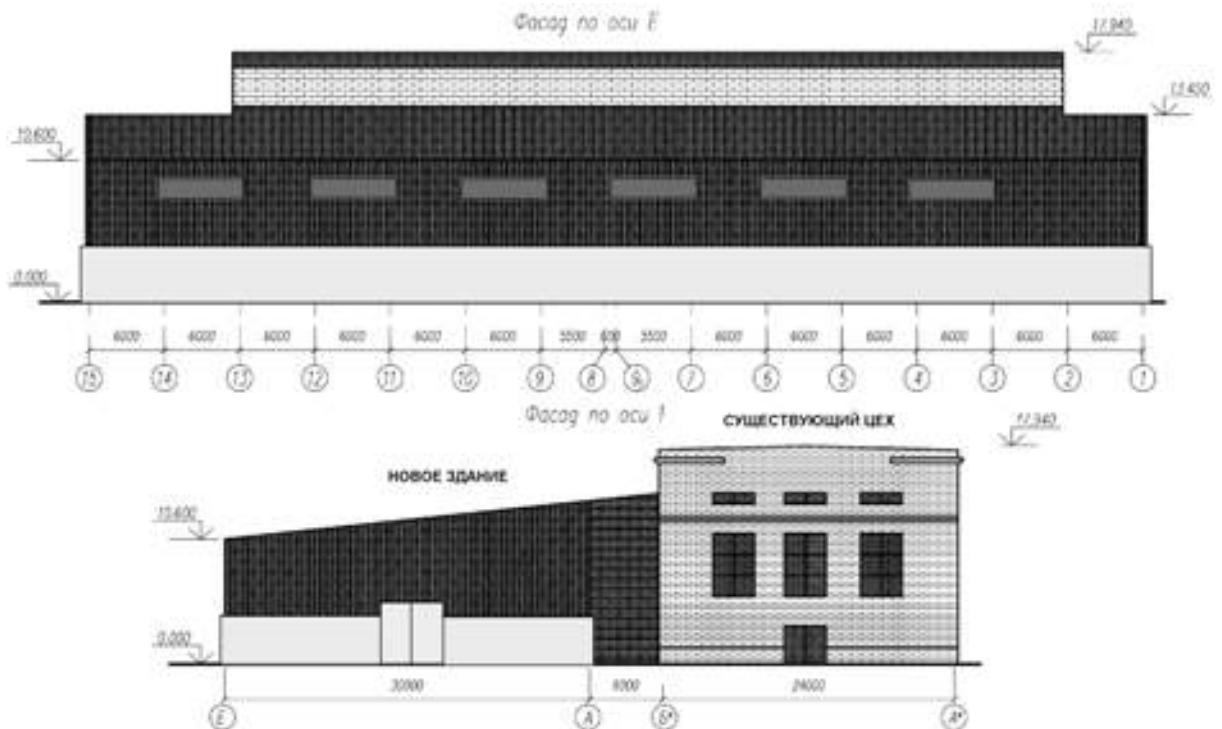


Рис. 1. Общий вид здания

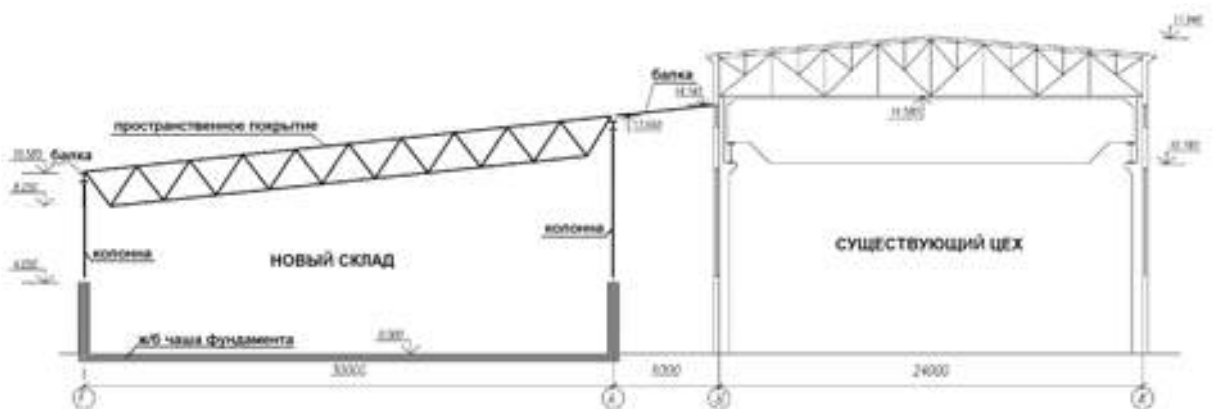


Рис. 2. Поперечный разрез

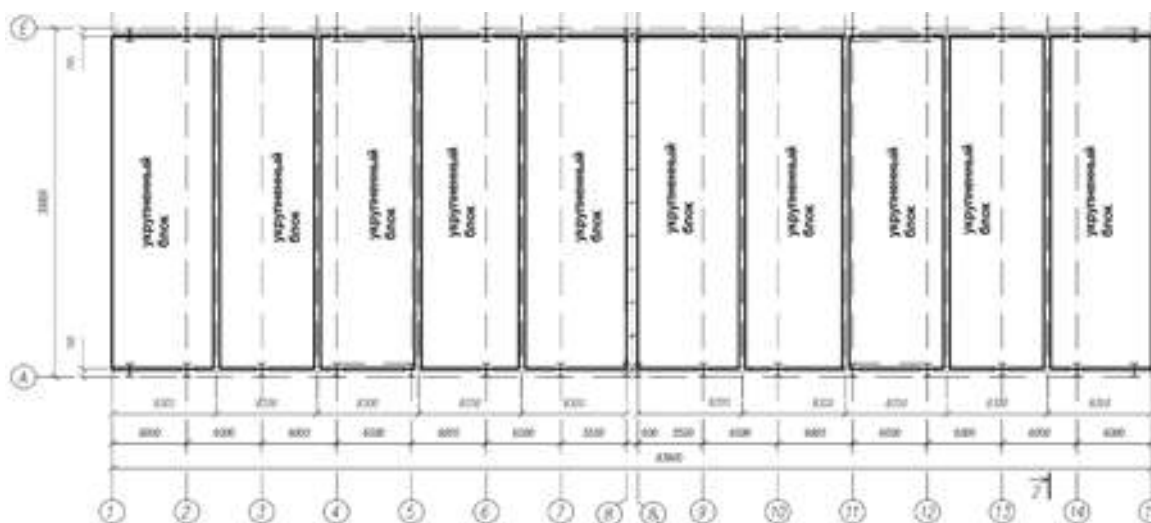


Рис. 3. План деления покрытия на укрупненные блоки

полагает их предварительную сборку на специально подготовленных сборочных площадках, подъем краном и установку на монтажную отметку с последующим закреплением. Для сборки блоков предусмотрели площадки вдоль строящегося здания со свободной стороны. Укрупненные блоки обладают несомненным достоинством, позволяющим осуществить их монтаж без применения стабилизирующих устройств и приспособлений, – это их самодостаточная жесткость во всех пространственных направлениях. У блоков есть недостатки, затрудняющие их монтаж, – большие габариты и относительно большой вес. Размеры блока $30 \times 8,3 \times 2,069$ м ($L \times B \times h$), вес блока 8,6 т (рис. 4).

Так как каждый укрупненный блок перекрывает большую площадь, то их количество в покрытии здания невелико. Монтаж покрытия, состоящего из небольшого количества монтажных элементов, должен удовлетворять условию скоростного монтажа. Из этих сообра-

жений авторами было предложено вести монтаж кранами либо на пневматическом, либо на гусеничном ходу. Были проработаны две схемы строповки блоков – четырехветвевым стропом с крюка крана; четырьмя одноветвевыми стропами со специально изготовленной траверсы.

Монтаж по схеме «без траверсы» имеет следующие особенности: большая длина ветви строп (более 15 м); высокая отметка подъема крюка (из-за большой длины строп и наличия высокой стены фундаментной чаши). Анализ показал, что для принятых условий ведения работ требуется кран с почти уникальными характеристиками и высокой арендной стоимостью.

Монтаж блока с использованием траверсы (рис. 5) позволил снизить высоту подъема и подобрать кран с «обычными» характеристиками, не отличающимися большой дороговизной арендной платы. Применить принятую схему монтажа блоков можно при условии разработки индивидуальной конструкции траверсы. Был выполнен расчет и проект самой траверсы, а также расчет укрупненного блока на монтажную ситуацию. В результате разработана траверса с размерами 10950×1530 мм, представляющая собой прямоугольную раму из прокатного двутавра 45Б1, усиленную в углах раскосами из равнополочного уголка 75×5 . Расчетный вес траверсы составил 1,7 т.

Была выполнена проверка прочности-устойчивости системы траверса-блок на действие монтажных нагрузок в программном комплексе, работающем на основе МКЭ [10]. Проверка по первой группе предельных состояний показала, что несущая способность наиболее напряженного элемента укрупненного блока используется не более чем на 54 %. Схема строповки укрупненного блока с расположением всех инвентарных звеньев представлена на рис. 5.

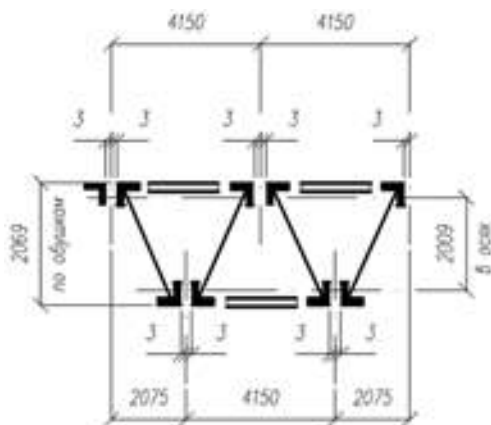


Рис. 4. Разрез по укрупненному блоку

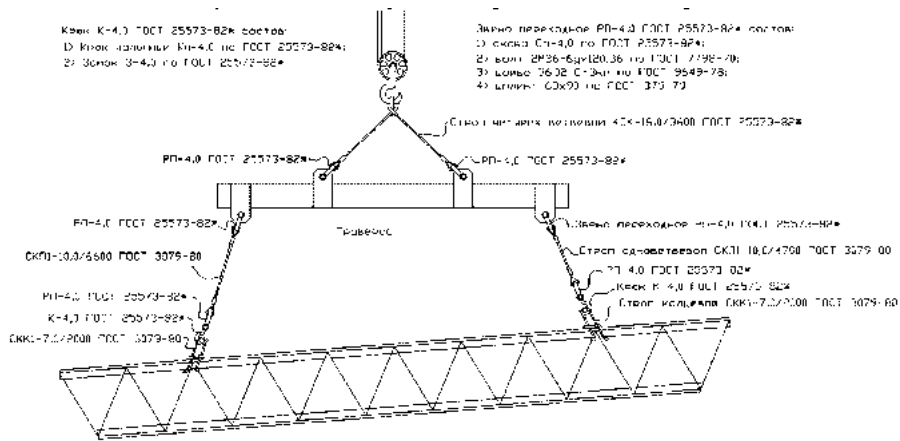


Рис. 5. Схема строповки

Перед монтажом блоков покрытия проектом предусмотрено: установить в проектное положение все колонны здания; выверить и закрепить основные несущие колонны каркаса и стойки фахверка; смонтировать положение опорных балок; установить балки перекрытия межцохового пространства; выставить вертикальные и горизонтальные связи жесткости между колоннами; выполнить систему монтажных связей, систему временных оттяжек, необходимых для обеспечения общей устойчивости каркаса на время монтажа покрытия.

Для подбора монтажного крана были проанализированы характеристики ряда автомобиль-

ных и гусеничных кранов [11–18]. После детального анализа с учетом грузовысотных характеристик и стоимости аренды был выбран кран ДЭК-50.

Монтируемый блок вместе с траверсой весит 10,3 т. Кран ДЭК-50 имеет такую грузоподъемность на вылете стрелы в 17 м. Данный параметр является исходным для принятия решения о привязке крана в плане на строительной площадке. С помощью этого параметра определены места стоянки крана. Линия проходки крана установлена на расстоянии 10,22 м от ряда Е (рис. 6). После монтажа очередного блока кран передвигается на следующую стоянку. Шаг передвижки крана принят равным ширине монти-

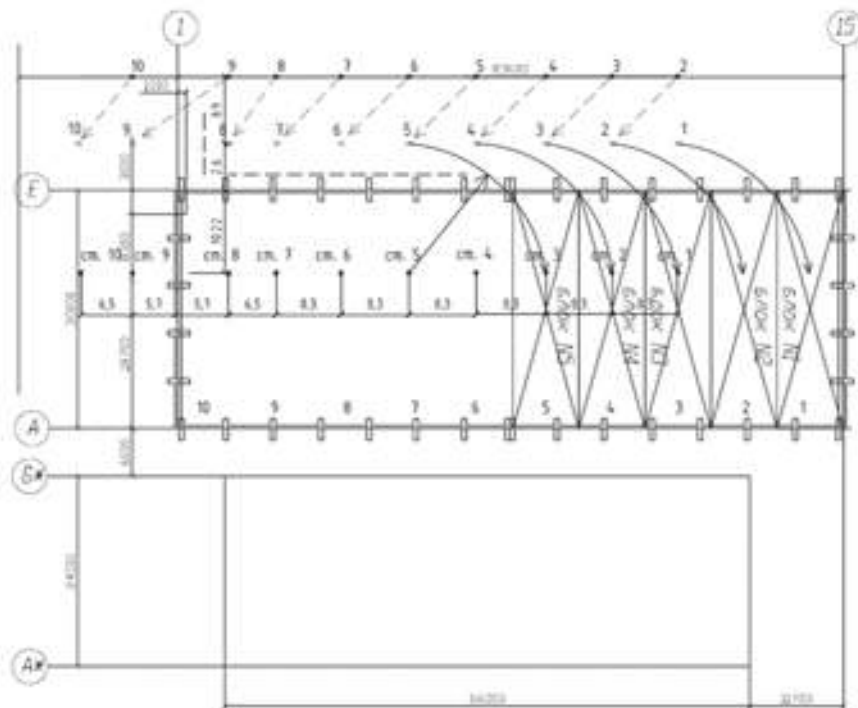


Рис. 6. Схема перемещения блоков на укрупнительно-сборочных площадках

руемого блока, кроме стоянок для монтажа трех последних блоков. Здесь шаг меняется из-за помех от конструкций стены по оси 1.

Сборку блоков предусмотрено вести на площадках, расположенных напротив каждой стоянки, перпендикулярно проходке крана (рис. 6–8). Причем краном ведут сборку сразу двух блоков – ближнего до монтажной готовности, а дальнего до величины грузоподъемности крана на сложившемся по условиям работы

вылете стрелы крана. После монтажа ближнего блока (рис. 7–9), дальний блок перемещают краном в полосу монтажа ближних блоков со смещением вперед на ширину блока.

Перестановку последних трех блоков выполняют с учетом расстояний под намеченные стоянки крана. Общая схема перемещений блоков на укрупнительно-сборочных площадках и на монтаже в проектное положение показана на рис. 9.

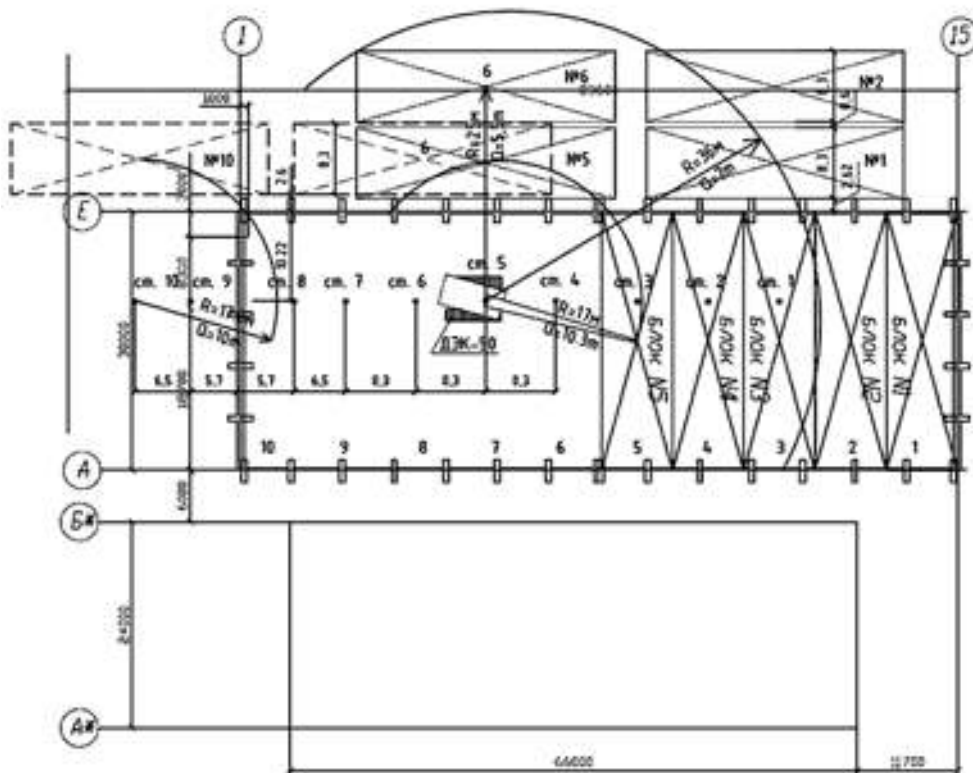


Рис. 7. Схема организации работ по монтажу блоков покрытия

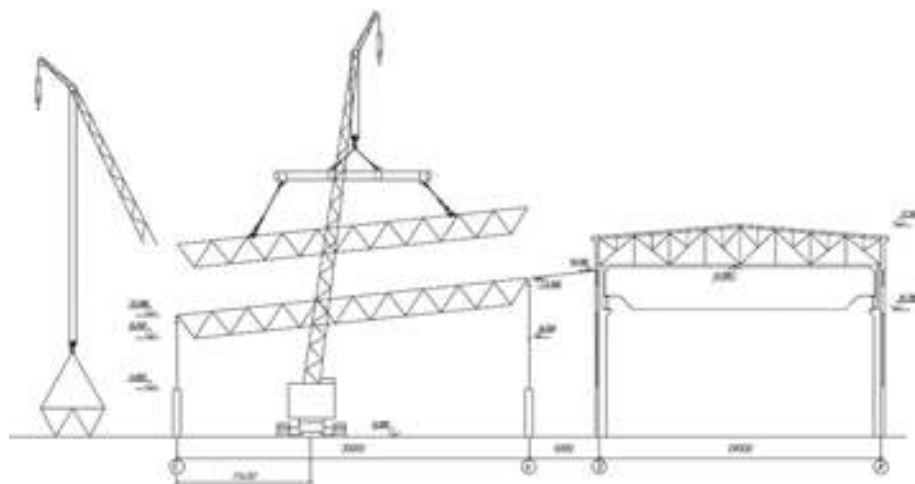


Рис. 8. Схема монтажа блока. Поперечный разрез

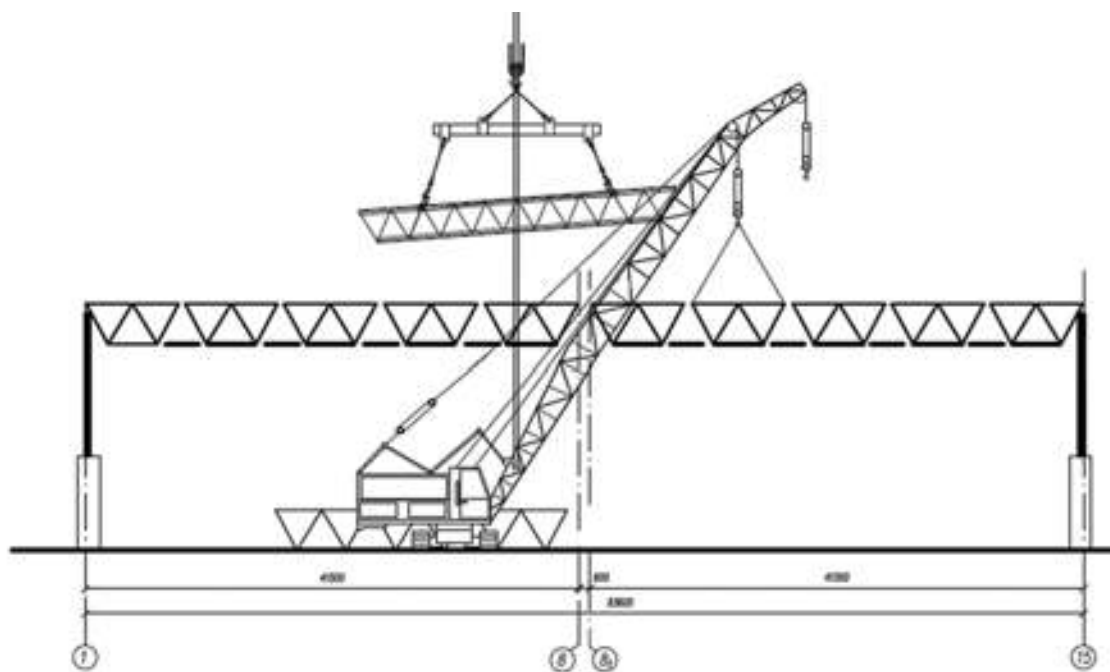


Рис. 9. Схема монтажа блока. Продольный разрез

Выводы. Разработанный проект реализован. Монтаж покрытия выполнен менее чем за месяц. Монтаж блока с использованием траверсы позволил снизить расчетную высоту подъема крюка и подобрать кран, не отличающийся дороговизной арендной платы. Применить принятую схему монтажа стало возможным при условии разработки индивидуальной конструкции траверсы. Был выполнен расчет и проект самой траверсы, а также расчет укрупненного блока на монтажную ситуацию. Стоимость монтажа составила менее 100 тыс. руб.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аллатов В.Ю., Соловьёв А.В. Опытное-экспериментальное проектирование пространственной решетчатой металлической конструкции покрытия промышленного здания // Градостроительство и архитектура. 2017. Т. 7, № 4. С. 4–8.
2. Аллатов В.Ю., Соловьёв А.В. Результаты обследования несущих конструкций холодного склада ООО «РЕСАЛ» // Актуальные проблемы в строительстве и архитектуре. Образование. Наука. Практика: материалы 64-й Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР / СамГАСА. Самара, 2007. С. 477–478.
3. Все технологии возведения зданий [Электронный ресурс]. <http://detalprostroy.org.ru/index.php/2010-07-20-10-52-05/54-2010-07-20-16-51-06>. (дата обращения: 21.03.2019).
4. Образовательный портал «все лекции» [Электронный ресурс]. <http://vse-lekcii.ru/mosty-i-tonneli/stroitelstvo-gorodskih-mostovyh-sooruzhenij/montazhkranami-bolshoj-gruzopodemnosti>. (дата обращения: 21.03.2019).
5. Телитченко В.И., Терентьев О.М., Липидус А.А. Технология возведения зданий и сооружений. М.: Высшая школа, 2004. 446 с.
6. Ищенко И.И. Монтаж стальных и железобетонных конструкций. М.: Высшая школа, 1991. 287 с.
7. Викторова О.Л., Петрянина Л.Н., Зворыгина С.В., Матиева Ю.А. Конструкции покрытий залых помещений. Пенза: ПГУАС, 2013. 60 с.
8. Гилязидинова Н.В. и др. Технологические процессы в строительстве. Кемерово: КузГТУ, 2016. 114 с.
9. Тужилкина П.В. Анализ методов монтажа металлических конструкций покрытия // IX Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых «Россия молодая» / КузГТУ. Кемерово, 2017. С. 1–5.
10. Аллатов В.Ю., Холопов И.С. Использование различных САПР при моделировании работы узлового соединения пространственной решетчатой конструкции // Современные проблемы совершенствования и развития металлических, деревянных, пластмассовых конструкций в строительстве и на транспорте: сборник научных трудов международной научно-технической конференции / СамГАСА. Самара, 2002. С. 186–192.
11. Доладов Ю.И. Краны для возведения зданий и сооружений / СГАСУ. Самара, 2007. 108 с.
12. Курнев А.Д. Строительные краны и грузоподъемные механизмы: справочник. М.: Феникс, 2013. 666 с.

13. Строительные краны /В. П. Станевский, В. Г. Моисеенко, Н. П. Колесник, В. В. Кожушко; под общ. ред. канд. техн. наук В.П. Станевского. Киев: Будивельник, 1984. 240 с.

14. Гусеничный кран МКГ-100 [Электронный ресурс]. <http://www.techstory.ru/kran/krantech/mkg100.htm>. (дата обращения: 21.03.2019).

15. Гусеничный кран ДЭК-50 [Электронный ресурс]. http://zinref.ru/000_uchebniki/02700krani/004_00_00_tehnicheskie_harakteristiki_kranov/057.htm. (дата обращения: 21.03.2019).

16. Изотов В.С., Имайкин Д.Г. Строительные машины. Ч. 2. Строительные краны. Казань: КГАСУ, 2011. 104 с.

17. Курнев А.Д. Строительные краны и грузоподъемные механизмы. М.: Феникс, 2013. 240 с.

18. Изотов В.С., Ибрагимов Р.А. Монтаж строительных конструкций промышленного здания. Казань: КГАСУ, 2012. 80 с.

REFERENCES

1. Alpatov V. Yu., Solovyov A.V. Experimental design of a spatial lattice metal structure for covering an industrial building. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban planning and architecture], 2017, no. 4. pp. 4–8. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2017.04.1

2. Alpatov V. Yu., Soloviev A.V. Results of the survey of bearing structures of the cold warehouse of LLC "RESAL" Current problems in construction and architecture. *Aktual'nye problemy v stroitel'stve i arhitekture. Obrazovanie. Nauka. Praktika: materialy 64-j Vserossijskoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii po itogam NIR* [Prac. Materials of the 64th All-Russian Scientific and Technical Conference on the Results of Research]. Samara, 2007, pp. 477–478. (in Russian)

3. All technologies of building construction. Available at: <http://detalprostroy.org.ru/index.php/2010-07-20-10-52-05/54-2010-07-20-16-51-06> (accessed 21 march 2019).

4. Educational portal "all lectures". Available at: <http://vse-lekcii.ru/mosty-i-tonneli/stroitelstvo-gorodskih-mostovyh-sooruzhenij/montazhkranami-bolshoj-gruzopodemnosti> (accessed 21 march 2019).

5. Telitchenko V.I., Terentyev O.M., Lapidus A.A. *Tekhnologiya vozvedeniya zdaniy i sooruzhenij* [Technology of construction of buildings and structures]. Moscow, Higher School Publ., 2004. 446 p.

6. Ishchenko I.I. *Montazh stal'nyh i zhelezobetonnyh konstrukcij* [Installation of steel and reinforced concrete structures]. Moscow, Higher School Publ., 1991. 287 p.

7. Viktorova O.L., Petrynina L.N., Zvorygina S.V., Mathieva Yu.A. *Konstrukcii pokrytij zal'nyh pomeshchenij* [Structures of pavements coatings]. Penza, PGUAS Publ., 2013. 60 p.

8. Gilyazidinov N.V. et al. *Tekhnologicheskie processy v stroitel'stve* [Technological processes in construction]. Kemerovo, KuzGTU Publ., 2016. 114 p.

9. Tuzhilkin P.V. Analysis of Methods of Installation of Metal Structures of Coating. IX *Vserossijskaya nauchno-prakticheskaya konferenciya molodyh uchenykh «Rossiya molodaya»* [IX All-Russian Scientific and Practical Conference of Young Scientists "Russia Young"] Kemerovo, 2017, pp. 1–5. (in Russian)

10. Alpatov V. Yu., Holopov I.S. Use of various CAD in modeling the work of the node connection of the spatial lattice structure. *Sovremennye problemy sovershenstvovaniya i razvitiya metallicheskih, derevyannyh, plastmassovyh konstrukcij v stroitel'stve i na transporte: sbornik nauchnyh trudov mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii* [Modern problems of improvement and development of metal, wooden, plastic structures in construction and transport: collection of scientific works of the international scientific and technical conference]. Samara, 2002, pp. 186–192. (in Russian).

11. Doladov Yu.I. *Krany dlya vozvedeniya zdaniy i sooruzhenij* [Cranes for the construction of buildings and structures]. Samara, SGASU Publ., 2007. 108 p.

12. Kirnev A.D. *Stroitel'nye krany i gruzopod'emnye mekhanizmy: spravochnik* [Construction cranes and lifting mechanisms: reference book]. Moscow, Phoenix Publ., 2013. 666 p.

13. Stanevsky B.P., Moiseenko V.G., Kolesnik N.P., Kozhushko V.V. *Stroitel'nye krany* [Construction cranes]. Kiev, Budivelnik, 1984. 240 p.

14. Track crane MKG-100. Available at: <http://www.techstory.ru/kran/krantech/mkg100.htm>. (accessed 21 march 2019).

15. Track crane DEK-50 Available at: http://zinref.ru/000_uchebniki/02700krani/004_00_00_tehnicheskie_harakteristiki_kranov/057.htm. (accessed 21 march 2019).

16. Izotov V.S., Imaykin D.G. *Stroitel'nye mashiny. CH. 2. Stroitel'nye krany* [Construction machines. Part 2. Construction cranes]. Kazan, KGASU Publ., 2011. 104 p.

17. Kirnev A.D. *Stroitel'nye krany i gruzopod'emnye mekhanizmy* [Construction cranes and lifting mechanisms]. Moscow, Phoenix Publ., 2013. 240 p.

18. Izotov V.S., Ibragimov R.A. *Montazh stroitel'nyh konstrukcij promyshlennogo zdaniya* [Installation of building structures of industrial building]. Kazan, KGASU Publ., 2012. 80 ps.

Об авторах:

ДОЛАДОВ Юрий Иванович

доцент кафедры технологии и организации
строительного производства
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194
E-mail: doladovv@gmail.com

ЗОРИНА Марина Александровна

преподаватель кафедры технологии и организации
строительного производства
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194
E-mail: zorina1804@mail.ru

ХАБУР Ирина Владимировна

старший преподаватель кафедры технологии
и организации строительного производства
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194
E-mail: habur.irina@yandex.ru

БОКАРЕВА Екатерина Николаевна

магистрант кафедры технологии и организации
строительного производства
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194

ДОДОНОВА Дарья Александровна

магистрант кафедры технологии и организации
строительного производства
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194

DOLADOV Yury I.

Associate Professor of the Technology and Organization
of Construction Chair
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194
E-mail: doladovv@gmail.com

ZORINA Marina A.

Lecturer of the Technology and Organization of
Construction Chair
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194
E-mail: zorina1804@mail.ru

KHABUR Irina V.

Senior Lecturer of the Technology and Organization of
Construction Chair
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194
E-mail: habur.irina@yandex.ru

BOKAREVA Ekaterina N.

Master's Degree Student
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194

DODONOVA Daria A.

Master's Degree Student
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194

Для цитирования: Доладов Ю.И., Зорина М.А., Хабур И.В., Бокарева Е.Н., Додонова Д.А. Особенности монтажа пространственного решетчатого металлического покрытия производственного здания в условиях ограниченного пространства // Градостроительство и архитектура. 2019. Т. 9, № 4. С. 74–81. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.04.12.

For citation: Doladov Yu.I., Zorina M.A., Khabur I.V., Bokareva E.N., Dodonova D.A. Installation Features of Spatial Lattice Metal Covering of a Production Building in Limited Space Conditions. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2019. Vol. 9, no. 4. Pp. 74–81. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2019.04.12.