

А.В. КОРШАКОВ¹, М.С. ЛИСЯТНИКОВ¹, М.В. ЛУКИН¹, С.И. РОЩИНА¹
¹ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и
Николая Григорьевича Столетовых», г. Владимир, Россия

ПРОЧНОСТЬ И ДЕФОРМАТИВНОСТЬ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ, АРМИРОВАННЫХ ОТРАБОТАННЫМИ ПОЛОТНАМИ ЛЕНТОЧНЫХ ПИЛ

Аннотация. В России всё больше расширяется объём выпускаемой пилопродукции, получаемой за счёт раскроя крупномерных брёвен на ленточнопильных станках. Полотна ленточных пил обрабатывают от 20 до 500 часов, и технология их вторичного использования в настоящее время не предусмотрена. Создание эффективного метода армирования деревянных конструкций отработанными полотнами ленточных пил позволит повысить их показатели несущей способности, жёсткости и эксплуатационной надёжности. Предполагается, что по сочетанию прочностных показателей и технологичности новые армированные деревянные конструкции будут соответствовать существующим аналогам, а по экономическим показателям – превосходить их. Новизна исследования состоит во вторичном использовании техногенных отходов деревообрабатывающих производств в строительстве зданий и сооружений, что позволит с достаточной степенью достоверности обосновать эффективность предложенного метода армирования деревянных конструкций. В статье исследуются балки из цельной древесины длиной 6 метров сечением 100×200 мм, испытания производятся на изгиб. Выполнено численное моделирование плоского напряжённого состояния методом конечных элементов. Несущая способность балки с армированием отработанными полотнами ленточных пил увеличилась в 1,5 раза в сравнении с неармированной балкой.

Ключевые слова: древесина, деревянные конструкции, балки, армирование, прочность.

A.V. KORSHAKOV¹, M.S. LISYATNIKOV¹, M.V. LUKIN¹, S.I. ROSHINA¹
¹ Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs, Vladimir, Russia

STRENGTH AND DEFORMABILITY OF WOODEN STRUCTURES REINFORCED WITH WASTE BAND SAW BLADES

Abstract. In Russia, the volume of sawn products produced by cutting large-sized logs on band saws is increasingly expanding. The blades of band saws work from 20 to 500 hours and the technology of their secondary use is currently not provided. The creation of an effective method of reinforcing wooden structures with spent band saw blades will increase their load-bearing capacity, rigidity and operational reliability. It is assumed that in terms of the combination of strength indicators and manufacturability, the new reinforced wooden structures will correspond to existing analogues, and in terms of economic indicators they will surpass them. The conceptual novelty consists in the secondary use of man-made waste from woodworking industries in the construction of buildings and structures, which for the first time will allow to justify the effectiveness of the method of reinforcing wooden structures with treated band saw blades at a high theoretical level. The article examines beams made of solid wood with a length of 6 meters with a cross section of 100 × 200 mm, bending tests are performed. Numerical simulation of the plane stress state by the finite element method is performed. The load-bearing capacity of a beam reinforced with spent band saw blades increased by 1.5 times in comparison with an unreinforced beam.

Keywords: wood, wooden structures, beams, reinforcement, strength.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киселев С.В., Блохин А.В., Дулевич А.Ф. Ленточные пилы с повышенной долговечностью полотна // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2016. № 46. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/lentochnye-pily-s-povyshennoy-dolgovechnostyu-polotna> (дата обращения: 24.03.2023).
2. Журавлева Л.Н., Девятловская А.Н. Основные направления использования древесных отходов // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2007. № 18. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnyie-napravleniya-ispolzovaniya-drevesnyh-othodov> (дата обращения: 24.03.2023).
3. Спицын И.Н. Анализ устойчивости и напряженного состояния ленточных пил для раскроя древесины // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2011. № 29. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-ustoychivosti-i-napryazhennogo-sostoyaniya-lentochnyh-pil-dlya-raskroya-drevesiny> (дата обращения: 24.03.2023).
4. Воробьев А.А., Спицын И.Н., Кравченко Н.В., Очирова Л.А., Филиппов Ю.А. Исследование влияния вибрации механизма резания дереворежущего ленточнопильного станка на качество поверхности древесины // Успехи современной науки. 2017. Том 4. № 4. С. 178-184.
5. Luca V.De., Marano C. Prestressed glulam timbers reinforced with steel bars. Construction and Building Materials. 2012. Vol. 30. Pp. 206-217. doi:10.1016/j.conbuildmat.2011.11.016. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061811006465>.
6. Peixoto L.S., Soriano J., Mascia N.T., Pellis B.P. Bending behavior of steel bars reinforced glulam beams considering the homogenized cross section. Wood Material Science and Engineering. 2021. Vol. 17. Pp. 1-7. doi:10.1080/17480272.2021.1900392.
7. Griбанov A.S., Rimshin V.I., Roshchina S.I. Experimental investigations of composite wooden beams with local wood modification. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 687. Pp. 033039. doi:10.1088/1757-899X/687/3/033039.
8. Yang H., Liu W., Lu W., Zhu S., Geng Q. Flexural behavior of FRP and steel reinforced glulam beams: Experimental and theoretical evaluation. Construction and Building Materials. 2016. Vol. 106. Pp 550-563. doi:10.1016/j.conbuildmat.2015.12.135.
9. Novosel A., Sedlar T., Čizmar D., Turkulin H., Živković V.. Structural reinforcement of bi-directional oak-wood lamination by carbon fibre implants. Construction and Building Materials. 2021. Vol. 287. Pp. 123073. doi:10.1016/j.conbuildmat.2021.123073.
10. İşleyen Ü.K., Kesik H.İ. Experimental and numerical analysis of compression and bending strength of old wood reinforced with CFRP strips. Structures. 2021. Vol. 33. Pp. 259-271. doi:10.1016/j.istruc.2021.04.070.
11. Кошечев, А. А. Рощина С. И. Эффективность прямолинейного армирования деревянных балок перекрытий стальной тросовой арматурой без предварительного натяжения // Системы. Методы. Технологии. 2021. № 2(50). С. 100-105. doi:10.18324/2077-5415-2021-2-100-105.
12. Лукина А.В., Сергеев М.С. Исследование напряженно-деформированного состояния композитных деревянных балок // Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения: материалы Международных академических чтений. 2021. С. 183-190.
13. Uchimura K., Shioya S., Hira T. An innovative hybrid timber structure in japan: Experiments on the long term behavior in beam. Paper presented at the WCTE 2016 – World Conference on Timber Engineering. 2016.
14. Granholm H. Armerat Tra Reinforced Timber. 1954. 98 p.
15. Granholm H. Swedjebackens valswerks aktiebolag. 1944. No. 111150, 37, 301.
16. Турковский С.Б., Погорельцев А.А., Назаров Ю.П. Эффективность несущих клееных деревянных конструкций в сейсмических районах строительства // Промышленное и гражданское строительство. 2009. № 10. С. 10-13.
17. Турковский С.Б., Погорельцев А. А., Николаев В. Г. Физкультурно-оздоровительные комплексы Москвы с деревянными стропильными системами покрытий // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2008. № 8. С. 70-72.
18. Погорельцев А. А., Пятикрестовский К. П. Обоснование нормируемых значений модулей упругости при расчетах деревянных конструкций // Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 10. С. 33-35.
19. Щуко С. А., Смирнов А. В., Евдокимов А. В. Оптимальное армирование клееных деревянных балок на части длины // Тезисы научно-технической конференции «Повышение качества строительства автодорог в Нечерноземной зоне РФСР». 1987.
20. Патент на изобретение № SU 958612 A1 – «Деревянная балка». Авторское свидетельство СССР № 3008532, кл; Е04С 3/22, 1982 / Скрибо В.И., Шутов Г.И., Шалькевич Е.Б.; патентообладатель Белорусский ордена трудового красного знамени технологический институт им. С. М. Кирова; заявл. 26.11.1980 г.; публ. 15.09.1982 г.
21. Патент на полезную модель № RU 176996 U1 – «Клееная балка». Рос. Федерация: Е04С 3/12 / Бокарев С.А., Мурованный И.Ю.; патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет путей сообщения"; заявл. 2017.06.19 г.; публ. 2018.02.06 г.
22. Griбанov A. S., Roshchina S. I., Popova M. V., Sergeev M. S. Laminar polymer composites for wooden structures. Magazine of Civil Engineering. 2018. Vol. 83. Pp. 3-11. doi:10.18720/MCE.83.1.

23. Roshchina S., Lukin M., Lisyatnikov M., Koscheev A. The phenomenon for the wood creep in the reinforced glued wooden structures. MATEC Web of Conference. 2018. Vol. 245. Pp. 03020. doi:10.1051/mateconf/201824503020.
24. Labudin B. V., Popov E. V., Nikitina T. A. Notes for calculated resistance to tension for laminated wood. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 687. Pp. 033028. doi:10.1088/1757-899X/687/3/033028.
25. Labudin B. V., Popov E. V., Sopilov V. V. Stability of compressed sheathings of wood composite plate-ribbed structures. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 687. Pp. 033041. doi:10.1088/1757-899X/687/3/033041.
26. Labudin B., Popov E., Stolypin D., Sopilov V. The wood composite ribbed panels on mechanical joints. E3S Web of Conferences. 2019. Vol. 91. Pp. 02021. doi:10.1051/e3sconf/20199102021.
27. Патент на изобретение № RU 2 225 924 С2 – «Длинномерный несущий строительный элемент». Рос. Федерация: E04C 3/12 / Пятницкий А.А., Пятницкая М.М.; патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Московский государственный строительный университет" (МГСУ); заявл. 2012.07.18; публ. 2012.12.20 г.
28. Патент на изобретение № SU 84267 А1 – «Деревянная балка с металлической арматурой». Авторское свидетельство СССР № 84267 п. класс: E04C 3/18 / Поберезкин К.А.; патентообладатель Поберезкин К.А.; заявл. 1949.07.26 г.; публ. 1950.10.10 г.
29. Патент на изобретение № RU 171490 U1 – «Деревянная балка». Рос. Федерация: E04C 3/12 / Веселов В.В.; патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I»; заявл. 2017.02.22 г.; публ. 2017.06.02 г.
30. Патент на изобретение № RU 2 535 865 С1 – «Биопластмассовая балка». Рос. Федерация: E04C 3/07 / Жаданов В.И., Дмитриев П.П., Украинченко Д.А.; патентообладатель Автономная некоммерческая организация научно-технологический парк Оренбургского государственного университета "Технопарк ОГУ" (АНО "Технопарк ОГУ"); заявл. 2013.10.09 г.; публ. 2014.12.20 г.
31. Kreher K., Natterer J., Natterer J. Timber-glass-composite girders for a hotel in Switzerland. Structural Engineering International. 2004. Vol. 14. Pp. 149-151. doi:10.2749/101686604777963964.
32. McConnell E., McPolin D., Taylor S. Post-tensioning of glulam timber with steel tendons. Construction and Building Materials. 2014. Vol. 73. Pp. 426-433. doi:10.1016/j.conbuildmat.2014.09.079
33. Nowak T. Strength enhancement of timber beams using steel plates – Review and experimental tests. Drewno. 2016. Vol. 59. Pp. 75-90. doi:10.12841/wood.1644-3985.150.06.
34. Патент на изобретение № RU 2 225 924 С2 – «Длинномерный несущий строительный элемент». Рос. Федерация: E04C 3/292 / Шабля В.Ф., Кривицкий В.Г., Шапиро Г.И.; патентообладатели Шабля В.Ф., Кривицкий В.Г., Шапиро Г.И.; заявл. 2002.04.16 г.; публ. 2004.03.20 г.
35. Jasieńko, J., Nowak, T. Solid timber beams strengthened with steel plates – Experimental studies. Construction and Building Materials. 2014. Vol. 63. Pp. 81-88. doi:10.1016/j.conbuildmat.2014.04.020.

REFERENCES

1. Kiselev S. V., Blokhin A. V., Dulevich A. F. Lentochnye pily s povyshennoy dolgovechnostyu polotna [Band saws with increased blade durability]. Actual problems of the forest complex. 2016. No. 46. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/lentochnye-pily-s-povyshennoy-dolgovechnostyu-polotna> (date of access: 03/24/2023). (rus).
2. Zhuravleva L. N., Devyatlovskaya A. N. Osnovnye napravleniya ispolzovaniya drevesnykh ot-khodov [The main directions of the use of wood waste]. Actual problems of the forestry complex. 2007. No. 18. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-napravleniya-ispolzovaniya-drevesnykh-othodov> (date of access: 03/06/2023). (rus).
3. Spitsyn I. N. Analiz ustoychivosti i napryazhennogo sostoyaniya lentochnykh pil dlya raskroya drevesiny [Analysis of the stability and stress state of band saws for cutting wood]. Actual problems of the forest complex. 2011. No. 29. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-ustoychivosti-i-napryazhennogo-sostoyaniya-lentochnykh-pil-dlya-raskroya-drevesiny> (date of access: 03/06/2023). (rus).
4. Vorobyov A. A., Spitsyn I. N., Kravchenko N. V., Ochirova L. A., Filippov Yu. A. Issledovanie vliyaniya vibratsii mekhanizma rezaniya derevorezhushchego lentochnopilnogo stanka na kachestvo poverkhno-sti drevesiny [Investigation of the influence of vibration of the cutting mechanism of a wood-cutting band saw machine on the quality of the wood surface]. Successes of modern science. 2017. Vol. 4. No. 4. Pp. 178-184. (rus).
5. Luca V. De., Marano C. Prestressed glulam timbers reinforced with steel bars. Construction and Building Materials. 2012. Vol. 30. Pp. 206-217. doi:10.1016/j.conbuildmat.2011.11.016. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061811006465>.
6. Peixoto, L. S., Soriano, J., Mascia, N. T., Pellis, B. P. Bending behavior of steel bars reinforced glulam beams considering the homogenized cross section. Wood Material Science and Engineering. 2021. Vol. 17. Pp. 1-7. doi:10.1080/17480272.2021.1900392.

7. Griбанov A. S., Rimshin V. I., Roshchina S. I. Experimental investigations of composite wooden beams with local wood modification. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 687. Pp. 033039. doi:10.1088/1757-899X/687/3/033039.
8. Yang H., Liu W., Lu W., Zhu S., Geng Q. Flexural behavior of FRP and steel reinforced glulam beams: Experimental and theoretical evaluation. Construction and Building Materials. 2016. Vol. 106. Pp. 550-563. doi:10.1016/j.conbuildmat.2015.12.135.
9. Novosel A., Sedlar T., Čizmar D., Turkulin H., Živković V.. Structural reinforcement of bi-directional oak-wood lamination by carbon fibre implants. Construction and Building Materials. 2021. Vol. 287. Pp. 123073. doi:10.1016/j.conbuildmat.2021.123073.
10. İşleyen Ü. K., Kesik H. İ. Experimental and numerical analysis of compression and bending strength of old wood reinforced with CFRP strips. Structures. 2021. Vol. 33. Pp. 259-271. doi:10.1016/j.istruc.2021.04.070.
11. Koshcheev, A. A. Roshchina S. I. Effektivnost pryamolineynogo armirovaniya derevyannykh ba-lok perekrytiy stalnoy trosovoy armaturoy bez predvaritelnogo natyazheniya [Efficiency of rectilinear reinforcement of wooden floor beams with steel cable reinforcement without pretensioning. Systems. Methods. Technologies. 2021. No. 2 (50). Pp. 100-105. doi:10.18324/2077-5415-2021-2-100-105. (rus).
12. Lukina, A. V., Sergeev M. S. Issledovanie napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya kom-pozitnykh derevyannykh balok [Study of the stress-strain state of composite wooden beams]. Safety of the construction fund of Russia. Problems and Solutions: Proceedings of the International Academic Readings. 2021. Pp. 183-190. (rus).
13. Uchimura K., Shioya S., Hira T. An innovative hybrid timber structure in japan: Experiments on the long term behavior in beam. Paper presented at the WCTE 2016 – World Conference on Timber Engineering. 2016.
14. Granholm H. Armerat Tra Reinforced Timber. 1954. 98 p.
15. Granholm H. Swedjebackens valsverks aktiebolag. 1944. No 111150, 37, 301.
16. Turkovsky S.B., Pogoreltsev A.A., Nazarov Yu.P. Effektivnost nesushchikh kleenyykh dere-vyannykh konstruksiy v seismicheskikh rayonakh stroitelstva [Efficiency of load-bearing glued wooden structures in seismic areas of construction]. Industrial and civil construction. 2009. No. 10. Pp. 10-13. (rus).
17. Turkovskiy S. B., Pogoreltsev A. A., Nikolaev V. G. Fizkulturno-ozdorovitelnye kom-pleksy Moskvy s derevyannymi stropilnymi sistemami pokrytiy [Physical culture and recreation complexes of Moscow with wooden roof systems of coverings]. Building materials, equipment, technologies of the XXI century. 2008. No 8. Pp. 70-72. (rus).
18. Pogoreltsev A. A., Pyatikrestovkiy K. P. Obosnovanie normiruemykh znacheniy moduley uprugosti pri raschetakh derevyannykh konstruksiy [Substantiation of normalized values of elastic modulus in calculations of wooden structures]. Industrial and civil construction. 2013. No. 10. Pp. 33-35. (rus).
19. Shchuko S. A., Smirnov A. V., Evdokimov A. V. Optimalnoe armirovanie kleenyykh derevyannykh balok na chasti dliny [Optimal reinforcement of glued wooden beams for parts of the length]. Abstracts of the scientific and technical conference "Improving the quality of road construction in the Non-Chernozem zone of the RSFSR". 1987. (rus).
20. Patent for invention No. SU 958612 A1 – "Derevyannaya balka" ["Wooden beam"]. Copyright certificate of the USSR No. 3008532, cl; E04C 3/22, 1982 / Skiba V. I., Shutov G. I., Shalkevich E. B.; patent holder of the Belarusian Order of the Red Banner of Labor Technological Institute named after S. M. Kirov; application 26.11.1980; publ. 15.09.1982. (rus).
21. Utility model patent No. RU 176996 U1 – "Derevyannaya balka" ["Glued beam"]. Grew up. Federation: E04C 3/12 / Bokarev S.A., Murovannyi I.Yu.; patent holder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Siberian State University of Ways of Communication"; application 2017.06.19; publ. 2018.02.06. (rus).
22. Griбанov A. S., Roshchina S. I., Popova M. V., Sergeev M. S. Laminar polymer composites for wooden structures. Magazine of Civil Engineering. 2018. Vol. 83. Pp. 3-11. doi:10.18720/MCE.83.1.
23. Roshchina S., Lukin M., Lisyatnikov M., Koscheev A. The phenomenon for the wood creep in the reinforced glued wooden structures. MATEC Web of Conference. 2018. Vol. 245. Pp. 03020. doi:10.1051/mateconf/201824503020.
24. Labudin B. V., Popov E. V., Nikitina T. A. Notes for calculated resistance to tension for laminated wood. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 687. Pp. 033028. doi:10.1088/1757-899X/687/3/033028.
25. Labudin B. V., Popov E. V., Sopilov V. V. Stability of compressed sheathings of wood composite plate-ribbed structures. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 687. Pp. 033041. doi:10.1088/1757-899X/687/3/033041.
26. Labudin B., Popov E., Stolypin D., Sopilov V. The wood composite ribbed panels on mechanical joints. E3S Web of Conferences. 2019. Vol. 91. Pp. 02021. doi:10.1051/e3sconf/20199102021.
27. Patent for invention No. RU 2 225 924 C2 – "Dlinnomernyy nesushchiy stroitelnyy element" ["Long-bearing construction element"]. Rus. Federation: E04C 3/12 / Pyatnitsky A. A., Pyatnitskaya M. M.; patent holder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Moscow State University of Civil Engineering" (MGSU); application 2012.07.18; publ. 2012.12.20. (rus).
28. Patent for invention No. SU 84267 A1 – "Derevyannaya balka s metallicheskoj armaturoy" ["Wooden beam with metal reinforcement"]. Copyright certificate of the USSR No. 84267 P. class: E04C 3/18 / Poberezkin K. A.; patent holder Poberezkin K. A.; application 1949.07.26; publ. 1950.10.10. (rus).
29. Patent for invention No. RU 171490 U1 – "Derevyannaya balka" ["Wooden beam"]. Rus. Federation: E04C 3/12 / Veselov V. V.; patent holder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional

Education "St. Petersburg State University of Ways of Communication of Emperor Alexander I"; application 2017.02.22; publ. 2017.06.02. (rus).

30. Patent for invention No. RU 2,535,865 C1 – "Biplastmassovaya balka" ["Biplastic mass beam"]. Rus. Federation: E04C 3/07 / Zhadanov V. I., Dmitriev P. P., Ukrainchenko D. A.; patent holder Autonomous Non-commercial organization Scientific and Technological Park of Orenburg State University "Technopark OSU" (ANO "Technopark OSU"); application 2013.10.09; publ. 2014.12.20. (rus).

31. Kreher K., Natterer J., Natterer J. Timber-glass-composite girders for a hotel in Switzerland. Structural Engineering International. 2004. Vol. 14. Pp. 149-151. doi:10.2749/101686604777963964.

32. McConnell E., McPolin D., Taylor S. Post-tensioning of glulam timber with steel tendons. Construction and Building Materials. 2014. Vol. 73. Pp. 426-433. doi:10.1016/j.conbuildmat.2014.09.079

33. Nowak T. Strength enhancement of timber beams using steel plates – Review and experimental tests. Drewno. 2016. Vol. 59. Pp. 75-90. doi:10.12841/wood.1644-3985.150.06.

34. Patent for invention No. RU 2 225 924 C2 – "Dlinnomernyy nesushchiy stroitelnyy element" ["Long-bearing construction element"]. Rus. Federation: E04C 3/292 / Shablya V. F., Krivitsky V. G., Shapiro G. I.; patent holders Shablya V. F., Krivitsky V. G., Shapiro G. I.; application 2002.04.16; publ. 2004.03.20. (rus).

35. Jasienko, J., Nowak, T. Solid timber beams strengthened with steel plates – Experimental studies. Construction and Building Materials. 2014. Vol. 63. Pp. 81-88. doi:10.1016/j.conbuildmat.2014.04.020.

Информация об авторах:

Коршаков Антон Валерьевич

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Владимир, Россия, аспирант кафедры строительных конструкций.

E-mail: 89106700238@mail.ru

Лисятников Михаил Сергеевич

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Владимир, Россия, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры строительных конструкций.

E-mail: mlisyatnikov@mail.ru

Лукин Михаил Владимирович

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Владимир, Россия, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры строительных конструкций.

E-mail: mihail_lukin_22@mail.ru

Рощина Светлана Ивановна

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Владимир, Россия, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой строительных конструкций.

E-mail: rsi3@mail.ru

Information about authors

Korshakov Anton V.

Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs, Vladimir, Russia, assistant of the department of building construction.

E-mail: 89106700238@mail.ru

Lisyatnikov Mikhail S.

Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs, Vladimir, Russia, candidate of technical science, associated professor of the department of building construction.

E-mail: mlisyatnikov@mail.ru

Lukin Mikhail V.

Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs, Vladimir, Russia, candidate of technical science, associated professor of the department of building construction.

E-mail: mihail_lukin_22@mail.ru

Roschina Svetlana I.

Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs, Vladimir, Russia, doctor of technical sciences, professor, head of the department of building structures.

E-mail: rsi3@mail.ru