

А.В. ЛУКИНА<sup>1</sup>, М.С. ЛИСЯТНИКОВ<sup>1</sup>, В.А. МАРТЫНОВ<sup>1</sup>, С.И. РОЩИНА<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и  
Николая Григорьевича Столетовых», г. Владимир, Россия

## ПРОЧНОСТЬ И ДЕФОРМАТИВНОСТЬ СЫРЬЕВОЙ ДРЕВЕСИНЫ ПОСЛЕ ОГНЕВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

**Аннотация.** Изучение древесины со сниженными физико-механическими характеристиками, в том числе древесины подверженной огневому воздействию, является важным шагом к бережливому и рациональному природопользованию. Пожары вызывают изменения физико-механических свойств древесины: влажности, плотности и прочности. Провели испытания на статический изгиб, сжатие и растяжение вдоль волокон. Снижение плотности и прочности в древесине, подверженной пожару происходят по всей высоте ствола. Наблюдается следующая закономерность: в комлевой части плотность выше, чем в срединной части. Снижение прочности в срединной и комлевой частях составляет: при сжатии вдоль волокон 15-18%; при растяжении вдоль волокон до 24%. Самая высокая потеря прочности произошла в испытаниях на статический изгиб: в вершинной части до 42%, в срединной части до 29%, в комлевой части до 23%. Наименьшее снижение прочности по всем испытаниям произошло в образцах, взятых из комлевой части.

**Ключевые слова:** древесина, деревянные конструкции, прочность, деформации.

A.V. LUKINA<sup>1</sup>, M.S. LISYATNIKOV<sup>1</sup>, V.M. MARTINOV<sup>1</sup>, S.I. ROSCHINA<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs, Vladimir, Russia

## STRENGTH AND DEFORMABILITY OF RAW WOOD AFTER FIRE EXPOSURE

**Abstract.** The study of wood with reduced physical and mechanical characteristics, including wood exposed to fire, is an important step towards economical and rational environmental management. Fires cause changes in the physical and mechanical properties of wood: moisture content, density and strength. Conducted tests for static bending, compression and tension along the fibers. Decrease in density and strength in fire-prone wood occurs along the entire height of the trunk. The following pattern is observed: in the butt part, the density is higher than in the middle part. The decrease in strength in the middle and butt parts is: in compression along the fibers 15-18%; when stretched along the fibers up to 24%. The highest loss of strength occurred in tests for static bending: in the top part up to 42%, in the middle part up to 29%, in the bottom part up to 23%. The smallest decrease in strength in all tests occurred in samples taken from the bottom.

**Keywords:** wood, wooden structures, strength, deformation.

© Лукина А.В., Лисятников М.С., Мартынов В.А., Рощина С.И., 2022

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Xu K., Huang S., He F. Modeling fire hazards for the maintenance of long-term forest inventory plots in Alberta, Canada. For. Ecol. Manage. 2022. No. 513. Pp. 650-663. doi:10.1016/j.foreco.2022.120206.
2. Pontes-Lopes A., Dalagnol R., Dutra A.C., De Jesus Silva C.V., De Alencastro Graça P.M.L., de Oliveira e Cruz de L.E. Quantifying Post-Fire Changes in the Aboveground Biomass of an Amazonian Forest Based on Field and Remote Sensing Data. Remote Sens. 2022. No. 14. doi:10.3390/rs14071545.
3. Подсчитан ущерб от лесных пожаров в США [Электронный ресурс]. URL: <https://lenta.ru/news/2022/05/13/fiire/> (дата обращения: 15.10.2022).

4. В Минприроды оценили экономический ущерб от лесных пожаров в России в 2021 году [Электронный ресурс]. URL: <https://tass.ru/ekonomika/13265341> (дата обращения: 15.10.2022).
5. Леса горят... Разрушительные пожары 2018 года – следствие глобального потепления [Электронный ресурс]. URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=5165> (дата обращения: 15.10.2022).
6. Giddey B.L., Baard J.A., Kraaij T. Fire severity and tree size affect post-fire survival of Afrotropical forest trees. *Fire Ecol.* 2022. No. 18. doi:10.1186/s42408-022-00128-5.
7. Shive K.L., Wuenschel A., Hardlund L.J., Morris S., Meyer M.D., Hood S.M. Ancient trees and modern wildfires: Declining resilience to wildfire in the highly fire-adapted giant sequoia. *For. Ecol. Manage.* 2022. No. 511. doi:10.1016/j.foreco.2022.120110.
8. Peterson D., Finney M., Skinner C., Kaufmann M., Johnson M., Shepperd W., Harrington M., Keane R., McKenzie D., Reinhardt E., Reinhardt E., Ryan K. Science basis for changing forest structure to modify wildfire behavior and severity. USDA For. Serv. - Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR. 2004. Pp. 1-49.
9. Hugi E., Wuersch M., Risi W., Ghazi Wakili K. Correlation between charring rate and oxygen permeability for 12 different wood species. *J. Wood Sci.* 2007. No. 53. Pp. 71-75. doi:10.1007/s10086-006-0816-1.
10. Harada T. Charring of wood with thermal radiation II. Charring rate calculated from mass loss rate. *Mokuzai Gakkaishi/Journal Japan Wood Res. Soc.* 1996. No. 42. Pp. 194-201.
11. Martin F. The Hamptons at MetroWest, a case study of structural repairs to rot-damaged wood condominium buildings. *Structures Congress 2014 - Proceedings of the 2014 Structures Congress.* Pp. 1244-1254. doi:10.1007/978-3-030-42351-3\_14.
12. Платонов А.Д., Курьянова Т.К., Снегирева С.Н., Макаров В.А. Изменение плотности древесины сосны, поврежденной пожаром при длительном хранении в различных условиях // *Лесотехнический журнал.* 2014. Т. 4. № 1 (13). С. 133-135. doi:10.12737/3356.
13. Galyautdinov, A., Chernykh, A., Glukhikh, V., Furman, E., Polozhencev, V. Method of Calculation and Placement of Spring Force Compensators in Log Structures of Wooden Housing Construction. 2022. doi:10.1007/978-3-030-85236-8\_12.
14. Sergeev M., Lukina A., Zdravovic N., Reva D. Stress–Strain State of a Wood-Glued Three-Span Beam with Layer-By-Layer Modification. 2022. doi:10.1007/978-3-030-85236-8\_43.
15. Lukina A., Roshchina S., Lisyatnikov M., Zdravovic N., Popova O. Technology for the Restoration of Wooden Beams by Surface Repair and Local Modification. 2022. doi:10.1007/978-3-030-96383-5\_153.
16. Lukina A., Roshchina S., Gribanov A. Method for Restoring Destroyed Wooden Structures with Polymer Composites. 2021. doi:10.1007/978-3-030-72404-7\_45.
17. Lisyatnikov M., Lukina A., Chibrikov D., Labudin, B. The Strength of Wood-Reinforced Polymer Composites in Tension at an Angle to the Fibers. 2022. doi:10.1007/978-3-030-85236-8\_46.
18. Roshchina S., Gribanov A., Lukin M., Lisyatnikov, M., Strelkalkin, A. Calculation of wooden beams reinforced with polymeric composites with modification of the wood compression area. *MATEC Web of Conferences* 2018. doi:10.1051/mateconf/201825104029.
19. Lukina A., Lisyatnikov M., Martinov V. [et al.]. Mechanical and Microstructural changes in post-fire raw wood. *Architecture and Engineering.* 2022. Vol. 7. No 3. Pp. 44-52. doi:10.23968/2500-0055-2022-7-3-44-52.
20. Платонов А.Д., Огурцов В.А., Туркина Ю.О. Изменение плотности древесины сосны после повреждения пожаром // *Лесотехнический журнал.* 2012. № 3 (7). С. 7-11.

## REFERENCES

1. Xu K., Huang S., He F. Modeling fire hazards for the maintenance of long-term forest inventory plots in Alberta, Canada. *For. Ecol. Manage.* 2022. No. 513. Pp. 650-663. doi:10.1016/j.foreco.2022.120206.
2. Pontes-Lopes A., Dalagnol R., Dutra A.C., De Jesus Silva C.V., De Alencastro Graça P.M.L., de Oliveira e Cruz de L.E. Quantifying Post-Fire Changes in the Aboveground Biomass of an Amazonian Forest Based on Field and Remote Sensing Data. *Remote Sens.* 2022. No. 14. doi:10.3390/rs14071545.
3. Estimated damage from forest fires in the US. [Online]. URL <https://lenta.ru/news/2022/05/13/fiire/> (date of application: 15.10.2022).
4. The Ministry of Natural Resources estimated the economic damage from forest fires in Russia in 2021 [Online]. URL: <https://tass.ru/ekonomika/13265341> (date of application: 15.10.2022).
5. The forests are burning... The devastating fires of 2018 are a consequence of global warming [Online]. URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=5165> (date of application: 15.10.2022).
6. Giddey B.L., Baard J.A., Kraaij T. Fire severity and tree size affect post-fire survival of Afrotropical forest trees. *Fire Ecol.* 2022. No. 18. doi:10.1186/s42408-022-00128-5.
7. Shive K.L., Wuenschel A., Hardlund L.J., Morris S., Meyer M.D., Hood S.M. Ancient trees and modern wildfires: Declining resilience to wildfire in the highly fire-adapted giant sequoia. *For. Ecol. Manage.* 2022. No. 511. doi:10.1016/j.foreco.2022.120110.

8. Peterson D., Finney M., Skinner C., Kaufmann M., Johnson M., Shepperd W., Harrington M., Keane R., McKenzie D., Reinhardt E., Reinhardt E., Ryan K. Science basis for changing forest structure to modify wildfire behavior and severity. USDA For. Serv. - Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR. 2004. Pp. 1-49.
9. Hugi E., Wuersch M., Risi W., Ghazi Wakili K. Correlation between charring rate and oxygen permeability for 12 different wood species. J. Wood Sci. 2007. No. 53. Pp. 71-75. doi:10.1007/s10086-006-0816-1.
10. Harada T. Charring of wood with thermal radiation II. Charring rate calculated from mass loss rate. Mokuzai Gakkaishi/Journal Japan Wood Res. Soc. 1996. No. 42. Pp. 194-201.
11. Martin F. The Hamptons at MetroWest, a case study of structural repairs to rot-damaged wood condominium buildings. Structures Congress 2014 - Proceedings of the 2014 Structures Congress. Pp. 1244-1254. doi:10.1007/978-3-030-42351-3\_14.
12. Platonov A.D., Kuriyanova T.K., Snegireva S.N., Makarov V.A. Izmenenie plotnosti drevesiny sosny, povrezhdennoj pozharom pri dlitel'nom hranenii v razlichnyh usloviyah [Change in the density of pine wood damaged by fire during long-term storage under various conditions]. Forestry magazine. 2014. Vol. 4. No. 1 (13). Pp. 133-135. doi:10.12737/3356. (rus).
13. Galyautdinov A., Chernykh A., Glukhikh V., Furman E., Polozhencev V. Method of Calculation and Placement of Spring Force Compensators in Log Structures of Wooden Housing Construction. 2022. doi:10.1007/978-3-030-85236-8\_12.
14. Sergeev M., Lukina A., Zdravovic N., Reva D. Stress-Strain State of a Wood-Glued Three-Span Beam with Layer-By-Layer Modification. 2022. doi:10.1007/978-3-030-85236-8\_43.
15. Lukina A., Roshchina S., Lisiatnikov M., Zdravovic N., Popova O. Technology for the Restoration of Wooden Beams by Surface Repair and Local Modification. 2022. doi:10.1007/978-3-030-96383-5\_153.
16. Lukina A., Roshchina S., Gribanov A. Method for Restoring Destroyed Wooden Structures with Polymer Composites. 2021. doi:10.1007/978-3-030-72404-7\_45.
17. Lisiatnikov M., Lukina A., Chibrikov D., Labudin B. The Strength of Wood-Reinforced Polymer Composites in Tension at an Angle to the Fibers. 2022. doi:10.1007/978-3-030-85236-8\_46.
18. Roschina S., Gribanov A., Lukin M., Lisiatnikov M., Strekalkin A. Calculation of wooden beams reinforced with polymeric composites with modification of the wood compression area. MATEC Web of Conferences 2018. doi:10.1051/mateconf/201825104029.
19. Lukina A., Lisiatnikov M., Martinov V. [et al.]. Mechanical and Microstructural changes in post-fire raw wood. Architecture and Engineering. 2022. Vol. 7. No 3. Pp. 44-52. doi:10.23968/2500-0055-2022-7-3-44-52.
20. Platonov A.D., Ogurtsov V.A., Turkina Yu.O. Izmenenie plotnosti drevesiny sosny posle povrezhdenija pozharom [Change in density of pine wood after fire damage]. Forestry magazine. 2012. No. 3 (7). Pp. 7-11. (rus).

#### **Информация об авторах:**

**Лукина Анастасия Васильевна**

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Владимир, Россия,  
кандидат технических наук, доцент кафедры строительных конструкций.  
E-mail: [pismo.33@yandex.ru](mailto:pismo.33@yandex.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: [mlisiatnikov@mail.ru](mailto:mlisiatnikov@mail.ru)

**Мартынов Владислав Алексеевич**

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Владимир, Россия,  
аспирант кафедры строительных конструкций.  
E-mail: [martinov3369@gmail.com](mailto:martinov3369@gmail.com)

**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](mailto:rsi3@mail.ru)

**Information about authors:**

**Lukina Anastasiya 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: [pismo.33@yandex.ru](mailto:pismo.33@yandex.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](mailto:mlisyatnikov@mail.ru)

**Martinov Vladislav Al.**

Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs, Vladimir, Russia,  
assistant of the department of building construction.  
E-mail: [martinov3369@gmail.com](mailto:martinov3369@gmail.com)

**Roschina Svetlana Iv.**

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](mailto:rsi3@mail.ru)