



## ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТВЕРДОСТИ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ, ПОВРЕЖДЕННОЙ СИЛЬНЫМ НИЗОВЫМ И ПОВАЛЬНЫМ ВЕРХОВЫМ ПОЖАРОМ

Светлана Н. Снегирева<sup>1</sup>, svetka-sneg@yandex.ru, 0000-0003-4371-2270

Алексей Д. Платонов<sup>1</sup>, aleksey66@yandex.ru, 0000-0001-5941-6287

Александра В. Киселева<sup>1</sup>, avk50@yandex.ru, 0000-0002-5960-6133

Екатерина В. Кантиева<sup>1</sup>, ekantieva@mail.ru 0000-0001-8352-1941

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, 394087, Россия

Пожары оказывают огромный ущерб лесам. Степень повреждения насаждений зависит от вида пожара, который во многом определяется климатическими условиями, рельефом местности, возрастом насаждений и т.д. Наибольший урон насаждениям наносит сильный низовой и повальный верховой пожар. Товарная стоимость такой древесины минимальная. В древесине поврежденной пожаром протекают процессы смолообразования. Степень засмоления древесины зависит от жизнеспособности камбия. Тонкая кора молодых деревьев не обеспечивает достаточной защиты камбия от теплового воздействия и деревья быстро погибают. Толстый слой коры частично защищает камбий и древесине активируются процессы смолообразования, которые могут протекать длительный промежуток времени. Воздействие высокой температуры, в том числе и её засмоление, оказывает существенное влияние на физико-механические свойства древесины. Большое практическое значение имеют сведения о качестве древесины, поврежденной пожаром и их изменчивости при длительном хранении или в процессе эксплуатации. Целью исследования является установление статической торцовой твердости древесины сосны, поврежденной сильным низовым и повальным верховым пожаром, после длительного хранения в комнатных условиях. Установлено, что в процессе хранения в течение 10 лет статическая торцовая твердость засмоленной древесины сосны увеличилась в 1,9-2,2 раза, по сравнению с показателями на момент рубки древесины после пожара и превосходит показатели неповрежденной древесины сосны у деревьев диаметром ствола 22-26 см на 42,5 % и диаметром 50-56 см на 67,7 %. Степень засмоления и показатели прочности древесины выше у деревьев с более толстой корой.

**Ключевые слова:** древесина сосны, статическая торцовая твердость, пожар, засмоление древесины, ствол, ядро, заболонь

**Конфликт интересов:** авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Изменчивость твердости древесины сосны, поврежденной сильным низовым и повальным верховым пожаром / С. Н. Снегирева, А. Д. Платонов, А. В. Киселева, Е. В. Кантиева // Лесотехнический журнал. – 2021. – Т. 11. – № 4 (44). – С. 79–87. – Библиогр.: с. 85–87 (11 назв.). – DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2021.4/7>.

**Поступила:** 05.11.2021 **Принята к публикации:** 23.12.2021 **Опубликована онлайн:** 30.12.2021

## VARIABILITY OF THE HARDNESS OF PINE WOOD DAMAGED BY STRONG GRASSROOTS AND RAMPANT RIDING FIRE

Svetlana N. Snegireva<sup>1</sup>, svetka-sneg@yandex.ru,  0000-0003-4371-2270

Aleksei D. Platonov<sup>1</sup>,  aleksey66@yandex.ru,  0000-0001-5941-6287

Aleksandra V. Kiseleva<sup>1</sup>, avk50@yandex.ru,  0000-0002-5960-6133

Ekaterina V. Kantieva<sup>1</sup>, ekantieva@mail.ru  0000-0001-8352-1941

<sup>1</sup>Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Timiryazeva str., 8, Voronezh city, 394087, Russian Federation

### Abstract

Fires cause huge damage to forests. The degree of damage to plantings depends on the type of fire, which is largely determined by climatic conditions, terrain, age of plantings, etc. The greatest damage to plantings is caused by a strong grassroots and rampant riding fire. The commodity value of such wood is minimal. Resin formation processes occur in wood damaged by fire. The degree of tarring of the wood depends on the viability of the cambium. The thin bark of young trees does not provide sufficient protection of cambium from heat exposure and trees die quickly. A thick layer of bark partially protects the cambium and the resin formation processes are activated in the wood, which can take a long period of time. The effect of high temperature, including its tarring, has a significant impact on the physical and mechanical properties of wood. Information about the quality of wood damaged by fire and their variability during long-term storage or during operation is of great practical importance. The aim of the study is to establish the static end hardness of pine wood damaged by a strong grassroots and rampant riding fire, after long-term storage in room conditions. It was found that during storage for 10 years, the static end hardness of tarred pine wood increased by 1.9-2.2 times, compared with the indicators at the time of cutting wood after a fire and exceeds the indicators of intact pine wood in trees with a trunk diameter of 22-26 cm by 42.5% and a diameter of 50-56 cm by 67.7%. The degree of tarring and the strength of wood are higher in trees with thicker bark.

**Keywords:** pine wood, static end hardness, fire, tarring of wood, trunk, core, sapwood

**Acknowledgments:** The authors are grateful to the reviewers for their contributions to the peer review of the article.

**For citation:** Snegireva S. N., Platonov A. D., Riseleva A. V., Kantieva E. V. (2021) Variability of the hardness of pine wood damaged by a strong grassroots and rampant riding fire. *Lesotekhnicheskii zhurnal* [Forest Engineering journal], Vol. 11, No. 4 (44), pp. 79-87 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2021.4/7>.

**Received:** 05.11.2021 **Revised:** 07.12.2021 **Accepted:** 22.12.2021 **Published online:** 30.12.2021

### Введение

За последнее десятилетие в России произошло большое количество пожаров. В результате этих пожаров выгорели большие площади лесов. В Воронежской области на территории УОЛ ВГЛТУ выгорело несколько тысяч гектар леса.

Анализ повреждения насаждений показал, что вид пожара во многом зависит от климатических условий, рельефа местности, а также от воз-

раста насаждений [1]. В насаждениях со средним диаметром стволов деревьев 26 см преобладал сильный низовой и повальный верховой пожар. Это вид пожара, при котором насаждениям наносится наибольший урон - полностью выгорает подлесок и кроны деревьев [1, 2]. Нагар присутствует по всей высоте ствола (рис 1). Внешний вид и характер повреждений стволовой древесины резко понижает её

товарную стоимость. Древоστοи с таким и повреждениями относят к первой группе гарей [2].

При данном виде пожара наибольшее воздействие высокой температуры приходится на заболонную древесину. Интенсивность воздействия высокой температуры несколько выше в комлевой и вершинной, чем в средней части ствола. В связи с чем, прочностные свойства древесины в стволе дерева после пожара будут различны в зависимости от вида пожара [3].



Рисунок 1. Древостой сосны, поврежденный сильным низовым и повальным верховым пожаром  
Figure 1. A pine stand damaged by a strong grassroots and rampant riding fire

Источник: Собственные фото авторов

Source: Authors' own photos

Под воздействием высокой температуры и в присутствии влаги происходит ряд физико-химических процессов в древесине, оказывающих существенное влияние на её физико-механические свойства. Изменчивость физико-механических свойств оказывает существенное влияние на качество и эксплуатационные свойства пиломатериалов, изготавливаемых из этой древесины [4, 5], а также на технологические процессы сушки, пропитки и механической обработки [6, 7].

Физико-механические свойства древесины стоящей на корню после пожара снижаются в ле-

сах севера европейской части России, а древоστοи сохраняют свою жизнеспособность [8, 9]. В средней и южной европейской части России древоστοи из хвойных пород погибают при незначительном повреждении пожаром в течение 1,5-2,0 лет после пожара, а поврежденная древесина уже не может быть использована как конструкционный или технологический материал [10]. Имеются сведения о сохранении качественных показателей древесины, поврежденных пожарами в зоне Южного Урала и Заволжья.

В древесине стоящей на корню длительное время после пожара активно протекает процесс её засмоления. Смолистость древесины в течение первых лет после пожара повышается как по высоте ствола, так и по радиусу в среднем в 2,0-2,5 раза. Продолжительность и интенсивность процесса зависит от степени повреждения древесины [8].

Древесина, заготовленная в первое время после пожара, в большей степени сохраняет свои прочностные свойства [10]. Однако, в научной литературе отсутствуют сведения о качественных показателях поврежденной древесины и характере их изменения при длительном хранении или использовании в различных изделиях.

Одним из основных показателей технических свойств древесины являются её твердость. Показатель твердости определяет затраты энергии на механическую или ручную обработку древесины [1, 2, 11]. В связи с чем, целью исследований являлось установление статической торцевой твердости древесины сосны, поврежденной сильным низовым и повальным верховым пожаром, после длительной выдержки в течение 10 лет. Сведения о прочностных свойствах древесины, поврежденной пожаром и их изменчивости, имеют большую практическую значимость. На практике древесина, поврежденная пожаром, имеет невысокую товарную стоимость по причине внешнего вида обгоревшей древесины и отсутствия сведений о её эксплуатационных свойствах.

### Материалы и методы

Исследования выполнены на древесине сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*), произрастающей на территории учебно-опытного лесхоза ВГЛТУ Воронежской области, поврежденной

сильным низовым и повальным верховым пожаром 2010 году. Образцы древесины были заготовлены в 10 квартале УОЛ ВГЛТУ через 2 месяца после пожара. Для исследований были отобраны деревья с диаметром на высоте груди 22-26 см и 50-56 см. Из каждого ствола дерева были выпилены срезы древесины толщиной 10,0 см из комлевой, средней и вершинной части ствола. Из каждого среза были вырезаны заготовки шириной 60 мм, проходящие через сердцевину в двух взаимно перпендикулярных направлениях [3]. После выпилки образцы были выдержаны в комнатных условиях до достижения устойчивой влажности. Статическую торцовую твердость древесины определяли через два, три месяца после пожара и после выдержки в комнатных условиях в течение 10 лет, согласно ГОСТ 16483.17-81 «Метод определения статической твердости» по радиусу ствола на участках 0,1R, 0,25R, 0,5R, 0,75R, 0,9R. По высоте ствола у деревьев диаметром до 26 см на отметках 1 м, 3 м, 5 м, 7,5 м и 10 м, у деревьев диаметром до 50-56 см на отметках 1 м, 5 м, 9 м, 12 м и 16 м. Влажность древесины на момент испытания определяли согласно ГОСТ 16483.7-71 «Древесина. Методы определения влажности». Взвешивание образцов производили на весах марки «ОНАУС» AR 5120 с погрешностью не более 0,01 г (Россия). Полученные значения статической торцовой твердости древесины сосны были пересчитаны на нормализованную влажность 12 % по ГОСТ 16483.7-71.

### Результаты и обсуждение

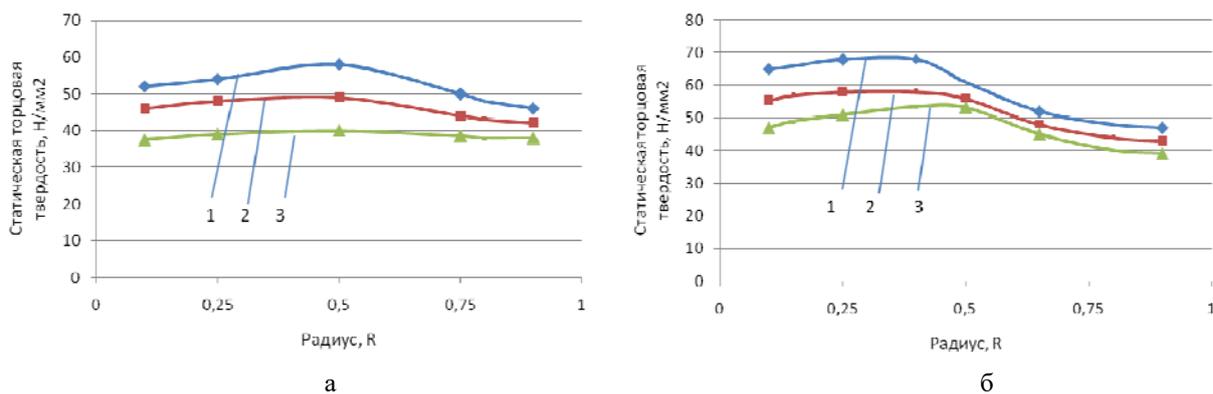
Результаты определения средней статической торцовой твердости древесины сосны по радиусу ствола повреждения сильным низовым и повальным верховым пожаром после выдержки в комнатных условиях в течение 10 лет представлены на рис. 2.

Анализ результатов исследования статической торцовой твердости в деревьях диаметром до 26 см показывает, что наибольшую величину статическая торцовая твердость достигает в комлевой части ствола на отметке 0,5R и составляет 58,0 Н/мм<sup>2</sup>, в средней 49,1 Н/мм<sup>2</sup> и вершинной 40,1

Н/мм<sup>2</sup>. Ближе к сердцевинной и периферийной части радиуса ствола величина статической торцовой твердости понижается и наименьшее её значение отмечено в заболонной древесине на отметке радиуса 0,9R и составила в комлевой части ствола 46,0 Н/мм<sup>2</sup>, средней - 42,2 Н/мм<sup>2</sup> и вершинной - 38,1 Н/мм<sup>2</sup>. Наибольший перепад статической торцовой твердости по радиусу ствола отмечен в комлевой части ствола и составил 20,7 %, а наименьший в вершинной – около 5,0 % (рис. 2, а).

В деревьях диаметром 50-56 см наибольшую величину статическая торцовая твердость достигает в комлевой части ствола и составляет 58,0 Н/мм<sup>2</sup> на отметке 0,4R и, в средней - 49,1 Н/мм<sup>2</sup> на отметке 0,45R и вершинной - 40,1 Н/мм<sup>2</sup> на отметке 0,5 R. Ближе к внутренней части ствола происходит незначительное понижение статической торцовой твердости в стволе в среднем на 4,4-6,3 %. Понижение торцовой твердости к периферийной части радиуса ствола происходит более существенно и на отметке радиуса 0,9R и составила в комлевой части ствола 47,0 Н/мм<sup>2</sup>, средней - 43,2 Н/мм<sup>2</sup> и вершинной - 38,3 Н/мм<sup>2</sup>. Наибольший перепад статической твердости по радиусу отмечен в комлевой части ствола и составил 30,9 %, а наименьший в средней – 25,9 % (рис. 2, б). Стоит отметить, что колебания численных значений статической торцовой твердости древесины в периферийной части ствола на отметке 0,9R у деревьев диаметром 22-26 см и 50-56 см незначительны и не превышают 2,5 %.

По высоте ствола величина статической торцовой твердости древесины уменьшается (рис. 2). Понижение статической торцовой твердости у деревьев диаметром 22-26 см во внутренней части ствола составляет 28-31 %, в периферийной части около 21 %, у деревьев диаметром 50-56 см понижение статической твердости во внутренней и периферийной части ствола составляет в среднем 17-22 %. Меньший перепад статической твердости древесины по высоте ствола деревьев диаметром 50-56 см обусловлен более сильным засмолением древесины.



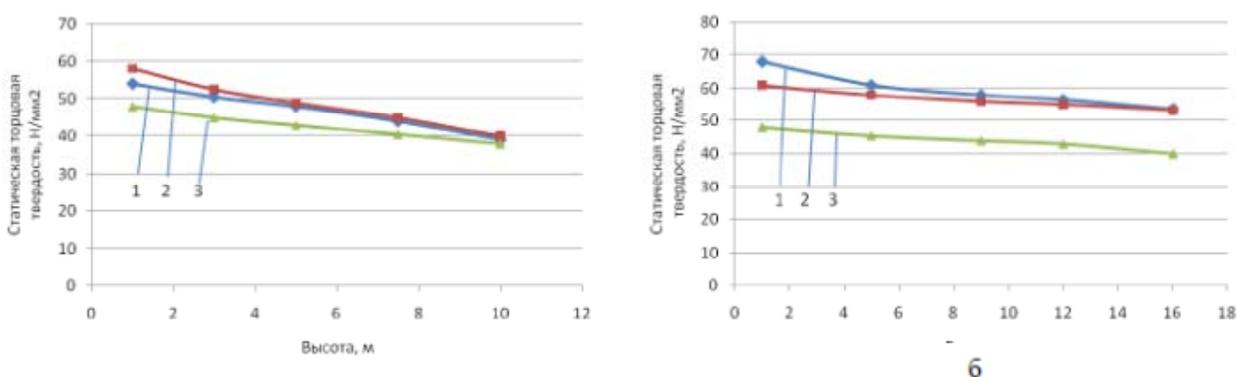
а – деревья диаметром до 26 см; б – деревья диаметром до 56 см; 1, 2, 3 – статическая торцовая твердость в комлевой, средней и вершинной частях ствола

Рисунок 2. Статическая торцовая твердость древесины сосны по радиусу ствола после выдержки в комнатных условиях в течение 10 лет (при нормализованной влажности)

Figure 2. Static end hardness of pine wood along the trunk radius after exposure in room conditions for 10 years

Источник: Собственные вычисления авторов

Source: Authors' own calculations



а – деревья диаметром до 26 см; б – деревья диаметром до 56 см; 1, 2, 3 – статическая твердость по радиусу на отметке 0,25R, 0,5R и 0,9R

Рисунок 3. Статическая твердость древесины сосны, поврежденной пожаром по высоте ствола и после выдержки в комнатных условиях в течение 10 лет (при нормализованной влажности)

Figure 3. Static hardness of pine wood damaged by fire along the trunk height and after exposure in room conditions for 10 years

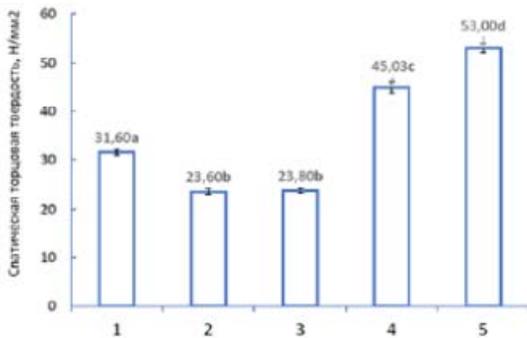
Источник: Собственные вычисления авторов

Source: Authors' own calculations

После пожара в 2010 году средняя статическая твердость древесины, поврежденной сильным низовым и повальным верховым пожаром, составляла в среднем через два месяца после пожара  $23,6 \pm 0,58$  Н/мм<sup>2</sup>, а через 3 месяца  $23,8 \pm 0,53$  Н/мм<sup>2</sup> независимо от возраста и диаметра деревьев. После выдержки древесины в комнатных условиях в течение 10 лет средняя статическая торцовая твер-

дость древесины сосны у деревьев диаметром 20-26 см повысилась в среднем в 1,9 раза и составила  $45,03 \pm 1,23$  Н/мм<sup>2</sup>, у деревьев диаметром 50-56 см повысилась в среднем в 2,2 раза и составила  $53,0 \pm 0,96$  Н/мм<sup>2</sup> (рис. 3). После выдержки древесины, поврежденной пожаром в течение 10 лет значение её статической торцовой твердости превысили показатель для неповрежденной древесины равный

31,6± 0,62 Н/мм<sup>2</sup>, у деревьев с диаметром ствола 20-26 см на 42,5 % и у деревьев с диаметром ствола 50-56 см на 67,7 %.



1 – неповрежденная древесина; 2, 3 – поврежденная древесина через 2 и 3 месяца после пожара; 4, 5 – поврежденная древесина через 10 лет после пожара для деревьев диаметром 20-26 см и диаметром 50-56 см, соответственно. Разные строчные буквы рядом со средними значениями указывают на статистически значимые различия по t-тесту средних при уровне  $p = 0,05$ .

Рис 3. Динамика изменения средней статической торцовой твердости образцов ( $N = 65$ ) древесины сосны обыкновенной древесины сосны обыкновенной после повреждения сильным низовым и повальным верховым пожаром

Figure 3. Dynamics of changes in the samples ( $N=65$ ) of average static end hardness of Scots pine wood after damage by a strong grassroots and rampant riding fire

Источник: Собственные вычисления авторов  
Source: Authors' own calculations

Анализ результатов исследования показал, что засмоление древесины оказало существенное влияние на величину статической торцовой твердости древесины. Причиной различного засмоления древесины является возраст деревьев и, как следствие этого, толщина коры.

У деревьев диаметром 50-56 см толщина коры достигает около 3,0-3,5 см. Толстый слой коры существенно понижает воздействие высокой температуры на камбий и он частично сохраняет свои функции. В результате поражения пожаром в древесине протекает процесс интенсивного смолообразования, как реакция на воздействие высокой тем-

пературы. Процесс засмоления может протекать в поврежденном дереве до момента его рубки или гибели камбия. Деревья диаметром 22-26 см имеют кору толщиной около 4-8 мм. Небольшая толщина коры не предохраняет камбий от воздействия высокой температуры и приводит к гибели дерева после пожара.

Степень засмоления древесины выше в комлевой части ствола (рис. 4). Эти части ствола имеют наибольшую степень повреждения огнем, вследствие более длительного и интенсивного горения подлеска.

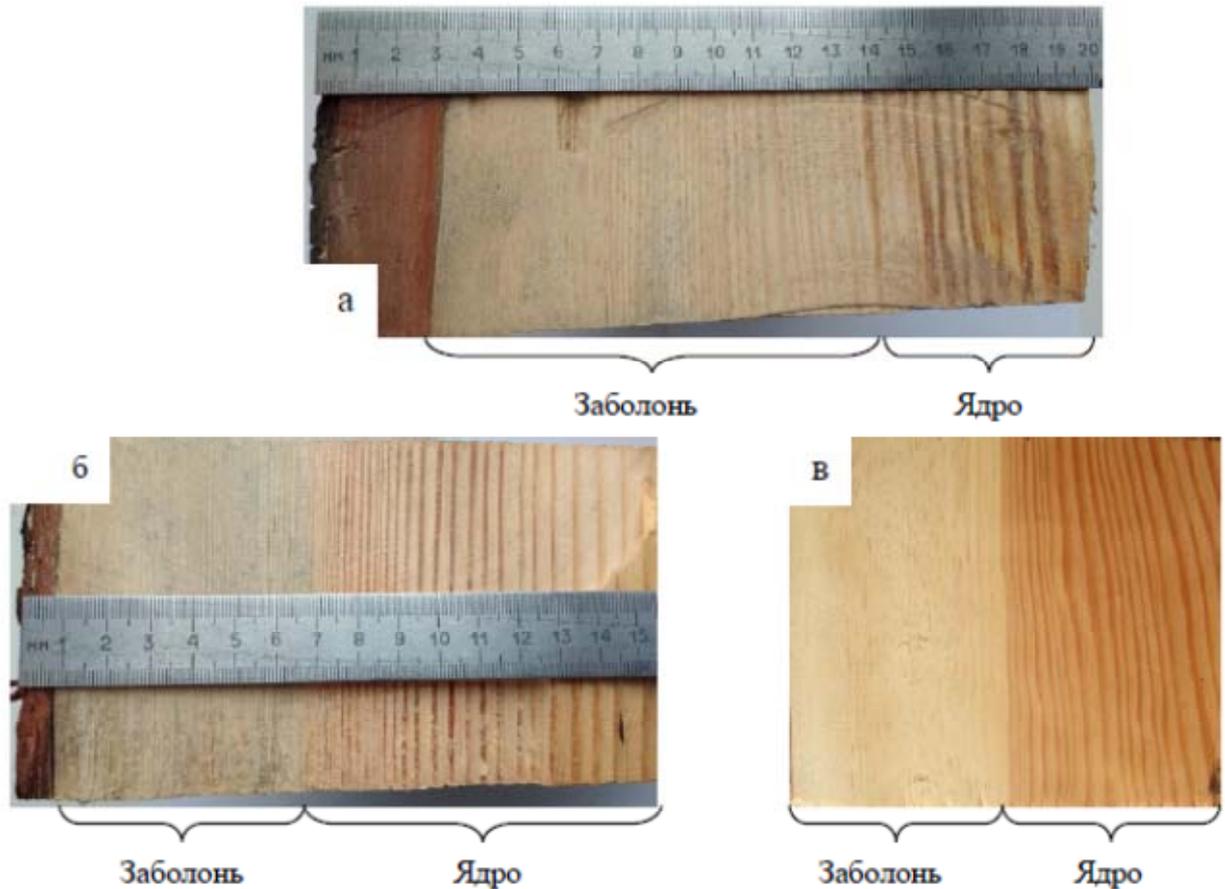
В результате длительного хранения произошло испарение летучей фракции смолы. Оставшаяся часть смолы затвердела и образовала с древесиной композит, существенно повысив прочность древесины.

### Выводы

Древесина, поврежденная сильным низовым и повальным верховым пожаром имеет высокую степень засмоления. Степень засмоления повышается с возрастом дерева и толщиной его коры. В процессе длительного хранения летучая фракция смолы (скипидар) испарилась, а фракция (канифоль) образовала с древесиной прочный композит.

После выдержки древесины в комнатных условиях в течение 10 лет средняя статическая торцовая твердость древесины сосны у деревьев диаметром 20-26 см повысилась в среднем в 1,9 раза и составила 45,03 Н/мм<sup>2</sup>, а у деревьев диаметром 50-56 см - в среднем в 2,2 раза и составила 53,0 Н/мм<sup>2</sup>. Показатель статической торцовой твердости у деревьев с диаметром ствола 20-26 см после выдержки в течение 10 лет выше на 42,5 %, а у деревьев с диаметром ствола 50-56 см на 67,7 %, по сравнению с неповрежденной древесиной (31,6 Н/мм<sup>2</sup>).

Древесина сосны, поврежденная сильным низовым и повальным верховым пожаром после заготовки, имеет невысокую товарную стоимость, но сохраняет высокие прочностные свойства. Высокая степень засмоления древесины позволяет использовать её в изделиях и конструкциях эксплуатируемых на открытом пространстве.



а, б – комлевая часть ствола дерева диаметром 56 см и 26 см, соответственно, в – неповрежденная древесина сосны

Рисунок. 4. Древесина сосны, поврежденная сильным низовым и повальным верховым пожаром

Figure 4. Pine wood damaged by a strong grassroots and rampant riding fire

Источник: Собственные фото авторов

Source: Authors' own photos

### Список литературы

1. Молчанов А. А. Влияние лесных пожаров на древостой. Тр. Ин-та леса. М. : Изд-во АН СССР, 1954. Т. XVI. С. 314–335.
2. Курьянова Т. К., Платонов А. Д., Макаров А. В. Прочность древесины сосны после воздействия пожара (2010 года УОЛ ВГЛТА, Воронеж). Актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса. Материалы международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию кафедры механической технологии древесины ФГБОУ ВПО КГТУ. Администрация Костромской области, Департамент образования и науки, Международная академия наук о древесине (ИАВС), Региональный координационный совет по современным проблемам древесиноведения, ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет леса», ФГБОУ ВПО «Костромской государственный технологический университет». 2012. С. 20-22.
3. Макаров А.В. Технические качества древесины пораженной различными видами пожара. Лесотехнический журнал. 2011. № 4. С. 14-18.

4. Tumenjargal B., Ishiguri F., Takahashi, Y. et al. Bending properties of dimension lumber produced from Siberian larch (*Larix sibirica*) in Mongolia. *J Wood Sci* 66, 17 (2020). <https://doi.org/10.1186/s10086-020-01863-6>
5. Ramage M.N., Burrige H., Busse-Wicher M. et al. (2017) The wood from the trees: the use of timber in construction. *Renew Sustain Energy Rev* 68:333–359.
6. Jang E.S., Yuk J.H., Kang C.W. An experimental study on change of gas permeability depending on pore structures in three species (hinoki, Douglas fir, and hemlock) of softwood. *J Wood Sci* 66, 78 (2020). <https://doi.org/10.1186/s10086-020-01925-9/>.
7. Weng, X., Zhou, Y., Fu, Z. et al. Effects of microwave pretreatment on drying of 50 mm-thickness Chinese fir lumber. *J Wood Sci* 67, 13 (2021). <https://doi.org/10.1186/s10086-021-01942-2>
8. Мелехов С. И. Влияние пожаров на лес. М.-Л.: Гос. лесотехн. изд-во. 1948. 126 с.
9. Демаков Ю. П., Калинин К. К. Лесоводство. Ведение хозяйства в лесах пораженных пожарами : учеб. пособие. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2003. 135 с.
10. Макаров А. В. Оценка технического качества древесины сосны, поврежденной пожаром : автореферат дис. ... канд. технических наук : 05.21.05 / Макаров Андрей Васильевич; [Место защиты: Воронеж. гос. лесотехн. акад.]. Воронеж, 2013. 16 с.
11. Hao X., Wang Q., Wang Y. et al. The effect of oil heat treatment on biological, mechanical and physical properties of bamboo. *J Wood Sci* 67, 13 (2021). <https://doi.org/10.1186/s10086-021-01942-2>.

### References

1. Molchanov, A. A. Vliyanie lesnyh pozharov na drevostoj [The impact of forest fires on the tree stand. Tr. In-ta lesa. M. : Izd-vo AN SSSR, 1954. T. XVI. P. 314–335. (in Russian).
2. Kur'yanova T. K., Platonov A. D., Makarov A. V. Prochnost' drevesiny sosny posle vozdejstviya pozhara (2010 goda UOL VGLTA, Voronezh) [The strength of pine wood after exposure to fire (2010 UOL VGLTA, Voronezh)]. Aktual'nye problemy i perspektivy razvitiya lesopromyshlennogo kompleksa. materialy mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii, posvyashchennoj 50-letiyu kafedry mekhanicheskoy tekhnologii drevesiny FGBOU VPO KGTU. Administraciya Kostromskoj oblasti, Departament obrazovaniya i nauki, Mezhdunarodnaya akademiya nauk o drevesine (IAVS), Regional'nyj koordinacionnyj sovet po sovremennym problemam drevesinovedeniya, FGBOU VPO «Moskovskij gosudarstvennyj universitet lesa», FGBOU VPO «Kostromskoj gosudarstvennyj tekhnologicheskij universitet». 2012. S. 20-22 (in Russian).
3. Makarov A. V. Tekhnicheskie kachestva drevesiny porazhennoj razlichnymi vidami pozhara [Technical qualities of wood affected by various types of fire]. *Lesotekhnicheskii zhurnal [Forest Engineering Journal]*. 2011. № 4. pp. 14-18.
4. Tumenjargal B., Ishiguri F., Takahashi Y. et al. Bending properties of dimension lumber produced from Siberian larch (*Larix sibirica*) in Mongolia. *J Wood Sci* 66, 17 (2020). <https://doi.org/10.1186/s10086-020-01863-6>
5. Ramage M.N., Burrige H., Busse-Wicher M. et al. (2017) The wood from the trees: the use of timber in construction. *Renew Sustain Energy Rev* 68:333–359.
6. Jang E.S., Yuk J.H., Kang C.W. An experimental study on change of gas permeability depending on pore structures in three species (hinoki, Douglas fir, and hemlock) of softwood. *J Wood Sci* 66, 78 (2020). <https://doi.org/10.1186/s10086-020-01925-9/>.
7. Weng, X., Zhou, Y., Fu, Z. et al. Effects of microwave pretreatment on drying of 50 mm-thickness Chinese fir lumber. *J Wood Sci* 67, 13 (2021). <https://doi.org/10.1186/s10086-021-01942-2>.
8. Melekhov, S. I. Vliyanie pozharov na les [The impact of fires on the forest]. М.-Л. Gos. lesotekhn. izd-tvo. 1948. 126 p. (in Russian).
9. Demakov Yu. P., Kalinin K. K. Lesovodstvo. Vedenie hozyajstva v lesah porazhennyh pozharami: Uchebnoe posobie [Forestry. Farming in forests affected by fires]. Yoshkar-Ola: MarGTU, 2003. 135 p. (in Russian).

10. Makarov A. V. Ocenka tekhnicheskogo kachestva drevesiny sosny, povrezhdennoj pozharom: dis... kand tekhn. nauk: 05.21.05 [Technical qualities of wood affected by various types of fire]/ Makarov Andrej Vasil'evich; [Mesto zashchity: Voronezh: VGLTA, 2013. p. 16 (in Russian).

11. Hao X., Wang Q., Wang Y. et al. The effect of oil heat treatment on biological, mechanical and physical properties of bamboo. *J Wood Sci* **67**, 13 (2021). <https://doi.org/10.1186/s10086-021-01942-2>.

### Сведения об авторах

*Снегирева Светлана Николаевна* – кандидат биол. наук, доцент кафедры древесиноведения, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4371-2270>, e-mail: [svetka-sneg@yandex.ru](mailto:svetka-sneg@yandex.ru).

✉ *Платонов Алексей Дмитриевич* – доктор техн. наук, заведующий кафедрой древесиноведения, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5941-6287>, e-mail: [aleksey66@yandex.ru](mailto:aleksey66@yandex.ru).

*Киселева Александра Владимировна* – кандидат техн. наук, доцент кафедры древесиноведения, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5960-6133>, e-mail: [avk50@yandex.ru](mailto:avk50@yandex.ru).

*Кантиева Екатерина Валентиновна* – кандидат техн. наук, доцент кафедры механической технологии древесины, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8352-1941>: [ekantieva@mail.ru](mailto:ekantieva@mail.ru).

### Information about the authors

*Svetlana N. Snegireva* – Cand. Sci. (Biology), Associate Professor of the Chair of Wood Science, Voronezh State Forestry Engineering University named after G. F. Morozov, Timiryazev str., 8 Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4371-2270>, e-mail: [svetka-sneg@yandex.ru](mailto:svetka-sneg@yandex.ru).

✉ *Aleksei D. Platonov* – Dr. Sci. (Engineering), Head of the Chair of Wood Science, Voronezh State Forestry Engineering University named after G. F. Morozov, Timiryazev str., 8 Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5941-6287>, e-mail: [aleksey66@yandex.ru](mailto:aleksey66@yandex.ru).

*Aleksandra V. Kiseleva* – Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor of the Chair of Wood Science, Voronezh State Forestry Engineering University named after G. F. Morozov, Timiryazev str., 8 Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5960-6133>, e-mail: [avk50@yandex.ru](mailto:avk50@yandex.ru).

*Ekaterina V. Kantieva* – Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor of the Chair of the Department of Production, Mechanical Wood Technology, Voronezh State Forestry Engineering University named after G. F. Morozov, Timiryazev str., 8 Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8352-1941>: [ekantieva@mail.ru](mailto:ekantieva@mail.ru).