

УДК 674.028

DOI: 10.34220/2311-8873-2021-4-4-70-75

СОЗДАНИЕ ПРОЧНЫХ КЛЕЕВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ
НА ОСНОВЕ ФИЗИКОМОДИФИЦИРОВАННЫХ КЛЕЕВ

Попов В.М., Дорняк О.Р., Латынин А.В., Лушникова Е.Н.

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

E-mail: lat-07@mail.ru

Аннотация: В последние несколько десятилетий в деревообработке широко применяются технологии склеивания, которые позволяют значительно расширить номенклатуру новой продукции. Соединение изделий на клеях используется в производстве мебели, паркета, несущих и ограждающих конструкций, дверных и оконных блоков, сборных жилых домов и многих других изделий. Основными критериями качества клееных соединений древесины является когезионная и адгезионная прочность клеевого шва. На сегодняшний день разработан ряд технологий по повышению прочности клеевых соединений древесины. С целью увеличения прочности клеевого соединения древесины технологами предлагаются методики варьирования такими факторами как температура, давление при отверждении клеевого шва, чистота обработки поверхностей субстратов, толщина клеевой прослойки. Большой объем работ и солидные финансовые затраты идут для создания клеев новых марок. Однако предъявляемые к изделиям из клееной древесины требования не решаются предлагаемыми технологиями склеивания и клеями новых марок. Это в первую очередь касается находящим широкое применение клеевым деревянным конструкциям (КДК), как правило, эксплуатирующимся в тяжелых условиях с большими механическими нагрузками. Для решения проблемы повышения надежности конструкций из клеевой древесины зачастую используют вместо отечественных, импортные, но более дорогостоящие клеи. В определенной степени создание более высокопрочных клеевых соединений в последнее время решается также использованием способов модифицирования отечественных клеев подвергнутых облучению магнитными и электрическими полями, а также ультразвуком.

Ключевые слова: клей, ультразвук, клеевой шов, прочность, напряженность, магнитное поле, электрическое поле, смачивание поверхности.

CREATING DURABLE WOOD GLUE STRUCTURES
BASED ON PHYSICOMODIFIED ADHESIVES

Popov V. M., Dorniak O. R., Latynin A. V., Lushnikova E. N.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

«Voronezh State Forestry University. G.F. Morozova»

E-mail: lat-07@mail.ru

Summary: In the past few decades, gluing technologies have been widely used in woodworking, which significantly expand the range of new products. Bonding of products with adhesives is used in the manufacture of furniture, parquet, load-bearing and enclosing structures, door and window blocks, prefabricated houses and many other products. The main criteria for the quality of glued wood joints is the cohesive and adhesive strength of the glued joint. To date, a number of technologies have been developed to improve the strength of glued wood joints. In order to increase the strength of the adhesive bond of wood, technologists propose methods of variation by such factors as temperature, pressure during curing of the adhesive joint, the purity of the surface treatment of substrates, and the thickness of the adhesive layer. A large amount of work and substantial financial costs are spent on creating new brands of adhesives. However, the requirements for glued timber products are not solved by the proposed gluing technologies and new brands of glues. First of all, this concerns the widely used glue wood structures (CDC), as a rule, operating in difficult conditions with high mechanical loads. To solve the problem of increasing the reliability of glue wood structures, instead of domestic imported, but more expensive adhesives are often used. To a certain extent, the creation of more high-strength adhesive joints has recently also been solved by the use of methods for modifying domestic adhesives exposed to irradiation with magnetic and electric fields, as well as ultrasound.

Key words: glue, ultrasound, glue line, strength, tension, magnetic field, electric field, surface wetting.

Введение

Применение физических полей для воздействия на полимерную матрицу клеевой композиции в определенной степени повышает адгезионную и когезионную прочность клеевых соединений древесины. Механизм такого воздействия объясняется направленным изменением морфологии полимерной основы клеев, приводящим к уплотнению структуры отверждению клея [3, 7, 8]. Эффект увеличения

прочности клеевого соединения древесины за счет облучения физическими полями полимерных клеев подтвержден специальными исследованиями [10].

Вместе с тем установлено, что в частности, повышения напряженности постоянного магнитного поля более чем $20 \cdot 10^4$ А / м и электрического поля выше чем 2000 В / см не приводит к дальнейшему росту прочности клеевого соединения. Объяснить механизм такого процесса можно наступлением предельного значения энергетического потенциала магнитного или электрического поля. Для повышения энергетического воздействия на полимерную матрицу клеев можно обратиться к методу облучения клея комбинированными полями, к примеру, двумя физическими полями. В исследовании предлагается осуществить последовательное воздействие на смолу клея магнитным полем и ультразвуком.

Выбор ультразвука как дополнительного фактора по воздействию на клей объясняется полученными ранее результатами исследований по воздействию ультразвука на полимерные покрытия [7].

Цель исследования

Целью исследования является определение степени влияния и механизма совместного воздействия на матрицу клея магнитным полем и ультразвуком. Такой метод воздействия позволит создавать клеевые соединения с требуемым набором эксплуатационных характеристик.

Материалы и методы исследования

Для апробации выдвинутого положения по применению для модифицирования клеев комбинированного физического поля проведена серия натуральных испытаний, для чего использованы установка для обработки полимерных клеев в постоянном магнитном поле [10] и ультразвуковое устройство, позволяющее создать ультразвуковое поле с частотой колебаний 2000 кГц.

В качестве объекта исследования использовался карбамидоформальдегидный клей повышенной жизнеспособности КФЖ (ГОСТ 14231-88). Исследовалось влияние воздействия магнитного поля и ультразвука на краевой угол θ , характеризующий смачивающуюся способность клея и адгезионную прочность клеевого соединения. Как известно [9] смачиваемость и растекаемость клея по поверхности субстрата (древесины) в значительной степени коррелирует с показателями прочности клеевого соединения. Так, чем меньше краевой угол, тем выше смачивающая способность клея.

Испытаниям подвергался клей КФЖ. Испытывались образцы контрольного клея, подвергнутого воздействию магнитного поля напряженностью $24 \cdot 10^4 \text{ А / м}$ и ультразвука с частотой колебаний 22 кГц. В качестве подложки использовался шпон из дуба. В процессе испытаний изменялось время замеров угла Θ .

Результаты исследования и их обсуждения

Исследования процесса смачивания поверхности древесины проводились на специальном устройстве, представляющем собой проектор с прорезью для установки образца шпона с нанесенной на его поверхность каплей клея. Полученное изображение проектировалось на плоскость с координатами и фотографировалось с помощью цифровой камеры. Полученные опытные данные подвергались обработке и полученная зависимость угла Θ от времени τ помещалась в таблицу 1.

Таблица 1 – Значения краевого угла смачивания от времени для контрольного образца из клея КФЖ и обработанного в магнитном поле и ультразвуком

Время замера, мин.	Краевой угол Θ контрольного образца	Краевой угол Θ для образца, обработанного в магнитном поле и ультразвуком
1	$92^{\circ}51'$	$71^{\circ}03'$
2	$80^{\circ}12'$	$61^{\circ}49'$
4	$65^{\circ}14'$	$54^{\circ}42'$
5	$60^{\circ}27'$	$53^{\circ}40'$
7	$59^{\circ}06'$	$53^{\circ}04'$
8	$58^{\circ}04'$	$52^{\circ}41'$
10	$58^{\circ}26'$	$52^{\circ}21'$
12	$58^{\circ}11'$	$51^{\circ}52'$
15	$58^{\circ}02'$	$51^{\circ}03'$

Из приведенных в таблице 1 данных проведенных опытов видно, что при одинаковом времени фиксации краевого угла у обработанных клеем меньше, чем у необработанных, т.е. совместное воздействие на клей магнитным полем и ультразвуком повышает его способность смачивать и растекаться по поверхности субстратов, что должно сопровождаться повышением прочности клеевых соединений древесины, о чем свидетельствуют данные опытов, приведенных в таблице 2.

Исследования проводились на гостированных образцах из дуба. Испытуемый клей КФЖ наносили на поверхности образцов. Образцы выдерживались в термошкафу при температуре 40° С в течение суток и затем испытывались на предел прочности при смачивании вдоль волокон на испытательной машине ИР-50-3.

Таблица 2 – Предел прочности при скалывании для клеевого соединения древесины на основе клея КФЖ, модифицированного воздействием постоянного магнитного поля и ультразвука

Напряженность поля $H \cdot 10^4$ А/м	Частота ультразвуковых колебаний n , кГц	Предел прочности при скалывании τ , МПа
0	0	5,32
10	0	5,7
	10	6,7
12	0	6,1
	15	8,0
18	0	8,2
	5	9,4
20	0	8,0
	10	9,8
24	0	9,5
	10	11,2

Выводы

Из приведенных в таблицах 1 и 2 опытных данных можно сделать следующие выводы.

1 Воздействие комбинированным полем на расплав клея повышает адгезионную прочность клеевого соединения древесины.

2 Повышению прочности клеевого соединения древесины на основе модифицированного клея способствует улучшение смачиваемости поверхности древесины модифицированным клеем.

3 Повышению напряженности магнитного поля и ультразвуковых колебаний способствуют снижение величины угла смачивания, что приводит к росту адгезионной прочности соединения.

Предлагаемая технология создания высокопрочных клеевых соединений древесины может найти широкое применение на деревообрабатывающих предприятиях и решить проблему импортозамещения дорогостоящих импортных клеев отечественными клеями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Вильнав, Ж. Ж. Клеевые соединения / Ж. Ж. Вильнав. М. : Техносфера, 2007. – 384 с.
- 2 Горюнов Ю. В., Сумм Б.Д. Смачивание. М. : Знание, 1972.– 64 с.
- 3 Davis G. T., Mc. Kinney J. E. Electric-induced phase changes in poly (Vinylidene fluoride) // Journal of Applied Physics. 1978. Vol. 49. № 10. – Pp. 2754-

2762.

4 Кествевман, В. Н. Физические методы модификации полимерных материалов / В. Н. Кествевман. М. : Химия, 1980. – 224 с.

5 Кислый В. В., Ковальчук Л. М. Проблемы развития деревянных клееных конструкций в России // Строительные материалы, 2003. № 4. – С. 6-7.

6 Мурзин, В. С. Клеи и процесс склеивания древесины / В. С. Мурзин. Воронеж : ВГЛТА, 1995. – 89 с.

7 Негматов С. С. Технология получения полимерных покрытий / С. С. Негматов. Ташкент : ТГТУ, 1976. – 315 с.

8 Martl M. G. Influence of a magnetic field on the cross-linking of 1,4-polybutadiene with diaro vl peroxides Macro mol chem Rapid Common. 1983. Vol 4. № 10. – Pp. 649-652.

9 Martl M. G., Schaller R., Hummel K. Influence of on external magnetic field on the cross-linking reaction of 1,4-polybutadiene with bits (2,4 dichlobenzoyl) peroxide // Macromolecular Chemistry and Physics. – 1985. Vol. 186. № 12. – Pp. 2615-2622.

10 Попов, В. М. Соединения на клеях, модефицированных воздействием физических полей / В. М. Попов, О. Р. Дорняк. Воронеж : ВГЛТУ. 2016. – 128 с.

11 Попов, В. М. Влияние магнитных и электрических полей на прочность клееной древесины / В. М. Попов, А. В. Иванов, М. А. Шендриков, М. А. Жабин // Вестник МГУЛ. – Лесной вестник. 2009. № 4. – С. 122-126.

12 Хрулев, В. М. Прочность клеевых соединений / В. М. Хрулев. М. : Стройиздат, 1973.– 84 с.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 20-08-00165).