

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 2750 мм, влажностью 75-80 %, плотностью 550-600 кг/м³. 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/м³, 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

DEVELOPMENT OF PARAMETERS OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS FOR MANUFACTURE OF SLEEPERS BLANKS FROM MODIFIED WOOD

Junior research fellow **D.A. Parinov**¹

DSc (Engineering), Professor **V.A. Shamaev**¹

Junior research fellow **I.N. Medvedev**¹

1- FSBEI HE «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russian Federation

Abstract

The purpose of the work is to develop the parameters of technological modes, the production of modified wood for sleepers, the combination of drying, impregnation and pressing operations. During the research, the following methods have been used: active experiment, laboratory method for determining the size and quality characteristics of the feedstock, laboratory method for carrying out the technological process for producing modified wood. As a result of the research, the parameters of the technological modes of drying, impregnation and pressing have been worked out for the first time, combined both in place and in time. As a raw material for pressing, birch wood in the form of bar with a section of 250 × 235 mm, length of 2750 mm, humidity of 75-80%, density of 550-600 kg / m³ has been used. The main design and technical and operational characteristics of the pilot plant allow us to achieve and maintain optimal parameters of technological modes of drying, impregnation and pressing during the whole technological process of production of modified wood. The developed parameters of technological modes has formed the basis for the technical specifications for MW sleepers (modified wood), and the developed technological regulations have been recommended for the introduction into the production of sleepers from modified wood. The novelty of the results of scientific research work is development which is qualitatively new, unknown in industry, practice and literature. Optimum modes of drying, impregnation and pressing of wood are obtained: the temperature of the hot antiseptic is 120 ° C, the time of warming up and wood drying is 38 hours, the impregnation time is 4 hours, the pressing time is 17 hours, the specific pressure is 0.8 MPa, the cooling time is 6 hours, the degree of pressing is 22 %. It is recommended to use the obtained modes for introduction into production to produce railway sleepers from modified wood with improved performance indicators: density - 700 kg / m³, humidity - 22%, compressive strength along the fibers - 41.5 MPa, impregnation depth across the fibers - 5.5 mm, from the end part - 110 mm.

Keywords: impregnation, drying, pressing, pilot plant, operating modes, oily antiseptic

Древесина является весьма перспективным конструкционным материалом для многих отраслей промышленности, в том числе для производства ж/д шпал и столбов ЛЭП [1-6]. Физико-механические свойства древесины можно повысить путем ее модифицирования. Многочисленные опыты показали, что модифицированная древесина мягких лиственных пород успешно заменяет древесину ценных пород, в том числе конкурирует с различными видами конструкционных материалов (пластмассы, металлы) в различных отраслях народного хозяйства.

В настоящее время разработано большое число инновационных технологий производства

модифицированной древесины, но потребность в модифицированной древесине остается, хотя самой модифицированной древесине присущи и некоторые отрицательные свойства, обусловленные ее растительным происхождением и сложным строением: анизотропность, способность менять форму и размеры под воздействием влаги, низкая биостойкость [7-9].

Одним из направлений в решении задачи рационального использования древесины малоценных пород является улучшение ее качественных показателей путем сушки, пропитки и прессования.

Для удовлетворения постоянно растущей потребности народного хозяйства в древесине, когда

объемы заготовок высококачественной древесины хвойных и лиственных пород подошли к максимальным возможностям использования продуктивных лесов, необходимо вовлечь в сферу применения древесину, которую пока мало используют, - это древесина так называемых малоценных лиственных пород, ресурсы которых весьма значительны (береза, осина) [10-11].

Получение модифицированной древесины в промышленных масштабах, в частности, в процессе сушки, пропитки и прессования представляет весьма актуальную теоретическую и практическую задачу, решение которой способствовало бы более рациональному использованию природных ресурсов [12].

Целью настоящей работы явилась разработка технологических режимов получения заготовок для шпал из модифицированной древесины и изучение свойств полученной древесины.

Методика эксперимента

Образцы модифицированной древесины были получены на экспериментальной установке СПК-1М (сушильно-прессовая камера первая модель модернизированная).

Установка СПК-1М состоит из рабочей ванны, в которой осуществляется совмещение трех технологических операций: сушки, пропитки и прессования. На силовой раме закреплены гидроцилиндры, к штокам которых крепится нажимная плита. Система циркуляции маслянистого антисептика ЖТК (жидкость термokatалитического крекинга) состоит из емкостей с холодным и горячим антисептиком. Циркуляция горячего и холодного антисептика осуществляется насосными агрегатами. В процессе работы установки происходит испарение антисептика и выпаривания влаги из древесины, которые отводятся в теплообменник.

Контроль температуры в древесине в процессе сушки ведется при использовании термопар хромель-копель в количестве шести штук вмонтированных в трех точках заготовки. Схема размещения термопар представлена на рисунке 1, величина заглибления термопар в древесину составляет $\frac{1}{2}$ размера нижней пласти древесины.

На опытной установке СПК-1М совмещением трех операций сушки, пропитки и прессования была получена опытная партия заготовок модифицированной древесины, в количестве трёх штук размером $250 \times 180 \times 2750$ мм из которых были напилены образцы для проведения исследований физико-механических свойств.

Схема раскроя заготовки модифицированной древесины представлена на рисунке 2.

Для оценки качества полученной шпальной заготовки используют определение физико-механических свойств модифицированной древесины:

- влажность модифицированной древесины определяется по ГОСТ 16483.7-71 для натуральной древесины;
- плотность модифицированной древесины определяется по ГОСТ 16483.1-84. Древесина. Метод определения плотности;
- линейное и объемное разбухание при поглощении определяется по ГОСТ 9621-72;
- предел прочности при сжатии вдоль волокон определяется по ГОСТ 16483.5-73.

Схема выпиливания образцов, из модифицированной древесины березы, полученной совмещенным способом на опытной установке СПК-1М, для проведения исследования физико-механических свойств модифицированной древесины представлена на рис. 3.

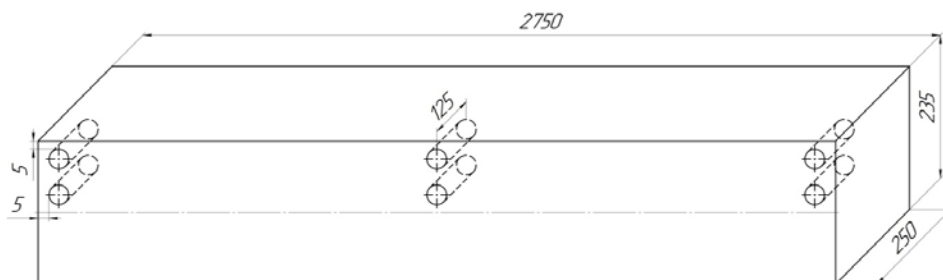


Рис. 1. Схема размещения термопар в заготовке

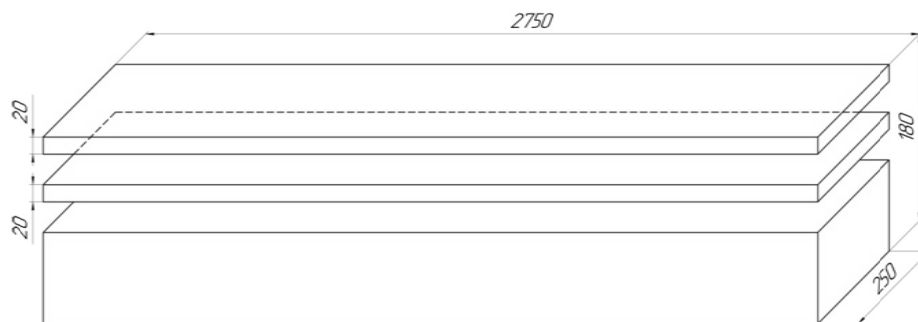


Рис. 2. Схема раскроя заготовки из модифицированной древесины

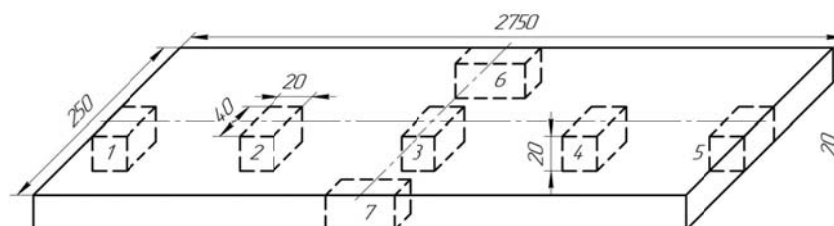
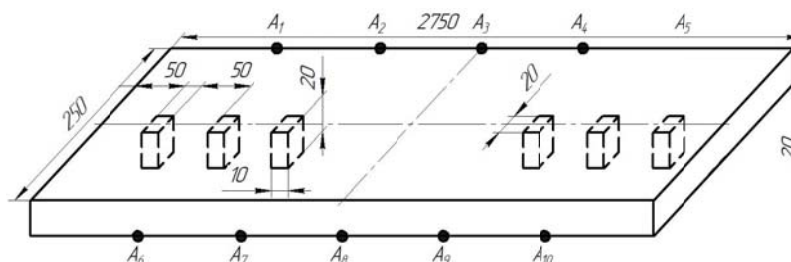


Рис. 3. Схема выпиливания образцов



$A_1 - A_{10}$ – точки замера глубины пропитки поперек волокон

Рис. 4. Схема выпиливания образцов для определения степени и глубины пропитки

Распределение антисептика по длине и толщине заготовки модифицированной древесины и его содержания в заготовке определяется на образцах размером $20 \times 20 \times 10$ мм выпиленных из разных областей большой заготовки. Схема выпиливания образцов для исследования распределения антисептика представлена на рис. 4.

Для определения процентного содержания антисептика в модифицированной древесине выпиливалось 6 образцов из разных зон заготовки. Далее эти образцы помещались в бюксы, которые предварительно взвешивались с точностью до четвертого знака, заливались растворителем и помещались на 24 часа в сушильный шкаф при температуре 60°C . По истечении 24 часов происходит вымывание маслянистого антисептика из древесины. Далее образцы древесины вынимались из бюкса и суши-

лись до абсолютно сухой древесины. Бюксы так же помещались в сушильный шкаф, где происходило выпаривание растворителя, до того момента как на дне бюксы оставалась тонкая пленка маслянистого антисептика. После чего бюкс взвешивался, и находилась масса сухого антисептика. Далее несложно определить содержание антисептика по отношению к абсолютно сухой древесины.

Стандартные испытания производились в соответствии с нормативными требованиями, изложенными в соответствующих ГОСТах [13-15].

Обсуждение результатов

Результаты исследования технологических режимов сушки, пропитки и прессования при получении шпала из модифицированной древесины

Для определения физико-механических свойств модифицированной древесины были получены образцы древесины сечением 250×180 мм длиной 2750 мм на опытной установке СПК-1М.

На рисунке 5 представлен график изменения температуры пропиточного раствора в рабочей ванне при нагреве и сушке заготовки древесины.

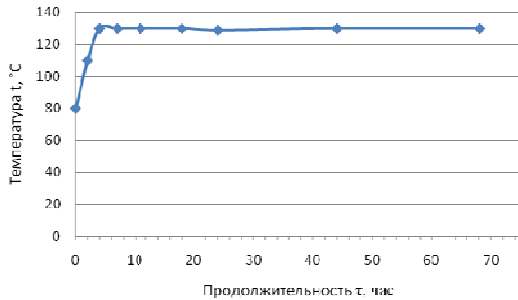


Рис. 5. Изменение температуры пропиточного раствора в рабочей ванне при нагреве и сушке заготовки из древесины березы

Из графика видно, что время процесса составило 68 ч, а далее следует процесс пропитки и прессования.

Процесс пропитки древесины методом горяче-холодных ванн представлен в виде циклограммы на рисунке 6.

Технологический процесс прессования древесины представлен на рис. 7 в виде циклограммы изменения давления. Из нее следует, что в начале и конце операции давление прикладывается ступенчато с интервалом 1 ч. (отрезки 1-7 и 8-13) На отрезке 7-8 в течение одного часа поддерживается давление 160 кгс/см^2 . Точка 1 начинается при температуре древесины $60 \text{ }^\circ\text{C}$; точка 11 с момента прекращения нагрева

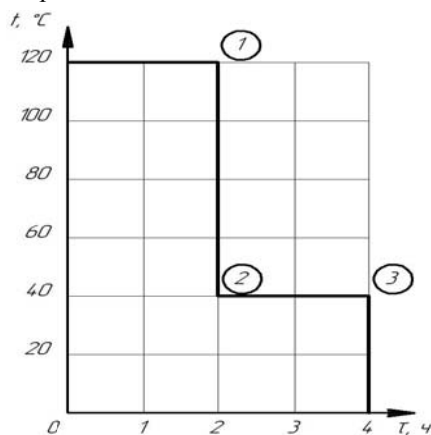


Рис. 6. Циклограмма процесса пропитки древесины на опытной установке СПК-1М

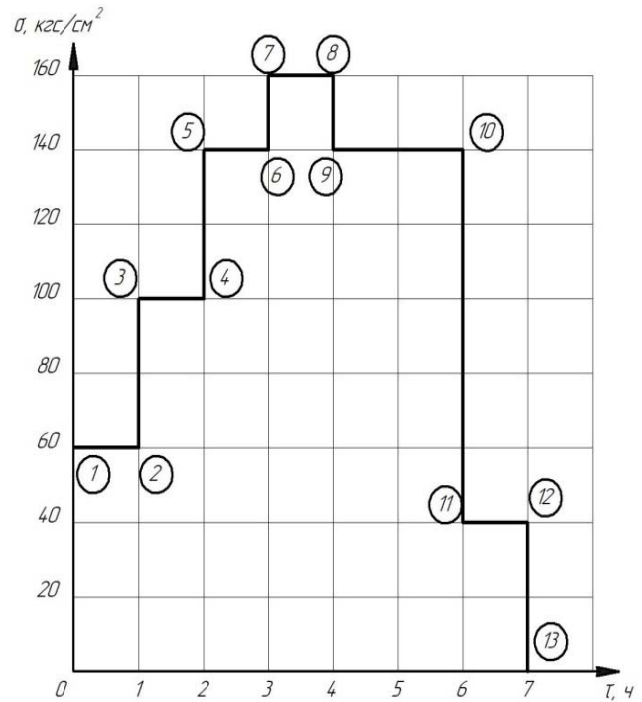


Рис. 7. Циклограмма изменения давления при операции прессования

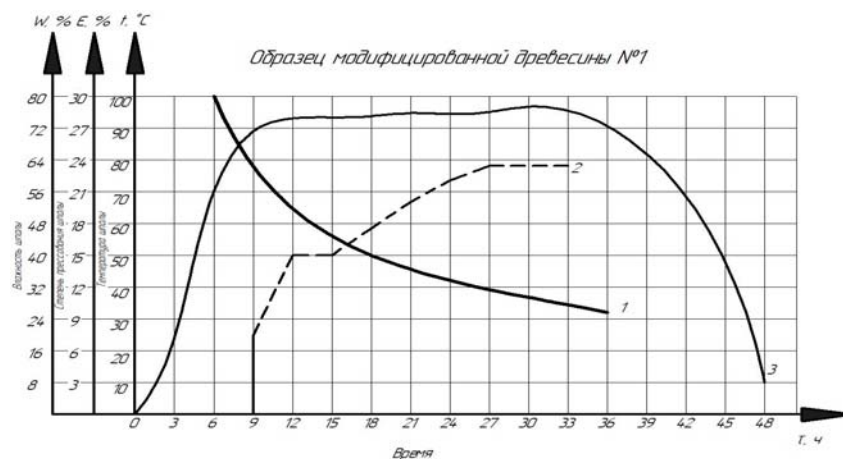
На рис. 8 представлены графики зависимости температуры, степени прессования и влажности древесины в зависимости от времени для образца № 1.

Из графика видно, что время процесса составило 33 ч, а далее следует процесс остывания образца до температуры $10 \text{ }^\circ\text{C}$.

На рис. 9 представлены графики для образца №2, где увеличено времени процесса сушки, пропитки и прессования с 36 ч до 54 ч, в сравнении с образцом № 1. Это позволило добиться влажности 30 %, но этого не достаточно, чтобы древесина прогrelась до температуры $100 \text{ }^\circ\text{C}$.

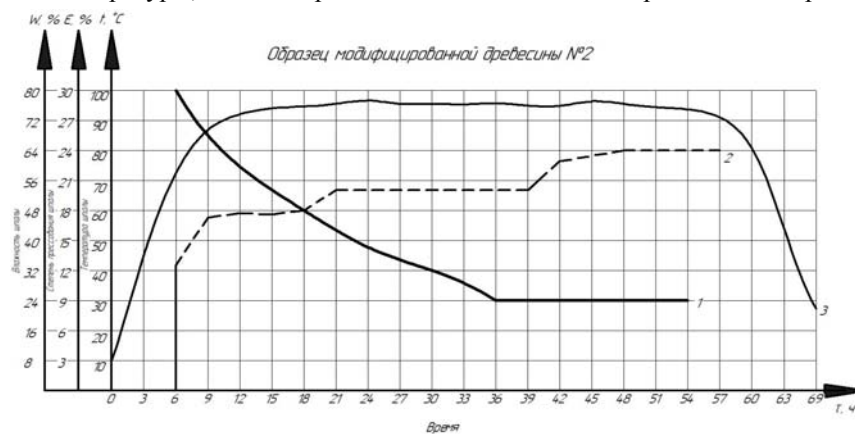
На рис. 10 представлены графики по результатам технологического процесса для образца №3. Для увеличения скорости сушки заготовки №3 диаметр сетки, прокладываемой между нажимной плитой и образцом и между дном рабочей ванны и образцом, изменен с 1 мм на 2,5 мм.

Результаты исследований по глубине пропитки ЖТК с торца шпалы представлены в табл. 1.



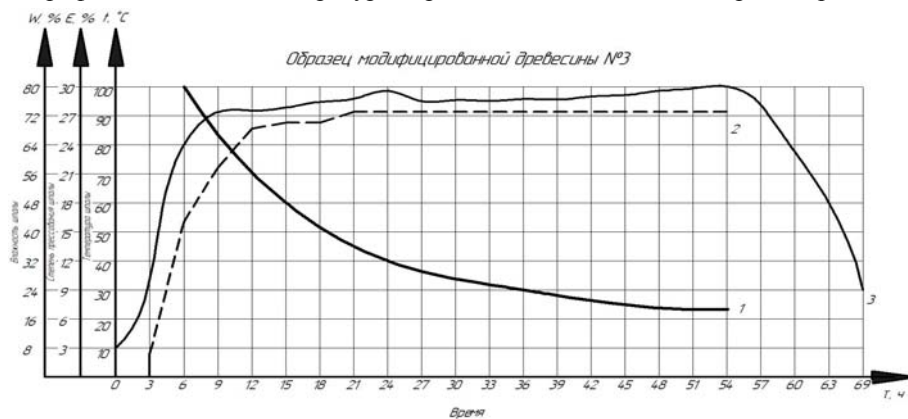
- 1 – кривая значений влажности заготовки в процессе сушки;
- 2 – кривая значений степени прессования в процессе прессования;
- 3 – кривая значений температуры в процессе получения модифицированной древесины

Рис. 8. Изменение температуры, степени прессования и влажности во времени для образца №1



- 1 – кривая значений влажности заготовки в процессе сушки;
- 2 – кривая значений степени прессования в процессе прессования;
- 3 – кривая значений температуры в процессе получения модифицированной древесины

Рис. 9. График изменения температуры, прессования и влажности образца древесины №2



- 1 – кривая значений влажности заготовки в процессе сушки;
- 2 – кривая значений степени прессования в процессе прессования;
- 3 – кривая значений температуры в процессе получения модифицированной древесины

Рис. 10. График изменения температуры, прессования и влажности образца древесины №3

Таблица 1
Содержание антисептика в образцах, обозначенных на рис. 9

Номер образца	1	2	3	4	5	6
Содержание ЖТК, %	17,5	6,14	5,57	7,65	8,22	20,4

Как видно из таблицы 1, даже на расстоянии 150 мм от каждого торца содержание антисептика составляет 7 %, что удовлетворяет требованиям ГОСТ 78-2004.

В табл. 2 приведены значения глубины проникновения антисептика ЖТК в заготовку поперек волокон (точки А₁-А₁₀ на рисунке 10)

Как видно из табл. 2 глубина пропитки поперек волокон колеблется от 9,1 мм до 40,65 мм, что превышает нормативный показатель (5 мм).

Таблица 2

Глубина пропитки древесины поперек волокон

Точки замера	Глубина пропитки, мм
А ₁	40,65
А ₂	10,3
А ₃	9,1
А ₄	16,87
А ₅	38,9
А ₆	24,83
А ₇	13,27
А ₈	10,29
А ₉	15,9
А ₁₀	30,17
Среднее значение по шпале	21,03

Результаты определения физико-механических свойств модифицированной древесины

В табл. 3 представлены результаты проведения испытаний образцов древесины 20x20x30 (последний размер вдоль волокон) для определения плотности и влажности в полученных образцах шпал. Учитывая данные рисунка 9, можно сделать вывод, что наибольшую плотность имеют образцы, расположенные по краям шпалы и с торцов (образцы № 1, 5, 7, 6). Также крайние образцы имеют меньшую влажность, (рисунок 9 образцы № 1, 5, 7,

б) средняя влажность и плотность образцов составляет 27,2 %, 703 кг/м³.

Как видно из табл. 3, по плотности древесины шпал соответствует ГОСТ Р 56879-2016 [11], по влажности имеет место превышение на 6 %, т.е. время сушки необходимо увеличить.

Испытания на предел прочности при сжатии вдоль волокон показали, что для древесины влажностью 22 %, $\sigma_{сж}$ составляет 41,5 МПа, для древесины влажностью 12 % - 65,5 МПа.

На основании полученных результатов разработан технологический регламент сушки, пропитки и прессования древесины совмещенным способом для заготовок шпал.

1. Загрузка заготовки в рабочую ванну опытной установки СПК – 1М производится вручную операторами. После загрузки включается гидростанция, и штоки гидроцилиндров опускаются до момента касания нажимной плиты верхней части заготовки. Крышка ванны крепится к ванне вручную. За 4 часа до начала работ включаются ТЭНы в емкости с горячим антисептиком, температура которого доводится до 120 °С.

2. Включается насосный агрегат и горячий антисептик подается в рабочую ванну, из емкости с горячим антисептиком. Из рабочей ванны антисептик откачивается обратно в емкость с горячим антисептиком, вторым насосным агрегатом. Циркуляция антисептика осуществляется в течение 68 часов, при включенных ТЭНах в горячей емкости.

3. После завершения процесса сушки начинается процесс пропитки за счет откачки горячего антисептика и одновременным закачиванием холодного антисептика из емкости с холодным антисептиком при температуре не ниже 40 °С.

Процесс пропитки с момента смены антисептика составляет 4 часа.

4. Далее по технологическому регламенту следует процесс прессования древесины с одновременной циркуляцией горячего антисептика. Процесс прессования продолжается в течение 7 часов с момента приложения давления на заготовку.

5. Окончание технологического процесса это остывание и кондиционирование. Остывание происходит в горячем антисептике в течение 10 часов.

Кондиционирование проводится на рольганге в течение 2-х часов.

Готовая шпала получается сечением 180x250 мм и длиной 2750 мм влажностью 22 %, плотностью 720-780 кг/м³.

В табл. 4 представлены режимы сушки, пропитки и прессования древесины совмещенным способом на опытной установке СПК-1М.

Модифицированная древесина полученная по режимам представленным в таблице 4 соответствует требованиям ГОСТ Р 56879-2016 [16]. Полученные параметры технологических режимов дают возможность производить шпалы из модифициро-

ванной древесины с улучшенными эксплуатационными характеристиками.

На рис. 11 представлены графически параметры сушки, пропитки и прессования по режимам, представленным в табл. 4.

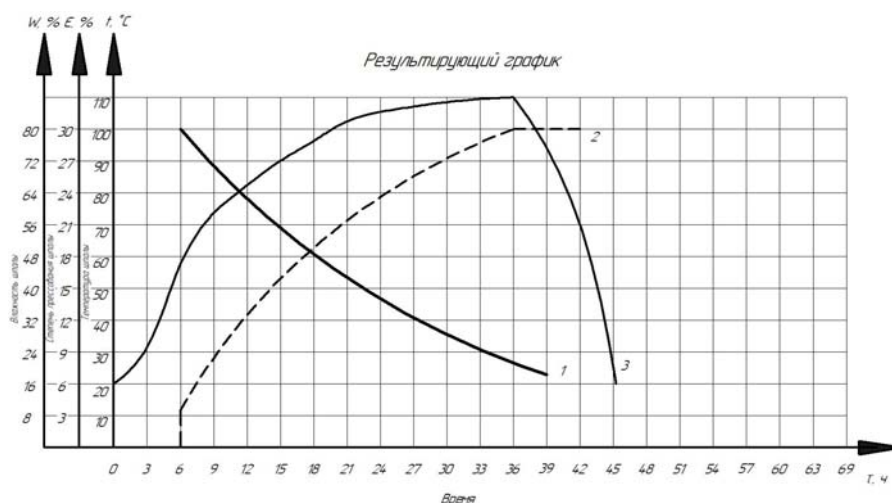
Выводы:

1. Впервые изготовлена шпала из модифицированной древесины соответствующая ГОСТ Р 56879-2016 «Древесина модифицированная. Заготовки для шпал и столбов ЛЭП».

Таблица 3

Результаты определения плотности и влажности заготовок из модифицированной древесины

№ образца	Образец № 1		Образец № 2	
	Плотность, кг/м ³	Влажность, %	Плотность, кг/м ³	Влажность, %
1	756,4	22,9	798,6	25,4
2	658,0	28,1	566,9	27,5
3	661,2	36,4	560,2	35,5
4	675,8	36,6	563,8	30,6
5	749,6	31,0	745,2	20,9
6	721,6	25,3	801,1	27,4
7	641,3	25,5	686,1	23,7
Среднее	694,8	29,4	703,1	27,2



- 1 – кривая значений влажности заготовки в процессе сушки;
- 2 – кривая значений степени прессования в процессе прессования;
- 3 – кривая значений температуры в процессе получения модифицированной древесины

Рис. 11. График параметров сушки, пропитки и прессования

Режимы работы опытной установки СПК-1М

Время, ч	Температура в центре шпалы, °С	Степень прессования, %	Влажность, %	Давление по манометру, кг/см ²
0	20	-	-	-
3	33	-	-	-
6	58	-	80	-
9	74	-	75	-
12	85	-	71	-
15	90	-	69	-
18	96	-	67	-
21	103	-	66	-
24	105	-	64	-
27	107	-	62	-
30	108	-	60	-
33	109	-	58	-
36	110	-	55	-
39	109	-	53	-
42	108	-	51	-
45	110	-	48	-
48	110	-	46	-
51	111	-	42	-
54	110	-	38	-
57	110	-	32	-
60	110	-	31	-
63	110	-	28	-
66	110	-	25	-
69	101	-	22	-
72	74	3,5	22	60
75	85	16,5	22	160
78	72	28	22	160
81	63	28	22	160
84	54	28	22	160
87	45	28	22	40
90	39	28	22	40

2. Оптимальные режимы пропитки, сушки и прессования древесины имеют следующие значения: 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 %.

3. Модифицированная древесина, полученная по оптимальным режимам имеет следующие показатели: плотность 700 кг/м³, влажность 22 %, предел прочности при сжатии вдоль волокон - 41,5 МПа, глубина пропитки поперек волокон 5,5 мм, с торца 110 мм.

Библиографический список

1. Шамаев В.А. Деформирование древесины при равномерном сжатии с одновременной сушкой / Шамаев В.А. Медведев И.Н., Шакирова О.И. // Лесотехнический журнал. 2012. № 2. С. 15-21.
2. Шамаев В.А. Исследование склеивания фанеры с применением нанокристаллической целлюлозы / Шамаев В.А., Разиньков Е.М., Ищенко Т.Л., Зиёмелис А.Э. // Лесотехнический журнал. 2014. Т. 4. № 1 (13). С. 151-155.
3. Получение модифицированной древесины химико-механическим способом и исследование ее свойств / Шамаев В.А. Лесотехнический журнал. 2015. Т. 5. № 4 (20). С. 177-187.
4. Пат. 2481430 РФ. Способ изготовления шпалы [Текст]: / М.А.Таймаров// заявл. 29.12.2011 ; опубл. 10.05.13, Бюл. №13.
5. Пат. 2476311 РФ. Способ получения модифицированной древесины [Текст] / В.А.Шамаев, Н.С.Никулина, И.Н.Медведев и др.// заявл. 19.09.2011 ; опубл. 27.02.13, Бюл. №6.
6. Патент РФ №2339505, МПК В27К 3/06 Способ модифицирования древесины. Авторы: Шамаев В.А., Уэльский А.А., Рахманов В.Г., Стороженко А.Н., Гребенщиков А.В. – Бюллетень изобретений №1, 2008 г.
7. Wahyuudi I., Ishiguri F., Makino K., Tanabe J., Tan L., Tuhumury, A., Iizuka K. and Yokota, S. 2015. Growth characteristics and wood properties of 26-year-old Eucalyptus alba planted in Indonesia. International Wood Products Journal. 6: 84–88. doi: 10.1179/2042645315Y.0000000003, [Taylor & Francis Online], [Google Scholar]
8. Lekounougou S., Kocaefe D., Oumarou N., Kocaefe Y., Poncsak S. Effect of thermal modification on mechanical properties of canadian white birch (betula papyrifera), International Wood Products Journal. 2011. Т. 2. № 2. С. 101-107.
9. Tshabalala M.A., McSweeney J.D., Rowell R.M. Peat treatment of wet wood fiber: a study of the effect of reaction conditions on the formation of furfurals. Wood Material Science and Engineering. 2012. Т. 7. № 4. С. 202-208.
10. Sandberg D., Haller P., Navi P. Thermo-hydro and thermo-hydro-mechanical wood processing: an opportunity for future environmentally friendly wood products. Wood Material Science and Engineering. 2013. Т. 8. № 1. С. 64-88.
11. Poncsak S., Kocaefe D., Younsi R. Improvement of the heat treatment of jack pine (pinus banksiana) using thermowood technology. Holz als Roh- und Werkstoff. 2011. Т. 69. № 2. С. 281-286.
12. Hanhijärvi A. Deformation properties of Finnish spruce and pine wood in tangential and radial directions in association to high temperature drying. Part II. Experimental results under constant conditions (viscoelastic creep)//Holz als Roh-und Werkstoff. 1999. V. 57, pp. 365-372.
13. ГОСТ 20022.0-93 «Защита древесины. Параметры защищенности» [Текст]. - Взамен ГОСТ 20022.0-82; Введ. 1995-01-01.– М. : Изд-во стандартов, 1995 – 104 с.
14. ГОСТ 78-2004 Шпалы деревянные для железных дорог широкой колеи [Текст] – Взамен ГОСТ 78-89; введ. 2006-01-01. – М. : Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Изд – во стандартов, 2004. – 13с.
15. ГОСТ Р 54577-2011. Древесина модифицированная. Технические условия. [Текст]. - Введ. 2013-01-01. - М. : Изд - во стандартов, 2013. – 12 с.
16. ГОСТ Р 56879-2016 Древесина модифицированная. Заготовки для шпал и столбов ЛЭП. Технические условия. [Текст]; введ. 2016-02-29, 2016. – 18с.

References

1. Shamaev V.A., Medvedev I.N., Shakirova O.I. *Deformirovanie drevesiny pri ravnomernom szhatii s odnovennoy sushkoy* [Wood deformation under uniform compression with simultaneous drying]. *Lesotekhnicheskiy zhurnal*. 2012. № 2. pp. 15-21.
2. Shamaev V.A., Razin'kov E.M., Ishchenko T.L., Ziemelis A.E. *Issledovanie skleivaniya fanery s primeneniem nanokristallicheskoj tsellyulozy* [Investigation of gluing of plywood using nanocrystalline cellulose]. *Lesotekhnicheskiy zhurnal*. 2014. T. 4. № 1 (13). pp. 151-155.
3. Shamaev V.A. *Poluchenie modifitsirovannoy drevesiny khimiko-mekhanicheskim sposobom i issledovanie ee svoystv* [Preparation of modified wood by a chemical-mechanical method and investigation of its properties]. *Lesotekhnicheskiy zhurnal*. 2015. T. 5. № 4 (20). pp. 177-187.
4. M.A.Taymarov *Sposob izgotovleniya shpaly* [Method of manufacturing sleepers]. Patent RF, no 2481430, 2013.
5. V.A.Shamaev, N.S.Nikulina, I.N.Medvedev *Sposob polucheniya modifitsirovannoy drevesiny* [Method for producing modified wood]. Patent RF, no 2476311, 2013.
6. Shamaev V.A., Uel'skiy A.A., Rakhmanov V.G., Storozhenko A.N., Grebenshchikov A.V. *Sposob modifitsirovaniya drevesiny* [Wood modification method]. Patent RF, no 2339505, 2008.
7. Wahyudi I., Ishiguri F., Makino K., Tanabe J., Tan L., Tuhumury, A., Iizuka K. and Yokota, S. 2015. Growth characteristics and wood properties of 26-year-old Eucalyptus alba planted in Indonesia. *International Wood Products Journal*. 6 pp. 84–88. doi: 10.1179/2042645315Y.0000000003.
8. Lekounougou S., Kocaefe D., Oumarou N., Kocaefe Y., Poncsak S. Effect of thermal modification on mechanical properties of canadian white birch (*betula papyrifera*), *International Wood Products Journal*. 2011. T. 2. № 2. pp. 101-107.
9. Tshabalala M.A., McSweeny J.D., Rowell R.M. Reat treatment of wet wood fiber: a study of the effect of reaction conditions on the formation of furfurals. *Wood Material Science and Engineering*. 2012. T. 7. № 4. pp. 202-208.
10. Sandberg D., Haller P., Navi P. Thermo-hydro and thermo-hydro-mechanical wood processing: an opportunity for future environmentally friendly wood products. *Wood Material Science and Engineering*. 2013. T. 8. № 1. pp. 64-88.
11. Poncsak S., Kocaefe D., Younsi R. Improvement of the heat treatment of jack pine (*pinus banksiana*) using thermowood technology. *Holz als Roh- und Werkstoff*. 2011. T. 69. № 2. pp. 281-286.
12. Hanhijärvi A. Deformation properties of Finnish spruce and pine wood in tangential and radial directions in association to high temperature drying. Part II. Experimental results under constant conditions (viscoelastic creep)//*Holz als Roh-und Werkstoff*. 1999. V. 57, pp. 365-372.
13. GOST 20022.0-93 *Zashchita drevesiny. Parametry zashchishchennosti* [State Standard 20022.0-93. Protection of wood. Security Settings]. Moscow, Standartinform Publ., 1995. 104 p.
14. GOST 78-2004 *Shpaly derevyannye dlya zheleznykh dorog shirokoy kolei* [State Standard 78-2000. Ties wooden for wide gauge railways]. Moscow, Standartinform Publ., 2004. 13p.
15. GOST R 54577-2011. *Drevesina modifitsirovannaya. Tekhnicheskie usloviya*. [State Standard R 54577-2011. Modified wood. Technical conditions.]. Moscow, Standartinform Publ., 2013. 12 p.
16. GOST R 56879-2016 *Drevesina modifitsirovannaya. Zagotovki dlya shpal i stolbov LEP. Tekhnicheskie usloviya*. [State Standard R 56879-2016. Modified wood. Blanks for sleepers and poles of power lines. Technical conditions.]. Moscow, Standartinform Publ., 2016. 18p.

Сведения об авторах

Паринов Дмитрий Александрович – младший научный сотрудник ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Российской Федерации, e-mail: DmitryParinov@mail.ru.

Шамаев Владимир Александрович – профессор кафедры древесиноведения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», доктор технических наук, профессор, г. Воронеж, Российской Федерации, e-mail: drevstal@mail.ru.

Медведев Илья Николаевич – младший научный сотрудник ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Российской Федерации, e-mail: medved-vrn82@mail.ru.

Information about authors

Parinov Dmitry Aleksandrovich – junior researcher Federal State Budget Education Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russian Federation, e-mail: DmitryParinov@mail.ru.

Shamaev Vladimir Aleksandrovich – Professor of the Department of Wood Science Federal State Budget Education Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Voronezh, Russian Federation, e-mail: drevstal@mail.ru.

Medvedev Ilya Nikolaevich – junior researcher Federal State Budget Education Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russian Federation, e-mail: medved-vrn82@mail.ru.

DOI: 10.12737/article_5ab0dfc53f8c83.58064262

УДК 674.093.26

ВЛИЯНИЕ ШЛИФОВАЛЬНОЙ ПЫЛИ, КАК НАПОЛНИТЕЛЯ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ КЛЕЕВ НА ИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

кандидат технических наук, доцент **Л. В. Пономаренко**¹

кандидат технических наук, доцент **Е. В. Кантиева**¹

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

Одним из главных показателей качества фанеры является ее экологичность, которая характеризуется содержанием свободного формальдегида. Для производства фанеры с эмиссией формальдегида класс E₀, E₁ необходимо использовать малотоксичные карбамидоформальдегидные смолы. Данные смолы имеют низкую конечную вязкость, что может привести к снижению прочностных свойств фанеры за счет излишнего проникновения клея в древесину. Изменить вязкость рабочего раствора клея можно путем использования наполнителей (древесная мука, ржаная мука, каолин и др.). Результаты исследований показали, что древесная мука обладает высокой адсорбционной способностью и 2-5 м.ч. древесной муки повышают вязкость клея с 60 до 180 с по вискозиметру ВЗ-4. В тоже время в деревообрабатывающих цехах скапливается большое количество шлифовальной пыли. Для оценки возможности использования шлифовальной пыли в качестве наполнителя карбамидоформальдегидных смол проведен сравнительный анализ свойств шлифовальной пыли, полученной при шлифовании различных материалов и древесной муки в соответствии с ГОСТ 16362-86. Результаты показали, что шлифовальная пыль по влажности, насыпной плотности сопоставима с древесной мукой. Фракционный состав