DOI: 10.12737/article_5c1a3228121da9.77549525
УДК 630.812:630.43

ВЛАГОПРОВОДНОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ ЯБЛОНИ

доктор технических наук, доцент **А. Д. Платонов**[1]
С. И. Волошин[1]
кандидат биологических наук, доцент **С. Н. Снегирева**[1]
кандидат технических наук, доцент **А. В. Киселева**[1]
доктор технических наук, профессор **Н. В. Мозговой**[2]
доктор технических наук, профессор **А. О. Сафонов**[1]
1 – ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Российская Федерация
2 – ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», г. Воронеж, Российская Федерация

Древесина яблони является ценнейшим материалом и широко используется для изготовления различных изделий, в том числе и высокохудожественных поделок, благодаря своим высоким декоративным и прочностным свойствам (плотности и твердости). Эта древесина является сильноусыхающей и склонна к короблению и растрескиванию, в связи с чем её относят к трудносохнущим породам. Получение качественной высушенной древесины возможно при использовании технологии атмосферной сушки или камерной мягкими режимами, сочетая их с влаготеплообработкой. Поэтому на практике большое значение имеют сведения о кинетике и динамике процесса сушки. Для описания процессов высыхания и увлажнения древесины необходимо знать величину её коэффициента влагопроводности. Влагопроводность древесины зависит от многих факторов: плотности, направления тока влаги, влажности, анатомической структуры, температуры и др. Одним из факторов, оказывающих наибольшее влияние на влагопроводность древесины, является температура. При повышении температуры влагопроводность древесины существенно возрастает вследствие возрастания коэффициента диффузии как пара, так и влаги, находящейся в жидкой фазе. Коэффициент влагопроводности был определен экспериментально методом стационарного тока влаги в тангенциальном направлении для заболонной и ядровой древесины яблони. В результате выполненного исследования установлено изменение коэффициента влагопроводности заболонной и ядровой древесины яблони в интервале влажности от 5 до 25 % и при температуре 20 °С и 60 °С. Определено различие влагопроводности заболонной древесины и ядровой. Полученные результаты позволят произвести аналитические расчеты процессов высыхания и увлажнения древесины, разработать рациональные режимы камерной сушки и рекомендации для технологии атмосферной сушки.

Ключевые слова: древесина яблони, температура, плотность, влажность, ядро, заболонь, коэффициент влагопроводности.

MOISTURE CONDUCTIVITY OF APPLE WOOD

DSc (Engineering), Associate Professor **A. D. Platonov**[1]
S. I. Voloshin[1]
PhD (Biology), Associate Professor **S. N. Snegireva**[1]
PhD (Engineering), Associate Professor **A. V. Kiseleva**[1]
DSc (Engineering), Professor **N. V. Mozgovoy**[2]
DSc (Engineering), Professor **A. O. Safonov** [1]
1 – Federal State Educational Institution of Higher Education «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russian Federation
2 – Federal State Educational Institution of Higher Education «Voronezh State Technical University», Voronezh, Russian Federation

Abstract

Apple wood is a valuable material and it is widely used for the manufacture of various products, including highly artistic crafts due to its high decorative and strength properties (density and hardness). This wood is highly drying and prone to warping and cracking, and therefore it is classified as hard-drying species. Receiving high-quality dried wood is possible using the technology of atmospheric drying or chamber soft mode drying, combining them with water-heat treatment. Therefore, in practice,

information on the kinetics and dynamics of the drying process is of great importance. It is necessary to know the value of its coefficient of moisture conductivity to describe the processes of drying and moistening wood. Moisture content of wood depends on many factors - density, direction of moisture flow, humidity, anatomical structure, temperature, etc. Temperature is one of the factors that have the greatest influence on the moisture conductivity of wood. With an increase in temperature, the moisture conductivity of wood increases significantly, due to the increase in the vapor diffusion coefficient and moisture in the liquid phase. The coefficient of moisture conductivity was determined experimentally by the method of stationary current of moisture in the tangential direction for apple sapwood and heartwood. As a result of the study, a change in the moisture conductivity of the sapwood and heartwood of the apple tree in the humidity range from 5 to 25% and at a temperature of 20 °C and 60 °C has been found. The difference in moisture conductivity of sapwood and heart wood has been determined. The results will allow making analytical calculations of the processes of drying and moistening of wood, to develop rational modes of chamber drying and recommendations for the technology of atmospheric drying.

Keywords: apple wood, temperature, density, moisture, core, sapwood, moisture conductivity.

Введение

Яблоня – один из самых распространенных представителей фруктовых деревьев. Древесина яблони является ценнейшим поделочным материалом и широко используется в токарных и резных работах, для изготовления шпона, паркета, высокохудожественной мебели и др. благодаря своим высоким декоративным и физико-механическим свойствам. Однако этот материал относят к группе трудносохнущих пород, что вызывает определенные сложности при его сушке и последующей переработке. Поэтому на практике большое значение имеют сведения о механизме процесса сушки. Для описания процессов высыхания и увлажнения древесины необходимо знать величину коэффициента влагопроводности.

Несмотря на то, что изучением передвижения влаги в твердых гигроскопических телах занималось немало исследователей, полной ясности в этом вопросе нет и до настоящего времени. Это можно объяснить тем, что при передвижении влаги в древесине, особенно в процессе ее высыхания, переплетается слишком много зависимых и независимых величин.

Коэффициент влагопроводности древесины зависит от многих факторов: породы, плотности, анатомической структуры, направления тока влаги, влажности, температуры и др. В работах [7, 8, 9, 10, 11] установлено, что диффузорность древесины возрастает с увеличением размеров клеточных стенок, больше по сравнению с увеличением тепловых колебаний молекул жидкости, вследствие повышения температуры.

Древесина яблони является рассеяннососудистой древесной породой, у которой отсутствуют крупные сосуды, а средние и мелкие имеют относительно равномерное распределение по объему древесины. Вследствие этого влияние размеров полостей клеток на величину коэффициента влагопроводности будет примерно одинаковым в поперечном сечении образцов древесины. Поэтому изменение температуры будет оказывать большее влияние на величину коэффициента влагопроводности древесины яблони, чем размеры полостей её клеточных стенок.

При повышении температуры влагопроводность существенно возрастает. Это обусловлено тем, что при повышении температуры возрастает интенсивность перемещения как парообразной влаги вследствие возрастания коэффициента диффузии пара, так и влаги, находящейся в жидкой фазе [6].

При влажности древесины ниже предела насыщения клеточных стенок (*Wпн*) движущей силой является градиент влажности. Тогда уравнение переноса влаги примет вид с учетом лишь диффузной влагопроводности [4].

$$\frac{\partial \omega}{\partial \tau} = a' \frac{\partial^2 \omega}{\partial^2 x}, \qquad (1)$$

где x – координата по толщине бесконечной пластины, м;

a' – коэффициент диффузной влагопроводности, м^2/с;

$$a' = \frac{M}{F \cdot \rho_O \frac{du}{dx}}, \qquad (2)$$

где M – количество влаги прошедшей через древесину за 1 с, кг;

F – поверхность, нормальная к направлению тока влаги, м^2;

ρ_o – плотность древесины в абсолютно сухом состоянии, кг/м^3;

du/dx – градиент влажности.

Методика проведения исследований

Эксперименты выполнены на древесине яблони, произрастающей на юге Краснодарского края. Из

свежесрубленной древесины заболони и ядра были выпилены заготовки и выдержаны в комнатных условиях в течение шести месяцев до достижения ими устойчивой влажности. Затем из заготовок были изготовлены образцы размером 30×30×30 мм.

Коэффициент влагопроводности был определен методом стационарного тока влаги в тангенциальном направлении на установке, разработанной В.Н. Арциховской [2], при температуре 20 и 60 ºС. Схема установки представлена на рис. 1.

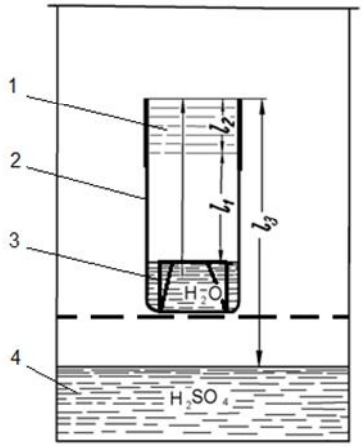

Рис. 1. Схема установки для определения коэффициента влагопроводности методом стационарного тока влаги:
1 – образец древесины; 2 – стаканчик с образцом; 3 – треножник с марлей; 4 – эксикатор с серной кислотой; l_1 – расстояние поверхности марли от образца; l_2 – толщина образца; l_3 – расстояние от поверхности серной кислоты в эксикаторе до поверхности образца

В установке постоянство уровня воды в стаканчике достигалось за счет расположения внутри каждого стаканчика треножника из проволоки, обтянутого марлей. До половины высоты стаканчика наливали воду, поднимавшуюся по материи, служившей фитилем. Верхняя, смоченная поверхность треножника, обтянутого марлей, играла роль постоянного, не понижающегося по мере испарения, уровня воды.

Подготовленные образцы вместе со стаканчиками были помещены в эксикаторы, на дно которых была налита концентрированная серная кислота. Затем эксикаторы были помещены в термостаты с постоянной температурой соответственно 20 °С и 60 ºС. Для контроля количества прошедшей через образец влаги их вынимали через каждые 24 часа и взвешивали. Для того чтобы избежать постепенного разжижения концентрированной серной кислоты вследствие поглощения ею водяного пара, она периодически обновлялась. После стабилизации тока влаги образцы были вынуты из экспериментальной установки, и на основании послойной влажности и скорости тока влаги определены численные значения коэффициента влагопроводности.

Результаты и их обсуждение

Результаты экспериментальных исследований коэффициента влагопроводности заболонной и ядровой древесины яблони при температуре 20 ºС представлены на рис. 2.

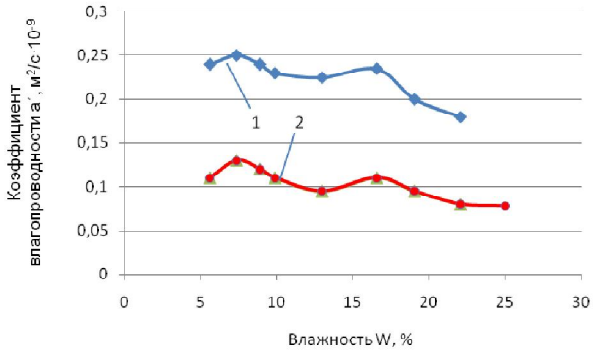

Рис. 2. Изменение коэффициента влагопроводности древесины яблони при температуре 20 ºС:
1 – заболонная древесина; 2 – ядровая древесина

Анализ результатов экспериментальных исследований, представленных на рис. 2, показывает, что влияние невысокой температуры на коэффициент влагопроводности незначительно. С повышением влажности древесины величина коэффициента влагопроводности заболонной и ядровой древесины яблони понижается. В интервале влажности от 5 % до 22 % коэффициент влагопроводности древесины заболони изменяется в пределах от $0{,}25 \cdot 10^{-9}$ м^2/с до $0{,}18 \cdot 10^{-9}$ м^2/с.

Максимальной величины коэффициент влагопроводности достигает при влажности древесины 7,5 %, а минимальной – при влажности 22 %. Изменение коэффициента влагопроводности ядровой древесины в интервале влажности от 5 % до 25 % составляет от $0{,}13 \cdot 10^{-9}$ м^2/с до $0{,}08 \cdot 10^{-9}$ м^2/с. Максимальной величины коэффициент влагопроводности достигает при влажности древесины 7,5 %, а минимальной – при влажно-

сти 25 %. Величина влагопроводности заболонной древесины превышает влагопроводность ядровой в среднем в 2,2 раза при температуре среды 20 °С.

Результаты экспериментальных исследований коэффициента влагопроводности заболонной и ядровой древесины яблони при температуре 60 ºС представлены на рис. 3.

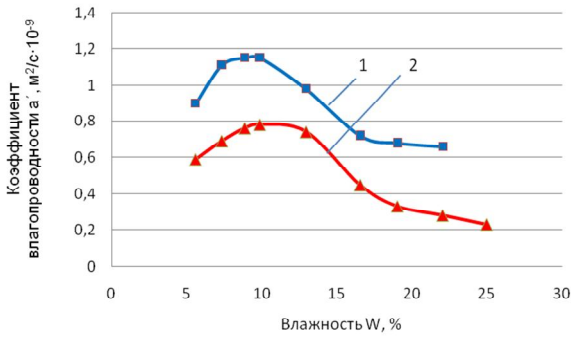

Рис. 3. Изменение коэффициента влагопроводности древесины яблони при температуре 60 ºС: 1 – заболонная древесина; 2 – ядровая древесина

Анализ результатов экспериментальных исследований, представленных на рис. 3, показывает, что при температуре 60 ºС влияние влажности на величину коэффициента влагопроводности более существенно. С повышением влажности древесины от 5 % до 22-25 % величина коэффициента влагопроводности заболонной древесины яблони изменяется в пределах от $1{,}15 \cdot 10^{-9}$ м^2/с до $0{,}665 \cdot 10^{-9}$ м^2/с, у ядровой древесины – от $0{,}73 \cdot 10^{-9}$ м^2/с до $0{,}28 \cdot 10^{-9}$ м^2/с, достигая максимальной величины при влажности 9-10 %, а минимальной – при влажности 22-25 %. Величина влагопроводности заболонной древесины превышает влагопроводность ядровой при температуре 60 °С в среднем в 1,5 раза. Повышение температуры от 20 °С до 60 °С вызывает увеличение коэффициента влагопроводности древесины яблони в среднем в 4,6 раза.

Большое влияние на механизм и форму перемещения влаги оказывает температура. При температуре 60 °С и выше в древесине преобладает перемещение влаги в виде пара, что в определенной мере повышает интенсивность процесса влагопроводности [4, 5].

На рис. 4 приведены кривые коэффициентов влагопроводности некоторых древесных пород при

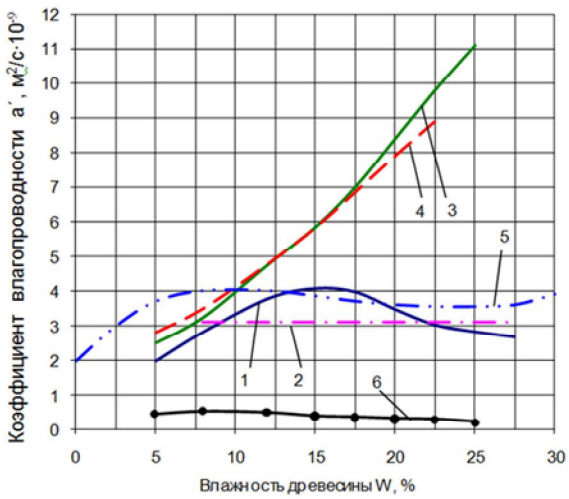

Рис. 4. Коэффициенты влагопроводности древесины некоторых пород при температуре 40 ºС по данным различных исследований: 1 – по Арциховской (сосна); 2 – по Лыкову (липа); 3 – по Эгнеру (сосна); 4 – по Мартлею (сосна); 5 – по Стамму (сосна); 6 – по результатам исследования древесины березы (ток влаги в тангенциальном направлении)

различной влажности и температуре 40 ºС по данным различных исследований.

Как видно из рис. 4, между кривыми по данным отдельных авторов имеется существенное расхождение. Следует, однако, отметить, что не все из приведенных на рис. 4 данных могут считаться одинаково надежными. В частности, вызывает сомнение правильность результатов, полученных Мартлеем и Эгнером. Детальный анализ показывает, что Мартлеем была допущена ошибка в обработке результатов эксперимента. Что касается кривых Эгнера, которые до настоящего времени представлялись в некоторых руководствах как наиболее надежные, то они не заслуживают доверия вследствие методической погрешности экспери-мента [1, 3].

Вполне надежными могут считаться данные Арциховской, Лыкова и Стамма. Эти данные, как видно из рис. 4, подтверждают теоретическое предположение о том, что коэффициент влагопроводности в области ниже точки насыщения волокна изменяется с изменением влажности весьма незначительно и может приниматься постоянным при неизменной температуре.

Для инженерных расчетов были получены значения коэффициента влагопроводности заболонной и ядровой древесины яблони, представленные на рис. 5.

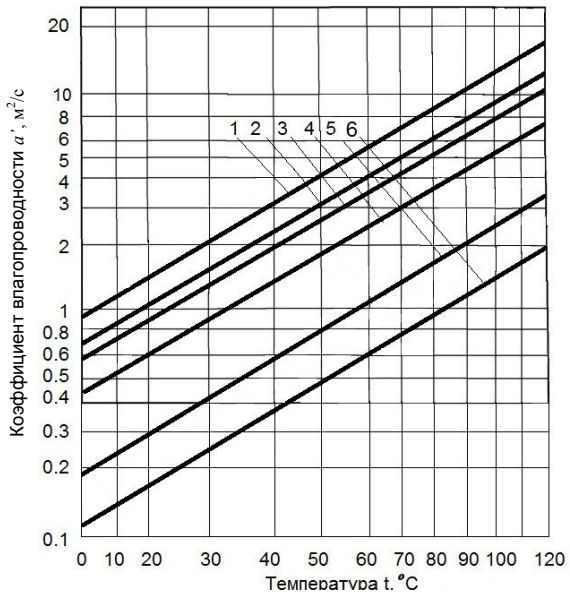

Рис. 5. Расчетная диаграмма средних коэффициентов влагопроводности древесины в тангенциальном направлении:
1 – береза; 2 – бук; 3 – лиственница; 4 – дуб;
5 – заболонь яблони; 6 – ядро яблони

Из представленных данных видно, что древесина яблони характеризуется малой влаго-проводностью даже по сравнению с древесиной дуба.

Расчетные значения средних коэффициентов влагопроводности древесины поперек волокон для некоторых пород приведены по данным Р.П. Алпаткиной [1].

Выводы

Таким образом, коэффициент влагопроводности древесины яблони изменяется в области ниже точки насыщения волокна незначительно, а характер кривой влагопроводности древесины яблони соответствует основным теоретическим положениям. Величина влаго-проводности заболонной древесины превышает влагопроводность ядровой в интервале темпе-ратуры от 20 °С до 60 °С в среднем в 1,5-2,2 раза.

Повышение температуры от 20 °С до 60 °С вызывает увеличение коэффициента влагопроводности древесины яблони в тангенциальном направлении в среднем в 4,6 раза.

Древесину яблони можно отнести к группе трудносохнущих пород.

Библиографический список

1. Алпаткина, Р. П. О влагопроводности древесины важнейших отечественных пород [Текст] / Р. П. Алпаткина // Деревообрабатывающая промышленность. − 1967. − № 9. − С. 12-14.

2. Арциховская, Н. В. Исследование передвижения влаги в древесине в процессе высыхания [Текст] / Н. В. Арциховская // Труды института леса. − М. : Изд-во АН СССР, 1957. – Т. 9. − С. 158-185.

3. Лыков, А. В. Теория сушки [Текст] / А. В. Лыков. − М. : Энергия, 1968. − 328 с.

4. Платонов, А. Д. Интенсификация процесса сушки древесины трудносохнущих пород [Текст] : автореф. дис. … д-ра техн. наук: 05.21.05 / А. Д. Платонов. – Воронеж, 2006. – 32 с.

5. Платонов, А. Д. Исследование влагопроводности древесины после химической обработки [Текст] / А. Д. Платонов // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2005. – № 2. – С. 56-63.

6. Серговский, П. С. Расчет процессов высыхания и увлажнения древесины [Текст] / П. С. Серговский. − М. : Гослесбумиздат, 1952. − 75 с.

7. Solute diffusion into cell walls in solution-impregnated wood under conditioning process I: effect of relative humidity on solute diffusivity [Text] / S. Tanaka, M. Seki, T. Miki, I. Shigematsu, K. Kanayama // Journal of Wood Science. – 2015. – Vol. 61. – P. 543-551.

8. Solute diffusion into cell walls in solution-impregnated wood under conditioning process II: effect of solution concentration on solute diffusion [Text] / S. Tanaka, M. Seki, T. Miki, I. Shigematsu, K. Kanayama // Journal of Wood Science. – 2016. – Vol. 62. – P. 146-155.

9. Solute diffusion into cell walls in solution-impregnated wood under conditioning process III: effect of relative-humidity schedule on solute diffusion into shrinking cell walls [Text] / S. Tanaka, M. Seki, T. Miki, I. Shigematsu, K. Umemura, K. Kanayama // Journal of Wood Science. – 2017. – Vol. 63. – P. 263-270.

10. Solute diffusion into cell walls in solution-impregnated wood under conditioning process IV: effect of

temperature on solute diffusivity [Text] / S. Tanaka, M. Seki, T. Miki, K. Umemura, K. Kanayama // Journal of Wood Science. – 2017. – Vol. 63. – P. 644-651.

11. Effect of solvent evaporation rate on solute diffusion into cell walls in solution-impregnated wood under conditioning process [Text] / S. Tanaka, M. Seki, T. Miki, I. Shigematsu, K. Umemura, K. Kanayama // J. Soc. Mater. Sci. Japan. – Vol. 65. – P. 359-364. (in Japanese)

References

1. Alpatkina R. P. *O vlagoprovodnosti drevesiny vazhnejshih otechestvennyh porod* [On the moisture conductivity of wood of the most important domestic species]. *Derevoobrabatyvayushchaya promyshlennost'.* [Woodworking industry] 1967, no 9, pp. 12-14. (In Russian)

2. Arcihovskaya N. V. *Issledovanie peredvizheniya vlagi v drevesine v processe vysyhaniya* [Investigation of moisture movement in wood during drying]. *Trudy instituta lesa*. [Proceedings of the Forest Institute] Moscow, 1957, Vol. 9, pp. 158-185. (In Russian)

3. Lykov A. V. *Teoriya sushki* [Drying theory]. Moscow, 1968, 328 p. (In Russian)

4. Platonov A. D. *Intensifikaciya processa sushki drevesiny trudnosohnushchih porod* [Intensification of the process of drying wood of hard-drying species : avtoref. DSc in Engineering]. Voronezh, 2006, 32 p. (In Russian)

5. Platonov A. D. *Issledovanie vlagoprovodnosti drevesiny posle himicheskoj obrabotki* [Study of the moisture conductivity of wood after chemical treatment]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa – Lesnoj vestnik*. [Bulletin of Moscow State Forest University - Lesnoy Bulletin] 2005, no 2, pp. 56-63. (In Russian)

6. Sergovskij P. S. *Raschet processov vysyhaniya i uvlazhneniya drevesiny* [Calculation of the processes of drying and moistening of wood]. Moscow, 1952, 75 p. (In Russian)

7. Tanaka S., Seki M., Miki T., Shigematsu I., Kanayama K. Solute diffusion into cell walls in solution-impregnated wood under conditioning process I: effect of relative humidity on solute diffusivity. Journal of Wood Science. 2015, Vol. 61, pp. 543-551.

8. Tanaka S., Seki M., Miki T., Shigematsu I., Kanayama K. Solute diffusion into cell walls in solution-impregnated wood under conditioning process II: effect of solution concentration on solute diffusion. Journal of Wood Science. 2016, Vol. 62, pp. 146-155.

9. Tanaka S., Seki M., Miki T., Shigematsu I., Umemura K., Kanayama K. Solute diffusion into cell walls in solution-impregnated wood under conditioning process III: effect of relative-humidity schedule on solute diffusion into shrinking cell walls. Journal of Wood Science, 2017, Vol. 63, pp. 263-270.

10. Tanaka S., Seki M., Miki T., Umemura K., Kanayama K. Solute diffusion into cell walls in solution-impregnated wood under conditioning process IV: effect of temperature on solute diffusivity. Journal of Wood Science. 2017, Vol. 63, pp. 644-651.

11. Tanaka S., Seki M., Miki T., Shigematsu I., Umemura K., Kanayama K. Effect of solvent evaporation rate on solute diffusion into cell walls in solution-impregnated wood under conditioning process. J. Soc. Mater. Sci. Japan. 2016, Vol. 65, pp. 359-364. (in Japanese)

Сведения об авторах

Платонов Алексей Дмитриевич – заведующий кафедрой древесиноведения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», доктор технических наук, доцент, г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: aleksey66@yandex.ru.

Волошин Сергей Ильич – магистрант кафедры древесиноведения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: voloshin_mebel@mail.ru.

Снегирева Светлана Николаевна – доцент кафедры древесиноведения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», кандидат биологических наук, доцент, г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: vgltawood@yandex.ru.

Киселева Александра Владимировна – доцент кафедры древесиноведения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», кандидат технических наук, доцент,

г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: avk50@yandex.ru.

Мозговой Николай Васильевич – заведующий кафедрой промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», доктор технических наук, профессор, г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: nv_moz@mail.ru.

Сафонов Андрей Олегович – профессор кафедры древесиноведения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», доктор технических наук, профессор, г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: aosafonov@gmail.com.

Information about authors

Platonov Aleksei Dmitrievich – Head of the Chair of Wood Science, FSBEI HE «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», DSc (Engineering), Associate Professor, Voronezh, Russian Federation; e-mail: aleksey66 @yandex.ru.

Voloshin Sergey Ilyich – magister of the Chair of Wood Science, FSBEI HE «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russian Federation; e-mail: voloshin_mebel@mail.ru.

Snegireva Svetlana Nikolaevna – Associate Professor of the Chair of Wood Science, FSBEI HE «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», PhD (Biology), Associate Professor, Voronezh, Russian Federation; e-mail: vgltawood@yandex.ru.

Kiseleva Aleksandra Vladimirovna – Associate Professor of the Chair of Wood Science, FSBEI HE «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», PhD (Engineering), Associate Professor, Voronezh, Russian Federation; e-mail: avk50@yandex.ru.

Mozgovoy Nikolay Vasilievich – Head of the Department of Industrial Ecology and Life Safety, FSBEI HE «Voronezh State Technical University», DSc (Engineering), Professor, Voronezh, Russian Federation; e-mail: nv_moz@mail.ru.

Safonov Andrey Olegovich – Professor of the Chair of Wood Science, FSBEI HE «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», DSc (Engineering), Professor, Voronezh, Russian Federation; e-mail: aosafonov@gmail.com.

DOI: 10.12737/article_5c1a322cee9d15.74273533
УДК 630.812:630.43

ПОЛУЧЕНИЕ ШПАЛ С ЗАДАННЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ КАЧЕСТВА ИЗ ПРЕССОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ БЕРЕЗЫ

доктор технических наук, доцент **А. Д. Платонов**[1]
М. А. Михеевская[2]
кандидат технических наук, доцент **Т. К. Курьянова**[1]
кандидат биологических наук, доцент **С. Н. Снегирева**[1]
доктор технических наук, профессор **А. О. Сафонов**[1]
доктор технических наук, профессор **Н. В. Мозговой**[3]
1 – ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Российская Федерация
2 – ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет», г. Ухта, Российская Федерация
3 – ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», г. Воронеж, Российская Федерация

Основным недостатком деревянных шпал является малый срок службы по сравнению со шпалами, изготовленными из других материалов. Большое влияние на срок службы и качество деревянных шпал оказывают порода древесины и качество пропитки антисептическими составами. Наибольшее распространение при производстве шпал получила древесина сосны. В настоящее время запасы данной древесной породы в европейской части РФ сильно истощены и на рынке присутствует нехватка сырья, удовлетворяющего требованиям стандартов, предъявляемым к лесоматериа-