

ПОВЫШЕНИЕ КОНСТРУКЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ФАНЕРЫ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛАСТОМЕРОВ

Исследованы возможности повышения качества строительной фанеры путем использования в их составе высокоэластичных продуктов на основе хлоропренового каучука.

Ключевые слова: фанера, клеевое соединение, качество, надежность, хлоропреновый каучук, модифицирование, эластомер.

T.S. Tsareva, Yu.B. Levinsky

STRUCTURAL RELIABILITY IMPROVEMENT OF CONSTRUCTIVE PLYWOOD GLUE JOINTS BASED ON ELASTOMERS USAGE

The possibilities of the constructive plywood quality improvement by means of highly elastic products based on chloroprene rubber usage in its structure are researched.

Key words: plywood, glue joint, quality, reliability, chloroprene rubber, modification, elastomer.

В производстве строительной фанеры применяют в основном фенолформальдегидные клеи повышенной водостойкости. Это обусловлено жесткими эксплуатационными требованиями, поскольку влияние атмосферы на клеевое соединение часто оказывается решающим в оценке пригодности фанеры для строительных конструкций. Специальные сопоставительные исследования фанеры подтверждают предположение о том, что именно для фенольных клеев горячего отверждения характерно преимущественное разрушение клееного материала по древесине [1].

Можно предположить, что в значительной мере это связано с двумя факторами:

1) древесина в контактном слое имеет многочисленные микротрещины, которые появляются при лущении [6];

2) микротрещины лишь частично заполняются клеем и механически поврежденная структура древесины оказывается менее прочной именно в зоне клеевого соединения (шероховатость $R_z^{\max}=200-300$ мкм).

Исследования, проведенные Ю.Н. Никишиным, показали значительное влияние атмосферно-климатических воздействий на механические свойства фанерных плит (табл.1) [2]. Такие показатели проявляются из-за разбухания древесного материала, он оказывается наиболее выраженным там, где есть пустоты в его структуре. Эти пустоты располагаются преимущественно в контактирующих слоях листов шпона, соединяемых клеем.

Таблица 1

Прочностные характеристики образцов плит, МПа

Время пребывания фанерных плит в атмосфере, год	Значения предела прочности образцов при			Значения модуля упругости образцов при		
	растяжении	изгибе	сжатии	растяжении	изгибе	сжатии
0	$\frac{95}{89-105}$	$\frac{79}{65-90}$	$\frac{48}{46-50}$	$\frac{7,5}{7,0-8,0}$	$\frac{7,8}{6,8-8,5}$	$\frac{1,75}{1,55-2,00}$
3	$\frac{79}{72-84}$	$\frac{66}{60-71}$	$\frac{42}{41-43}$	$\frac{6,8}{6,5-7,1}$	$\frac{6,9}{6,6-7,2}$	$\frac{1,50}{1,48-1,51}$
6	$\frac{72}{69-75}$	$\frac{59}{55-64}$	$\frac{38}{37-40}$	$\frac{6,4}{6,1-6,7}$	$\frac{6,2}{6,0-7,2}$	$\frac{1,30}{1,27-1,32}$
11	$\frac{64}{59-68}$	$\frac{48}{43-54}$	$\frac{34}{33-35}$	$\frac{5,7}{5,5-5,9}$	$\frac{5,1}{4,9-5,4}$	$\frac{1,25}{1,21-1,28}$
19	$\frac{45}{41-50}$	$\frac{31}{25-34}$	$\frac{29}{28-31}$	$\frac{4,9}{4,6-5,2}$	$\frac{4,0}{3,7-4,3}$	$\frac{1,15}{1,10-1,18}$

Примечание: В числителе – средние значения экспериментальных величин, в знаменателе – наименьшие и наибольшие значения.

Механические свойства клееного материала со временем ухудшаются. Так как клей и древесина различаются по показателю термоусадки и влажностных деформаций, то области клеевых соединений оказываются наиболее напряженными. Поэтому старение – главный недостаток синтетических клеев, которое представляет собой сложный комплекс физико-химических превращений, происходящих под влиянием тепла, влаги, кислорода воздуха, облучения, реагентов, содержащихся в клее или на поверхности склеиваемых материалов. Процессы, происходящие в клееном древесном композите, ведут к снижению прочности, повышению хрупкости, побочным деформациям и росту напряжений в клеевых соединениях. Относительная оценка сохранности различных клеевых соединений фанеры представлена на рисунке 1 [3].

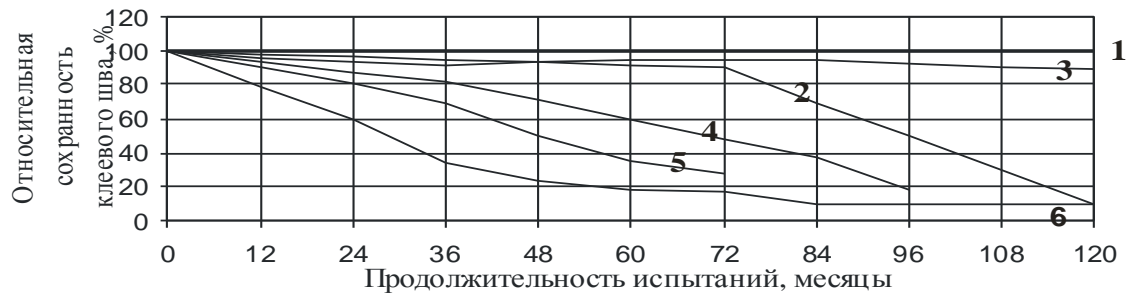


Рис. 1. Относительная сохранность клеевых соединений в фанере, экспонируемой на открытом воздухе. Клеи: 1 – резорцино-формальдегидный и меламино-формальдегидный; 2 – карбамидный с добавкой 20% меламина; 3 – фенолформальдегидный; 4 – карбамидный горячего отверждения; 5 – карбамидный холодного отверждения; 6 – казеиновый

Цель работы – исследовать склеивание модифицированного шпона, полученного из различных пород древесины, а также установить возможность повышения прочности и долговечности клееной конструкции за счет предлагаемой модификации.

Ученые нашли несколько методов применения эластомера в производстве фанеры:

1. Использование щелочного раствора лигнина в смеси с латексом. Обладание раствора лигнина значительными поверхностно-активными свойствами с высокоэффективным эмульгатором – латексом, обеспечивает повышение физико-механических показателей композитов на ее основе [4].

2. Совмещение чистого фенольного клея с каучуком. Полученный модифицированный состав будет обладать повышенной теплостойкостью и улучшенными упругоэластичными свойствами. Фенольно-каучуковая смесь может использоваться как с наполнителями, так и без них, но эффективность усиления каучуков смолами снижается в присутствии саж и минеральных наполнителей.

Данный способ не оправдал себя, так как для получения желаемого эффекта требуется создать оптимальные условия, обеспечивающие необходимую взаиморастворимость на границе раздела фаз смоляного наполнителя и каучука [5,6].

3. Применение резиновой подложки на основе хлоропренового каучука в прослойках фанеры. Данный метод был разработан в ООО «Опытно-промышленное предприятие центра по разработке эластомеров» (рис. 2). Резина на основе хлоропренового каучука делает фанеру шумо-вибропоглощающей и труднотгорючей. Однако фанера с резиновой подложкой имеет высокую стоимость, а прочность соединения слоев, из которых она состоит, весьма ограничена, если исключить применение дополнительных дорогостоящих клеевых материалов.

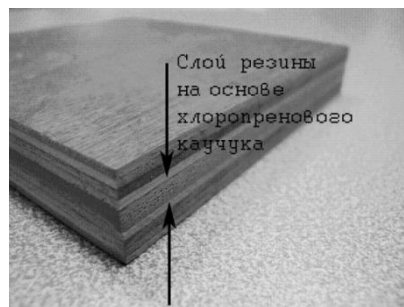


Рис. 2. Фанера с резиновой подложкой

Исходя из вышеизложенного, можно предположить, что взаимосвязь фенолформальдегидной смолы и хлоропреного каучука даст эластичное клеевое соединение, вследствие чего уменьшится старение клеевой прослойки. Обработка поверхности эластомером может обеспечивать значительное повышение механических характеристик.

На базе проведенного анализа предложен метод обработки шпона – это пластификация клеевых соединений эластомерами. Для этого проводится обработка поверхности шпона растворами невулканизированной резины, так называемой «сырой». Насыщение поверхности шпона эластомером используется для повышения устойчивости СФ к воздействию различных факторов среды эксплуатации фанерных конструкций и увеличения прочности склеивания. Заполнение трещин резиновой смесью позволяет уменьшить шероховатость поверхности соснового шпона (рис. 3), а наполнение полости клеем композитом приводит к росту когезионной прочности клеевого материала в зоне склеивания.

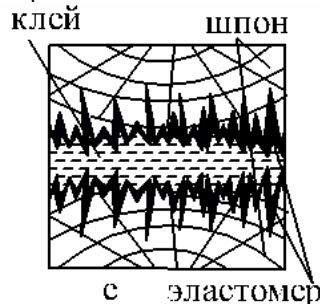


Рис. 3. Контактывание листов шпона

Была проведена серия экспериментов на различных комбинациях образцов многослойной фанеры, где нечетные слои набирались из соснового шпона, а четные слои – из осинового. Комбинации хвойного и лиственного шпона с применением резиносодержащей композиции используются для создания полного и эластичного контакта склеиваемых поверхностей.

Регулируемые технологические параметры приведены в таблице 2. В качестве модификатора-эластомера использована сырая резина, растворенная в бензине в соотношении 1:4.

Таблица 2

Параметры состояния объекта исследования

Наименование материала	Норма расхода, г/м ²	Вязкость, г/м ²	Технологический параметр	1-я ступень	2-я ступень	3-я ступень
Клей СФЖ3093	160	95	Температура плит, с	110–115	110–115	110–115
Эластомер	50	75	Давление	8,4	6,0	2,5
			Время выдержки, с	6	4	2

Расход эластомера и составы склеиваемых пакетов приняты в качестве основных факторов влияния на прочностные показатели фанеры (табл.3).

Таблица 3

Регистрируемые параметры экспериментальных пакетов

Состав пакета по породам древесины	Слойность	Толщина пакета, мм	Влажность, %	Расход эластомера, г/м ²	Расход клея, г/м ²	Упрессовка, %
С-С-С-С-С-С-С	7	11,0	7,8	-	160	12,1
Ср-рСр-рСр-рСр-рСр-рСр-рС	7	11,5	8,2	50,5	160	20
С-О-С-О-С-О-С	7	9,6	7,9	-	160	11,2
Ср-О-рСр-О-рСр-О-рС	7	10,1	8,0	54,3	160	16,2

Примечание: С – сосна; Ср – сосна, пропитанная эластомером, О – осина.

По результатам исследований построены оценочные гистограммы (рис. 4–6).

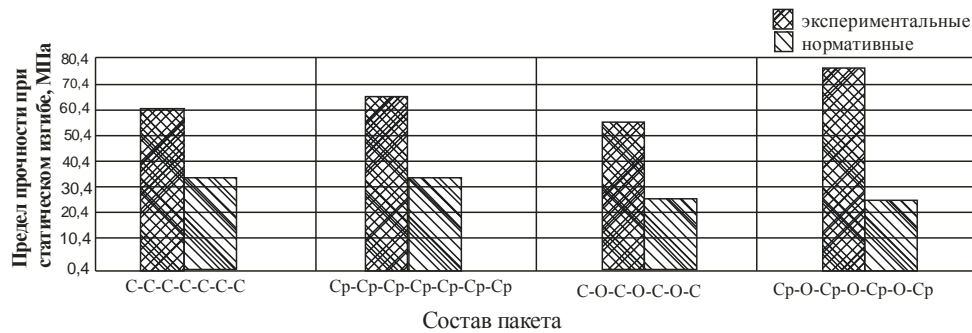


Рис. 4. Зависимость прочности на статический изгиб от состава пакета

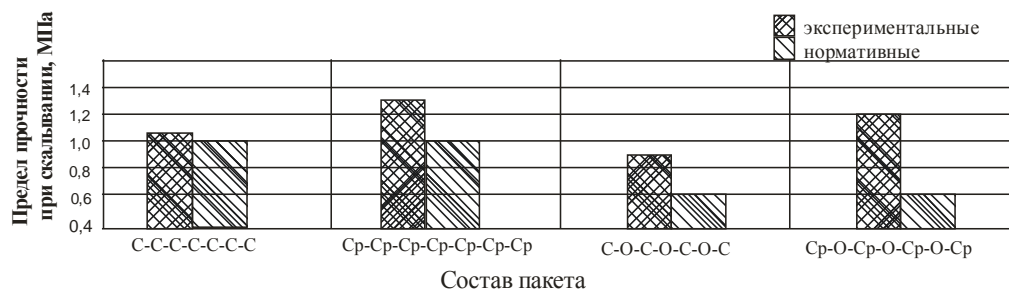


Рис. 5. Зависимость прочности при скалывании от состава пакета

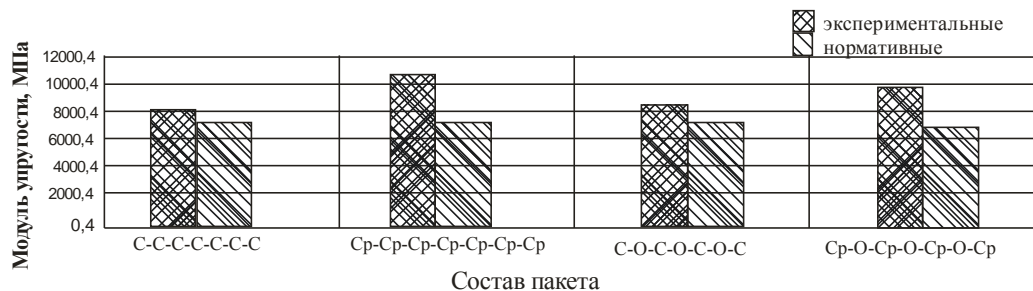


Рис. 6. Зависимость модуля упругости от состава пакета

Результаты проведенных исследований

1. Замена в многослойных пакетах СФ определённой части шпона из древесины хвойных пород осиновым обеспечивает экономию хвойного сырья на 40%.
2. Модификация поверхности хвойного шпона эластомерами обеспечивает снижение влияния поверхностных микротрещин на прочность клеевых соединений на 18–20%, а также способствует уменьшению нормы расхода фенолформальдегидного клея на 17–25%.
3. Обработка шпона эластомером обеспечивает повышенную гибкость (эластичность) фанеры, уменьшает воздухо-влагопроницаемость клееного композита и увеличивает прочность склеивания шпона на 17–20%.
4. Лабораторные исследования на статический изгиб и скалывание (после двукратного кипячения образцов) показали увеличение прочности на 5%. Следовательно, комбинированная фанера на основе модифицированного шпона может быть рекомендована к использованию в строительстве объектов, эксплуатируемых в жестких условиях атмосферно-климатических воздействий и знакопеременных нагрузок.

Литература

1. *Шилдз Дж.* Клеящие материалы: справ.: пер. с англ. *Ю.А. Гарщенко, А.П.Петровой.* – М.: Машиностроение, 1980. – 350 с.
2. *Никишин Ю.М.* Влияние атмосферы на механические показатели фанерных плит // *Деревообрабатывающая пром-сть.* – 2003. – №2.
3. *Хрулёв В.М.* Долговечность клееной древесины. – М.: Лесн. пром-сть, 1971. – 160 с.
4. *Шварц А.Г., Динзбург Б.Н.* Совмещение каучуков с пластиками и синтетическими смолами. – М.: Химия, 1972. – 224 с.
5. *Лодж А.* Эластичные жидкости / пер. с англ. *Б.М. Берковский, З.П. Шульман.* – М., 1969. – 464 с.
6. *Царёва Т.С., Левинский Ю.Б.* «Эластофан» – новый продукт в производстве фанеры: мат-лы VIII Всерос. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов. – Екатеринбург, 2012. – 282 с.

