

Проведенные исследования подтвердили возможность изготовления стружечных плит с улучшенными свойствами, используя в качестве связующего вспенивающиеся полимеры.

УДК 674.243

А.Н.Минин, канд. техн. наук, профессор,  
П.А.Дергачев, канд. техн. наук, А.В.Заяц,  
Т.П.Романенко, Т.В.Фурик, Т.П.Корнейчик,  
В.А.Шуба, М.Н.Позняк, студенты (БТИ им. С.М.Кирова)

### ВЛИЯНИЕ РАСХОДА МОЧЕВИНО-ФОРМАЛЬДЕГИДНОГО КЛЕЯ НА ПРОЧНОСТЬ СКЛЕИВАНИЯ ШПОНА

Снижение материальных затрат с улучшением качества вырабатываемой продукции является важнейшей задачей фанерной промышленности. Решением этой проблемы является сокращение расхода клея, который обусловлен рядом разнообразных факторов, изменяющихся в зависимости от их сочетания. Достаточно изменить одно из условий и расход клея, при котором обеспечивается необходимая прочность склеивания, изменится. В разное время исследованиями в этой области занимался ряд авторов [1-3].

Однако многие явления, имеющие место при снижении расхода клея, изучены недостаточно. В настоящем исследовании разрабатывалась технология фанеры марки ФК с пониженным расходом клея.

Для того, чтобы исключить влияние пороков древесины на результаты исследований, использовался березовый лущеный шпон без видимых пороков и дефектов обработки. Толщина шпона определялась среднеарифметической величиной, полученной путем замера в четырех точках каждого листа с точностью до  $\pm 0,01$  мм. Листы, выходящие за пределы отклонений по толщине  $\pm 0,10$  мм, отбраковывались. Влажность древесины шпона была равна  $8 \pm 1\%$ . Шероховатость поверхности шпона оценивалась по его оборотной стороне, так как он склеивался по этой поверхности, которая определялась среднеарифметической величиной максимальных высот микронеровностей. Затем листы шпона распределялись по группам в зависимости от величины шероховатости - 90, 157 и 225 мкм.

В качестве связующего применялся клей на основе карбамидно-формальдегидной смолы М19-62, концентрацией 66,5%, вязкостью 90 с по вискозиметру ВЗ-4 с исходным значением pH

7,6. Для получения клея в смолу вводили 1% хлористого аммония и доводили величину pH клея до 5,5-6,0.

Для получения более достоверных данных процесс склеивания шпона производился одновременно для всех опытов, изготовленных из одной партии смолы сравнительно за небольшой промежуток времени.

Клей на лист шпона наносился с двух сторон путем пропускания его между вальцами лабораторного клеенаносящего станка. Расход клея принимался: 55, 75, 100, 125, 150, 175 и 200 г/м<sup>2</sup>.

Расход жидкого клея на 1 м<sup>2</sup> поверхности шпона определялся весовым методом и рассчитывался по формуле

$$q = \frac{m_2 - m_1}{F_{\Pi}(n - 1)},$$

где  $m_1$ ,  $m_2$  - масса пакета шпона до и после нанесения клея соответственно, г;  $F_{\Pi}$  - площадь пакета, м<sup>2</sup>;  $n$  - число слоев шпона в пакете.

Взвешивание пакетов шпона производилось с точностью до  $\pm 0,1$  г. Пакет собирался из двух наружных и одного внутреннего с нанесенным клеем листов шпона при взаимно перпендикулярном направлении волокон в склеиваемых поверхностях. Наружные листы шпона были обращены обратной стороной внутрь пакета. Склеивание шпона производилось горячим способом по одному пакету в промежутке лабораторного гидравлического пресса с двусторонним контактным нагревом при постоянном давлении в период термообработки по режиму; температура плит пресса 150°C; загрузка пакета в пресс 10 с; смыкание плит пресса 15 с; выдержка пакета между сомкнутыми плитами 15 с; подъем давления 10 с; выдержка пакета под давлением 30 с; снятие внешнего давления от максимума до величины внутреннего давления пара, образующегося в пакете, 10 с и затем до начала размыкания плит 15 с; размыкание плит 20 с и выгрузка фанеры 15 с. Давление прессования принималось равным 0,25; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 МПа.

Все эксперименты исследований в лабораторных условиях были проведены в строгом соответствии с предложенной методикой. Экспериментальные данные подвергали математической обработке.

В результате были получены следующие уравнения регрессии:

$$\tau_{\text{вм}} = \exp [(278453 - 325 R_{z \text{ макс}} + 8477P + 418q -$$

$$- 0,8R_{z \text{ макс}}^2 - 1,5q^2 - 29,3Pq + 2,3R_{z \text{ макс}} q) \frac{1}{10^5}]; \quad (1)$$

$$\tau_{\text{вб}} = \exp(3,5032 - 0,0045R_{z \text{ макс}} + 0,000005P - 0,000012q^2 + 0,000025R_{z \text{ макс}} q), \quad (2)$$

где  $\tau_{\text{вб}}$  - предел прочности фанеры (изготовленной при давлении прессования 0,25-0,70 МПа) при скальвании по клеевому слою после вымачивания в воде комнатной температуры в течение 24 ч, МПа;  $\tau_{\text{вб}}$  - то же (изготовленной при давлении прессования 0,70-2,0 МПа);  $R_{z \text{ макс}}$  - шероховатость поверхности шпона, мкм;  $P$  - давление прессования, МПа;  $q$  - расход клея, г/м<sup>2</sup>.

Уравнение регрессии (1), (2) можно применять для определения величины предела прочности фанеры при скальвании по клеевому слою в случаях, когда входящие в них величины не выходят за следующие пределы: шероховатость поверхности лущеного шпона 90-225 мкм; давление прессования 0,25-0,70 МПа для  $\tau_{\text{вб}}$  и 0,70-2,0 МПа для  $\tau_{\text{вб}}$ ; расход клея 55-200 г/м<sup>2</sup>.

По данным уравнений построен график (рис. 1). Для лучшей наглядной зависимости предела прочности фанеры при скальвании по клеевому слою от давлений прессования 1,0; 1,5 и 2,0 МПа на графике (рис. 1) принято изображение только одной кривой для давления 1,5 МПа, так как расхождение между ними составляет не более 2%.

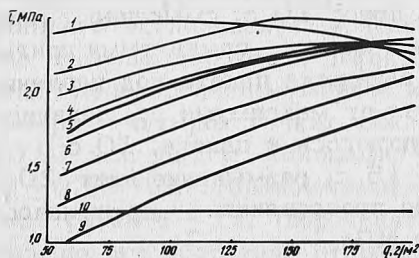


Рис. 1. Зависимость предела прочности фанеры при скальвании по клеевому слою от расхода клея: 1, 3, 6 - при давлении прессования 1,0; 1,5; 2,0 МПа и соответственно при шероховатости поверхности шпона 90, 157, 225 мкм; 2, 5, 8 - то же при давлении прессования 0,5 МПа; 4, 7, 9 - то же при давлении прессования 0,25 МПа; 10 - допустимый предел прочности фанеры при скальвании по клеевому слою по ГОСТ 3916-69.

Из графика на рис. 1 видно, что с увеличением расхода клея от 55 до 200 г/м<sup>2</sup> при давлении прессования 0,25 и 0,50 МПа (кривые 4, 7, 9 и 2, 5, 8) для всех трех исследуемых случаев шероховатости поверхности шпона (90, 157 и 225 мкм) прочность склеивания фанеры повышается.

С увеличением расхода клея от 55 до 110 г/м<sup>2</sup> (рис. 1, кривая 1, давление 1,0; 1,5; 2,0 МПа на пакет шпона, шеро-

ховатость его поверхности 90 мкм) прочность склеивания фанеры остается почти на постоянном уровне. Разница в этом составляет 0,09 МПа (3,6%). При дальнейшем увеличении расхода клея от 110 до 200 г/м<sup>2</sup> прочность склеивания фанеры в этом случае понижается на 14%.

Совершенно иная зависимость получается при тех же давлениях на пакет шпона с шероховатостью его поверхности 157 мкм (рис. 1, кривая 3). При увеличении расхода клея от 55 до 150 г/м<sup>2</sup> прочность склеивания повышается в среднем на 13%, а при дальнейшем увеличении расхода клея от 150 до 220 г/м<sup>2</sup> она понижается примерно на 6%.

Если пакет состоит из шпона с шероховатостью его поверхности 225 мкм (рис. 1, кривая 6), то с увеличением расхода клея от 55 до 200 г/м<sup>2</sup> прочность склеивания фанеры повышается на 30%.

Из данных рис. 1 видно, что на прочность склеивания фанеры существенное влияние оказывают как расход клея, так и шероховатость поверхности шпона и давление прессования, причем их влияние взаимосвязано.

Наиболее высокая прочность склеивания фанеры получается при применении шпона с минимальной шероховатостью поверхности (90 мкм), малом количестве наносимого клея (55–60 г/м<sup>2</sup>) и давлении прессования 1,0 МПа.

Следует также отметить, что прочность склеивания фанеры во всех случаях удовлетворяет требованиям ГОСТ 3916–69 и особенно при малом расходе клея (55 г/м<sup>2</sup>) и небольшой шероховатости поверхности шпона (90 мкм). Она превышает эти требования в два раза, за исключением того случая, когда шероховатость поверхности шпона равна 225 мкм, расход клея – от 55 до 80 г/м<sup>2</sup> и давление прессования – 0,25 МПа.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы и предложения.

Расход карбамидно-формальдегидного клея оказывает влияние на прочность склеивания шпона, но этот вопрос еще недостаточно изучен. При горячем склеивании березового лущеного шпона толщиной до 2 мм до сих пор технологической инструкцией рекомендуется расход клея 100–110 г/м<sup>2</sup> при давлении прессования 1,8–2,1 МПа. Фактически он составляет 130–150 г/м<sup>2</sup>.

Лишний расход приводит к тому, что приходится сушить шпон до более низкой влажности и удлинять режим склеивания. При этом образуются пузыри, увеличивается упрессовка пакета, повышается влажность фанеры, наблюдается прохождение клея через лицевой слой шпона и т. д.

При одном и том же времени пьезотермообработки пакетов шпона с увеличением расхода клея прочность склеивания понижается, так как соответственно уменьшается процент отверждения клея и возрастает толщина клеевого слоя.

При уменьшении концентрации карбамидно-формальдегидного клея предел прочности клеевого соединения понижается.

С увеличением шероховатости поверхности лушеного шпона при малом расходе клея ( $50 \text{ г/м}^2$ ) предел прочности фанеры при скалывании по клеевому слою понижается.

Вспененные карбамидно-формальдегидные клеи дают более низкую прочность склеивания, чем невспененные, из-за наличия в них пузырьков воздуха, которые мешают сближению склеиваемых поверхностей, а при снятии внешнего давления создают дополнительные внутренние напряжения в клеевом слое за счет расширения до этого сжатого воздуха.

При горячем склеивании березового лушеного шпона расход карбамидно-формальдегидного клея может быть снижен со 100–110 до 70–80  $\text{г/м}^2$  без ухудшения качества фанеры.

Давление на склеиваемый пакет шпона может быть снижено с 2,0 до 1,5 МПа без ухудшения качества фанеры.

Уменьшение шероховатости поверхности шпона и повышение точности его изготовления способствует сокращению расхода клея, снижению величины давления прессования, уменьшению упрессовки пакета и улучшению качества выпускаемой фанеры.

Получены математические модели изученной части процесса изготовления фанеры в виде уравнений регрессии, которые позволяют прогнозировать возможные значения прочности склеивания фанеры для различных комбинаций значений варьируемых факторов (расход клея, шероховатости поверхности лушеного шпона и давления прессования).

Годовой экономический эффект от внедрения результатов исследований в промышленность составляет более 3 руб. на  $1 \text{ м}^3$  фанеры марки ФК.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Куликов В.А. Проблема точности изготовления клееной слоистой древесины: Автореф. дис. ... докт. техн. наук. – Л., 1966. – 48 с.
2. Темкина Р.З. Карбамидная смола. М. 19–62. – Деревообрабатывающая промышленность, 1967, № 3, с. 12–14.
3. Дергачев П.А. Исследование влияния расхода мочевино-формальдегидного клея на прочность склеивания фанеры и разработка технологии ее производства: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Минск, 1976. – 24 с.