

УДК 674.04

С. А. Прохорчик, кандидат технических наук, доцент, заместитель декана (БГТУ);
С. С. Гайдук, ассистент (БГТУ)

МОДИФИКАЦИЯ КЛЕЕВОГО СОСТАВА ДЛЯ КЛЕЕНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕРЕВЯННЫХ ДВЕРНЫХ ПОЛОТЕН

Работа посвящена исследованию прочности, водостойкости и твердости клеевых соединений. Для проведения испытаний использовались карбамидоформальдегидный и поливинилацетатный клеи, а также композиции на их основе. Для определения прочности и водостойкости применялась европейская методика согласно DIN EN 204 и DIN EN 205, для определения твердости – принцип Виккерса. По результатам проведенных испытаний получена клеевая композиция, которая обладает оптимальными физико-механическими свойствами (прочностью, водостойкостью и жесткостью клеевого соединения).

This paper deals with the strength, water resistance and hardness of adhesive joints. For the tests used urea-formaldehyde and polyvinyl acetate adhesives, as well as songs from them. To determine the strength and water resistance to use the European method according to DIN EN 204 and DIN EN 205, for hardness – the principle of Vickers. The results of the test were the adhesive composition is, which has optimum physical and mechanical properties (strength, water resistance and stiffness of the bond).

Введение. При производстве дверных блоков из массивной древесины щитовые элементы изготавливают из клеенных ламелей по длине и ширине. Такие конструкции имеют более высокую прочность, формоустойчивость и долговечность.

На качество получаемых клеевых щитов будет оказывать влияние качество подготовки массивной древесины, с одной стороны, и применяемые клеи – с другой.

В настоящее время для склеивания древесины в основном используются карбамидоформальдегидные клеи и поливинилацетатные дисперсии.

Клеи кислотного отверждения образуют клеевые соединения средней и высокой водостойкости, но при этом клеевые прослойки получают жесткими. Клеевые соединения на основе поливинилацетатных дисперсий также водостойкие, но при этом клеевая прослойка более эластичная.

Физико-механические показатели клеевых соединений (твердость, модуль упругости) будут отличаться от таких же показателей древесины, а также имеются различия и у самих клеев. Этот фактор оказывает влияние на характер взаимодействия режущего инструмента с комбинированным материалом – клееным щитом. В процессе резания более твердые клеевые соединения будут вызывать повышенный износ режущего инструмента по сравнению с эластичными.

Основная часть. Целью данной работы является разработка клеевого состава для клеевых элементов деревянных дверных полотен для повышения ресурса работы режущего инструмента с сохранением показателей водостойкости клеевых соединений, а также определение прочности склеивания стеклянных филенок с рамкой из древесных материалов.

Для проведения испытаний по определению прочности, водостойкости и твердости клеевого соединения использовались два клеевых материала: поливинилацетатный клей ПВА и карбамидоформальдегидный клей с отвердителем. Оба клеевых материала импортного производства.

Для отнесения клеевого соединения к группе нагрузки D3 согласно DIN EN 205 [1] необходимо выполнение условий, представленных в табл. 1.

Таблица 1

Показатели прочности клеевого соединения при сдвиге (D3)

| Последовательность выдержки | Прочность клеевого соединения, МПа |
|---|------------------------------------|
| 7 дней при нормальном климате ($t = 23-25^{\circ}\text{C}$ и $\phi = 50-70\%$) | ≥ 10 |
| 7 дней при нормальном климате 4 дня в холодной воде ($t = 20-23^{\circ}\text{C}$) | ≥ 2 |
| 7 дней при нормальном климате 4 дня в холодной воде 7 дней при нормальном климате | ≥ 6 |

Для проведения испытаний использовались пластины из древесины бука с плотностью $700 \pm 100 \text{ кг/м}^3$ и влажностью 12%. Волокна древесины располагались вдоль плоскости склейки (по направлению растяжения при испытании), а годовые слои – под углом $30-90^{\circ}$ к плоскости склеивания. Для получения образцов букковые пиломатериалы распиливались на планки шириной 20 мм и толщиной 6 мм. После чего они калибровались и шлифовались до толщины 5 мм. Затем полученные планки раскраивались на образцы длиной 150 мм. Образцы получали методом склеивания по пластям

двух пластинок длиной 150 мм, шириной 20 мм и толщиной 5 мм. Склеивались образцы по следующим режимам:

- одностороннее нанесение с расходом 200 г/м²;
- 5 мин открытой выдержки;
- 5 мин закрытой выдержки;
- давление прессования 1 МПа в течение 1 ч для ПВА и 1 МПа в течение 5 ч для КФ.

Образцы после склеивания выдерживались 7 сут при нормальном климате, после чего делались поперечные запилы шириной 2 мм на расстоянии 10 мм. Общий вид образца для проведения испытаний представлен на рис. 1.

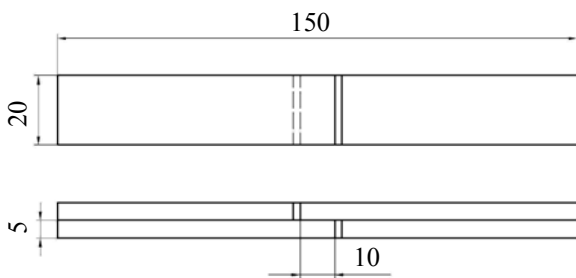


Рис. 1. Образцы для определения прочности клеевых соединений

Всего было сформировано 5 партий образцов. Перечень исследуемых клеевых составов представлен в табл. 2.

Таблица 2

Состав образцов

| № партии | Вид клея |
|----------|---------------|
| 1 | КФ |
| 2 | ПВА |
| 3 | КФ + 10 % ПВА |
| 4 | КФ + 18 % ПВА |
| 5 | КФ + 25 % ПВА |

Испытания проводились в три этапа.

1-й этап: определялась прочность склеивания части образцов после 7 дней выдержки при температуре 20°C и влажности 65±5%;

2-й этап: определялась прочность склеивания части образцов после 7 дней выдержки при температуре 20°C и влажности 65±5% с последующей выдержкой в воде в течение 4 дней;

3-й этап: определялась прочность склеивания части образцов после 7 дней выдержки при температуре 20°C и влажности 65±5% с последующей выдержкой в воде в течение 4 дней и затем 7-дневной выдержкой при температуре 20°C и влажности 65±5%.

Испытания склеенных образцов после каждого этапа проводились на разрывной машине РМ-0,5 с использованием специального приспособления. Концы испытуемого образца за-

жимались в тисках разрывного устройства. Затем образец нагружался до его разрушения. Скорость нагружения составляла 50 мм/мин.

Прочность клеевого соединения P , МПа, определялась по формуле

$$P = \frac{F_{\max}}{S}, \quad (1)$$

где F_{\max} – усилие, при котором происходит разрушение образца, Н; S – площадь скалывания, мм².

Параллельно были подготовлены образцы для определения твердости клеевых прослоек из древесины бука с нанесенными с одной стороны клеевыми композициями с аналогичными расходами. Твердость клеевых соединений определялась с помощью микротвердомера марки 402 MVD.

В основу испытаний образцов на микротвердость в данном приборе положен принцип Виккерса, который заключается в том, что в поверхность испытуемого образца внедряется четырехгранная пирамида с углом поверхностей 136° (индентор) путем приложения испытательной нагрузки. При вдавливании получается отпечаток в виде квадрата, диагонали которого измеряют после снятия нагрузки. Схематическое изображение индентора и получаемый при измерении отпечаток приведены на рис. 2.

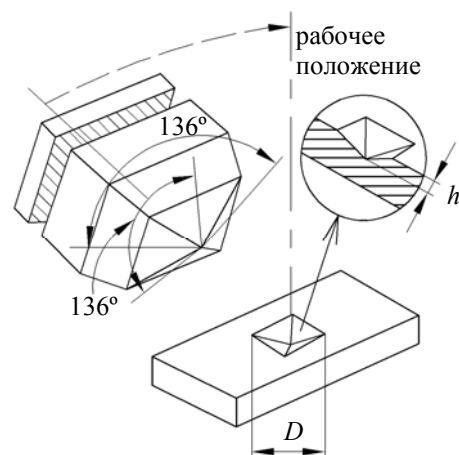


Рис. 2. Индентор Виккерса

Измеренные длины диагоналей полученного отпечатка (определяется по филиарным линиям) отсылаются во встроенное вычислительное устройство, с помощью которого автоматически рассчитывалось значение твердости.

Количественно твердость по Виккерсу (МПа) определяется согласно формуле

$$HV = \frac{0,102F}{S} = \frac{0,102 \cdot 2F \sin(\theta/2)}{D^2} = \frac{0,1891F}{D^2}, \quad (2)$$

где F – испытательная сила, Н; S – площадь поверхности отпечатка, мм²; θ – плоский угол при

вершине, который составляет 136° ; D – средняя длина диагонали отпечатка, мм.

Результаты проведенных испытаний представлены на рис. 3.

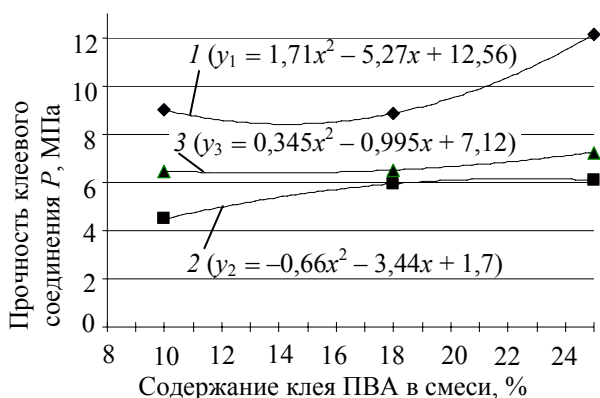


Рис. 3. Влияние содержания ПВА в клеевой композиции на прочность склеивания: график № 1 – прочность клеевой композиции после 1-го этапа; график № 2 – прочность клеевой композиции после 2-го этапа; график № 3 – прочность клеевой композиции после 3-го этапа

Показатели микротвердости клеевых соединений представлены на рис. 4.

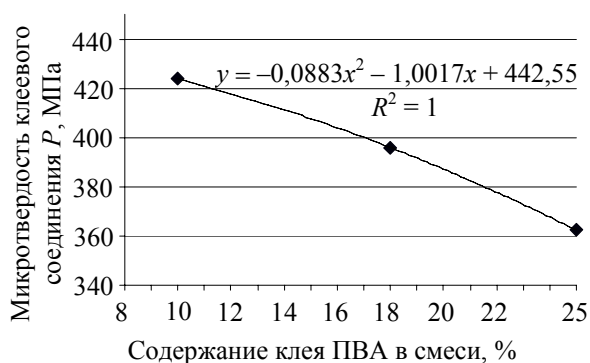


Рис. 4. Влияние содержания ПВА в клеевой композиции на прочность склеивания

Микротвердость на основе карбамидоформальдегидного клея составила 495,8 МПа. Микротвердость клея ПВА определить не удалось, так как образовывалась эластичная клеевая пленка.

Заключение. Анализ полученных результатов показывает: введение клея ПВА в карбамидоформальдегидный клей способствует росту

прочности клеевого соединения. Так, после выдержки в комнатных условиях в течение 7 сут (1-й этап) наиболее высокие показатели прочности наблюдались в клеевой композиции с 25%-ной добавкой клея ПВА. При испытаниях образцов выдержанных в воде (2-й этап), наиболее низкий результат наблюдался у образцов, склеенных ПВА 2-й партии (1,61 МПа), самый высокий – у образцов, склеенных карбамидоформальдегидным клеем. При анализе графика № 2 (рис. 3) следует, что введение ПВА в карбамидоформальдегидный клей способствует повышению прочности. Согласно требованиям [2], из всех клеевых композиций к группе по водостойкости D3 можно отнести клеевой состав на основе композиции с введением с 18 и 25%-ным содержанием ПВА.

Анализ графика данных по микротвердости показывает обратную зависимость влияния введения клея ПВА в клеевую композицию. Из графика видно, что введение клея ПВА (25%) в карбамидоформальдегидный клей работает на снижение данного показателя в 1,4 раза по сравнению с чистым составом. Снижение твердости клеевого шва связано с наличием в поливинилацетатной дисперсии пластификатора. Обычно эффективность пластификатора заключается в гибкости его молекул, которые располагаются между молекулами основного полимера и увеличивают его подвижность (межструктурная пластификация). Рекомендации по использованию клеевой композиции на основе карбамидоформальдегидного клея с 25%-ной добавкой клея ПВА показали положительные результаты, и данный состав успешно применяется на одном из крупных деревообрабатывающих предприятий Республики Беларусь по выпуску дверных блоков в настоящее время.

Литература

1. Клеи неконструкционные для дерева. Определение прочности склеивания продольных склеек испытанием на разрыв: DIN EN 205–2003. – Введ. 21.11.2002. – СЕН, 2003. – 10 с.
2. Классификация термопластичных клеев для древесины для применения не в производстве конструкционного силового бруса: DIN EN 204-2001. – Введ. 01.05.2001. – СЕН, 2001. – 5 с.

Поступила 20.02.2013