

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 674

DOI: 10.18324/2077-5415-2016-4-135-141

Склеивание осинового шпона модифицированной фенолоформальдегидной смолой

Г.С. Варанкина^{1 a}, Д.С. Русаков^{1 b}, И.В. Коваленко^{1 c}, А.М. Иванов^{1 d}, Г.П. Плотникова^{2 e}¹Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, пер. Институтский 5, Санкт-Петербург, Россия²Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия^avaragalina@yandex.ru, ^bdima-ru25@mail.ru, ^ctdp@spbftu.ru, ^divanovsashaxl@gmail.com, ^egalina.pavlovna.plotnikova@yandex.ru

Статья поступила 11.10.2016, принята 18.11.2016

Применение древесины осины в промышленном производстве материалов и изделий ограничено ее низкими механическими свойствами, подверженностью поражению коррозионно-деструктивной гнилью, отсутствием должного обоснования технологии переработки. Известно, что изготовленная из осинового шпона фанера, при прочих равных условиях, имеет меньшую прочность и повышенную разнотолщинность по сравнению с березовой, что вызвано специфическим строением древесины осины и особенностями ее свойств, включая поверхностные. Древесина осины хуже смачивается водой по сравнению с другими породами. Изучение ее поверхностных свойств и строения на микроуровне представляет безусловный интерес с точки зрения взаимодействия древесины с водой, жидкими клеями и защитно-декоративными веществами. Целью настоящей работы на первом этапе являлось исследование влияния распределения влажности, шероховатости осинового шпона и процентного содержания пектола в смоле на смачивающую способность последней. На втором этапе предполагалось установить количественную взаимосвязь между содержанием пектола в смоле и теоретической работой адгезии, характеризующей адгезионное взаимодействие подложки с адгезивом. В первой части работы теоретически обосновано влияние основных физических и физико-химических свойств модифицированной водорастворимой фенолоформальдегидной смолы и древесины, а также основных технологических факторов на процесс формирования адгезионного контакта «жидкий клей – древесина». Результаты исследований закладывают основы для совершенствования режимов синтеза смол, разработки новых рецептур клеев и связующих, оптимизации режимов склеивания фанеры, что и будет рассмотрено во второй части работы. Целью дальнейших экспериментов являлось исследование технологии производства фанеры (с использованием осинового шпона) на основе модифицированного пектолом фенолоформальдегидного клея. В результате проведенных исследований изучена возможность использования пектола в качестве модификатора при изготовлении клеев на основе фенолоформальдегидных смол СФЖ-3013, что повышает прочность готовой продукции. Оптимальной схемой фанерного пакета при изготовлении семислойной фанеры, обеспечивающей максимальную прочность, является набор «сосна – сосна – осина – сосна – осина – сосна – сосна». Доказана возможность использования шпона из древесины осины в производстве фанеры, что не только будет способствовать расширению сырьевой базы, но и может значительно повысить эффективность производства за счет сокращения использования более дорогостоящей и ценной древесины сосны.

Ключевые слова: осиновый шпон; фанера; фенолоформальдегидная смола; модификация; пектол; смачивающая способность клея; адгезия; режимы прессования; прочность фанеры.

Gluing aspen veneer with modified phenol-formaldehyde resin

G.S. Varankina^{1 a}, D.S. Rusakov^{1 b}, I.V. Kovalenko^{1 c}, A.M. Ivanov^{1 d}, G.P. Plotnikova^{2 e}¹St. Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov; 5 Institutskiy pereulok, St.Petersburg, Russia²Bratsk State University; 40 Makarenko St., Bratsk, Russia^avaragalina@yandex.ru, ^bdima-ru25@mail.ru, ^ctdp@spbftu.ru, ^divanovsashaxl@gmail.com, ^egalina.pavlovna.plotnikova@yandex.ru

Received 11.10.2016, accepted 18.11.2016

The use of aspen wood in manufacturing of materials and products is limited due to its low mechanical properties, corrosion susceptibility destructive lesion decay, its lack of proper justification processing technology. It is known that plywood, made from aspen veneer, has a lower strength and increased variation in thickness as compared with birch, which is caused by the peculiarities of the structure and properties, including surface, aspen wood. Aspen wood is worse moistened with water compared to other breeds. The study of its structure and surface properties at the micro level is of great interest in terms of interaction of wood with water, liquid adhesives and protective-decorative materials. The aim of this work initially was to study the distribution of moisture, aspen veneer roughness and pectol percentage in the resin on the wettability of the latter. Secondly it was expected to establish a quantitative relationship between the content of the pectol and theoretical work of adhesion, which characterizes the adhesive interaction of the substrate with an adhesive. The first part of the article gives theoretical foundations for basic physical and physicochemical properties of the modified

water-soluble phenol-formaldehyde resin and wood, as well as the basic technology factors on the formation of a contact adhesive liquid adhesive timber. The research results lay the foundation for improving the resin synthesis conditions, the development of new formulations of adhesives and binders, plywood gluing optimization modes, which will be discussed in the second part of the work. The aim of further experiments was to study the production of plywood technology (using aspen veneer) on the basis of modified phenol-formaldehyde glue pectol. As a result of studies the possibility of using pectol as a modifier in the manufacture of adhesives was investigated, based on phenol-formaldehyde resins SFF - 3013, its use increases the durability of the finished product. The optimal scheme set package plywood in the manufacture of the seven-layer plywood, providing maximum strength, a pine-pine, aspen, pine, aspen, pine, pine. The possibility of using veneer from aspen wood in the production of plywood, which will not only expand the resource base, but also can significantly improve the efficiency of production by reducing the use of more expensive and valuable pine wood.

Key words: aspen veneer; plywood; phenol-formaldehyde resin; modification; pectol; resin wetting ability; adhesion; compression modes; plywood strength.

Введение

Осина относится к рассеянно-сосудистым безъядровым породам. Центральная зона растущего дерева не отличается от периферийной по цвету, но есть значительные различия по влажности. Центральная часть ствола (спелая древесина) имеет влажность ниже, чем периферийная, поэтому осину относят к спелодревесным породам. Древесина белая, иногда с зеленоватым оттенком. Годичные слои заметны плохо. Сердцевидные лучи не видны. Плотность древесины осины, в среднем, 490 кг/м³. Свежесрубленная осина имеет влажность 82 %, максимальная влажность осины при впитывании составляет 185 % [1–4].

Применение древесины осины в промышленном производстве материалов и изделий ограничено ее низкими механическими свойствами, подверженностью поражению коррозийно-деструктивной гнилью, отсутствием должного обоснования технологии переработки [5; 6].

Как известно, изготовленная из осинового шпона фанера при прочих равных условиях имеет меньшую прочность и повышенную разнотолщинность по сравнению с березовой, что вызвано специфическим строением древесины осины и особенностями ее свойств, включая поверхностные [7–11].

Древесина осины хуже смачивается водой по сравнению с другими породами. Изучение ее поверхностных свойств и строения на микроуровне представляет безусловный интерес для исследования взаимодействия древесины с водой, жидкими клеящими и защитно-декоративными веществами [12].

Молекулярно-адсорбционная теория рассматривает адгезию как поверхностный процесс, когда в результате действия сил притяжения между поверхностными атомами и молекулами образуется прочная связь соединяемых веществ. Согласно этой теории, чем больше площадь контакта адгезива (клеящего вещества) и субстрата (подложки), тем выше прочность клеевого соединения — при условии смачивания им древесины. Известно, что древесину хорошо смачивают только те жидкости, у которых поверхностное натяжение меньше, чем у самой древесины.

Смачивание — важный момент для качественного склеивания, способствующий увеличению площади контакта взаимодействующих клеящего вещества и подложки в результате адсорбции. При склеивании древесины традиционными для деревообработки клеями наблюдается как физическая, так и химическая адсорбция.

Одно из условий получения качественного шпона — высокая влажность фанерного сырья, но изготовленный на лущильных станках шпон сразу должен быть подвергнут сушке для предотвращения биологического заражения древесины. Необходимость сушки шпона диктуется также самой технологией изготовления фанеры и предъявляемыми к ней качественными характеристиками.

Влажность шпона, равно как и древесины, обусловлена наличием связанной влаги в стенках древесных клеток и свободной влаги в их полостях. Состояние древесины, при котором в ней содержится максимальное количество связанной влаги и не содержится свободной, называется точкой насыщения волокна. Для различных пород древесины этому состоянию отвечает практически одинаковая влажность, равная 30 %.

Начальная влажность шпона перед сушкой обычно значительно выше 30 % и колеблется в широких пределах. Она зависит от породы древесины, времени и способа заготовки сырья, его хранения, условий подготовки сырья к лущению и параметров режима лущения.

В условиях таких колебаний начальной влажности требуемая конечная влажность шпона может быть достигнута непрерывным регулированием режима сушки или разделением шпона на партии, в пределах которых влажность колебалась бы незначительно.

Ранее в работах [13–19] была исследована и доказана возможность склеивания хвойной фанеры на основе фенолоформальдегидной смолы (ФФС), где в качестве модификатора использовали пектол.

Выбор пектола для модификации ФФС объяснялся тем, что смоляные и жирные кислоты, входящие в состав этого продукта, вступают в реакцию с формальдегидом. Формальдегид вступает в реакцию присоединения по двойным связям жирных и смоляных кислот и участвует в их этерификации.

Интерес к модификации традиционных клеев [21–30] вызван прежде всего тем, что они успешно заменяют дорогостоящие и не всегда экологически безопасные новые смолы и клеи.

Методика проведения исследования. В исследовании применяли фенолоформальдегидную смолу СФЖ-3013, в которую вводили пектол в количестве 5, 10, 15 % от массы смолы.

Целью настоящей работы на первом этапе являлось исследование распределения влажности, шероховатости осинового шпона и процентного содержания пектола в ФФС на смачивающую способность последней. На втором этапе предполагалось установить коли-

чественную взаимосвязь между содержанием пектола в смоле и теоретической работой адгезии, характеризующей адгезионное взаимодействие подложки с адгезивом.

Учитывая, что адгезия в значительной степени зависит от смачивающей способности смолы, которая, в свою очередь, зависит от параметров древесины и смолы, в качестве переменных факторов при проведении исследований смачивающей способности смолы были приняты: влажность осинового шпона (W), шероховатость шпона (Rz) и количество пектола, вводимого в смолу (%).

Результаты исследований. В процессе эксперимента изменялись влажность, шероховатость и процентное содержание пектола, в последующем следили за изменением смачивающей способности смолы. Критерием смачивающей способности служила величина краевого угла смачивания.

Для оценки влияния технологических факторов на смачивающую способность модифицированной ФФС был проведен эксперимент с использованием композиционного плана второго порядка — В-плана [20].

Входные параметры:

- влажность шпона (W , %);
- шероховатость шпона (R_{Zmax} , мкм);
- содержание пектола в смоле (n , %).

Выходные параметры (показатели качества):

- краевой угол смачивания (θ , град).

Постоянные факторы представлены в табл. 1, исследуемые переменные (технологические факторы) — в табл. 2.

Таблица 1

Постоянные факторы эксперимента

Наименование фактора	Единица измерения	Значение
Порода шпона	–	сосна, осина
Температура окружающей среды	°C	20
Температура смолы	°C	20
Марка смолы	–	СФЖ-3013

Таблица 2

Переменные факторы эксперимента и уровни их варьирования

Наименование фактора	Интервал варьирования	Уровни варьирования		
		нижний	средний	верхний
Влажность шпона, W , %	4	2	6	10
Шероховатость шпона, R_{Zmax} , мкм	50	200	250	300
Содержание пектола в ФФС, n , %	5	5	10	15

В результате математико-статистической обработки экспериментальных данных получено уравнение регрессии:

$$\theta = 107,533 - 0,225 W - 0,036 R_{Zmax} - 0,206 n \quad (1)$$

при $2 \% \leq W \leq 10 \%$; $200 \text{ мкм} \leq R_{Zmax} \leq 300 \text{ мкм}$;

$$5 \% \leq n \leq 15 \%$$

где θ — краевой угол смачивания, град; W — влажность шпона, %; R_{Zmax} — шероховатость шпона, мкм; n — содержание пектола в смоле, %.

Графическая зависимость краевого угла смачивания от влияющих факторов представлена на рис. 1, 2.

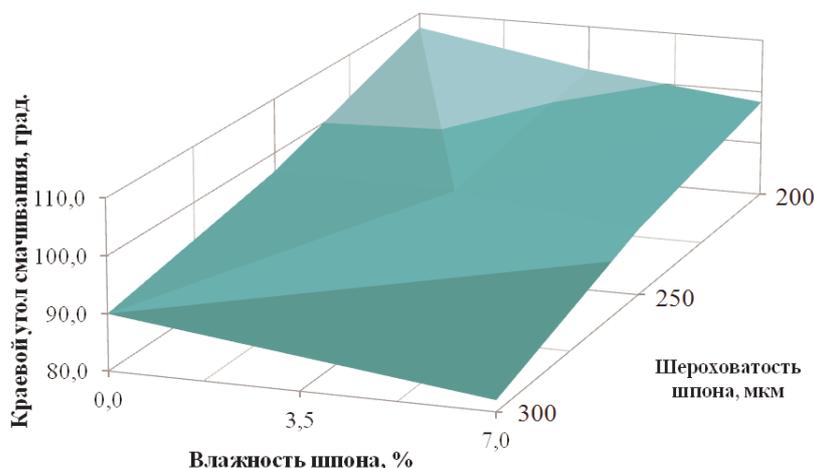


Рис. 1. Зависимость краевого угла смачивания от влажности и шероховатости шпона (количество пектола 10 %)

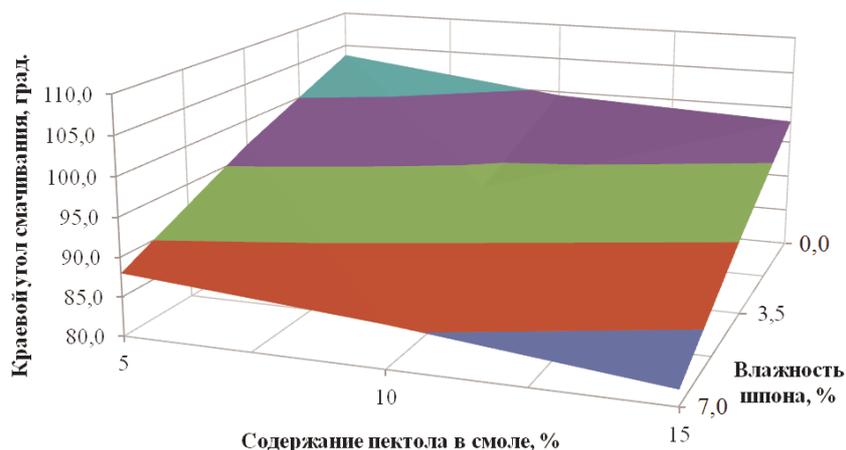


Рис. 2. Зависимость краевого угла смачивания от содержания пектола в смоле и влажности шпона (шероховатость 250 мкм)

Краевой угол смачивания (рис. 1) уменьшается с увеличением влажности шпона, и эта закономерность сохраняется для шпона различной шероховатости (от 200 до 300 мкм). С увеличением количества вводимого модификатора краевой угол смачивания (рис. 2) незначительно уменьшается, что свидетельствует об улучшении смачивающей способности модифицированной смолы.

Поверхностное натяжение жидкого клея также оказывает большое влияние на способность розлива его на поверхности. Поверхностное натяжение — это сила,

действующая по касательной к поверхности жидкости и стремящаяся сократить поверхность жидкости до минимальных размеров — сферы (капли). Натяжение определяется коэффициентом, равным силе, действующей на единицу длины линии, являющейся границей поверхности жидкости. Поверхностное натяжение смолы определяли по методике, описанной в работах [19; 20].

Графическая зависимость поверхностного натяжения клея от содержания в нем пектола представлена на рис. 3.

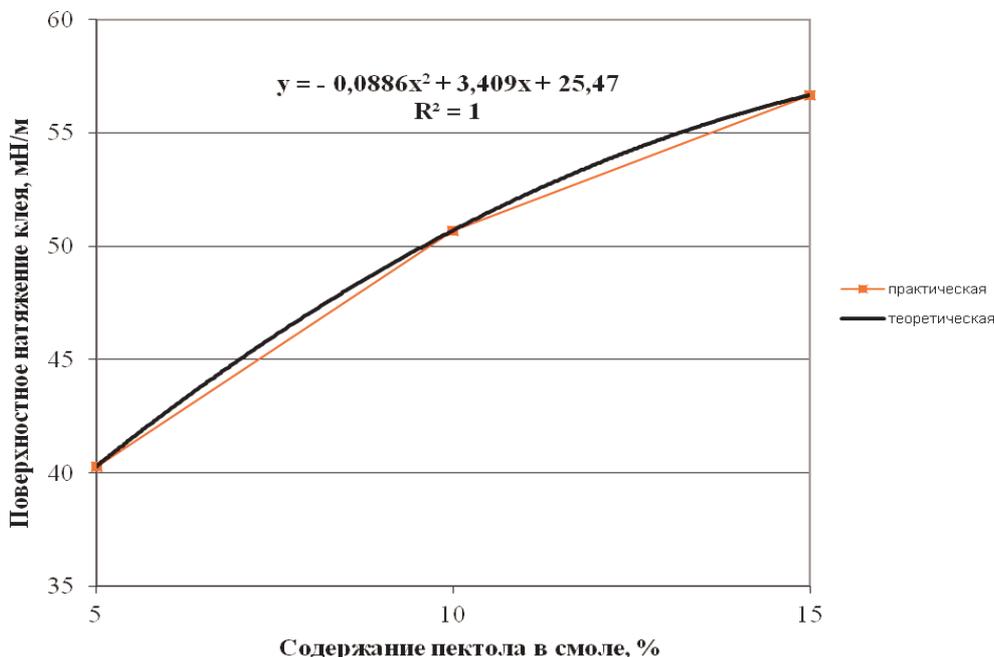


Рис. 3. Зависимость поверхностного натяжения клея от содержания в нем пектола

С увеличением процентного содержания пектола в смоле происходит значительный рост поверхностных натяжений, что объясняется увеличением сил, удерживающих клеющую пленку в напряженном состоянии.

Адгезия — важнейшее свойство клеевых материалов. От величины и стабильности адгезии существенно зависят многие свойства клеевого соединения, в том числе долговечность и защитная способность в различных условиях эксплуатации. Адгезия — явление, в процессе которого устанавливаются связи между смолой и под-

ложкой. Существует много различных теорий адгезии (диффузионная, молекулярная, адсорбционная, механическая, электрическая, микрореологическая и др.).

Наличие множества теорий свидетельствует о сложности этого явления, его многогранности. Разные теоретические представления об адгезии не являются взаимоисключающими, а свидетельствуют о том, что при контактировании адгезива и субстрата могут осуществляться различные адгезионные связи либо их совокупность.

Об адгезии обычно судят по адгезионной прочности, т. е. по работе, которую требуется затратить на разрушение адгезионных связей.

Работа адгезии определяется по формуле:

$$W_a = \sigma_{жсг} * (1 + \cos \theta) \quad (2)$$

Увеличение поверхностного натяжения и краевого угла смачивания способствует увеличению работы адгезии. Установлено, что с повышением вязкости смол увеличивается их поверхностное натяжение, а с повышением влажности шпона улучшается смачивание, характеризуемое незначительным уменьшением краевого угла смачивания. Образование молекулярного межфазного контакта на стадии формирования клеевого соединения считается основной предпосылкой для реализации адгезионного взаимодействия. Чаще всего процесс образования адгезионного контакта «жидкий клей – древесина» рассматривается с позиций термодинамики поверхностных явлений. Термодинамическая концепция смачивания в ее строгом виде имеет ограниченные возможности при описании процесса адгезионного взаимодействия такой сложной системы, как «клей – древесина». Значение краевого угла смачивания поверхности древесины клеем не может служить показателем адгезионной прочности будущего клеевого соединения. Смачивание только создает условия для адгезии, являясь необходимым, но еще недостаточным условием формирования адгезионного контакта «жидкий клей – древесина». Кроме того, при оценке механизма формирования адгезионного контакта следует учитывать физические, физико-химические и реологические свойства клея и древесины.

В первой части работы теоретически обосновано влияние основных физических и физико-химических свойств модифицированной водорастворимой ФФС и древесины, а также основных технологических факторов на процесс формирования адгезионного контакта «жидкий клей – древесина». Результаты исследований закладывают основы для совершенствования режимов синтеза смол, разработки новых рецептур клеев и связующих, оптимизации режимов склеивания фанеры, что и будет рассмотрено во второй части работы.

Целью дальнейших экспериментов являлось исследование технологии производства фанеры (с использованием осинового шпона) на основе модифицированного пектолом фенолоформальдегидного клея.

Постоянные факторы представлены в табл. 3, переменные факторы и уровни их варьирования — в табл. 4.

Таблица 3

Постоянные факторы эксперимента

Наименование фактора	Единица измерения	Значение
Порода	–	сосна, осина
Толщина фанеры	мм	15,0
Температура окружающей среды	°C	20
Давление прессования	МПа	1,25
Концентрация смолы	%	41
Вязкость смолы	сек	82
Толщина шпона	мм	2,2; 2,6

Таблица 4

Переменные факторы эксперимента и уровни их варьирования

Наименование фактора	Интервал варьирования	Уровни варьирования		
		нижний	средний	верхний
Содержание пектола в смоле, n , %	5	5	10	15
Продолжительность прессования, τ , мин	1	11	12	13
Температура прессования, T , °C	7	108	115	122

Примечание. Режимы прессования контрольной запрессовки фанеры: продолжительность — 12 мин; температура — 115 °C; давление — 1,25 МПа.

Показателем эффективности являлся предел прочности при скалывании после кипячения в течение часа, МПа.

В результате математико-статистической обработки экспериментальных данных получено уравнение регрессии (3):

$$\sigma^{\text{скал}} = 2,099 + 0,003 n + 0,033 \tau - 0,005 T \quad (3)$$

при $5\% \leq n \leq 15\%$; $11 \text{ мин} \leq \tau \leq 13 \text{ мин}$;

$$108 \text{ °C} \leq T \leq 122 \text{ °C},$$

где $\sigma^{\text{скал}}$ — прочность при скалывании по клеевому слою, МПа; n — содержание пектола в смоле, %; τ — продолжительность прессования, мин; T — температура прессования, °C.

Графическая зависимость прочности при скалывании по клеевому слою от влияющих факторов представлена на рис. 4.

Полученное уравнение регрессии, связывающее прочность клеевого соединения с влияющими факторами, позволяет определить рациональные режимы склеивания шпона модифицированным пектолом клеем на основе смолы СФЖ-3013.

Анализируя результаты исследования (рис. 4), можно сделать вывод, что введение пектола в фенолоформальдегидную смолу повышает прочность готовой продукции.

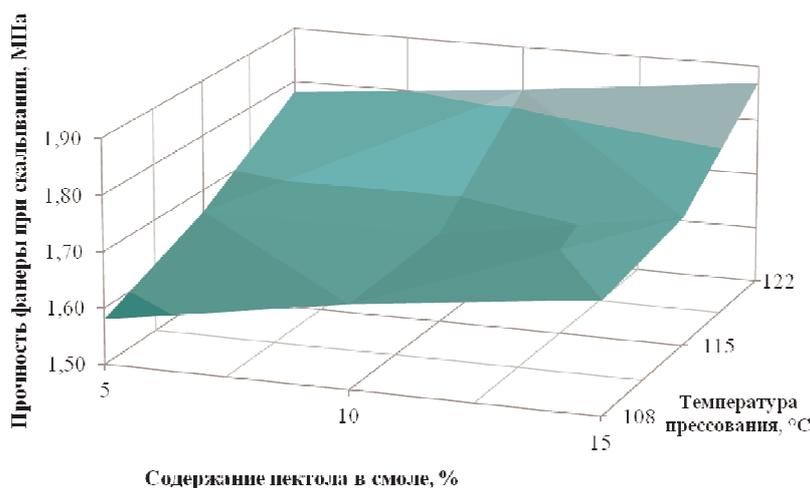


Рис. 4. Зависимость предела прочности фанеры при скалывании по клеевому слою от содержания пектола в смоле и температуры прессования

Выводы

В результате проведенных исследований изучена возможность использования пектола в качестве модификатора при изготовлении клеев на основе фенолоформальдегидных смол СФЖ-3013. Его применение повышает прочность готовой продукции.

Для обеспечения высоких качественных показателей фанеры, соответствующей требованиям ГОСТ-3916, количество листов осинового шпона в семислойном пакете не должно превышать двух, при этом листы осинового шпона обязательно должны чередоваться с листами соснового шпона. Оптимальной схемой фанерного пакета при изготовлении семислойной фанеры, обеспечивающей максимальную прочность, является набор «сосна – сосна – осина – сосна – осина – сосна – сосна».

Таким образом, доказана возможность использования шпона из древесины осины в производстве фанеры, что не только будет способствовать расширению сырьевой базы, но и может значительно повысить эффективность производства за счет сокращения использования более дорогостоящей и ценной древесины сосны.

Литература

- Багаев С.С. Об оставлении на корню фаутной осины при рубках смешанных лесных насаждений // Труды С.-Петербург. науч.-исслед. ин-та лесного хозяйства. 2013. № 1. С. 11-18.
- Бит Ю.А., Григорьева О.И., Филимонова И.А. Осиновая древесина, возможности ее использования // Деловой лес. 2003. № 2 (26). С. 8-9.
- Грязькин А.В., Смирнов А.П., Смирнов А.А. Осиновая проблема и пути ее решения // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: материалы междунар. науч.-технической конф. 8-10 дек. 2009 г. / Вологод. гос. техн. ун-т. Вологда, 2010. С. 25-27.
- Патякин В.И., Салминен Э.О., Бит Ю.А. Лесозэксплуатация. М.: Академия, 2006. С. 94-97.
- Онегин В.И., Чубинский А.Н. Разработка технологии изготовления фанеры и клееного щита из древесины осины // Записки горного института / С.-Петерб. гор. ин-т. СПб., 2003. Т. 154. С. 211-212.
- Онегин В.И., Чубинский А.Н. Производство клееных деревянных конструкций из древесины нетрадиционных по-

род // Записки горного института / С.-Петерб. гор. ин-т. СПб., 2005. Т. 166. С. 234-235.

- Чубинский А.Н., Волков А.В., Сосна Л.М., Кандакова Е.Н., Коваленко И.В. Фанера из осины: особенности технологии и свойств. Технология и оборудование деревообрабатывающих производств // Межвуз. сб. науч. тр. СПб., 2001. С. 62-65.

- Онегин В.И., Чубинский А.Н., Сосна Л.М., Кандакова И.В., Коваленко И.В. Особенности свойств осинового шпона и технологии его склеивания // Деревообрабатывающая промышленность. 2002. № 3. С. 10-12.

- Чубинский А.Н., Майорова Т.А. Деформации древесины при склеивании фанеры. Технология и оборудование деревообрабатывающих производств // Межвуз. сб. науч. тр. СПб., 2003. С. 36-40.

- Царёва Т.С., Левинский Ю.Б. Влияние дополнительной обработки шпона на качество комбинированной строительной фанеры // Системы. Методы. Технологии, № 3. Братск: БрГУ, 2012. С. 92-96.

- Евстигнеева Л.А., Денисов С.В. Использование древесины осины в технологии производства комбинированной фанеры // Вестн. КрасГАУ. 2014. № 2. С. 182-187.

- Коваленко И.В., Чубинский М.А., Русаков Д.С., Варанкина Г.С. Поверхностные свойства и строение древесины осины // Изв. С.-Петербург. лесотехн. акад. 2016. № 217. С. 24-27.

- Чубинский А.Н., Варанкина Г.С., Русаков Д.С., Денисов С.В. Ускорение процесса склеивания шпона фенолоформальдегидными клеями // Изв. С.-Петербург. лесотехн. акад. 2011. № 194. С. 121-128.

- Русаков Д.С., Варанкина Г.С. Влияние технологических факторов производства фанеры на качество готовой продукции // Изв. С.-Петербург. лесотехн. акад. 2011. № 197. С. 154-159.

- Варанкина Г.С., Русаков Д.С. Модификация фенолоформальдегидной смолы побочными продуктами сульфатно-целлюлозного производства // Изв. С.-Петербург. лесотехн. акад. 2013. № 204. С. 130-137.

- Варанкина Г.С., Чубинский А.Н., Русаков Д.С. Исследование адгезионных свойств модифицированных клеевых композиций // Актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса: сб. науч. тр. III междунар. науч.-технической конф. / Костром. гос. технол. ун-т. Кострома, 2015. С. 100-102.

- Варанкина Г.С., Русаков Д.С., Денисов С.В., Чубинский А.Н. Исследование процесса прессования древесноволокнистых плит с использованием пектола // Системы. Методы. Технологии. 2015. № 3 (27). С. 108-112.

18. Варанкина Г.С., Русаков Д.С., Чубинский А.Н. Склеивание фанеры модифицированными клеями // Системы. Методы. Технологии. 2015. № 4 (28). С. 133-137.

19. Варанкина Г.С., Чубинский А.Н. Формирование низкотоксичных клееных древесных материалов. СПб.: Химиздат, 2014. 148 с.

20. Чубинский А.Н. Формирование клеевых соединений древесины. СПб.: СПбГУ, 1992. 164 с.

21. Varankina G.S., Chubinsky A.N. Modification of urea – formaldehyde resins shungite sorbents/Development and modernization of production // International conference on production engineering. Bihac: Bihac University, 2013. P. 1-4.

22. Varankina G.S., Vysotskii A.V. Effective low – toxic aluminosilicate fillers for phenol – formaldehyde adhesives for plywood and particleboard // Adhesives in woodworking Industry. Zvolen, 1997. С. 114-120.

23. Chauzov K., Varankina G. Investigation on gluing Larch Wood by modified. glue. Development and modernization of production // International conference on production engineering. Bihac: Bihac University. 2014. P. 10-16.

24. Felby C., Lund M.J. Pilot-scale production of fiberboards made by laccase oxidized wood fibers: board properties and evidence for cross-linking of lignin. // Enzyme and Microbial Techn. 2002. Vol. 31. P. 736–741.

25. Modified HZSM-5 zeolite // Cuihua Xuebao. 1993. Vol. 14, № 5. P. 402.

26. Sotelo J.L., Uguina M.A., Serrano D.P. Toluene alkylation with methanol on ZSM-5 zeolite: alteration of catalytic, adsorption-diffusion and acidic properties by zeolite modification with different agents // An. Quim. 1994. Vol. 90, № 2. P. 87.

27. Chauzov K., Varankina G. Development and modernization of production // International conference on production engineering. Budva, Crna Gora: Bihac University, 2013. P. 737-743.

28. Chubinsky A.N., Okuma M., Sugiyama J. Observation on the deformation of wood cells in the gluing process of veneer // Bull. of the Tokyo Univ. Forests. 1990. Vol. 82, № 2. P. 131-135.

29. Otten A., Elpel D., Ermatschenko N. Klebstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen // Coating. 2007. 40, № 8. P. 28-32.

30. Little B.F.P. Lignin – its uses as a chemical intermediate or feedstock // Spec. Chem. 1988. Vol. 8, № 4. P. 314-318.

9. Chubinskii A.N., Maiorova T.A. Deformation of wood by gluing plywood. The technology and equipment of woodworking industries // Mezhvuz. sb. nauch. tr. SPb., 2003. P. 36-40.

10. Tsareva T.S., Levinskii Yu.B. Effect of additional treatment on the quality of veneer plywood construction combined // Sistemy. Metody. Tekhnologii. № 3. 2012. P. 92-96.

11. Evstigneeva L.A., Denisov S.V. The use of wood in combination aspen plywood production technology // The Bulletin of KrasGAU. 2014. № 2. P. 182-187.

12. Kovalenko I.V., Chubinskii M.A., Rusakov D.S., Varankina G.S. Surface properties and structure of aspen wood // Izvestia SPbLTA. 2016. № 217. P. 24-27.

13. Chubinskii A.N., Varankina G.S., Rusakov D.S., Denisov S.V. Acceleration veneer bonding process phenol-formaldehyde glues // Izvestia SPbLTA. 2011. № 194. P. 121-128.

14. Rusakov D.S., Varankina G.S. Influence of technological factors on the quality of plywood production of finished products // Izvestia SPbLTA. 2011. № 197. P. 154-159.

15. Varankina G.S., Rusakov D.S. Modification of phenol-formaldehyde resin-product of the kraft pulp production // Izvestia SPbLTA. 2013. № 204. P. 130-137.

16. Varankina G.S., Chubinskii A.N., Rusakov D.S. Study the adhesive properties of the modified adhesive compositions // Aktual'nye problemy i perspektivy razvitiya lesopromyshlennogo kompleksa: sb. nauch. tr. III mezhdunar. nauch.-tekhnicheskoi konf. / Kostrom. gos. tekhnol. un-t. Kostroma, 2015. P. 100-102.

17. Varankina G.S., Rusakov D.S., Denisov S.V., Chubinskii A.N. Research pressing process fibreboard using pectolite // Sistemy. Metody. Tekhnologii. 2015. № 3 (27). P. 108-112.

18. Varankina G.S., Rusakov D.S., Chubinskii A.N. Gluing plywood adhesives modified // Sistemy. Metody. Tekhnologii. 2015. № 4 (28). P. 133-137.

19. Varankina G.S., Chubinskii A.N. Formation low toxicity of glued wood-based materials. SPb.: Khimizdat, 2014. 148 p.

20. Chubinskii A.N. Formation of adhesive joints of wood. SPb.: SPbGU, 1992. 164 p.

21. Varankina G.S., Chubinsky A.N. Modification of urea - formaldehyde resins shungite sorbents/Development and modernization of production // International conference on production engineering. Bihac: Bihac University, 2013. P. 1-4.

22. Varankina G.S., Vysotskii A.V. Effective low - toxic aluminosilicate fillers for phenol - formaldehyde adhesives for plywood and particleboard // Adhesives in woodworking Industry. Zvolen, 1997. P. 114-120.

23. Chauzov K., Varankina G. Investigation on gluing Larch Wood by modified. Glue. Development and modernization of production // International conference on production engineering. Bihac: Bihac University. 2014. P. 10-16.

24. Felby C., Lund M.J. Pilot-scale production of fiberboards made by laccase oxidized wood fibers: board properties and evidence for cross-linking of lignin // Enzyme and Microbial Techn. 2002. Vol. 31. P. 736-741.

25. Modified HZSM-5 zeolite // Cuihua Xuebao. 1993. Vol. 14, № 5. P. 402.

26. Sotelo J.L., Uguina M.A., Serrano D.P. Toluene alkylation with methanol on ZSM-5 zeolite: alteration of catalytic, adsorption-diffusion and acidic properties by zeolite modification with different agents // An. Quim. 1994. Vol. 90, № 2. P. 87.

27. Chauzov K., Varankina G. Development and modernization of production // International conference on production engineering. Budva, Crna Gora: Bihac University, 2013. P. 737-743.

28. Chubinsky A.N., Okuma M., Sugiyama J. Observation on the deformation of wood cells in the gluing process of veneer // Bull. of the Tokyo Univ. Forests. 1990. Vol. 82, № 2. P. 131-135.

29. Otten A., Elpel D., Ermatschenko N. Klebstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen // Coating. 2007. 40, № 8. P. 28-32.

30. Little B.F.P. Lignin - its uses as a chemical intermediate or feedstock // Spec. Chem. 1988. Vol. 8, № 4. P. 314-318.

References

1. Bagaev S.S. On leaving at the root of defective cuttings mixed with aspen forest stands // Trudy S.-Peterb. nauch.-issled. in-ta lesnogo khozyaistva. 2013. № 1. P. 11-18.

2. Bit Yu.A., Grigor'eva O.I., Filimonova I.A. Aspen wood, the possibility of using the forest // Delovoi les. 2003. № 2 (26). P. 8-9.

3. Gryaz'kin A.V., Smirnov A.P., Smirnov A.A. Aspen problem and its solutions // Aktual'nye problemy razvitiya lesnogo kompleksa: materialy mezhdunar. nauch.- tekhnicheskoi konf. 8-10 dek. 2009 g. / Vologod. gos. tekhn. un-t. Vologda, 2010. P. 25-27.

4. Patyakin V.I., Salminen E.O., Bit Yu.A. Forest exploitation. M.: Akademiya, 2006. P. 94-97.

5. Onegin V.I., Chubinskii A.N. The development of plywood manufacturing technology and a laminated sheet of aspen wood // Zapiski gornogo instituta / S.-Peterb. gor. in-t. SPb., 2003. T. 154. P. 211-212.

6. Onegin V.I., Chubinskii A.N. Production of glued wooden structures from wood unconventional formations // Zapiski gornogo instituta / S.-Peterb. gor. in-t. SPb., 2005. T. 166. P. 234-235.

7. Chubinskii A.N., Volkov A.V., Sosna L.M., Kandakova E.N., Kovalenko I.V. Plywood aspen: Features of technology and properties. The technology and equipment of woodworking industries // Mezhvuz. sb. nauch. tr. SPb., 2001. P. 62-65.

8. Onegin V.I., Chubinskii A.N., Sosna L.M., Kandakova I.V., Kovalenko I.V. Features properties of aspen veneer and bonding technology // Derevoobrabativaushaya promishlennost' (Woodworking industry). 2002. № 3. P. 10-12.