

3. Халиков Д.А. Классификация теплоизоляционных материалов по функциональному назначению / Д.А. Халиков // Фундаментальные исследования. 2014. № 11. С. 1287–1291.

4. Лукаш А.А. Клееные слоистые материалы для домостроения // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века, 2008. № 11. С. 42–43.

УДК 674.028.9

И.В. Яцун, С.В. Совина
(I.V. Yatsun, S.V. Sovina)
УГЛТУ, Екатеринбург
(USFEU, Ekaterinburg)

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КЛЕЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ
НА ОСНОВЕ ПОЛИВИНИЛАЦЕТАТНОЙ ДИСПЕРСИИ
ПРИ СКЛЕИВАНИИ ДРЕВЕСИНЫ
ПО КРИТЕРИЮ «ЦЕНА – КАЧЕСТВО»
(THE COMPARATIVE ASSESSMENT OF GLUE MATERIALS
ON THE BASIS OF POLYVINYL ACETATE DISPERSION
WHEN GLUING WOOD ACCORDING
TO CRITERION "PRICE – QUALITY")**

В статье приведены результаты сравнительных исследований по определению реального расхода клеевых материалов на основе поливинилацетатной дисперсии (Kestokol и Kleiberit) при склеивании древесины, а также адгезионной прочности и водостойкости этих соединений. Выбран оптимальный клеевой материал по критерию «цена – качество» проводился с использованием метода расстановки приоритетов.

The results of comparative studies to determine the real consumption of adhesive materials based on polyvinyl acetate dispersion (Kestokol and Kleiberit) when gluing wood, as well as adhesive strength and water resistance of these compounds are presented in the article. An optimal adhesive material was selected according to the “price-quality” criterion using the prioritization method.

В процессе практического использования на производстве не всегда самый дорогой клей имеет лучшие характеристики по величине расхода, а также адгезионным свойствам и водостойкости. В связи с этим выявление реальных характеристик клеевых материалов в сравнении с заявленными по критерию «цена – качество» вызывает интерес у представителей промышленности и является актуальным.

Роль склеивания в деревообработке невозможно переоценить. Область применения данной технологической операции довольно обширна: получение нового продукта из качественного, низкокачественного и малоценного сырья; облицовывание материалов с целью улучшения их эстетического вида и повышения прочности; получение крупногабаритных изделий; ремонт и реставрация изделий [1].

Приоритетным направлением развития деревообрабатывающей промышленности является рациональное использование сырья и производство экологически безопасной продукции в соответствии с европейскими нормами (D3). Данные задачи можно решить путем склеивания древесины клеями на основе поливинилацетатной дисперсии (ПВАД). Эти клеи отличаются дешевизной, доступностью, экологичностью; они не токсичны и образуют при работе ровный эластичный прочный бесцветный шов [2, 3].

В настоящее время на рынке представлено много клеевых материалов на основе ПВАД, из которых 90–95 % – это материалы, поставленные по импорту. Многие клеи импортных производителей имеют схожие технические характеристики, но находятся в достаточно широком ценовом диапазоне.

В процессе практического использования на производстве не всегда самый дорогой клей имеет лучшие характеристики по величине расхода, а также адгезионным свойствам и водостойкости. В связи с этим выявление реальных характеристик клеевых материалов в сравнении с заявленными по критерию «цена – качество» вызывает интерес у представителей промышленности и является актуальным.

В экспериментах использовались бруски размером $700 \times 110 \times 14$ мм из древесины сосны влажностью $8 \pm 2\%$ в количестве 8 шт., которые предварительно строгались до шероховатости не более 64 мкм. Нанесения клеевых материалов производилось с помощью валика с последующей открытой выдержкой в течение 5 ± 1 мин. Склеивание осуществлялось в прессе для холодного склеивания GRIGGIO в течение 1 часа под давлением 0,6 МПа при комнатной температуре с последующей технологической выдержкой в течение 48 часов.

Испытывались четыре марки клеевых материалов: Kestokol D3 Polar и Kestokol D3 (страна-производитель – Финляндия, фирма Killto); Kleiberit 300.0 и Kleiberit 303.2 (страна-производитель – Германия, фирма Kleiberit).

Расход клея – это один из важнейших факторов режима склеивания древесины. Оптимальным следует считать такой расход клея, который дает равномерный клеевой шов минимальной толщины [1, 4]. Для проверки заявленных значений расхода клея технической характеристикой проводился эксперимент по определению реального расхода клеевых материалов с использованием измерительной гребенки (толщиномер мокрого слоя) ELCOMETER 112. Расход определялся согласно ГОСТу Р51694-2000 «Материалы лакокрасочные. Определение толщины покрытия». Нанесение клея – одностороннее, расход клея определялся на образце в 5 точках.

Результаты сравнительного анализ расхода клея по экспериментальным данным и данным технической характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ расхода клея по экспериментальным данным и данным технической характеристики

Расход клея, г/м ²	Наименование клеевого материала			
	Kleiberit 300.0	Kleiberit 303.2	Kestokol D3	Kestokol D3 Polar
По данным в технической характеристике клея	150–200	150–200	120–150	120–150
По экспериментальным данным	125	155	174	226
Отклонение	-25	0	+24	+76

Прочность клеевых соединений в теории склеивания определяется термином «адгезия», или адгезионная прочность [1, 4]. Для определения адгезионной прочности при склеивании древесины разными ПВА-клеями проводились испытания по ГОСТу 15613.1-84 «Древесина клееная массивная. Методы определения предела прочности клеевого соединения при скалывании вдоль волокон» с использованием испытательной машины ВЕВ. Испытывалось по 12 образцов каждой группы. Полученные экспериментальные данные обрабатывались методами математической статистики, результаты которых приведены на рисунках 1, 2.

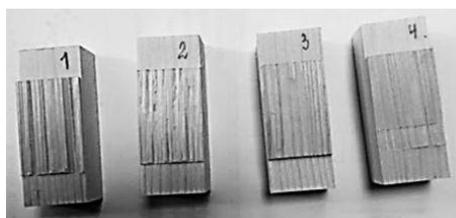


Рис. 1. Характер разрушения образцов при скалывании вдоль волокон: 1 – Kleiberit 303.2; 2 – Kleiberit 300.0; 3 – Kestokol D3; 4 – Kestokol D3 Polar

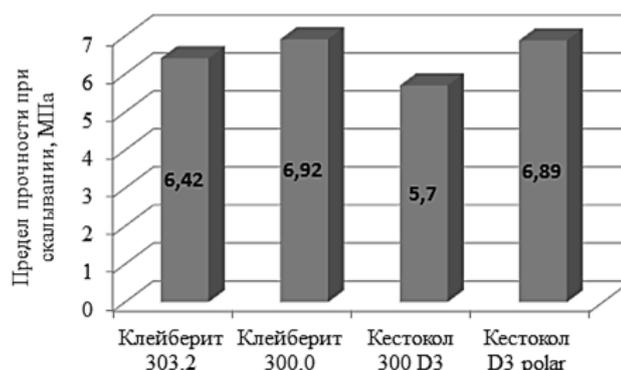


Рис. 2. Сравнительный анализ величины предела прочности клеевых соединений при скалывании вдоль волокон

Согласно европейским стандартам, классификация клеев по группам водостойкости в зависимости от их основы приводится в EN 204 (D1–D4). Принадлежность к той или иной группе водостойкости, согласно ГОСТу 17005-82 «Конструкции деревянные клееные. Метод определения водостойкости клеевых соединений», определяется по показателю прочности клеевых соединений при скалывании вдоль волокон после выдержки образцов в воде при температуре 20 ± 2 °С в течение 48 часов или при 100 °С в течение 3 часов и проверяется по ГОСТу 15613.1-84.

В технической характеристике исследуемых клеевых материалов заявлено, что все они применяются для водостойких соединений. Для подтверждения этого был проведен эксперимент. Испытывалось по 12 образцов каждой группы с последующей статистической обработкой полученных экспериментальных данных. Результаты исследований приведены на рисунках 3, 4.

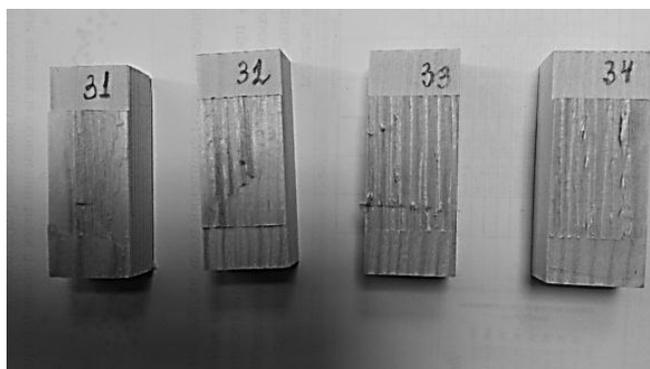


Рис. 3. Характер разрушения образцов при скалывании вдоль волокон после выдержки в воде при 20 ± 2 °С в течение 48 часов: 31 – Kleiberit 303.2; 32 – Kleiberit 300.0; 33 – Kestokol D3; 34 – Kestokol Polar

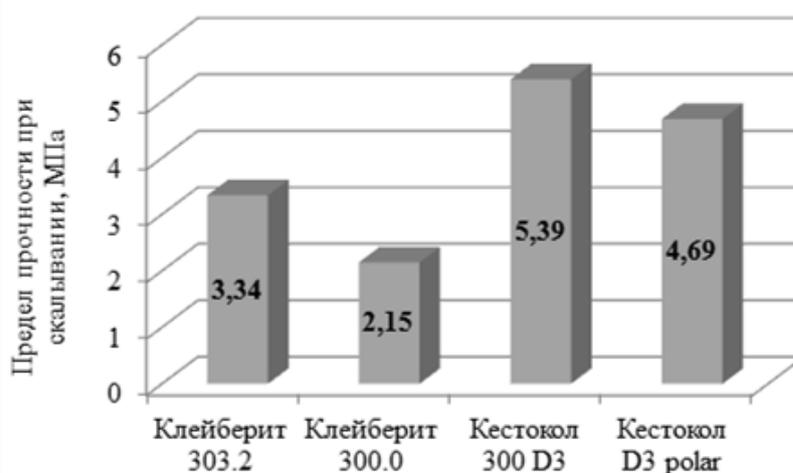


Рис. 4. Сравнительный анализ величины предела прочности клеевых соединений при скалывании вдоль волокон после выдержки образцов в воде при 20 ± 2 °С в течение 48 часов

Выбор оптимального клеевого материала по критерию «цена – качество» проводился с использованием метода расстановки приоритетов [5]. Сущность метода заключается в попарном качественном сравнении конкурирующих объектов с дальнейшим переходом на количественные оценки при использовании конкретных значений показателей свойств конкурентов, которые приведены в таблице 2. Приоритет показателя определялся путем опроса экспертов.

Таблица 2

Параметры конкурирующих клеевых материалов

№ п/п	Наименование показателя	Наименование клеевого материала				Приоритет показателя
		1	2	3	4	
		Kleiberit 300.0	Kleiberit 303.2	Kestokol D3	Kestokol D3 Polar	
1	Цена, руб.	204	200	108	126	0,3
2	Расход, кг/м ²	125	150	174	226	0,2
3	Предел прочности при скалывании, МПа	6,92	6,42	5,7	6,89	0,4
4	Водостойкость (предел прочности при скалывании), МПа	2,15	3,34	5,39	4,69	0,1

Расчет приоритетов показателей клеевых материалов по комплексу показателей представлен на рисунке 5.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Номер	Клеевые материалы				Приоритет	показателя
2	показателя	Kleiberit 300.0	Kleiberit 303.2	Kestokol D3	Kestokol D3 Polar		
3		X1	X2	X3	X4		
4	1	0,21	0,17	0,35	0,27	0,3	
5	2	0,33	0,27	0,22	0,18	0,2	
6	3	0,29	0,24	0,21	0,26	0,4	
7	4	0,15	0,2	0,37	0,27	0,1	
8	P_i	0,260	0,221	0,270	0,248	-	

Рис. 5. Матрица смежности для сравнения клеевых материалов по комплексу показателей

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Реальный расход клеев фирмы Kleiberit (Германия) соответствует заявленным в технической характеристике данным. Для клеев фирмы

Killto (Финляндия) реальный расход превышает заявленные данные на 14 и 50 % соответственно, что объясняется тем, что производитель преднамеренно вводит потребителей в заблуждение, либо у этих клеев нарушены условия хранения, либо вышел срок реализации.

2. Все клеевые материалы показали высокую адгезионную прочность клеевого соединения, т. к. по характеру полученных в процессе исследования разрушений клеевое соединение оказалась прочнее древесины.

3. Практически все клеевые материалы оказались водостойкими, т. е. соответствуют заявленному классу D3/D4. Исключение составляет клеевая композиция Kleiberit 300.0, которая по результатам исследований показала класс водостойкости клеевого соединения. В связи с этим детали, склеенные с применением этого клея, могут использоваться лишь для эксплуатации в сухих помещениях.

4. Оптимальным вариантом клеевого материала на основе ПВА-клеев по комплексу показателей по критерию «цена – качество» является клей Kestokol D3.

Библиографический список

1. Волынский В.Н. Технология клееных материалов. Архангельск: Арханг. гос. техн. ун-т, 1998. 299 с.

2. Куликов В.А., Чубов А.Б. Технология клееных материалов и плит. М.: Лесная промышленность, 1984. 344 с.

3. Справочник по клеям под редакцией Г.В. Мовсисяна / Л.Х. Айрапетян, В.Д. Заика, Л.Д. Елецкая, Л.А. Яншина. Л.: Химия, 1980. 304 с.

4. Деревянные конструкции и детали: справочник строителя под редакцией В.М. Хрулева / В.М. Хрулев, К.Я. Мартынов, С.В. Лукачев, Г.М. Шутов. М.: Стройиздат, 1995. 384 с.

5. Яцун И.В. Математическое моделирование: методич. указания по лабораторному практикуму. Екатеринбург: УГЛТУ, 2014. 41 с.