

После окончания отбора содержимое каждого поглотителя выливали в пробирки и анализировали отдельно. Принцип определения был основан на взаимодействии формальдегида в кислой среде с хромотроповой кислотой. Результаты представлены в табл. 3.

Анализ результатов проведенных исследований показал, что применение карбамидно-альбуминового клея в изготовлении древесностружечных плит способствует снижению токсичности их производства при одновременном повышении их прочности и водостойкости.

Наиболее рациональным соотношением карбамидной смолы и альбуминового клея в рекомендуемом клее можно считать соответственно 90 и 10% по жидким компонентам.

Л и т е р а т у р а

1. Чичибабин А.Е. Основные начала органической химии. — М., 1953, т. 1.
2. Куциди Д.А., Страхов И.П. О природе взаимодействия желатина с триметилполмеламином. — В сб.: Серия технологии легкой промышленности; 1964, № 2.
3. Снижение выделения формальдегида из древесностружечных плит / Р.З.Темкина, Г.М.Шварцман, М.З.Свиткин и др. — М., 1973.
4. Булапова Н.А., Кульчицкий В.И. Определение количества формальдегида, выделяющегося при отверждении карбамидных смол. — Плиты и фанера. М., Вып. 21-76.

УДК 684.41

А.Н.Минин, П.А.Дергачев, Л.Л.Курмелева,
Н.В.Макаревич, С.П.Кривенькая,
Т.П.Кучинская, К.К.Масальская, Н.А.Сума

ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ КЛЕЕВОГО СЛОЯ НА ПРОЧНОСТЬ СКЛЕИВАНИЯ

Одним из путей снижения материальных затрат с улучшением качества выпускаемой продукции является уменьшение толщины клеевого слоя при склеивании. Однако до настоящего времени недостаточно изучено и обобщено влияние толщины клеевого слоя на прочность склеивания, хотя эта проблема имеет большое теоретическое, технологическое и экономическое значение.

Учитывая изложенное, в научно-исследовательском студенческом кружке при кафедре клееных материалов и плит Белорусского технологического института им. С.М.Кирова были изучены,

обобщены и представлены на рис. 1 результаты различных научно-исследовательских работ, проведенных ранее в этой области [1].

Из данных рис. 1 видно, что с увеличением толщины клевого слоя во всех случаях прочность склеивания снижается, причем наиболее интенсивно ее снижение наблюдается в диапазоне увеличения толщины клевого слоя от 40 до 1000 мкм, при дальнейшем увеличении толщины клевого слоя наблюдается менее интенсивное снижение прочности склеивания. Прочность склеивания в значительной степени зависит от природы склеиваемых материалов и вида клея.

Наиболее высокая прочность склеивания наблюдается при склеивании стали эпоксидной смолой Э-40 (кривые 1,2,3,5). Например, увеличение толщины клевого слоя (кривая 3) с 50 до 1000 мкм вызывает снижение прочности склеивания с 45 до 17 мН/м^2 , а при толщине 300 мкм она составляет 11 мН/м^2 .

Аналогичные кривые (4,6,7,9,10,11) наблюдаются при склеивании стали, стекла, никеля, алюминия полиметил-метакрилатовым клеем, эпоксидной смолой ЭД-5, феноло-каучуковым и щелочным клеем и клеем ВС-10Т. В этом случае при одной и той же толщине клевого слоя прочность склеивания различна.

Математическая обработка кривых показала, что прочность склеивания (мН/м^2) с достаточной достоверностью для практических целей описывается уравнением

$$\tau_{\text{ск}} = x \cdot h^a \cdot 10^{-4}, \quad (1)$$

где x - коэффициент; h - толщина клевого слоя, мкм; a - показатель степени.

Так, для кривой 3 $x = 180$; $a = -0,234$.

По данным Б.М.Буглая, в зависимости от толщины клевого слоя прочность склеивания цельной древесины казеиновым и коллагеновым клеями может быть выражена корреляционным уравнением первого порядка

$$\tau_{\text{ск}} = A - B \cdot h, \quad (2)$$

где A, B - коэффициенты, зависящие от природы клея. Так, при применении казеинового клея $A = 12,82$; $B = 0,018$; коллагенового $A = 12,69$, $B = 0,017$.

В данном случае при толщине клевого слоя 50 мкм прочность клевого соединения составляет около 12 мН/м^2 (прямые 12,13,14,15), а при толщине 500 мкм - 2 мН/м^2 . Аналогичную зависимость понижения прочности склеивания полиэфирного стеклопластика клеем ПН-1 с увеличением толщины клевого слоя (прямая 17) установил Л.М.Ковальчук.

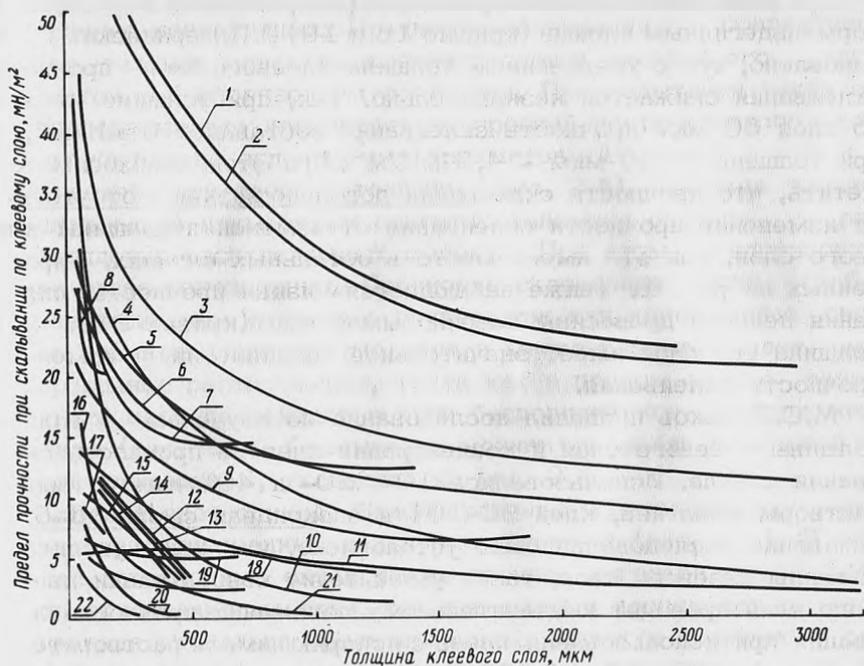


Рис. 1. Влияние толщины клевого слоя на предел прочности при скальвании по клековому слою.

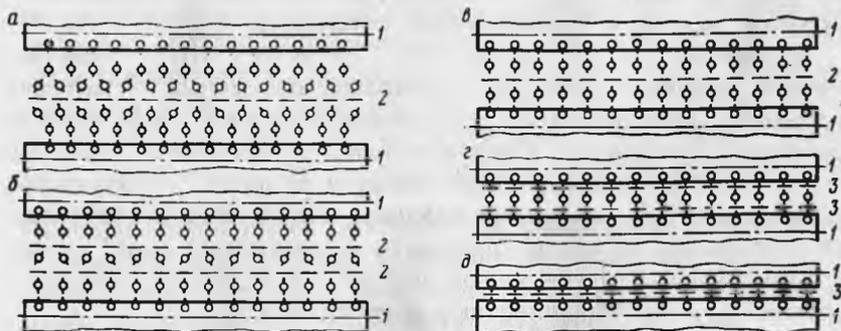


Рис. 2. Схематическое изображение полярных молекул клея между двумя поверхностями твердого тела при разной толщине клевого слоя.

При склеивании цельной древесины резорциновым и фенол-формальдегидным клеями (кривые 18 и 19) И.П. Бердинских установлено, что с увеличением толщины клеевого слоя прочность склеивания снижается незначительно. Так, при толщине клеевого слоя 60 мкм прочность склеивания составляет 6 МН/м^2 , а при толщине 1000 мкм — $4,5 \text{ МН/м}^2$. При этом необходимо отметить, что прочность склеивания довольно низкая и отсутствует изменение прочности склеивания от изменения толщины клеевого слоя, как это имеет место в остальных случаях, приведенных на рис. 1. Также наблюдается низкая прочность склеивания цельной древесины казеиновым клеем (кривая 21), хотя толщина его слоя имеет значительное влияние на изменение прочности склеивания.

М.С. Дыльков проводил исследования по изучению влияния толщины клеевого слоя и концентрации клея на прочность склеивания стекла. Использовались 10-, 20- и 40%-ные водные растворы желатина, клей ВС-10Т и эпоксидная смола ЭД-5. На основании исследований было установлено, что как увеличение толщины клеевого слоя, так и уменьшение концентрации наносимого клея приводят к значительному понижению прочности склеивания при использовании клеев с испаряющимися растворителями (кривые 10, 16, 20, 22), значительно более сильному, чем при использовании полимеризующихся композиций (кривая 6).

Клеи, которые отвердевают без выделения летучих компонентов, обладают наименьшими объемными усадками и внутренними напряжениями при переходе жидкого состояния в твердое, например, эпоксидные клеи менее чувствительны к изменению толщины клеевого слоя, чем клеи, выделяющие в процессе отверждения жидкие и газообразные продукты.

Из данных рис. 1 (кривые 9, 11) видно, что одинаковая толщина клеевого слоя при склеивании различных материалов (например, никель-никель, алюминий-алюминий) дает различную прочность склеивания. Следовательно, на прочность склеивания, как отмечалось выше, влияет также и природа склеиваемого материала. Исследованиями найдено, что по прочности склеивания материалы можно расположить в следующий ряд: никель > > сталь > медь > латунь > алюминий > олово > свинец > текстолит > > древесно-слоистый пластик > древесина и др.

Результаты лабораторных исследований подтверждают ранее высказанные теоретические предпосылки [2].

Клеевой слой весьма толстый с хаотическим расположением молекул в средней части клеевого слоя (рис. 2,а), т.е. он

больше, чем три ряда молекул. В этом случае адгезионные связи прочнее когезионных. Прочность склеивания сравнительно слабая, так как молекулы клеевого слоя в средней его части находятся в беспорядочном состоянии. При испытании таких образцов скалывание происходит по средней части клеевого слоя 2 или же в зоне склеиваемых предметов 1.

Клеевой слой средней толщины (рис. 2,б). Толщина клеевого слоя равна двум рядам ориентированных и одному ряду беспорядочно расположенных молекул. При этом адгезионные связи выше когезионных. Прочность склеивания также слабая, но она выше, чем в первом случае, так как когезионные связи здесь прочнее. Один ряд молекул в месте разрыва имеет ориентированное расположение, тогда как в первом случае разрыв клеевого слоя происходит в зоне беспорядочного расположения молекул (рис. 2,а). Скалывание может произойти по первой или второй площадке 2, указанной на рис. 2,б.

Клеевой слой тонкий, бимолекулярный, состоящий из предельно ориентированных в два ряда молекул (рис. 2,в). В этом случае адгезионные связи также прочнее когезионных. Прочность склеивания высокая, так как разрыв происходит в зоне соединения предельно ориентированных молекул клеевого слоя 2 или же он происходит по древесине 1.

Клеевой слой очень тонкий, мономолекулярный и состоит из предельно ориентированных в один ряд молекул (рис. 2,г). В этом случае получается наиболее прочное клеевое соединение. Когезионные связи при этом прочнее адгезионных, так как адгезионное сцепление и в этом случае обусловлено межмолекулярными связями, а когезионные связи определяются межатомными, внутримолекулярными связями. Внутримолекулярные связи численно больше межмолекулярных. При испытании таких клеевых соединений на прочность склеивания разрыв произойдет по одной из двух площадок адгезионного слоя 3 или же в зоне склеиваемых предметов 1. При этом получается самое прочное клеевое соединение, что хорошо подтверждается данными, приведенными на рис. 1.

Экспериментальными работами доказана возможность соединять твердые тела с точно подогнанными поверхностями и без клеевого слоя (рис. 2,д). Для этого необходимо настолько сблизить склеиваемые поверхности двух твердых тел, чтобы силы сцепления, проявляющиеся через концевые или активные группы, находящиеся на поверхности этих тел, проявлялись бы в полной мере. Действие активных групп простирается в пределах 3×10^{-8} см, соединение твердых тел осуществляется только

за счет аутогезии, возникающей между этими телами, адгезионные и когезионные связи здесь отсутствуют, так как нет клея. При испытании таких образцов на скалывание разрыв происходит по адгезионному слою 3 или в области одного из твердых тел 1. Прочность такого соединения зависит от степени подгонки и сближения поверхностей соединяемых твердых тел. Чем лучше будут подогнаны и сближены соединяемые поверхности друг к другу, чем больше относительная площадь соприкосновения, тем выше будет прочность соединения. В этом случае поверхности должны идеально соответствовать одна другой. Между тем, даже наилучшим образом отполированные поверхности слишком шероховаты и неровны, чтобы удовлетворять этим требованиям. Кроме подгонки поверхностей, необходимо считаться с тем, что поверхности твердых тел покрыты адсорбированным слоем воздуха, влаги или другого вещества, с которыми поверхности твердых тел находятся в контакте. Под действием поверхностных сил очень тонкий адсорбированный слой находится под огромной силой притяжения. Поэтому при сближении поверхностей без клея адсорбированный слой препятствует сближению их. При снятии давления адсорбированный сжатый слой отбрасывает друг от друга соединяемые предметы. Адсорбированные вещества могут быть удалены с поверхностей соединения до сближения твердых тел путем создания вакуума, замещения их клеем или действием высокого давления.

Л и т е р а т у р а

1. Дергачев П.А. Исследование влияния расхода мочевино-формальдегидного клея на прочность склеивания фанеры и разработка технологии ее производства. Автореф. канд. дис. — Мн., 1976. 2. Минин А.Н. Технология пьезотермопластиков. — М., 1965.

УДК 674.815-41

В.М.Сацура, В.Ю.Акстинавичюс, К.П.Рауктис

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОГОПУСТОТНЫХ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ В СТАНДАРТНОМ ДОМОСТРОЕНИИ

Одним из наиболее перспективных и высокоэффективных материалов, позволяющих снизить материалоемкость строительства, являются многопустотные древесностружечные плиты.