

Пружина обеспечивает сжимающий эффект, что увеличивает прочностные и демпфирующие характеристики вкладыша, а также увеличивает площадь отвода тепла во вкладыше. Количество металлической фазы в объеме композиционного материала и расстояние между витками в древесной матрице формируют температурный режим работы подшипника скольжения и уровень остаточного напряженного состояния.

Результаты экспериментальных исследований эксплуатационных параметров различных конструкций композиционных древесно-металлических материалов показали хорошие результаты применительно к условиям работы узлов трения скольжения машин лесного комплекса [3].

Представленные конструкции композиционных материалов, сочетающие в себе модифицированную древесину и металлический наполнитель, обеспечивают достижение повышенных, антифрикционных, триботехнических и демпфирующих характеристик, а также возможность управления показателями температурного режима работы древесно-металлических вкладышей, что способствует значительному повышению долговечности подшипниковых узлов машин лесного комплекса.

Список литературы

1. Пилюшина Г. А., Памфилов Е. А., Шевелева Е. В. Подшипники скольжения из армированных композиционных материалов // Вестник БГТУ. 2019. № 6. С. 56–64.
2. Пилюшина Г. А., Памфилов Е. А., Прусс Б. Н., Алексеева Е. В. Новые антифрикционные материалы на основе модифицированной древесины // Материаловедение. Москва, 2009. № 4. С. 36–39.
3. Памфилов Е. А., Шевелева Е. В., Пилюшина Г. А. Антифрикционные армированные древесно-металлические материалы // Трение и износ. 2019. Т.40. № 1. С. 121–128.
4. Патент РФ № 177912, МПК F16C 33/04, 33/24. Подшипник скольжения : № 177912 : заявл. 13.06.2017 : опубл. 15.03.2018, Бюл. № 8 / Памфилов Е. А., Пилюшина Г. А., Осипов А. А.

УДК 674.093

Д. С. Русаков,

к. т. н., доцент кафедры технологии материалов, конструкций и сооружений из древесины, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова», Санкт-Петербург, РФ, dima-ru25@mail.ru

С. Г. Башкиров,

магистрант 2 года обучения, кафедры технологии материалов, конструкций и сооружений из древесины, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова», Санкт-Петербург, РФ, kaynovspbgtu@yandex.ru

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ СКЛЕИВАНИЯ ФАНЕРЫ МОДИФИЦИРОВАННЫМИ КЛЕЯМИ

Модернизация фанерных предприятий предъявляет новые требования к клеям, которые можно удовлетворить, в основном, путём модификации существующих смол и клеев на их основе. Модификация фенолоформальдегидных смол способствует увеличению их пластичности, биостойкости, повышению скорости и степени отверждения при условии образования полимера пространственной структуры. Это может обеспечить материалу новый комплекс свойств. Введение в клеящие составы на основе фенолоформальдегидной смолы относительно дешёвых побочных продуктов сульфатно-целлюлозного производства, позволило не только улучшить свойства клеев и снизить себестоимость готовой продукции, но и утилизировать отходы целлюлозно-бумажной промышленности тем самым, разрешая актуальные задачи в области экологии.

Ключевые слова: шпон, фанера, модификация, отходы сульфатно-целлюлозного производства, физико-механические свойства фанеры.

D. S. Rusakov,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Materials, Structures and Structures from Wood, St. Petersburg State Forestry University named after S. M. Kirov, St. Petersburg, RF, dima-ru25@mail.ru

S. G. Bashkirov,

2-year undergraduate student, department of technology of materials, structures and structures made of wood, St. Petersburg State Forestry University named after S. M. Kirov, St. Petersburg, RF, kaynovspbgtu@yandex.ru

JUSTIFICATION OF TECHNOLOGICAL MODES FOR GLUING PLYWOOD WITH MODIFIED ADHESIVES

The modernization of plywood mills imposes new demands on adhesives, which can be met mainly by modifying existing resins and adhesives based on them. Modification of phenol-formaldehyde resins contributes to an increase in their plasticity, biostability, an

increase in the rate and degree of curing, provided that a polymer with a spatial structure is formed. This can provide the material with a new set of properties. The introduction of relatively cheap by-products of sulfate-cellulose production into adhesives based on phenol-formaldehyde resin made it possible not only to improve the properties of adhesives and reduce the cost of finished products, but also to dispose of waste from the pulp and paper industry, thereby solving urgent problems in the field of ecology.

Keywords: veneer, plywood, modification, sulfate-cellulose production waste, physical and mechanical properties of plywood.

Фенолоформальдегидные смолы (ФФС) и клеи на их основе совмещаются почти со всеми смолами и клеями, применяемыми для склеивания древесины с различными древесными и не древесными материалами. Их применяют для модифицирования, когда необходимо повысить прочность, надежность склеивания, тепло- и морозостойкость, антифрикционные и диэлектрические свойства.

Современная отечественная промышленность в области производства полимерных материалов не удовлетворяет в настоящее время всех потребностей в клеевых материалах, что, наряду с дефицитностью сырья и высокой их стоимостью, является сдерживающим фактором в развитии производства клееной продукции. Поэтому одной из актуальных задач является поиск путей производства смол с новым комплексом свойств, для целенаправленного изменения и улучшения, используемых в деревообработке ФФС.

Результаты экспериментальных исследований по склеиванию фанеры смолой, модифицированной пектолом (побочный продукт при производстве целлюлозы сульфатным способом) [1–3], явились основанием для дальнейших исследований по разработке оптимальных режимов склеивания. Основной целью настоящей работы являлось исследование технологии склеивания фанеры композициями на основе фенолоформальдегидных смол.

Данная клеевая композиция должна удовлетворять современным требованиям производства и эксплуатации. Эта задача решается, если в результате принятых мероприятий достигается улучшение физико-механических свойств соединений.

В соответствии с целью, в работе ставились следующие задачи:

1. Определить вид и количество модифицирующего компонента для улучшения эксплуатационных свойств ФФС.
2. Исследовать влияние модифицирующего компонента на свойства получаемого продукта.
3. Оптимизировать технологический режим изготовления фанеры на модифицированной клеевой композиции.

С целью оптимизации режимов прессования фанеры модифицированной смолой в данной работе предусмотрена разработка регрессионной модели, обеспечивающей возможность управления технологическими режимами.

С этой целью в процессе эксперимента изменялись параметры режима прессования и содержания пектола в смоле, устанавливалась количественная взаимосвязь переменных факторов эксперимента с выходными параметрами.

Входные параметры:

- процентное соотношение пектола к смоле (удельный расход), г/м²;
- продолжительность прессования, мин;
- температура прессования, °С.

Выходные параметры:

- предел прочности при статическом изгибе ($\sigma_{изг}$, МПа);
- предел прочности при скалывании ($\sigma_{ск}$, МПа).

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

Режимы прессования контрольной запрессовки фанеры: продолжительность прессования – 7,5 мин, температура прессования – 115 °С, давление прессования – 1,25 МПа.

Математическая обработка экспериментальных данных [4], позволила получить уравнения регрессии (1), (2) адекватно описывающие исследуемый процесс.

$$Y^{изг} = 73,085 - 1,009X_3 - 2,95X_2^2 + 0,3375X_2X_3, \quad (1)$$

$$Y^{скал} = 2,205 - 0,019X_1 + 0,039X_2. \quad (2)$$

В результате исследований установлены следующие оптимальные режимы прессования: $n = 5 \%$, $\tau = 6,5$ мин, $t = 108$ °С. При этих параметрах были получены наилучшие показатели прочности при статическом изгибе и скалывании по клеевому слою после кипячения фанеры в течение 1 часа. Сравнивая полученные данные со значениями контрольной запрессовки фанеры, а также данными фанерного завода можно говорить о том, что введение в смолу пектола позволяет повысить эффективность фанерного производства за счет повышения качества продукции, снижения расхода связующего и уменьшения продолжительности и температуры прессования.

Также, получены регрессионные уравнения, выражающие зависимость между прочностью клеевых соединений и основными параметрами склеивания: количеством модифицирующего компонента и продолжительностью прессования. С использованием регрессионных уравнений сформулирована многокритериальная задача оптимизации и определены оптимальные параметры режима прессования на модифицированной клеевой композиции.

Таблица 1

Постоянные факторы эксперимента

Наименование фактора	Единица измерения	Значение
Порода древесины (шпона)	-	Сосна
Толщина фанеры	мм	9
Температура окружающей среды	°С	20
Давление прессования	МПа	1,25
Концентрация модифицированной смолы	%	41
Вязкость модифицированной смолы	с	82
Толщины шпона	мм	2,0; 2,2

Таблица 2

Переменные факторы эксперимента

Наименование фактора	Единица измерения	Код обозначения	Интервал варьирования	Уровни варьирования		
				X _{min}	X _{cp}	X _{max}
Процентное соотношение пектола к смоле (удельный расход)	г/м ²	X ₁	10	5	15	25
Продолжительность прессования	мин	X ₂	1	6,5	7,5	8,5
Температура прессования	°С	X ₃	7	108	115	122

Так, показатели эффективности представлены в табл. 3.

Таблица 3

Показатели эффективности

Наименование	Единица измерения	Код обозначения	Методы и средства контроля
Предел прочности при изгибе	МПа	Y ₁	Испытательная машина
Предел прочности при скалывании после кипячения в течение часа	МПа	Y ₂	Испытательная машина

Выводы:

1. Исследования технологических и термодинамических свойств клеевых композиций подтвердили предположение, что промежуточный продукт лесохимии – пектол обладает свойствами реакционного поверхностно-активного вещества по отношению к фенолоформальдегидному олигомеру. Установлено, что максимальное содержание вводимого модификатора не должно превышать 15 % от жидкой фенолоформальдегидной смолы.

2. Установлено, что на кинетику и уровень прочности клеевых соединений существенное влияние оказывает порода древесины.

3. Введение в клеящие составы на основе феноло-формальдегидной смолы относительно дешёвых побочных продуктов сульфатно-целлюлозного производства, позволило не только улучшить свойства клеев и снизить себестоимость готовой продукции, но и утилизировать отходы целлюлозно-бумажной промышленности тем самым, разрешая актуальные задачи в области экологии.

Список литературы

1. Денисов С. В., Русаков Д. С. Эффективная технология склеивания хвойной фанеры модифицированными клеями // Труды Братского государственного технического университета. Т. 2. Братск : БрГТУ, 2004. С. 192–195.
2. Русаков Д. С., Чубинский А. Н., Трошкин С. Н. Оптимизация процесса склеивания шпона // Труды Братского государственного технического университета. Т. 2. Братск : БрГУ, 2017. С. 218–222.
3. Трошкин С. Н., Новоселова О. И. Применение побочных продуктов целлюлозного производства для модификации феноло- и карбамидоформальдегидных смол // Труды Братского государственного технического университета. Т. 2. Братск : БрГУ, 2017. С. 210–215.
4. Пижурин А. А., Розенблит М. Е. Исследование процессов деревообработки. М. : Лесная промышленность, 1984. 231 с.