

ИССЛЕДОВАНИЕ АДГЕЗИОННЫХ СВОЙСТВ МОДИФИЦИРОВАННЫХ КЛЕЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Г.С. Варанкина, канд. техн. наук, доцент
varagalina@yandex.ru

А.Н. Чубинский, д-р техн. наук, профессор
a.n.chubinsky@gmail.com

Д.С. Русаков, канд. техн. наук
dima-ru25@mail.ru

ФГБОУ ВПО СПбГЛТУ, г. Санкт-Петербург, РФ

В статье рассматривается влияние влажности и шероховатости поверхности шпона на смачивающую способность фенолоформальдегидного клея, модифицированного пектолом.

Введение. Проблема взаимодействия тел при склеивании достаточно сложна. До нашего времени не существует единого мнения о механизме соединения разнородных веществ. Предлагаемые теории, делающие попытки объяснить природу сил взаимодействия тел при склеивании, не дают точного представления о явлении адгезии, теоретические ее оценки не согласуются с экспериментальными данными, полученными при разрушении клеевых соединений.

Адгезию разделяют на специфическую и механическую [1]. Первая – характеризует взаимодействие элементарных частиц (молекул, ионов, функциональных групп) разнородных тел, возникает в момент контакта клея с поверхностью твердого тела в результате физико-химической адсорбции и зависит от характера и плотности адгезионных связей, различных по своей природе: химических (ионных, ковалентных), водородных, межмолекулярных (ориентационных, индукционных, дисперсионных). Специфическое взаимодействие усиливается при отверждении связующего вследствие уменьшения подвижности его молекул.

Пористые тела (например, древесина) способны устанавливать не только специфические, но и механические связи между связующим и твердым телом.

Последние появляются в результате проникновения жидкого клея в полости древесины и перехода его в твердое состояние, т. е. имеет место так называемый эффект «гвоздевания» (якорный эффект) – механического взаимодействия двух тел.

Энергетический уровень специфической адгезии различен и зависит от природы взаимодействующих тел, их поверхностных свойств, характера переноса массы и теплоты, сопровождающих создание контакта веществ при склеивании, площади контакта и глубины проникновения клея, возможности установления химических связей. Механическая адгезия определяется когезионной прочностью связующего и древесины в зоне контакта и зависит от количества «гвоздевых» связей и их глубины. Когезионная прочность клея, при прочих равных условиях, – функция степени его отверждения.

Древесина, по природе являясь полимером с капиллярно-пористой структурой, имеет разветвленную поверхность, что способствует адсорбции связующего и химическому взаимодействию между клеем и компонентами древесины. Клеевое соединение представляет собой слоистый композит, причем толщина зоны древесины, пропитанной клеем, на порядок меньше толщины склеиваемого шпона.

Ранее в работах [2–5] была исследована и доказана возможность склеивания хвойной фанеры модифицированной фенолоформальдегидной смолой (ФФС), где в качестве модифицирующей добавки использован, промежуточный продукт лесохимического производства – пектол.

Целью настоящей работы является исследование влияния влажности и шероховатости поверхности шпона, содержания пектола в фенолоформальдегидной смоле на её смачивающую способность.

Методика проведения исследований.

Для проведения исследований использовали сосновый шпон различной влажности и фенолоформальдегидная смола СФЖ-3013. Испытания проводили в соответствии с ГОСТ 20907 и ГОСТ 9624.

Исследования проводили по известным методикам.

Учитывая, что адгезионное взаимодействие зависит от смачивающей способности смолы и состояния поверхности древесины, её микро и макро строение, в качестве переменных факторов при проведении исследований приняты: влажность шпона (W), шероховатость шпона (R_m), количество пектола, вводимого в смолу (m).

Критерием смачивающей способности клея принят угол смачивания.

Для оценки влияния технологических факторов на смачивающую способность модифицированной ФФС, был проведен эксперимент с использованием плана второго порядка (В плана).

Влияющие переменные факторы:

1. Влажность шпона (W , %);
2. Шероховатость поверхности шпона (R_m , мкм);
3. Содержание пектола в модифицированном клее, (m , %).

Выходные параметры:

1. Угол смачивания, θ , град.;
2. Работа адгезии, W_a , мДж/м².

Постоянные и переменные факторы представлены в табл. 1, 2, соответственно.

Выходные параметры (показатели качества) представлены в табл. 3

Таблица 1

Постоянные факторы

Наименование фактора	Единица измерения	Значение
Порода древесины	-	Сосна
Температура окружающей среды	⁰ С	20
Температура смолы	⁰ С	20

Таблица 2

Переменные факторы

Наименование фактора	Единица измерения	Код обозначения	Интервал варьирования	Уровни варьирования		
				x_{\min}	x_{cp}	x_{\max}
Влажность шпона	%	x_1	4	2	6	10
Шероховатость поверхности шпона	мкм	x_2	50	200	250	300
Содержание “пектола” в ФФС	%	x_3	5	5	10	15

Таблица 3

Выходные параметры

Наименование	Единица измерения	Код обозначения	Методы и средства контроля
Угол смачивания	град.	γ	Микроскоп
Работа адгезии	мДж/м ²	W_a	Расчетные данные

Результаты исследования и их анализ

В результате обработки результатов эксперимента построена модель второго порядка для трех варьлируемых факторов:

$$\gamma = 73,085 - 1,009x_3 - 2,95x_2^2 + 0,3375x_2x_3 \quad (1)$$

Графическое изображение результатов исследований представлено на рис. 1–3.

— $W=2\%$ — $W=6\%$ — $W=10\%$

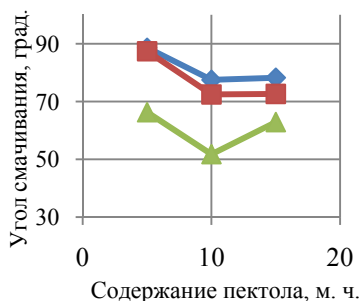


Рис. 1. Зависимость угла смачивания от содержания пектола в смоле при шероховатости поверхности шпона – 250 мкм

— $R_m=200$ — $R_m=250$ — $R_m=300$

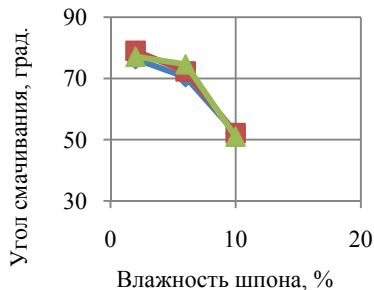


Рис. 2. Зависимость угла смачивания от влажности шпона при содержании пектола – 10 %

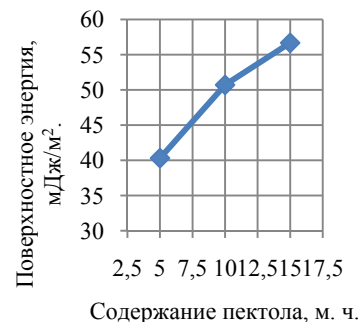


Рис. 3. Зависимость поверхностного натяжения (энергии) от содержания пектола в смоле

Зависимости, изображённые на рис. 1, показывают, что введение пектола в смолу изменяет смачивающую способность последней, и в этой связи, его содержание в клее необходимо оптимизировать по ряду критериев.

Результаты, представленные на рис. 2 подтверждают известное положение о снижении угла смачивания с увеличением влажности древесины.

Зависимость поверхностного натяжения от содержания пектола в смоле показана на рис.3.

С увеличением процентного содержания пектола в смоле происходит значительный рост поверхностной энергии, что в свою очередь объясняется увеличением сил, удерживающих клеевую пленку в напряженном состоянии.

Зная значение поверхностной энергии клея и угла смачивания, можно определить работу адгезии:

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

где $\sigma_{\text{жсг}}$ – поверхностная энергия, мДж/м²;
 $\cos\theta$ – угол смачивания, град.

Результаты расчетов представлены в табл. 4.

Таблица 4

Влажность шпона, %	Содержание пектола, %	Шероховатость поверхности шпона, мкм	Угол смачивания, град.	Среднее значение работы адгезии, мДж/м ²
2	5	200	87,26	44,85
		250	90,2	
		300	88,35	
	10	200	76,32	64,13
		250	79,013	
		300	77,09	
	15	200	80,36	61,64
		250	76,23	
		300	78,12	
6	5	200	88,23	45,74
		250	86,12	
		300	87,79	
	10	200	70,42	68,51
		250	72,28	
		300	74,59	
	15	200	74,03	66,53
		250	70,87	
		300	72,96	
10	5	200	67,04	61,43
		250	66,46	
		300	65,32	
	10	200	52,14	85,32
		250	52,14	
		300	50,99	
	15	200	63,75	82,5
		250	62,44	
		300	62,45	

ВЫВОДЫ

Установлено, что при введении пектола в смолу СФЖ-3013 изменяются условия формирования клевого соединения, повышение вязкости смолы увеличивает её поверхностную энергию.

Результаты исследований могут быть использованы для оптимизации содержания отдельных компонентов в клее и разработки новых рецептов связующих.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чубинский А.Н. Формирование клеевых соединений древесины. – СПб.: СПбГУ, 1992. – 164 с.
2. Кондратьев В.П., Кондращенко В.И. Синтетические клеи для древесных материалов. – М.: Научный мир, 2004. – 520 с.
3. Ускорение процесса склеивания шпона фенолоформальдегидными клеями / А. Н. Чубинский, Г. С. Варанкина, Д. С. Русаков, С. В. Денисов // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – Вып. 194. – СПб.: СПбГЛТА, 2011. – С. 121–128.
4. Русаков Д. С., Варанкина Г. С. Влияние технологических факторов производства фанеры на качество готовой продукции // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – Вып. 197. – СПб.: СПбГЛТУ, 2011. – С. 154–159.
5. Варанкина Г. С., Русаков Д. С. Модификация феноло-формальдегидной смолы побочными продуктами сульфатно-целлюлозного производства // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – Вып. 204. – СПб.: СПбГЛТУ, 2012. – С. 112–118.

УДК 674.815-41

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРЕССОВАНИЯ НА КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТИ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

В.В. Васильев,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО СПбГЛТУ, г. Санкт-Петербург, РФ.

victorvasil@mail.ru

Хоссейни С.З.,

аспирант, ФГБОУ ВПО СПбГЛТУ, г. Санкт-Петербург, РФ.

seyedehzahrahoseini@yahoo.com

Повышение температуры прессования древесностружечных плит в диапазоне от 180 до 240 °С приводит к снижению плотности краевых зон наружных слоев плит, что является причиной уменьшения прочности наружных слоев и увеличения впитываемости жидкостей поверхностью плит.