DOI:10.12737/article_5ab0dfc30d6f83.06547595
УДК 674*04

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

кандидат технических наук, доцент **Т. К. Курьянова**[1]
доктор технических наук, доцент **А. Д. Платонов**[1]
старший преподаватель, **М. А. Михеевская**[2]
кандидат биологических наук, доцент **С. Н. Снегтирева**[1]
преподаватель **Е.А. Первакова**[2]
1 – ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Российская Федерация
2 – ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет», Ухта, Российская Федерация

Элементом верхнего строения железнодорожного пути являются шпалы, которые изготавливают в основном из древесины. Деревянные шпалы из натуральной древесины имеют ряд недостатков. Уменьшить недостатки шпал из натуральной древесины возможно, если для их изготовления использовать модифицированную древесину мягких лиственных пород, которая за счет прессования будет по прочности превосходить шпалы из натуральной древесины и по своим физико-механическим показателям не уступает шпалам из натуральной хвойной древесины. Однако, одним из недостатков модифицированной древесины является ее способность изменять размеры и форму при повышении влажности. В связи с чем, существует необходимость создания нового высокотехнологичного ресурсосберегающего производства железнодорожных шпал из модифицированной древесины с улучшенными эксплуатационными показателями (прочность, биостойкость, формоустойчивость, износостойкость), превосходящего существующие производства. Для увеличения срока эксплуатации деревянных шпал, повышения их биостойкости и формоустойчивости необходимо сырье для производства шпал подвергнуть пропитке составом антисептика и стабилизатора, т.е. провести термомеханическую модификацию древесины. В качестве сырья можно использовать древесину мягких лиственных пород березы и осины. В зависимости от степени прессования шпалы из этих пород по прочности будут превосходить шпалы из древесины сосны. Но при этом все свойства древесины сохраняются (демпферные, диэлектрические и другие). Разработка технологии модификации древесины возможна на основе анализа физических явлений, лежащих в основе технологических операций. С этой целью теоретически рассчитаны кривые нагрева заготовки по сечению в маслянистой жидкости, выполненные на основе критериев подобия, а на основе физических явлений тепломассообмена рассчитана продолжительность сушки заготовок. Приняты методы пропитки, нагружения и снятия давления при прессовании.

Ключевые слова: модифицированная древесина, сушка, пропитка, прессование, антисептик, влажность, стабилизатор, физико-механические свойства, шпала

THEORETICAL FOUNDATIONS OF OBTAINING MODIFIED WOOD

Candidate of technical Sciences, Associate Professor **T. K. Kuryanova**[1]
Doctor of technical Sciences, Associate Professor **A.D. Platonov**[1]
Senior lecturer**, M. A. Mikheevskaya**[2]
Candidate of biological Sciences, Associate Professor **S.N. Snegtireva**[1]
Lecturer **E. A. Pervakova**[2]
1 – FSBEU HE "Voronezh state forestry engineering University named after G. F. Morozov", Voronezh, Russian Federation
2-Ukhta State Technical University, Ukhta, Russian Federation

The element of the upper structure of the railway track are sleepers, which are made mainly of wood. Wooden sleepers from natural wood have a number of disadvantages. Reduce the disadvantages of sleepers made of natural wood is possible if their manufacture to use modified wood myag-kih hardwood, which by pressing will exceed the strength of the sleepers made of natural Dre-spring and its physical and mechanical characteristics is not inferior to the sleepers made of natural coniferous wood. However, one of the disadvantages of modified wood is its ability to change the size and shape with increasing humidity. Therefore, there is a need to create a new high-tech re-surdobarokamere the production of railway sleepers of the modified wood with improved ex-operational characteristics (durability, biological stability, dimensional stability, wear resistance), exceeding the existing production. To increase the service life of wooden sleepers, increase their biostability and dimensional stability, raw materials for the production of sleepers must be impregnated with the composition of antiseptic and stabilizer, i.e. to conduct thermomechanical modification of wood. As raw materials it is possible to use wood of soft deciduous breeds of a birch and an aspen. Depending on the degree of pressing the sleepers of these species will exceed the strength of the sleepers of pine wood. But at the same time all properties of wood remain (damper, dielectric and others). Development of wood modification technology is possible on the basis of analysis of physical phenomena underlying technological operations. With this purpose, the theoretically calculated curves of heating of the billet in the section of the oily liquid, made on the basis of similarity criteria and on the basis of the physical phenomena of heat and mass transfer calculated duration of drying preparations. Accepted methods of impregnation, loading and relieving of the pressure during compaction.

Keywords: modified wood, drying, impregnation, pressing, antiseptic, humidity, stabilizer, physical and mechanical properties, sleeper

Введение

Существующие виды и способы сушки древесины основываются на особенностях передачи тепла высушиваемому материалу. По передаче тепла древесине различают четыре вида сушки: конвективную, кондуктивную, радиационную, электрическую. При производстве шпал из модифицированной древесины используется конвективная сушка в нагретых жидких сушильных агентах.

Агентом сушки древесины может быть любая гидрофобная жидкость: различные масла, маслянистые антисептики (креозот, антрацен, жидкость техническая консервационная (ЖТК), петролатум) парафин и другие гидрофобные растворы. Одновременно в процессе сушки древесины все вышеуказанные жидкости её пропитывают [9].

Высыхание древесины в любой жидкости может происходить только при температуре, превышающей 100 °С, [4]. В зависимости от режима сушки выпаренный из древесины пар будет иметь большую или меньшую степень перегрева. Пузырьки перегретого пара, выходящего из древесины, увеличиваясь в объеме, отрываются от ее поверхности и всплывают на поверхность жидкости в ванне. Таким образом, по своей физической сущности способ сушки древесины в жидкостях близок к способу сушки в среде перегретого пара. Разница в том, что температура поверхности древесины при

жидкостной сушке равна температуре среды, а при сушке в перегретом паре близка $t_м$ (100 °С), по крайней мере, в 1-й период сушки. Повышенная температура поверхности древесины придает большую пластичность материалу, вследствие чего уменьшается поверхностное растрескивание [6]. К достоинствам способа сушки в жидкостях относятся сокращение продолжительности сушки, простота эксплуатации и уменьшение гигроскопичности и влагопоглощения высушенного материала.

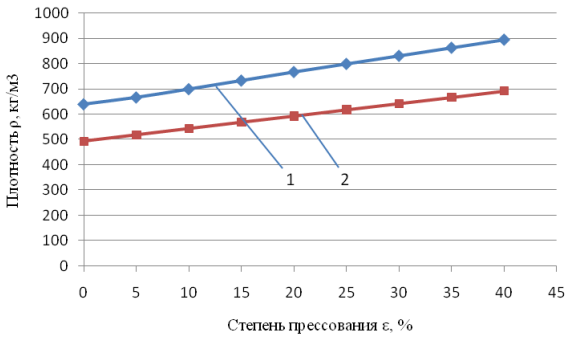
Долговечность и качество изделий из модифицированной древесины определяется её биостойкостью и формоустойчивостью. С этой целью древесину перед прессованием необходимо пропитать раствором антисептика со стабилизатором. При сушке древесины в маслянистых жидкостях наиболее эффективным является способ пропитки в горяче-холодных ваннах.

Прессование древесины - одно из наиболее перспективных направлений улучшения ее физико-механических свойств. Материал, получаемый в результате уплотнения древесины, обладает более высокими прочностными свойствами по сравнению с исходной (натуральной) древесиной. Повышение прочности происходит за счет уменьшения (сплющивания) полостей клеток, составляющих для отечественных пород 40…77 %, при сохранении массы древесины.

Из различных видов прессования для производства железнодорожных шпал из модифицированной древесины применяется одноосное поперечное равномерное прессование, при котором древесина уплотняется равномерно как по длине, так и в поперечном сечении прессуемой заготовки [8, 9].

Величина степени прессования определяет плотность модифицированной древесины. В зависимости от назначения и области применения необходимо правильно обосновать степень прессования, а, следовательно, и плотность модифицированной древесины. На рис. 1 представлен график зависимости плотности древесины березы и осины от степени прессования.

Качество модифицированной древесины, зависит от технологических параметров сушки, пропитки и прессования древесины.



1 – древесина березы; 2 – древесина осины

Рис. 1. Зависимость плотности древесины березы и осины от степени прессования

Основополагающим параметром этих операций является температура среды и древесины (на поверхности и в центре заготовки).

Согласно ГОСТ 78-2004 «Шпалы деревянные для железных дорог широкой колеи. Технические условия» размерные характеристики шпал - 180×250×2750 мм. После прессования толщина шпал из модифицированной древесины должна соответствовать 180 мм также как и толщина шпал из натуральной древесины [5]. С учетом степени прессования необходимо правильно обосновать первоначальный размер заготовки. На рис. 2 представлен график для определения начальных размеров заготовки с учетом степени прессования.

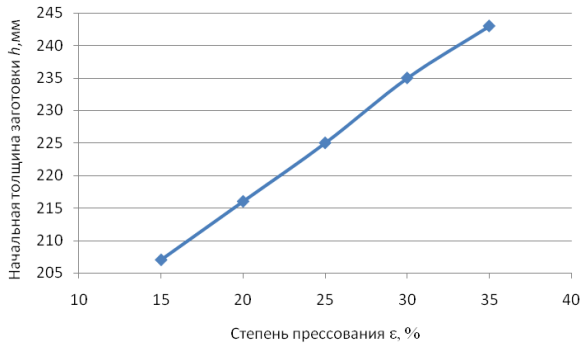
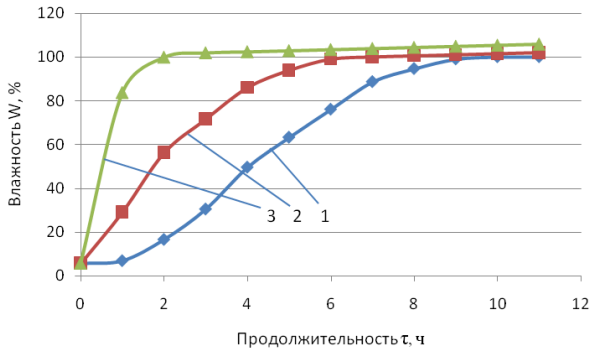


Рис. 2. Зависимость начального размера заготовки по толщине от степени прессования

Поскольку древесина является анизотропным материалом, то при нагревании и сушке распределение температуры внутри древесины неравномерное как по сечению, так и по длине. Нагревание заготовок древесины происходит в маслянистой жидкости (ЖТК), температура которой опре-

деляется термометром. Температура по сечению и длине заготовки, на всем протяжении процесса получения модифицированной древесины, определяется хромель-копелевыми термопарами.

Процесс сушки в маслянистой жидкости возможен только после достижения древесиной температуры свыше 100 °С [4]. Учитывая большой размер материала по толщине, процесс его прогрева, а, следовательно, и сушки протекает неравномерно по сечению, что представлено на рис. 3.



1 – безразмерная координата $\frac{x}{R} = 1,0$ (расстояние от поверхности 112,5 мм); 2 – безразмерная координата $\frac{x}{R} = 0,5$ (56 мм); 3 – безразмерная координата $\frac{x}{R} = 0,25$ (28 мм)

Рис. 3. Нагревание древесины берёзы по сечению в маслянистой жидкости при температуре 130 °С

Представленные на рис. 3 теоретические кривые нагрева древесины березы по сечению, полученные расчетным методом, основываясь на критериях подобия (критерий Фурье F_o, безразмерная температура Θ и безразмерная координата $\frac{x}{R}$) по известной методике [2, 3].

Ориентировочно через 2,5-3,0 часа поверхностные слои заготовки (28 мм от поверхности - $\frac{x}{R} = 0,25$) достигают температуры свыше 100 °С после чего начинается интенсивное выпаривание из них свободной влаги. По мере дальнейшего прогрева заготовки по сечению свыше 100 °С происходит углубление зоны выпаривания. Ориентировочно через 7 часов на расстоянии 56 мм от поверхности ($\frac{x}{R} = 0,5$) температура достигнет 100 °С. Через 11,5 часа температура в центре заготовки (112,5 мм - $\frac{x}{R} = 1,0$) достигает 100 °С и после чего начинается процесс выпаривания влаги. И через некоторое время влажность в центре заготовки составит 25-30 %.

Сушка является самой продолжительной операцией технологического процесса получения модифицированной древесины совмещенным способом. Длительность сушки зависит от начальной влажности и температуры древесины и температуры маслянистой жидкости.

Продолжительность процесса сушки зависит от начальной влажности древесины, которая может быть определена весовым методом или косвенным методом – влагомером.

Продолжительность сушки березовых заготовок размером 225×250×2750 мм с начальной влажностью 50 %, 60 % и 70 % была определена по теоретическому расчету на основе физических явлений тепломассообмена [4]. Результаты теоретического расчета продолжительности сушки от начальной температуры 5,6 °С (среднегодовая температура для г. Воронеж) и при температуре пропиточного состава 130 °С представлены на рис. 4.

Ориентировочная общая продолжительность сушки березовой заготовки размером 225×250×2750 мм от начальной влажности 70 % до конечной 22 % составила 67,4 часа, после того как в рабочей ванне температура пропиточного состава достигнет 130 °С.

При начальной влажности древесины 70 % продолжительность сушки составит около 67 часов, при влажности 60 % - около 60 часов, а при 50 % - 47 часов. Уменьшение начальной влажности позволит существенно сократить продолжительность процесса сушки. Для повышения производительности установки и эффективности работы предприятия, целесообразно производить атмосферную подсушку древесины от свежесрубленной влажности до 50-60 %.

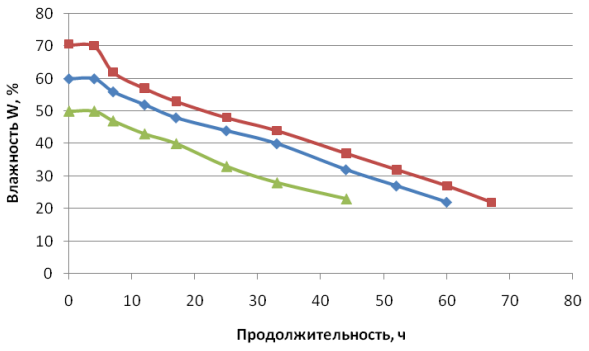


Рис. 4. Кривые сушки шпалы из древесины березы от начальной влажности 70 %, 60 % и 50 % до конечной 22 % при температуре среды 130 °С

Результаты теоретического расчета продолжительности сушки от начальной температуры 5,6 °С (среднегодовая температура для г. Воронеж) и при температуре пропиточного состава 120 °С представлены на рис. 5.

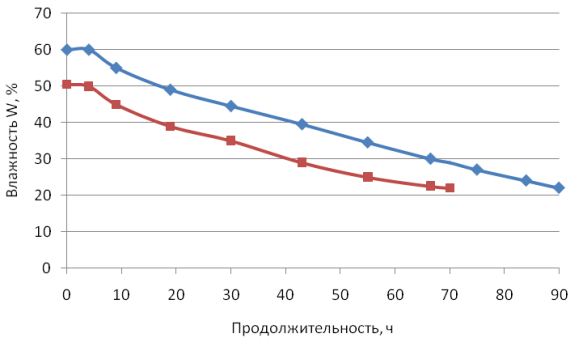


Рис. 5. Кривая сушки шпалы из древесины березы от начальной влажности 60 % и 50 % до конечной 22 % при температуре среды 120 °С

Анализ кривых, представленных на рис. 5 показывает, что понижение температуры горячего раствора до 120 °С, увеличивает продолжительность сушки на 49 %. Это существенно понижает эффективность работы установки.

Следующая операция технологического процесса - пропитка. Пропитка шпальных заготовок на лабораторной установке СПК-1М осуществляется способом горяче-холодных ванн. Способ пропитки в горяче-холодных ваннах заключается в том, что при прогреве в ванне с горячим пропиточным составом происходит расширение и частичное удаление воздуха и паров воды. Далее следует быстрое погружение прогретой древесины в холодный раствор пропиточного состава, вызывающее понижение парциального давления паровоздушной смеси в клетках древесины ниже атмосферного, и образование в них некоторого вакуума, который, совместно с действием капиллярных сил, обеспечивает введение пропитывающего состава при атмосферном давлении [2, 3].

Процесс пропитки начинается при достижении древесиной средней влажности около 30 %. По достижении древесиной влажности около 22 % в ванну подается холодный раствор с температурой около 40 °С и выдерживается в течение 1,5 ч…2 часов. В это время происходит интенсивная, глубокая пропитка древесины.

После этого древесина нагревается до температуры 80-100 °С в горячем растворе и начинается процесс прессования, продолжительность которого составляет около 3,0 часов. В процессе, когда горячий, а пропиточный состав выкачивается из рабочей ванны, а холодный закачивается, происходит незначительное их смешивание, но это не сказывается негативно на качестве и глубине пропитки. Продолжительность слива горячего пропиточного состава и залива холодного должна быть не более 5 мин.

Завершающей операцией технологического процесса производства модифицированной древесины совмещенным способом на опытной установке СПК-1М является одноосное равномерное прессование. Циклограмма давления прессования древесины представлена на рис. 6.

Представленная на рис. 6 циклограмма ступенчатого нагружения, выдержки и разгружения позволит обеспечить устойчивую форму изделий при их эксплуатации. Заданный размер изделия будет достигнут после выдержки (релаксации) и полного снятия напряжений до атмосферного и процесс прессования заканчивается. Общая продолжительность процесса прессования составляет три часа. [1, 10].

Процесс прессования происходит при температуре пропиточного состава в рабочей ванне 80 °С. После чего циркуляция горячего антисептика прекращается и заготовка остывает в рабочей ванне до температуры 40-50 °С, ориентировочно в течение 10 часов. Для повышения производительности

установки процесс остывания модифицированной древесины возможно проводить в отдельной ванне.

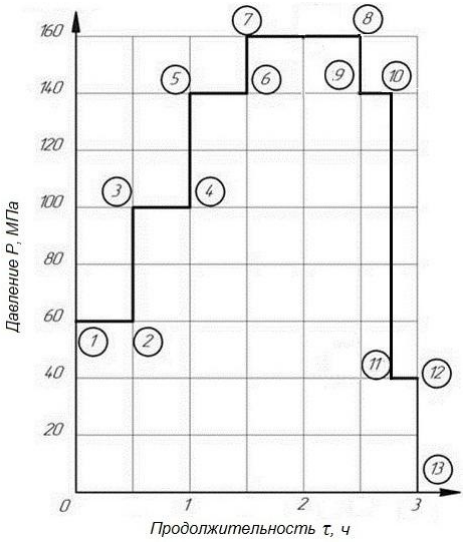


Рис. 6. Циклограмма давления при операции прессования

Примечание: точка 1 соответствует температуре древесины 80 °С; точка 11 менее 80 °С

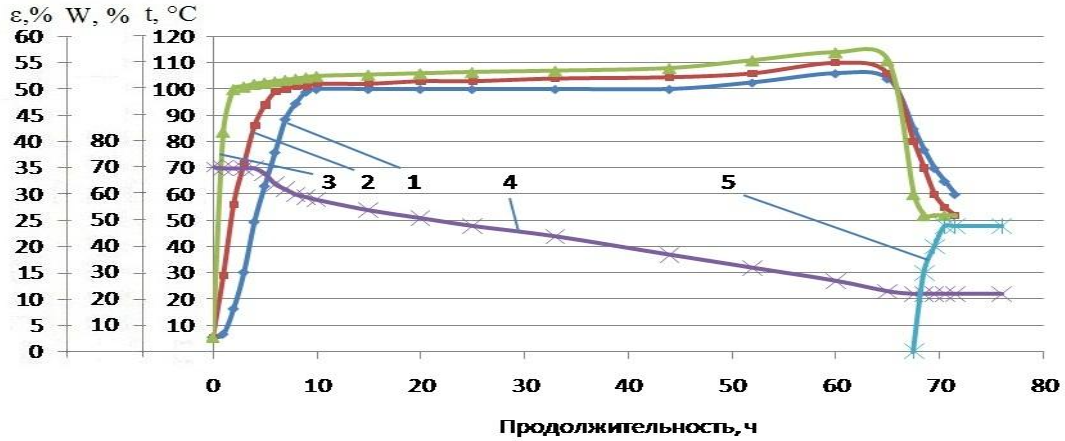
Теоретические кривые процесса получения модифицированной древесины для производства железнодорожных шпал из древесины березы с начальной влажностью 70 % и температуре горячего пропиточного раствора 130 °С, представлена на рис. 7 и являются основой для разработки технологического процесса.

Выводы. Теоретически рассчитаны кривые нагрева заготовки по сечению в маслянистой жидкости при температуре 130 °С на основе критериев подобия (Фурье, безразмерной температуры и безразмерной координаты).

На основе физических явлений тепломассообмена рассчитана продолжительность сушки заготовок от начальной влажности до требуемой конечной. Для глубокой пропитки древесины в маслянистой жидкости принят метод горяче-холодных ванн. Ориентировочно продолжительность этой операции составляет около трех часов. На основе литературных данных для прессования древесины принят ступенчатый метод нагружения и снятия давления с последующей выдержкой при фиксации конечного размера прессованной заготовки для спада напряжения (релаксации).

На основе литературных данных для прессования древесины принят ступенчатый метод нагружения и снятия давления с последующей выдержкой при фиксации конечного размера прессованной заготовки для спада напряжения (релаксации). Представленные теоретические расчеты продолжительности технологических операций нагрева, сушки и пропитки операций будут уточнены экспериментально на опытной установке СПК–1М.

Работа выполнена в рамках проекта госзадания № 11.3960.2017/4.6.



1, 2, 3 – температура (t) в центре заготовки, на расстоянии 0,5R (радиуса) и 0,25R (радиуса); 4 – кривая влажности (*W*); 5 – степень прессования заготовки (ε)

Рис. 7. Теоретические кривые процесса получения модифицированной древесины для производства при начальной влажности древесины 70 % и температуре горячего пропиточного раствора 130 °С железнодорожных шпал

Библиографический список

1. Горбачева, Г. А. Деформационные превращения древесины при изменении нагрузки, влажности и температуры [Текст]: Дисс. канд. техн. наук: МГУЛ / Горбачева Галина Александровна – М., 2004. - 198 с.

2. Кречетов, И. В. Сушка древесины [Текст] : / И. В. Кречетов. – М.: учебник Изд-во «Лесная промышленность», 1980.-432 с.

3. Серговский, П. С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины [Текст] / П. С. Серговский, А. И. Расев. - М. : Лесная промышленность, 1987. – 360 с.

4. Соколов, П. В. Проектирование сушильных и нагревательных установок для древесины [Текст] : / П. В. Соколов.– М.: учебник Изд-во «Лесная промышленность», 1965.-331 с.

5. Состояние вопроса производства и эксплуатации железнодорожных шпал из различных материалов [Текст] / Т. К. Курьянова, А. Д. Платонов, М. А. Михеевская, Д. А. Паринов и др. // Лесотехнический журнал. – 2017. -Т.7.- № 4 (28). – С. 157-166.

6. Хухрянский, П. Н. Прессование древесины [Текст] / П. Н. Хухрянский // 2-е издание исправленное и доп. – М.: Лесная промышленность. 1964 – 361 с.

7. Шамаев, В. А. Модифицирование древесины [Текст]: монография / В. А. Шамаев, Н. С. Никулина, И. Н. Медведев // – М.: ФЛИНТА: Наука, 2013. – 448 с.

8. Navi P, Heger F (2004) Combined densification and thermo-hydro-mechanical processing of wood. MRS Bull 29:332–336.

9. Sheikh Ali Ahmed, Tom Morén, Margot Sehlstedt-Persson, Åsa Blom (2017) Effect of oil impregnation on water repellency, dimensional stability and mold susceptibility of thermally modified European aspen and downy birch wood Sheikh in Journal of Wood Science 63: 74-82.

10. Ugolev, B. N. General laws of wood deformation and rheological properties of hardwood // Wood Science and Technology. – 1976. – vol. 10(3). – P. 169-181.

References

1. Gorbacheva, G. A. *Deformacionnye prevrashcheniya drevesiny pri izmenenii nagruzki, vlazhnosti i temperatury* [Tekst]: Diss. kand. tekhn. nauk: MGUL / Gorbacheva Galina Aleksandrovna – M., 2004. - 198 s.

2. Krechetov, I. V. *Sushka drevesiny* [Tekst] : / I. V. Krechetov. – M.: uchebnik Izd-vo «Lesnaya promyshlennost'», 1980.-432 s.

3. Sergovskij, P. S. *Gidrotermicheskaya obrabotka i konservirovanie drevesiny* [Tekst] / P. S. Sergov-skij, A. I. Rasev. - M. : Lesnaya promyshlennost', 1987. – 360 s.

4. Sokolov, P. V. *Proektirovanie sushil'nyh i nagrevatel'nyh ustanovok dlya drevesiny* [Tekst] : / P. V. Sokolov.– M.: uchebnik Izd-vo «Lesnaya promyshlennost'», 1965.-331 s.

5. *Sostoyanie voprosa proizvodstva i ehkspluatacii zheleznodorozhnyh shpal iz razlichnyh materialov* [Tekst] / T. K. Kur'yanova, A. D. Platonov, M. A. Miheevskaya, D. A. Parinov i dr. // Lesotekhnicheskij zhurnal. – 2017. -T.7.- № 4 (28). – S. 157-166.

6. Huhryanskij, P. N. *Pressovanie drevesiny* [Tekst] / P. N. Huhryanskij // 2-e izdanie ispravlennoe i dop. – M.: Lesnaya promyshlennost'. 1964 – 361 s.

7. SHamaev, V. A. *Modificirovanie drevesiny* [Tekst]: monografiya / V. A. SHamaev, N. S. Nikulina, I. N. Medvedev // – M.: FLINTA: Nauka, 2013. – 448 s.

8. Navi P, Heger F (2004) Combined densification and thermo-hydro-mechanical processing of wood. MRS Bull 29:332–336.

9. Sheikh Ali Ahmed, Tom Morén, Margot Sehlstedt-Persson, Åsa Blom (2017) Effect of oil impregnation on water repellency, dimensional stability and mold susceptibility of thermally modified European aspen and downy birch wood Sheikh in Journal of Wood Science 63: 74-82.

10. Ugolev, B. N. General laws of wood deformation and rheological properties of hardwood // Wood Science and Technology. – 1976. – vol. 10(3). – P. 169-181.

Сведения об авторах

Курьянова Татьяна Казимировна – доцент кафедры древесиноведения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», кандидат технических наук, доцент; г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: vgltawood@yandex.ru

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

Михеевская Марина Александровна – старший преподаватель кафедры технологии и машин лесозаготовок Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ухтинский государственный технический университет"; г. Ухта, Российская Федерация; e-mail: voronin.mary@yandex.ru

Снегирева Светлана Николаевна – доцент кафедры древесиноведения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», кандидат биологических наук, доцент; г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: vgltawood@yandex.ru

Первакова Елена Анатольевна – преподаватель кафедры технологии и машин лесозаготовок Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ухтинский государственный технический университет"; г. Ухта, Российская Федерация; e-mail: lena.pervakova@mail.ru

Information about the authors

Kuryanova Tatyana Kazimirovna-Associate Professor of the Chair of Wood Science of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Voronezh State Forestry Engineering University named after G. F. Morozov", Candidate of Technical Sciences, Voronezh, Russian Federation; e-mail: vgltawood@yandex.ru

Platonov Aleksei Dmitrievich - Head of the Chair of Wood Science of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Voronezh State Forestry Engineering University named after G. F. Morozov", Doctor of Engineering, Associate Professor; Voronezh, Russian Federation; e-mail: aleksey66@yandex.ru

Mikheevskaya Marina -Senior lecturer of the Chair of Technologies and Machines of logging-wok of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ukhtinsky State Technical University"; Ukhta, Russian Federation; e-mail: voronin.mary@yandex.ru

Snegireva Svetlana Nikolaevna-Associate Professor of the Chair of Wood Science of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Voronezh State Forestry Engineering University named after G. F. Morozov", Candidate of Biological Sciences, Associate Professor; Voronezh, Russian Federation; e-mail: vgltawood@yandex.ru

Pervakova Elena – Lecturer, Department of Technology and Machines lumbering, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Ukhta State Technical University"; Ukhta, Russian Federation; e-mail: lena.pervakova@mail.ru

DOI:10.12737/article_5ab0dfc4643417.34919882
УДК 674.812.02

РАЗРАБОТКА ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗАГОТОВОК ШПАЛ ИЗ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

младший научный сотрудник **Д.А. Паринов**[1]
доктор технических наук, профессор **В.А. Шамаев**[1]
младший научный сотрудник **И.Н. Медведев**[1]
1- ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Российская Федерация

Целью работы является разработка параметров технологических режимов, получения модифицированной древесины для шпал, совмещением операций сушки, пропитки и прессования. В процессе проведения исследования использованы следующие методы: активного эксперимента, лабораторный метод определения размерно-качественных характеристик исходного сырья, лабораторный метод проведения технологического процесса получения модифицированной древесины. В результате исследования впервые были отработаны параметры технологических режимов сушки, пропитки и прессования, совмещенные как по месту, так и по времени. В качестве сырья для прессования применялась древесина березы в виде бруса сечением 250 × 235 мм, длиной 2750мм, влажностью 75-80 %, плотностью 550-600 кг/м^3. Основные конструктивные и технико-эксплуатационные показатели опытной установки позволяют достичь и поддерживать оптимальные параметры технологических режимов сушки, пропитки и прессования в течение всего технологического процесса получения модифицированной древесины. Разработанные параметры технологических режимов легли в основу технических условий на шпалы из МД (модифицированная древесина), а разработанный технологический регламент рекомендован к внедрению в опытное производство шпал из модифицированной древесины. Новизна результатов научно-исследовательской работы - качественно новые, неизвестные в промышленности, практике и литературе разработки. Получены оптимальные режимы сушки, пропитки и прессования древесины: температура горячего антисептика 120 °С, время прогрева и сушки древесины 38 часов, время пропитки 4 часа, время прессования 17 часов, удельное давление 0,8 МПа, время остывания 6 часов, степень прессования 22 %. Рекомендуется использование полученных режимов к внедрению в производство для получения железнодорожных шпал из модифицированной древесины с улучшенными эксплуатационными показателями: плотность 700 кг/м^3, влажность 22 %, предел прочности при сжатии вдоль волокон - 41,5 МПа, глубина пропитки поперек волокон 5,5 мм, с торца 110 мм.

Ключевые слова: пропитка, сушка, прессование, опытная установка, режимы работы, маслянистый антисептик