

ПОЛЗУЧЕСТЬ И ОБРАТНАЯ ПОЛЗУЧЕСТЬ НАТУРАЛЬНОЙ И ПЛАСТИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ БЕРЕЗЫ ПРИ ПРЕССОВАНИИ ПОПЕРЕК ВОЛОКОН

соискатель ученой степени **О.И. Шакирова**

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф.Морозова»,
г. Воронеж, Российская Федерация

Прессование (модифицирование) древесины – этот технологический процесс представляет собой реализацию процессов сушки, пропитки и прессования. Плотность древесины прессованной – в пределах от 750 до 850 кг/м³ в зависимости от степени прессования. Такая древесина, по сравнению с натуральной, в несколько раз более прочная и твердая. Для антисептирования древесины чаще всего используют каменноугольное масло, ЖТК (жидкость термokatалитического крекинга), сланцевое масло. Они являются пластификаторами и меняют характер деформаций при прессовании. Для получения сравнительных данных были проведены эксперименты с натуральной и прессованной древесиной, содержащей 10 % по массе от абсолютной сухой древесины маслянистого антисептика ЖТК. В качестве исходного материала использовалась древесина березы. При этом антисептик в количестве 8-10 % от массы сухой древесины равномерно распределяется по всему сечению образца. Изучена прямая и обратная ползучесть для оценки изменения состава деформаций сжатой поперек волокон древесины во времени. Измерения проводились на рычажной установке. Полученные режимы могут быть использованы при оптимизации технологии получения пластифицированной древесины, т. к. пластификация древесины маслом ЖТК снижает жесткость в первой фазе деформирования в 3-5 раз, во второй фазе – в 1,1-1,5 раза, в третьей фазе – в 2,5-3 раза. Коэффициент поперечной деформации увеличивается в 1,2-1,3 раза. По кривым ползучести пластифицированной древесины установлено, что пропитка маслом дает в 4-5 раз больше снижение доли упругих деформаций и, соответственно, увеличивает остаточные.

Ключевые слова: береза, модифицированная древесина, прессование, пропитка, масло ЖТК, рычажная установка, измерение, деформация, ползучесть

CREEP AND REVERSE CREEP OF NATURAL AND PLASTICIZED BIRCH WOOD WHEN PRESSING ACROSS THE FIBERS

applicant for a degree **O.I. Shakirova**

FSBEI HE "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov",
Voronezh, Russian Federation

Abstract

Pressed (modified) wood is a technological process of drying, impregnation and pressing (R 54577-2011 State Standard). The density of pressed wood, depending on the degree of pressing, ranges from 750 to 850 kg/m³. Strength, hardness toughness of this wood is several times greater than of natural wood. Coal oil, TCL (thermocatalytic cracking liquid), shale oil are most often used as wood antiseptics. They are plasticizers and change the nature of deformations during pressing. Experiments with natural and were conducted to obtain comparative data. Pressed wood contained 10% of TCL oily antiseptic by weight of absolute dry wood. Birch wood was used as the starting material. In this case, an antiseptic agent in an amount of 8-10% by weight of dry wood is evenly distributed over the entire cross section of the specimen. Direct and reverse creep was studied to assess time changes in deformation composition of wood, pressed across fibers. Measurements of direct and reverse creep of wood were carried out on a lever installation. The obtained modes can be used to optimize the technology of obtaining plasticized wood, because plasticization of wood with TCL

oil reduces toughness 3-5 times (in the first phase of deformation), in the second phase – 1.1-1.5 times, in the third phase – 2.5-3 times. Transverse strain coefficient increases 1.2-1.3 times. Using creep curves of plasticized wood, it was found that oil impregnation gives 4-5 times greater reduction in the proportion of elastic deformations and, accordingly, increases the residual ones.

Keywords: birch, modified wood, pressing, impregnation, TCL oil, lever installation, measurement, deformation, creep

Введение

Прессование (модифицирование) древесины – этот технологический процесс представляет собой реализацию процессов сушки, пропитки и прессования (ГОСТ Р 54577-2011).

Известно несколько способов модифицирования древесины, которые регламентируются пятью независимыми методами [2]:

1) древесину, предварительно пропаренную или нагретую, прессуют в плоскости поперек волокон. Меняется макроструктура древесины, свойства, происходит увеличение плотности и улучшение прочностных показателей – термомеханическое модифицирование. Древесина, полученная таким методом, называется прессованной древесиной. Ее можно дополнительно модифицировать с целью улучшения свойств;

2) древесину предварительно обрабатывают аммиаком, карбамидом или другими пластификаторами, затем осуществляется уплотнение и стабилизация форм и размеров – химико-механическое модифицирование;

3) древесину пропитывают смолами или олигометрами (карбамидные, виниловые, полиэфирные, фурановые), потом идет сушка и отверждение пропитывающего вещества – термохимическое модифицирование;

4) пропиточный состав наполняет пористую структуру древесины, с последующим отверждением или полимеризацией под воздействием ионизирующих излучений – радиационно-химическое модифицирование;

5) древесину обрабатывают уксусным ангидридом, кетоном и другими веществами, которые изменяют химический состав и тонкую структуру древесины, – химическое модифицирование.

В экспериментальном исследовании при производстве модифицированной древесины применен метод термомеханической модификации. Натуральную древесину, пропитанную масляни-

стым раствором антисептика со стабилизатором, прессуют поперек волокон по всей длине заготовки. Плотность древесины прессованной – в пределах от 750 до 850 кг/м³ в зависимости от степени прессования. Такая древесина, по сравнению с натуральной, в несколько раз более прочная и твердая. Наполнение (пропитка) древесины антисептиком и стабилизатором повышает биостойкость и формоустойчивость модифицированной древесины, это предположительно повысит срок ее эксплуатации до 30–50 лет [1, 3, 13].

Для получения модифицированной древесины большое значение имеют процессы, протекающие при сжатии древесины поперек волокон.

При прессовании древесной заготовки ее объем уменьшается почти в два раза, при этом в процессе деформирования в древесине накапливаются внутренние напряжения, сопровождающиеся микро разрушениями и даже образованием трещин. Процесс деструкции конструктивных элементов древесины можно значительно снизить введением в древесину пластифицирующих агентов, таких как водяной пар, аммиак, карбамид и др. [7, 8].

Для антисептирования древесины чаще всего используют масла, такие как каменноугольное масло, ЖТК (жидкость термokatалитического крекинга), сланцевое масло. Все эти масла, особенно ЖТК, по отношению к древесине являются пластификаторами и значительно меняют характер деформаций при прессовании [5, 6].

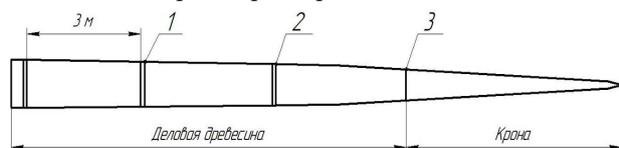
Была изучена прямая и обратная ползучесть для оценки изменения состава деформаций сжатой поперек волокон древесины во времени.

Материалы и методы

Для экспериментального исследования в качестве исходного материала использовалась древесина березы (*Betula verrucosa* Linn) [4]. Деревья были отобраны по ГОСТ 16483.6-80 «Древесина. Метод отбора модельных деревьев и кряжей для определения физико-механических свойств древес-

ных насаждений». Затем деревья разрезались на кряжи [12], по 3 кряжа длиной 3 метра. Раскряжевка дерева происходит от комля согласно схеме, представленной на рис. 1.

Далее из кряжа выпиливалась заготовка для получения модифицированной древесины в виде бруса сечением 235×250×2750 мм. В течение 6 месяцев выдерживалась в эксикаторах для сернокислотной гидростабилизации в помещении с постоянной влажностью $\varphi = 67\%$. Плотность сырья при влажности 12 % составляла $640 \pm 20 \text{ кг/м}^3$, обязательным являлось отсутствие сучков, трещин и гнили. Выпиливались образцы размерами 20×20×30 мм.



1, 2, 3 – срезы древесины, выпиленные из ствола через 3 м

Рис. 1. Схема выпилки заготовок из ствола дерева
Источник: результат получен автором

Прессование древесины следует осуществлять на лабораторной установке СПК-1М для получения шпальных заготовок из модифицированной древесины размерами 235×250×2750 мм. Из прессованных заготовок вырезаются в различных местах образцы 20×20×30 мм. Образцы из модифицированной древесины должны пройти сернокислотную гидростабилизацию в течение 6 месяцев в эксикаторах. Параметры стабилизации при концентрации серной кислоты 35-40 %, плотности 1265-1310 кг/м^3 , температуре 15-20 °С составят 60-67 %.

Для того чтобы получить сравнительные данные, необходимо провести эксперименты с натуральной и прессованной древесиной, содержащей 10 %, по массе от абсолютной сухой древесины, маслянистого антисептика ЖТК. При этом антисептик в количестве 8-10 % от массы сухой древесины равномерно распределяется по всему сечению образца.

Для измерения прямой и обратной ползучести древесины в зоне больших деформаций применяется рычажная установка, установленная на испытательной машине ЦДМУ-30 (рис. 2). Установка может работать в режиме нагружения машины

ЦДМУ-30, а также в автономном режиме, путем нагружения грузами массой 10-100 кг.

Экспериментальные исследования охватывают в первую очередь коэффициент релаксации древесины в зависимости от температуры, влажности и времени. Затем исследуется показатель формы релаксационной кривой, рассчитываются и проверяются модули упругости и время релаксации.

Затем исследуется прямая и обратная ползучесть натуральной и прессованной древесины с различными начальными напряжениями (1-12 МПа) и конечным напряжением 30 МПа.

Результаты и обсуждение

Испытывались образцы на упругую податливость при начальном напряжении 2 МПа. Средняя деформация 0,048 мм развивалась в древесине плотностью 613 кг/м^3 при 2,62 МПа, а плотностью 730 кг/м^3 – при 3,43 МПа. Итак, различие податливостей менее значительно в средних зонах сжимаемой древесины. А податливость при сжатии в тангенциальном направлении уменьшается более чем вдвое вблизи контактных поверхностей при возрастании плотности натуральной древесины на 19 %.

При напряжении 1,8 МПа натуральная древесина при влажности 5 % уменьшилась за 600 с на 31 %, а при влажности 10 % – на 24 %. Можно сказать, что в среднем величина упругой деформации натуральной древесины мало изменяется со временем.

Деформации сжатия и остаточные отмечались при напряжении 4,3 МПа. Такое напряжение лежит на границе потери устойчивости клеточной стенки и представляет большой интерес как пороговое в процессе прессования. При увеличении влажности древесины с 10 до 20 % податливость возрастает на 37,5 %. Одновременно прослеживается существенная роль начальной плотности. Так, образцы с плотностью 613 кг/м^3 имели общую податливость 3,6 ГПа^{-1} , а с плотностью 730 кг/м^3 – вдвое меньше показатели: 1,6 ГПа^{-1} .

Начинает заметно прессоваться древесина березы с влажностью 10 % и более при напряжении 8,0 МПа, т. е. вторая фаза деформирования.



1 – опора; 2 – нагрузчитель; 3 – передатчик усилия (рычаг); 4 – пульт управления; 5 – обогреваемая прессформа с образцом древесины

Рис. 2. Рычажная установка

Источник: результат получен автором

Для пластифицированной древесины плотностью 720-790 кг/м³ податливость является функцией влажности. Очевидно, упругая податливость материала мало меняется с влажностью. В то же время общая податливость при повышении влажности возрастает со все большей крутизной (рис. 3).

За период испытаний упругие деформации при напряжении 4,3 МПа и влажности 30 % уменьшаются на 24 %, а при влажности 10 % – на 12 %. При напряжении 8,0 МПа уменьшение упругих деформаций, а следовательно, рост податливости за 600 с достигало 27 %. Таким образом, в натуральной древесине во времени накапливаются остаточные деформации и уменьшаются упругие при практически постоянном уровне деформаций ползучести.

Процесс зависит от влажности и начального напряжения. Наиболее значительно изменение во времени характера снятия деформаций ползучести. Так, при напряжении 8,0 МПа восстановление размеров образца после снятия нагрузки происходит по весьма пологой кривой. Следовательно, степень задержки скорости упругого последействия зависит от величины начальной деформации.

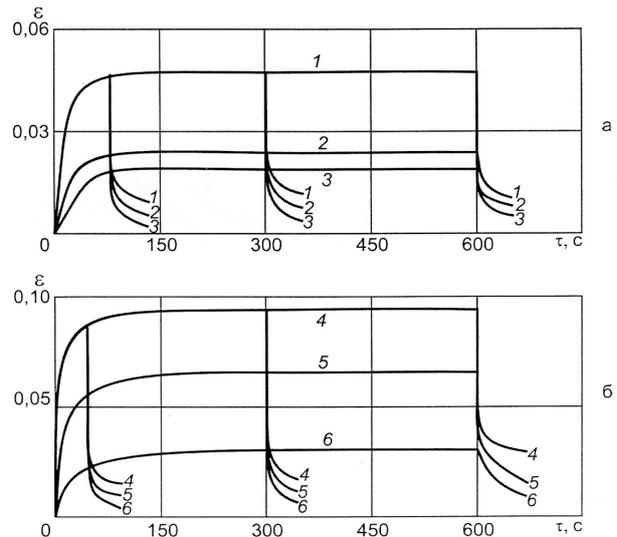


Рис. 3. Кривые ползучести натуральной древесины при различной влажности (а) и различных напряжениях (б): 1, 2, 3 – соответственно влажностью 21, 13, 10 % (напряжения 1,8 МПа); 4, 5, 6 – соответственно напряжениям 8,0, 4,3, 1,8 МПа (влажности 10 %)

Источник: результат получен автором

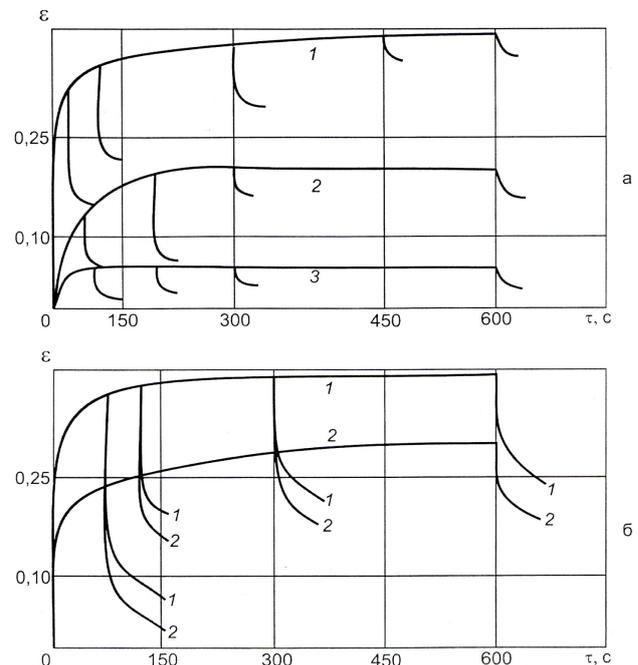


Рис. 4 Кривые ползучести пластифицированной древесины влажностью 5 % (а) и 20 % (б) при различных нагрузках: 1, 2, 3 – соответственно 8,0, 4,3, 1,8 МПа

Источник: результат получен автором

Пропитка древесины маслом ЖТК приближает деформативные показатели древесины к соответствующим более влажным (рис. 4). Со временем уменьшается упругая составляющая, но не возрастают и остаточные деформации. Остается практически постоянной сумма упругих и остаточных деформаций, следовательно, пластифицированная древесина имеет неявный характер трансформации упругих деформаций в остаточные. По-видимому, со временем в древесине происходит накопление связей, препятствующих быстрому восстановлению размеров после снятия нагрузки.

Остаточные деформации для пластифицированной древесины при малой влажности пропорциональны приложенному напряжению и нарастают в течение периода испытаний с затуханием.

Следовательно, пропитка древесины маслом приводит к резкому (в 3-6 раз) снижению доли упругих деформаций, быстро убывающих во времени, причем по мере выдержки под давлением замедляется скорость обратной ползучести. Оценивая роль пластификатора, можно сделать вывод, что пропитка маслом в несколько раз повышает податливость древесины во влажном состоянии при сжатии. С другой стороны, после разгрузки наблюдается переход упругих деформаций в задержанные, а часть задержанных переходит в остаточные. Следовательно, в пластифицированной древесине происходит интенсивная релаксация напряжений, связанная с переходом в новое равновесное состояние.

Кинетика спада напряжений в сжатом образце протекает в условиях сушки, т. е. помимо основных составляющих деформаций (упругих, упруго-залаздывающих и остаточных) проявляются и деформации сушки. Деформации сушки способствуют ускорению процесса релаксации напряжений. По величине в направлении прессования у запрессованной древесины коэффициент усушки почти вдвое больше соответствующего коэффициента натуральной древесины [9, 10, 11].

На процесс деформирования древесины под действием ступенчатой постоянной нагрузки определяющее влияние оказывает температура процесса. Исследование ползучести и обратной ползучести натуральной и пластифицированной древесины в процессе прессования поперек волокон в ради-

альном направлении проводилось при температуре 20 и 95 °С.

Во избежание существенных искажений формы образца при больших прессующих деформациях его высота задавалась в среднем в 5 раз меньшей поперечных размеров.

На рис. 5 представлена ползучесть и обратная ползучесть древесины березы плотностью 676 кг/м³ и влажностью порядка 10 % в условиях сушки. Итак, кривая *a* отражает развитие общих деформаций древесины, нагретой до 95 °С. Конечная влажность после испытаний в течение $7,2 \cdot 10^3$ с (2 часов) приближалась к 2,5 %, т. е. процесс велся в условиях сушки и потеря влаги составила 3/4 от исходной. Начальная скорость потери влаги более чем втрое превышала конечную. А развитие деформаций в древесине при комнатной температуре и постоянной влажности отражает кривая *b*. Для обоих случаев в начале нагружения развитие деформаций происходит при фактически постоянной влажности и отражает, в основном, влияние температуры. Значит, к увеличению общей деформации в 1,5 раза приводит повышение температуры в 4,75 раза.

При испытании остаточная деформация возросла в обоих случаях. Условно-упругая деформация составила 0,032 – при нагревании древесины до 95 °С, а при комнатной температуре – 0,056. Остаточные деформации в результате температурного ускорения релаксационных процессов и усушки за время испытаний возрастают в 2,3 раза. Следовательно, по мере нагружения в условиях сушки уменьшается упругая составляющая деформации и увеличивается остаточная.

При оценке влияния фактора влажности (рис. 6) кривые развития деформаций в сжатой древесине различной влажности в условиях усушки сходны между собой. Следовательно, температурное воздействие и потеря до 3/4 влаги существенно не изменяет механизм деформирования древесины. По мере нагружения во времени возрастают, в основном, остаточные деформации.

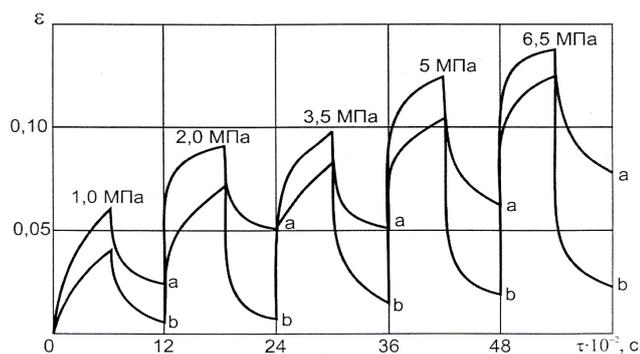


Рис. 5. Ползучесть и обратная ползучесть сжатых волокон пластифицированной древесины при температуре: а – 95 °С; б – 23 °С
Источник: результат получен автором

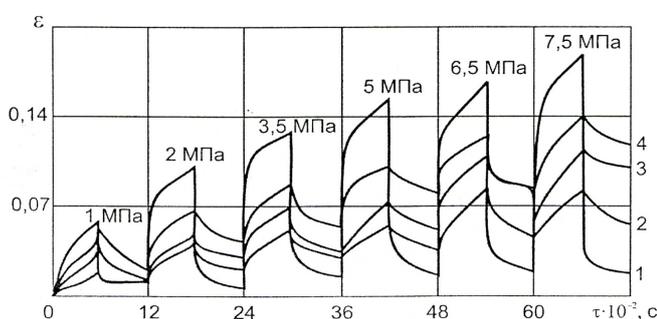


Рис. 6. Развитие во времени ползучести и обратной ползучести при температуре 95 °С натуральной древесины с влажностью: 1-10 %, 2-10 %, 3-15 %, 4-20 %
Источник: результат получен автором

Переходные процессы, отражаемые группой задержанных (запаздывающих) деформаций, тем более продолжительны, чем выше начальная влажность древесины. Это свидетельствует о том, что эти деформации формируются во времени из числа обратимых (эластических), а также из задержанных за счет увеличения времени задержки. По мере потери влаги ускоряется общий переход в новое равновесное состояние, причем наиболее интенсивно релаксируют напряжения в древесине с минимальной влажностью.

Введение в древесину масла ЖТК в количестве 10 % по массе приводит к образованию пластифицированной древесины. В первую очередь

повышается плотность материала – с 622 до 657 кг/м³. При сушке отмечается возрастание усушки. Следовательно, следует предположить возможность и некоторых качественных изменений в структуре механизма деформирования такой древесины, особенно при повышенных температурах. Сравнение кривых ползучести и обратной ползучести натуральной и наполненной маслом древесины представлено на рис. 5 и 6. Условно-упругие деформации наполненной маслом древесины по сравнению с натуральной в целом уменьшаются при нарастании остаточных, т. е. изменяется характер эластичности материала.

Механизм возникновения и развития упруго-запаздывающих деформаций, судя по кривым (рис. 5 и рис. 6), одинаков для натуральной и наполненной древесины.

Сохраняется практически одна кривизна переходных участков, что говорит о неизменности упруго-вязкого деформирования в стадии запаздывания. Воздействуя прежде всего на лигноуглеводный комплекс, масло ЖТК повышает эластичность и податливость древесины, снижая деструктивные проявления. При этом модуль прессования возрастает с 10 до 50 МПа при потере влаги около 5 %.

Выводы

1. Пластификация древесины маслом ЖТК снижает жесткость в первой фазе деформирования в 3-5 раз, во второй фазе – в 1,1-1,5 раза, в третьей фазе – в 2,5-3 раза. Коэффициент поперечной деформации увеличивается в 1,2-1,3 раза.
2. По кривым ползучести пластифицированной древесины установлено, что пропитка маслом дает в 4-5 раз больше снижение доли упругих деформаций и, соответственно, увеличивает остаточные.
3. Установлены численные величины длительного и мгновенного модуля упругости, время ползучести, показатели формы кривой ползучести.
4. Полученные режимы могут быть использованы при оптимизации технологии получения пластифицированной древесины.

Библиографический список

1. Хухрянский, П. Н. Прессование древесины / П. Н. Хухрянский. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Лесная промышленность, 1964. – 361 с. – Библиогр.: с. 360.
2. Шамаев, В. А. Модифицирование древесины : монография / В. А. Шамаев, Н. С. Никулина, И. Н. Медведев. – Москва : ФЛИНТА : Наука, 2013. – 448 с.
3. Navi, P. Combined densification and thermo-hydro-mechanical processing of wood / P. Navi, F. Heger // *MRS Bull.* – 2004. – No. 29. – P. 332–336.
4. Effect of thermal modification on mechanical properties of Canadian white birch (*Betula papyrifera*) / S. Lekounougou, D. Kocaefe, N. Oumarou, Y. Kocaefe, S. Poncsak // *International Wood Products Journal.* – 2011. – Vol. 2. – P. 101–107.
5. Nikolic, M. Use of nanofillers in wood coatings: a scientific review / M. Nikolic, J. M. Lawther, A. R. Sanadi // *J. Coat. Technol. Res.* – 2015. – No. 12. – P. 445. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s11998-015-9659-2>.
6. Hřčka, R. High temperature effect on diffusion coefficient / R. Hřčka, M. Babiak, R. Németh // *Wood. Res. Slovak.* – 2008. – No. 53. – P. 37–46.
7. Губанова, Н. В. Моделирование процесса пропитки древесины жидкостью / Н.В. Губанова // *Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник.* – 2013 – № 3 (95). – С. 134–138.
8. Бурлов, С. А. Влияние температуры на твердость прессованной древесины / С. А. Бурлов, В. А. Шамаев // *Лесной журнал.* – 1989. – № 3. – С. 86–89.
9. Медведев, И. Н. Деформирование древесины при равномерном сжатии с одновременной сушкой / И. Н. Медведев, О. И. Шакирова, В. А. Шамаев // *Лесотехнический журнал.* – 2012. – № 2 (6). – С. 15–21.
10. Пропитка древесины жидкостями под давлением / В. А. Шамаев, О. А. Куницкая, И. В. Григорьев [и др.] / *Системы. Методы. Технологии.* – 2018. – № 4 (40). – С. 152–156. – DOI 10.18324/2077-5415-2018-4-152-156.
11. Шакирова, О. И. Процесс пропитки и сушки под давлением модифицированной древесины для шпал / О. И. Шакирова // *Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика.* – 2016. – Т. 4. – № 5-1 (25-1). – С. 253–256.
12. ГОСТ 16483.6-80 (СТ СЭВ 1141-78). Древесина. Метод отбора модельных деревьев и краёв для определения физико-механических свойств древесины насаждений: издание официальное : дата введения 1981.01.01. – Москва : Стандартинформ, 2005. – 6 с.
13. Durability of Modified Wood – Laboratory vs Field Performance. Westin Mats, Technical Research Institute of Sweden, Boras, Sweden, 2010, 142.

References

1. Khukhryanskiy P.N. *Pressovanie drevesiny* [Wood pressing]. 2-e izd., isprav. i dop. [2nd ed., corr.]. M.: *Lesnaya promyshlennost'*. 1964. 361 p. (In Russian).
2. Shamaev V.A., Nikulina N.S., Medvedev I.N. Modification of wood: monograph. M.: FLINTA: Nauka, 2013. 448 p.
3. Navi P., Heger F. (2004) Combined densification and thermo-hydro-mechanical processing of wood. *MRS Bull* 29:332-336.
4. Lekounougou S., Kocaefe D., Oumarou N., Kocaefe, Y., Poncsak S. (2011) Effect of thermal modification on mechanical properties of canadian white birch (*Betula papyrifera*). *International Wood Products Journal*. Vol. 2, p. 101-107.
5. Nikolic M., Lawther J.M., Sanadi A.R. (2015) Use of nanofillers in wood coatings: a scientific review. *J Coat Technol Res*. 12: 445. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11998-015-9659-2>.

6. Hřčka R., Babiak M., Németh R. (2008). High temperature effect on diffusion coefficient. *Wood Res Slovak* 53:37–46.
7. Gubanova N. (2013) Modeling the process of wood impregnation with liquid. *Bulletin of Moscow State Forest University - Forest Bulletin*. № 3 (95). p. 134–138 (in Russian).
8. Burlov S.A., Shamaev V.A. (1989) The effect of temperature on the hardness of pressed wood. *Forest Journal*. № 3. P. 86-89 (in Russian).
9. Medvedev I.N., Shakirova O.I., Shamaev V.A. (2012) Wood deformation under uniform compression with simultaneous drying. *Lesotekhnicheskij zhurnal* [Forestry Engineering Journal], Vol. 2, № 2 (6). P. 15-21 (in Russian).
10. Shamaev V.A., Kunitskaya O.A., Grigoryev I.V. (et al.) (2018) Impregnation of wood with liquids under pressure. *Systems. Methods. Technology*. № 4 (40). P. 152-156. DOI 10.18324/2077-5415-2018-4-152-156.
11. Shakirova O.I. (2016) The process of impregnation and drying of modified wood under pressure for railroad sleepers. *Actual directions of scientific research of the XXI century: theory and practice*. Vol. 4. № 5-1 (25-1). P. 253-256 (in Russian).
12. 16483.6-80 State Standard (COMECON Standard 1141-78) Wood. A method for selecting model trees and logs to determine physical and mechanical properties of tree stands: Official Edition - Date of Entry: 1981-01-01. Moscow: Standardinform, 2005 6 p. (in Russian).
13. Durability of Modified Wood – Laboratory vs Field Performance. Westin Mats, Technical Research Institute of Sweden, Boras, Sweden, 2010, 142.

Сведения об авторе

Шакирова Оксана Ивановна – соискатель ученой степени, документовед учебно-методического управления ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: oks.vrn36@yandex.ru.

Information about the author

Shakirova Oksana Ivanovna – applicant for a degree, records manager of the educational institution, FSBEI HE "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, Russian Federation; e-mail: oks.vrn36@yandex.ru.