

В.С. ФЕДОРОВ¹, И.А. ТЕРЕХОВ¹, А.М. ЛИПАТОВ²

¹ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта», г. Москва, Россия

²Коломенский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», г. Коломна, Россия

ОБРАЗОВАНИЕ ДЕФЕКТОВ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ

***Аннотация.** В статье рассмотрены положения по выбору транспортных средств для перевозки сборных железобетонных конструкций. Потребность в применении железнодорожного транспорта при осуществлении доставки конструкций может быть вызвана строительством в отдаленных районах Сибири, а также существующим размещением предприятий-поставщиков.*

Для перевозки конструкций в основном используются полувагоны общего назначения, а также четырехосные платформы. Приведены способы закрепления и размещения железобетонных конструкций.

Рассмотрены основные причины повреждений железобетонных конструкций и разработаны рекомендации по их устранению при транспортировании. В большинстве случаев повреждения конструкций при железнодорожных перевозках происходят в момент соударения вагонов при неправильном спуске их с сортировочных горок из-за смещения или излома креплений под действием сдвигающегося груза, когда скорости платформ превышают нормативные. На количество повреждений также влияет некачественно осуществляемое крепление.

Исследованы возможности погрузки конструкций массового изготовления в полувагоны и на платформы, в предположении загрузки их одинаковыми по массе и размерам железобетонными конструкциями.

Приведены предложения по повышению эффективности перевозок железнодорожным транспортом, в том числе рекомендовано к применению техническое решение с установкой каркаса на платформе для перевозки плит.

Ключевые слова: транспортирование, железнодорожный транспорт, погрузка, сборный железобетон, плита, ферма, колонна, балка, дефект.

V.S. FEDOROV¹, I.A. TEREKHOV¹, A.M. LIPATOV²

¹Russian University of Transport, Moscow, Russia

²Kolomna Institute (branch) Moscow Polytechnic University, Kolomna, Russia

FORMATION OF DEFECTS IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES DURING TRANSPORTATION BY RAIL

***Abstract.** The article discusses the provisions on the choice of vehicles for the transportation of prefabricated reinforced concrete structures. The need for the use of railway transport in the delivery of structures may be caused by construction in remote areas of Siberia, as well as the existing location of supplier enterprises.*

General-purpose gondola cars, as well as four-axle platforms, are mainly used for transporting structures. The methods of fixing and placing reinforced concrete structures are given.

The main causes of damage to reinforced concrete structures are considered and recommendations for their elimination during transportation are developed. In most cases, structural damage during rail transportation occurs at the moment of collision of wagons when they are improperly lowered from the sorting slides due to displacement or fracture of fasteners under the action of shifting cargo, when the speeds of the platforms exceed the standard ones. The amount of damage is also affected by poor-quality fastening.

The possibilities of loading mass-produced structures into gondola cars and onto platforms are investigated, assuming that they are loaded with reinforced concrete structures of the same weight and size.

The proposals for improving the efficiency of rail transport are presented, including a recommended technical solution with the installation of a frame on a platform for transporting slabs.

Keywords: *transportation, rail transport, loading, precast concrete, slab, truss, column, beam, defect.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вельможин А.В., Куликов А.В., Фирсова С.Ю. К вопросу определения минимального количества ездки автомобиля при перевозке ЖБИ на строящийся объект // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия: Наземные транспортные системы. 2010. Т. 3. № 10 (70). С. 134-135.
2. Новикова В.Н., Литвинов Р.С. Совершенствование транспортировки строительных конструкций // Инженерный вестник Дона. 2019. № 1 (52). Режим доступа: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_126_Litvinov_N.pdf_37d1276fac.pdf.
3. Осьминин А.Т., Белозерова И.Г. Совершенствование системы планирования перевозок грузов // Железнодорожный транспорт. 2020. № 3. С. 17-21.
4. Терехов И.А. К вопросу перевозки автомобильным транспортом сборных железобетонных конструкций // Инженерный вестник Дона. 2023. № 8(104). С. 283-295. Режим доступа: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_36_8_terekhov.pdf_76ddc9400e.pdf.
5. Шадрина А.Р. Основные проблемы и пути их решения при организации крупногабаритных и тяжеловесных грузов // Экономика и бизнес: теория и практика. 2021. № 11-3 (81). С. 174-177.
6. Jang J.Y., Ahn S., Kim T.W. Cloud-based information system for automated precast concrete transportation planning. Automation in Construction. 2023. № 152. 104942. (eng)
7. Kim M.K., Sohn H., Chang C.C. Automated dimensional quality assessment of precast concrete panels using terrestrial laser scanning. Automation in Construction. 2014. № 45. Pp 163-177. (eng)
8. Технические условия размещения и крепления грузов. Приложение 3 к СМГС (по состоянию на 1 июля 2020 года) [Электронный ресурс]. — Белорусская железная дорога, 2020. 354 с. Режим доступа: https://www.rw.by/upload/iblock/fec/Pril-3-SMGS_Tom-2_2020.pdf (дата обращения: 07.12.2023).
9. Смахов А.А., Малов А.Д., Островский А.М., Рудых С.С., Демянкова Т.В. Грузоведение, сохранность и крепление грузов. М.: Транспорт, 1987. 239 с.
10. Бутор А.И., Короткова Л.С. К вопросу о сохранности строительных конструкций изделий в процессе их транспортирования по железной дороге // Совершенствование технологии изготовления конструкций и методов строительства транспортных зданий. М., 1984. 55-58 с.
11. Кодыш Э.Н., Трекин Н.Н., Федоров В.С., Терехов И.А. Железобетонные конструкции. В 2 ч. Ч. 1 Расчет конструкций: учебник для вузов. 2-е издание, дополненное и переработанное. М.: Издательство АСВ, 2022. 388 с.
12. Петров И.А., Кодыш Э.Н. К вопросу обеспечения сохранности сборных железобетонных конструкций при перевозке // Промышленное строительство. 1972. № 7. С. 5-6.
13. Петров А.Н., Путиков А.И. Оптимальные схемы транспортирования и монтажа длиномерных конструкций // Бетон и железобетон. 1988. № 1. С. 20-22.
14. Бондаренко В.М., Федоров В.С. Модели в теориях деформации и разрушения строительных материалов // Academia. Архитектура и строительство. 2013. № 2. С. 103-105.
15. Valinejadshoubi M., Bagchi A., Moselhi O. Damage detection for prefabricated building modules during transportation // Automation in Construction. Vol. 142. 2022. URL: [sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580522003399?via%3Dihub](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580522003399?via%3Dihub) (eng)
16. СТО НОСТРОЙ 2.7.55-2011 Плиты покрытий и перекрытий сборные железобетонные с предварительно напряженной арматурой для пролетов до 7,2 м. Технические требования к монтажу и контролю их выполнения — М.: Издательство «БСТ», 2008. 58 с.
17. Альбом-справочник полувагонов [Электронный ресурс]. / Интекс Логистик, 2018. 119 с. Режим доступа: <http://intecs-log.ru/wp-content/uploads/2018/05/Poluvagony.pdf>.
18. Альбом-справочник универсальных платформ [Электронный ресурс]. / Интекс Логистик, 2018. 111 с. Режим доступа: <http://intecs-log.ru/wp-content/uploads/2018/05/Universalnye-platformy.pdf>.
19. Федоров В.С., Трекин Н.Н., Кодыш Э.Н., Терехов И.А. Критерии для оценки категории технического состояния железобетонных колонн, ригелей, балок и ферм // Строительство и реконструкция. 2023. № 3(107). С. 58-69.
20. Келасьев Н.Г., Кодыш Э.Н., Трекин Н.Н., Терехов И.А., Шмаков С.Д., Хаютин Ю.Г. Совершенствование нормативной системы в строительстве на всех этапах жизненного цикла объекта // Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 4. С. 10-15.
21. Терехов И.А., Такташкина О.Л. Ликвидация дефектов ребристых плит перекрытий и покрытий // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2022. № 11-2 (74). С. 167-172.

REFERENCES

1. Velmozhin A.V., Kulikov A.V., Firsova S.Yu. K voprosu opredeleniya minimal'nogo kolichestva ezdok avtomobilja pri perezovke ZhBI na strojashhijsja ob"ekt [On the issue of determining the minimum number of car rides when transporting reinforced concrete to an object under construction]. *Proceedings of the Volgograd State Technical University. Series: Ground Transportation Systems*. 2010. T. 3. No. 10 (70). Pp. 134-135. (rus)
2. Novikova V.N., Litvinov R.S. Sovershenstvovanie transportirovki stroitel'nyh konstrukcij [Improving the transportation of building structures]. *Engineering Journal of Don*, 2019. No. 1 (52). URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_126_Litvinov_N.pdf_37d1276fac.pdf. (rus)
3. Osminin A.T., Belozeroва I.G. Sovershenstvovanie sistemy planirovaniya perezovok gruzov [Improving the cargo transportation planning system]. *Railway transport*. 2020. No. 3. pp. 17-21. (rus)
4. Terekhov I.A. K voprosu perezovki avtomobil'nym transportom sbornyh zhelezobetonnyh konstrukcij [On the issue of transportation of prefabricated reinforced concrete structures by road] // *Engineering Journal of Don*. – 2023. No. 8(104). Pp. 283-295. URL: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_36_8_terekhov.pdf_76ddc9400e.pdf. (rus)
5. Shadrina A.R. Osnovnye problemy i puti ih resheniya pri organizacii krupnogabaritnyh i tyazhelovesnyh gruzov [The main problems and ways to solve them in the organization of bulky and heavy cargo]. *Economics and Business: theory and practice*. 2021. No. 11-3 (81). Pp. 174-177. (rus)
6. Jang J.Y., Ahn S., Kim T.W. Cloud-based information system for automated precast concrete transportation planning. *Automation in Construction*. 2023. No. 152. 104942.
7. Kim M.K., Sohn H., Chang C.C. Automated dimensional quality assessment of precast concrete panels using terrestrial laser scanning. *Automation in Construction*. 2014. No. 45. Pp. 163-177
8. Tekhnicheskie usloviya razmeshcheniya i krepneniya gruzov. Prilozhenie 3 k SMGS (po sostoyaniyu na 1 iyulya 2020 goda) [Technical conditions for the placement and fastening of goods. Appendix 3 to the SMGS (as of July 1, 2020)] [Online]. Belarusian Railway, 2020. 354 p. URL: https://www.rw.by/upload/iblock/fec/Pril-3-SMGS_Tom-2_2020.pdf. (rus)
9. Smekhov A.A., Maslov A.D., Ostrovsky A.M., Rudykh S.S., Demyankova T.V. Gruzovedenie, sohrannost' i krepnenie gruzov. [Cargo science, safety and fastening of goods]. Moscow: Transport, 1987. 239 p. (rus)
10. Butor A.I., Korotkova L.S. K voprosu o sohrannosti stroitel'nyh konstrukcij izdelij v processe ih transportirovaniya po zheleznoj doroge [On the issue of the safety of building structures of products in the process of their transportation by rail] // Improving the technology of manufacturing structures and methods of construction of transport buildings. Moscow, 1984. Pp. 55-58. (rus)
11. Kodysh E.N., Trekin N.N., Fedorov V.S., Terekhov I.A. Zhelezobetonnye konstrukcii. V 2 ch. Ch. 1 Raschet konstrukcij: uchebnik dlja vuzov. [Reinforced concrete structures. In 2 parts. Part 1 Calculation of structures: a textbook for universities. 2nd edition, enlarged and revised]. Moscow: ASV Publishing House, 2022. 388 p. (rus)
12. Petrov I.A., Kodysh E.N. K voprosu obespecheniya sohrannosti sbornyh zhelezobetonnyh konstrukcij pri perezovke [On the issue of ensuring the safety of precast reinforced concrete structures during transportation]. *Industrial construction*. 1972. No. 7. Pp. 5-6. (rus)
13. Petrov A.N., Putikov A.I. Optimal'nye skhemy transportirovaniya i montazha dlinnomernyh konstrukcij [Optimal schemes of transportation and installation of long-length structures]. *Concrete and reinforced concrete*. 1988. No. 1. Pp. 20-22. (rus)
14. Bondarenko V.M., Fedorov V.S. Modeli v teoriyah deformacii i razrusheniya stroitel'nyh materialov [Models in theories of deformation and destruction of building materials] // *Academia. Architecture and construction*. 2013. No. 2. Pp. 103-105. (rus)
15. Valinejadshoubi M., Bagchi A., Moselhi O. Damage detection for prefabricated building modules during transportation. *Automation in Construction*. Vol. 142. 2022. URL: [sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580522003399?via%3Dihub](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580522003399?via%3Dihub)
16. STO NOSTROI 2.7.55-2011 Plity pokrytij i perekrytij sbornye zhelezobetonnye s predvaritel'no napryazhennoj armaturoj dlya proletov do 7,2 m. Tekhnicheskie trebovaniya k montazhu i kontrolyu ih vypolneniya [Prefabricated reinforced concrete slabs with prestressed reinforcement for spans up to 7.2 m. Technical requirements for installation and control of their implementation]. Moscow: Publishing house "BST", 2008. 58 p. (rus)
17. Al'bom-spravochnik poluvagonov [Album-guide of gondola cars] [Online]. / Intex Logistics, 2018. 119 p. URL: <http://intecs-log.ru/wp-content/uploads/2018/05/Poluvagony.pdf>. (rus)
18. Al'bom-spravochnik universal'nyh platform [Album-reference of universal platforms] [Online]. / Intex Logistics, 2018. 111 p. URL: <http://intecs-log.ru/wp-content/uploads/2018/05/Universalnye-platformy.pdf>. (rus)
19. Fedorov V.S., Trekin N.N., Kodysh E.N., Terekhov I.A. Kriterii dlya ocenki kategorii tekhnicheskogo sostoyaniya zhelezobetonnyh kolonn, rigelej, balok i ferm [Criteria for assessing the category of technical condition of reinforced concrete columns, crossbars, beams and trusses] *Building and reconstruction*. 2023. No. 3(107). Pp. 58-69. (rus)
20. Kelasyev N.G., Kodysh E.N., Trekin N.N., Terekhov I.A., Shmakov S.D., Khayutin Yu.G. Sovershenstvovanie normativnoj sistemy v stroitel'stve na vsekh etapah zhiznennogo cikla ob"ekt [Improving the regulatory system in construction at all stages of the life cycle of an object]. *Industrial and civil engineering*. 2019. No. 4. pp. 10-15. (rus)

21. Terekhov I.A., Taktashkina O.L. Likvidaciya defektov rebristyh plit perekrytij i pokrytij [Liquidation of defects in ribbed floor slabs and coverings]. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*. 2022. No. 11-2 (74). Pp. 167-172. (rus)

Информация об авторах:

Федоров Виктор Сергеевич

ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта», г. Москва, Россия,
доктор технических наук, профессор, академик РААСН, заведующий кафедрой Строительных конструкций,
зданий и сооружений.

E-mail: fvs_skzs@mail.ru

Терехов Иван Александрович

ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта», г. Москва, Россия,
кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры Строительных конструкций, зданий и сооружений.

E-mail: terekhov-i@mail.ru

Липатов Анатолий Михайлович

Коломенский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», г. Коломна, Россия,
кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры Технологии машиностроения и систем
автоматизированного проектирования.

E-mail: polytech-kolomna@mail.ru

Information about authors:

Fedorov Viktor S.

Russian University of Transport, Moscow, Russia,
doctor of technical sciences, professor, academician of the RAACS, head of the department of building constructsures,
buildings and structures.

E-mail: fvs_skzs@mail.ru

Terekhov Ivan A.

Russian University of Transport, Moscow, Russia,
candidate of technical science, associated professor, associated professor of the department of building constructsures,
buildings and structures.

E-mail: terekhov-i@mail.ru

Lipatov Anatoly M.

Kolomna Institute (branch) Moscow Polytechnic University, Kolomna, Russia,
candidate of technical science, associated professor, associated professor of the department of mechanical engineering
technology and computer-aided design Systems.

E-mail: polytech-kolomna@mail.ru