

Н.Г. ЦАРИТОВА¹, А.И. КУРБАНОВ¹, А.А. КУРБАНОВА¹,

¹ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», г. Новочеркасск, Россия

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ЗДАНИЯ НА ОСНОВЕ ТРАНСФОРМИРУЕМЫХ КАРКАСОВ

***Аннотация.** В строительной отрасли все чаще появляются здания, обеспечивающие себя энергией. В статье рассматриваются формообразующие возможности кинематической системы, представлены решетки и получаемые из них объемно-пространственные формы. Особое внимание уделено цилиндрической поверхности, геометрическая неизменяемость ее обеспечивается жесткостью контура и пространственной формой поверхности центральной части. Автрами статьи предложено общественное здание на основе трансформируемого каркаса – это быстровозводимая и легкая пространственная конструкция, которая будет удовлетворять трем главным требованиям современности: энергосбережение, экономичность и экологичность. Создана трехмерная модель конструкции, рассмотренная в двух состояниях: до возведения (плоская прямолинейная решетка) и после возведения. Выполнен подбор ограждающих конструкций на основе теплотехнического расчета, а в качестве дополнительных панелей используются солнечные батареи. Предложено цветовое решение фасадов. Световые проемы треугольной формы на боковом фасаде и трапециевидные с треугольными на торцах здания. Такое решение обусловлено поддержанием ритмичности конструкций и сэндвич-панелей, установки дополнительных внутренних опор. Отсутствие внутренних опор в здании обеспечивает свободу в вопросах планировки. Для выработки альтернативного вида энергии и экономии на здание установлены солнечные батареи так чтобы не нарушать общую концепцию фасадов.*

Ключевые слова: трансформируемый каркас, формообразование, энергоэффективность.

N.G. TSARITOVA¹, A.I. KURBANOV¹, A.A. KURBANOVA¹

¹Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk, Russia

ENERGY-EFFICIENT BUILDINGS BASED ON TRANSFORMABLE FRAMES

***Abstract.** In the construction industry, buildings that provide themselves with energy are increasingly appearing. The article discusses the formative capabilities of the kinematic system, presents lattices and the three-dimensional shapes obtained from them. Special attention is paid to the cylindrical surface, its geometric immutability is ensured by the rigidity of the contour and the spatial shape of the surface of the central part. The authors of the article proposed a public building based on a transformable frame – it is a quick-erect and lightweight spatial structure that will meet the three main requirements of modernity: energy conservation, eco-nomicity and environmental friendliness. Have created a three-dimensional model of the structure, viewed in two states: before construction (flat rectilinear lattice) and after construction. The selection of enclosing structures based on thermal engineering calculations was carried out, and solar panels are used as additional panels. The color scheme of the facades is proposed. The light openings are triangular in shape on the side facade and trapezoidal with triangular at the ends of the building. This solution is due to maintaining the rhythm of structures and sandwich panels, installation of additional internal supports. The absence of internal supports in the building provides freedom in planning issues. To generate an alternative type of energy and save money, solar panels are installed on the building so as not to violate the general concept of facades.*

Keywords: transformable frame, shaping, energy efficiency.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семикин П.П., Бацунова Т.П. Динамическая архитектура. Кинетические фасады // Известия вузов. Строительство. 2018. № 6 (714). С. 86-96.
2. Сологубов Ю.П., Гордеева Т.Е. Анализ планировочных решений жилых зданий по энергоэффективности // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2015. № 4(21). С. 104-107. doi:10.17673/Vestnik.2015.04.14..
3. Кирюдчева А.Е., Шишкина В.В. Энергоэффективные фасадные системы // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 4(31). С. 248-262.
4. Paiho S., Seppä I.P., Jimenez C. An energetic analysis of a multifunctional façade system for energy efficient retrofitting of residential buildings in cold climates of Finland and Russia // Sustainable Cities and Society. 2015. Vol. 15. Pp. 75-85. doi:10.1016/j.scs.2014.12.005.
5. Buzalo N.A., Versilov S.O., Platonova I., Tsaritova N. (2020). Energy efficient building structures based on gridshell. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 698. doi:10.1088/1757-899x/698/2/022010.
6. Abramczyk J. Building Structures Roofed with Multi-Segment Corrugated Hyperbolic Paraboloid Steel Shells// Procedia Engineering. 2016. Vol. 161. Pp. 1545–1550. doi:10.1016/j.proeng.2016.08.624.
7. Zeng Q., Mao T., Li H., Peng Y. Thermally insulating lightweight cement-based composites incorporating glass beads and nano-silica aerogels for sustainably energy-saving buildings // Energy and Buildings. 2018. Vol. 174. Pp. 97-110 doi:10.1016/j.enbuild.2018.06.031.
8. Tsaritova N., Tumasov A., Kalinina A., Kosogov V. Possibilities of Architectural and Constructive Shaping of Spatial Forms from Rod Arches // Lecture Notes in Civil Engineering. 2021. Vol. 160 LNCE. Pp. 229-235. doi:10.1007/978-3-030-75182-1_31.
9. Травуш В.И., Антошкин В.Д., Ерофеев В.Т., Гудожников С.С. Современные конструктивно-технологические решения сферических оболочек // Строительство и реконструкция. 2012. № 6(44). С. 45-55.
10. Тумасов А.А., Царитова Н.Г., Курбанов А.И., Калинина А.А. Геометрические параметры стержневых трансформируемых арочных систем // Строительство и архитектура. 2017. Т. 5. № 2. С. 135-140. doi:10.12737/article_59806881305c30.67459418.
11. Петров С.М. Автоматизированное проектирование и расчет трехслойных панелей с учетом силового и температурного воздействия // Строительная механика и расчет сооружений. 2013. № 1(246). С. 23-28.
12. Плотников В.В., Ботаговский М.В. Инновационные ограждающие конструкции и материалы для реализации ресурсоэнергоэффективного строительства // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2015. № 4(12). С. 35-44.
13. Гагарин В.Г., Козлов В.В. Теоретические предпосылки расчета приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций // Строительные материалы. 2010. № 12. С. 4-12.
14. Горелик П.И., Золотова Ю.С. Современные теплоизоляционные материалы и особенности их применения // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. № 3(18). С. 93-103.
15. Панченко В.А., Стребков Д.С., Персиц И.С. Солнечные модули с увеличенным сроком службы на уровне номинальной мощности // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. 2015. № 19(183). С. 55-60. doi:10.15518/isjaee.2015.19.007.
16. Панченко В.А. Моделирование теплофотоэлектрической кровельной панели для энергоснабжения объектов // Строительство и техногенная безопасность. 2018. № 13(65). С. 143-157.
17. Хуторной А.Н., Цветков Н.А., Кривошеин Ю.О., Кузнецова А.А. Эффективность использования солнечных вакуумных трубчатых коллекторов в природно-климатических условиях Якутии // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2016. № 3(56). С. 156-165.
18. Кузьева Н.А., Горбунова В.С. Купольные конструкции как способ реализации новых архитектурных идей // Perspectives of Science and Education. 2014. № 1. С. 269-272.
19. Chandiwala A. Analysis and design of steel dome using software // International Journal of Research in Engineering and Technology (IJRET). eSAT Publishing House, Bangalore, India. 2014. Vol. 3. Issue 3. Pp. 35–39. https://doi.org/10.15623/ijret.2014.0303006
20. Jadhav H.S., Ajit S. Patil. Parametric Study of Double Layer Steel Dome with Reference to Span to Height Ratio // International Journal of Science and Research (IJSR). August 2013. Vol. 2. Issue 8. Pp. 110-118, https://www.ijsr.net/get_abstract.php?paper_id=0201392.

REFERENCES

1. Semikin P.P., Batsunova T.P. Dinamicheskaya arxitektura. Kineticheskie fasady` [Dynamic architecture. Kinetic facades] *Izvestiya vuzov. Stroitel' stvo*. 2018. Vol. 714. No. 6. Pp. 86-96. (rus)
2. Sologubov Yu.P., Gordeeva T.E. Analysis of planning solutions of residential buildings for energy efficiency // *Herald of the SSASU. Urban planning and architecture*. 2015. No. 4(21). Pp. 104-107. doi:10.17673/Vestnik.2015.04.14 (in rus)
3. Kiryudcheva A.E., Shishkina V.V. Energy-efficient facade systems // *Construction of unique buildings and structures*. 2015. No. 4(31). Pp. 248-262 (in rus)
4. Paiho S., Seppä I.P., Jimenez C. An energetic analysis of a multifunctional façade system for energy efficient retrofitting of residential buildings in cold climates of Finland and Russia // *Sustainable Cities and Society*. 2015. Vol. 15. Pp. 75-85. doi:10.1016/j.scs.2014.12.005.
5. Buzalo N.A., Versilov S.O., Platonova I., Tsaritova N. (2020). Energy efficient building structures based on gridshell. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 698. doi:10.1088/1757-899x/698/2/022010.
6. Abramczyk J. Building Structures Roofed with Multi-Segment Corrugated Hyperbolic Paraboloid Steel Shells// *Procedia Engineering*. 2016. Vol. 161. Pp. 1545–1550. doi:10.1016/j.proeng.2016.08.624.
7. Zeng Q., Mao T., Li H., Peng Y. Thermally insulating lightweight cement-based composites incorporating glass beads and nano-silica aerogels for sustainably energy-saving buildings // *Energy and Buildings*. 2018. Vol. 174. Pp. 97-110 doi:10.1016/j.enbuild.2018.06.031.
8. Tsaritova N.G, Tumasov A.A, Kalinina A.A, Kosogov V. Possibilities of Architectural and Constructive Shaping of Spatial Forms from Rod Arches // *Lecture Notes in Civil Engineering*. 2021. Vol. 160 LNCE. Pp. 229-235. doi:10.1007/978-3-030-75182-1_31. (in rus)
9. Travush V.I., Antoshkin V.D., Erofeev V.T., Gudozhnikov S.S. Modern constructive and technological solutions of spherical shells // *Construction and reconstruction*. 2012. No. 6(44). P. 45-55. (in rus)
10. Tumasov A.A., Tsaritova N.G, Kurbanov A.I, Kalinina A.A. Geometric parameters of rod transformable arch systems // *Construction and Architecture*. 2017. T. 5. No. 2. Pp. 135-140. doi:10.12737/article_59806881305c30.67459418.
11. Petrov S.M. Computer-aided design and calculation of three-layer panels taking into account force and temperature effects // *Construction mechanics and calculation of structures*. 2013. No. 1(246). Pp. 23-28. (in rus)
12. Plotnikov V.V., Botagovsky M.V. Innovative enclosing structures and materials for the implementation of resource-energy-efficient construction // *Biosphere compatibility: man, region, technologies*. 2010. No. 12. Pp. 4-12. (in rus)
13. Gagarin V.G., Kozlov V.V. Theoretical prerequisites for calculating the reduced heat transfer resistance of enclosing structures // *Building materials*. 2010. No. 12. Pp. 4-12.
14. Gorelik P.I. Zolotova Y.S. Modern thermal insulation materials and features of their application // *Construction of unique buildings and structures*. 2014. No. 3(18). Pp. 93-103. (in rus)
15. Panchenko V.A., Strebkov D.S., Persits I.S. Solar modules with extended service life at the rated power level // *International Scientific Journal Alternative Energy and Ecology*. 2015. No. 19(183). Pp. 55-60. doi:10.15518/isjaee.2015.19.007. (in rus)
16. Panchenko V.A. Modeling of a thermal photovoltaic roofing panel for power supply of objects // *Construction and technogenic safety*. 2018. No. 13(65). Pp. 143-157. (in rus)
17. Khutoroi A.N., Tsvetkov N.A., Krivoshein Yu.O., Kuznetsova A.A. Efficiency of using solar vacuum tubular collectors in natural and climatic conditions of Yakutia // *Bulletin of Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering*. 2016. No. 3(56). Pp. 156-165. (in rus)
18. Kuzyaeva N.A., Gorbunova V.S. Domed structures as a way to implement new architectural ideas// *Perspectives of Science and Education*. 2014. No. 1. Pp. 269-272. (in rus)
19. Chandiwala A. Analysis and design of steel dome using software // *International Journal of Research in Engineering and Technology (IJRET)*. eSAT Publishing House, Bangalore, India. 2014. Vol. 3. Issue 3. Pp. 35–39. <https://doi.org/10.15623/ijret.2014.0303006>.
20. Jadhav H.S., Ajit S. Patil. Parametric Study of Double Layer Steel Dome with Reference to Span to Height Ratio // *International Journal of Science and Research (IJSR)*. August 2013. Vol. 2. Issue 8. Pp. 110-118, https://www.ijsr.net/get_abstract.php?paper_id=0201392.

Информация об авторах:

Царитова Надежда Геннадьевна

ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова»,
г. Новочеркасск, Россия,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Градостроительство, проектирование зданий и сооружений».
E-mail: ncaritova@yandex.ru

Курбанов Абакар Ибрагимович

ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова»,
г. Новочеркасск, Россия,
аспирант кафедры «Градостроительство, проектирование зданий и сооружений».
E-mail: abakar0517@gmail.com

Курбанова Анастасия Алексеевна

ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова»,
г. Новочеркасск, Россия,
аспирант кафедры «Градостроительство, проектирование зданий и сооружений».
E-mail: anastasia.a.kalinina@yandex.ru

Information about authors:

Tsaritova Nadezhda G.

Platov South-Russian State Polytechnic University, (NPI), Novochoerkassk, Russia,
PhD, assistant professor of Department «Urban development, designing of buildings and structures».
E-mail: ncaritova@yandex.ru

Kurbanov Abakar Ib.

Platov South-Russian State Polytechnic University, (NPI), Novochoerkassk, Russia,
postgraduate student of Department «Urban development, designing of buildings and structures».
E-mail: abakar0517@gmail.com

Kurbanova Anastasia Al.

Platov South-Russian State Polytechnic University, (NPI), Novochoerkassk, Russia,
postgraduate student of Department «Urban development, designing of buildings and structures».
E-mail: anastasia.a.kalinina@yandex.ru