

II. ПРОИЗВОДСТВО ФАНЕРЫ, ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ И ПЛАСТИКОВ

П. А. Дергачев, А. Н. Минин

ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ ПРЕССОВАНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ СКЛЕИВАНИЯ ФАНЕРЫ

На качественность склеивания слоев шпона решающее влияние оказывает давление. Оно обеспечивает достаточно плотный контакт соединяемых поверхностей с клеем, сохраняет контакт на протяжении всего периода образования клеевых связей и в значительной мере влияет на величину внутренних напряжений, возникающих в клеевом шве. Кроме того, на степень контактирования поверхностей влияет также расход клея, его вязкость и концентрация, шероховатость склеиваемых поверхностей шпона, нагрев клеевой прослойки и контактирующих с ней слоев древесины, а также влажность материалов. Различное сочетание этих условий требует и различной величины давления, при которой достигается лучшее склеивание. Так, с уменьшением шероховатости поверхности шпона возможно склеивание при меньшем давлении, а с повышением вязкости применяемых клеев давление следует увеличивать. Нормирование величины внешнего давления всегда производится с учетом свойств и состояния используемых материалов и особенностей процессов, протекающих в период пьезотермической обработки.

В настоящее время склеивание фанеры марки ФК производится сухим горячим способом при давлении прессования 18—20 кг/см², вследствие чего при пьезотермической обработке пакета в древесине появляются большие пластические деформации — упрессовка (8—15%). Упрессовка вызывает значительные потери древесины при склеивании и увеличивается расход шпона на кубометр фанеры. Следовательно, частичная или полная ликвидация причины появления пластической деформации в склеиваемой древесине является с экономической точки зрения крайне желательной.

Поэтому совершенно естественно стремление работников фанерной промышленности создать такую технологию, которая обеспечила бы прочное склеивание фанеры марки ФК, отвечающей требованиям ГОСТа 3916—69 при меньшем давлении прессования.

Изучением влияния величины давления на пакет при склеивании фанеры занимались многие авторы, в результате были получены зависимости прочности склеивания фанеры от различных факторов. На основании анализа научно-исследовательских работ [2—5] установлено, что давление прессования, применяемое в производстве клееной фанеры марки ФК, завышено.

Для решения данной проблемы в Белорусском технологическом институте были проведены исследования, имевшие целью определить, в какой степени на прочность склеивания березовой клееной фанеры марки ФК влияет давление прессования, расход клея и шероховатость поверхности шпона.

При проведении опытов принимались давления прессования — 2,5; 5,0; 10; 15 и 20 $\text{кгс}/\text{см}^2$, расход клея — 55, 100, 150 и 200 $\text{г}/\text{м}^2$, шероховатость поверхности на нелицевой стороне шпона 90, 157 и 225 мк .

В производстве клееной фанеры наиболее широкое применение получили листовые породы древесины и, в частности, береза, обладающая равномерной структурой и высокими физико-механическими свойствами, позволяющими получать лущением гладкий шпон. По распространению береза занимает в СССР четвертое место, ее запасы составляют более 5,5 млрд. м^3 при общей площади насаждений около 78 млн. га. Поэтому все наши исследования были проведены на березовом шпоне.

С тем, чтобы исключить влияние пороков древесины на результаты исследований, для получения опытных образцов применялся шпон без видимых пороков. Размеры листов шпона $200 \times 200 \times 1,5$ мм. Весь шпон предварительно выдерживался в течение 6 месяцев в отапливаемом помещении, где влажность древесины шпона не выходила за пределы $8 \pm 1\%$. Толщина шпона определялась путем замера каждого листа в 4 точках с точностью до $\pm 0,01$ мм. Листы, выходящие за пределы отклонений по толщине $\pm 0,10$ мм, отбраковывались.

Шероховатость поверхности определялась на нелицевой стороне шпона при помощи микроскопа ТСП-4 системы Б. М. Буглая по ГОСТу 15612—70.

В качестве связующего применялся клей на основе мочевиноформальдегидной смолы М19-62 [6], имеющей вязкость 90 сек по вискозиметру ВЗ-4, концентрацию 66,5% и рН 7,6. Для получения клея в смолу вводили 1% (по весу) хлористого аммония.

Клей на лист шпона наносился с двух сторон путем пропускания его между барабанами лабораторных клеевых вальцев. Барабаны вальцев были съемными, двух типов: гладкие обрезиненные и рифленые стальные. При нанесении клея в количестве 55 и 100 $\text{г}/\text{м}^2$ применялись гладкие обрезиненные барабаны, а при нанесении клея в количестве 150 и 200 $\text{г}/\text{м}^2$ — рифленые стальные с шагом нарезки 2,54, шириной канавки 1,78 и глубиной 0,3 мм. Давление верхнего барабана регулировалось прижимным приспособлением.

соблением в зависимости от заданного расхода клея. Расход клея на 1 м^2 определялся весовым методом.

Лист фанеры (пакет) собирался из 3 слоев шпона при взаимно-перпендикулярном направлении волокон в склеиваемых поверхностях. Затем через 3 мин пакет загружался в пресс. Склеивание фанеры производилось по одному листу в рабочем промежутке лабораторного гидравлического пресса с двусторонним контактным нагревом при постоянном давлении в период термообработки. Его плиты нагревались электрическими нагревателями сопротивления. С целью получения одинаковой температуры по всей поверхности плит они были изготовлены из меди. Температура плит пресса во время опыта измерялась и поддерживалась постоянной в заданном пределе контактными термометрами типа ТПК с магнитной регулировкой положения рабочего контакта, вставленными в специально просверленные отверстия в плитах и включенными в электрическую схему регулирования температуры.

Склеивание фанеры производилось сухим горячим способом по режиму: температура плит пресса $150 \pm 2^\circ\text{C}$, загрузка пакета в пресс — 10 сек, смыкание плит пресса — 20, подъем давления — 20, выдержка пакета под давлением — 30, снятие внешнего давления от максимума до величины внутреннего давления пара, образующегося в пакете, — 10 и затем до начала размыкания плит — 15, размыкание плит — 25, выгрузка фанеры — 10 сек.

После склеивания листы фанеры выдерживались в комнатных условиях в течение 3 месяцев до достижения древесиной равновесной влажности, не выходящей за предел $8 + 1\%$ и получения образцов с вполне просохшими клеевыми швами, внутренние напряжения у которых достигли полного развития [1], что является важным при изучении влияния давления прессования, расход клея и шероховатости поверхности шпона на прочность склеивания.

Для получения наиболее достоверных данных принимали по 24 образца в каждой группе опытов.

Критерием оценки качества склеивания фанеры являлось определение предела прочности при скалывании по клеевому слою стандартных образцов по ГОСТу 9624—61 на испытательной машине типа ДИ по шкале от 0 до 200 кгс с точностью до 0,5 кгс. Время действия нагрузки на образец до полного разрушения его не выходило за предел 20 ± 5 сек при скорости нагрузки 6 мм/мин. Кроме того, визуально определялся характер скола (по древесине, клеевому слою, смешанный).

Результаты опытов обрабатывались методом математической статистики, и по среднеарифметическим данным табл. 1 построены графики (рис. 1). Показатель точности не превышал 3%.

На рис. 1 показаны зависимости предела прочности при скалывании по клеевому слою клееной фанеры марки ФК от величины давления прессования при различном расходе клея и шероховатости поверхности шпона.

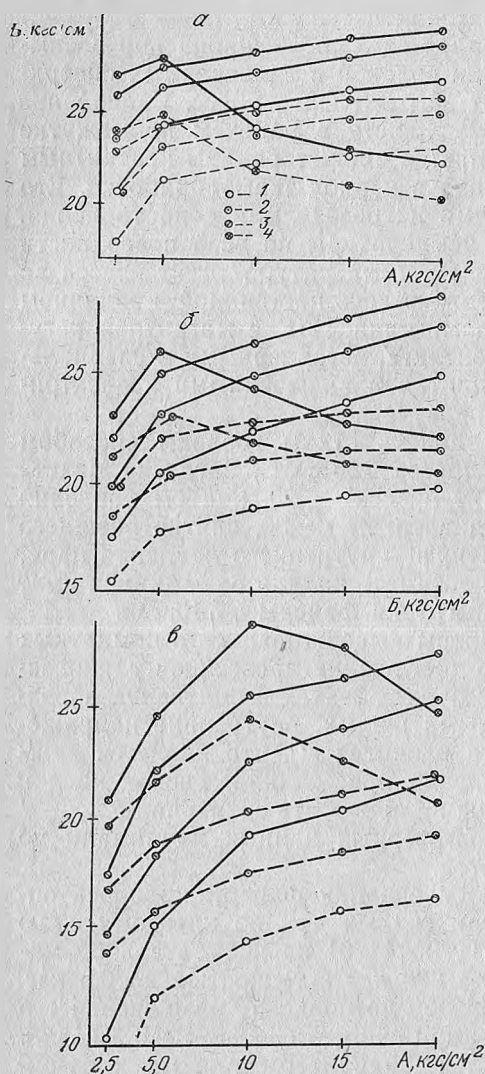


Рис. 1. Влияние давления прессования (A) на прочность склеивания (B) фанеры при шероховатости шпона 90 (a), 157 ($б$) и 225 ($в$) мк и расходе клея 55 (1), 100 (2), 150 (3), 200 (4) г/м². Сплошной линией показано испытание образцов в сухом состоянии, пунктирной — после вымачивания в воде в течение 24 ч.

Из рисунка видно, что с увеличением давления прессования от 2,5 до 20 кгс/см² при расходе клея 55, 100 и 150 г/м² для трех исследуемых случаев шероховатости поверхности шпона прочность склеивания возрастает. Это можно объяснить тем, что при наложении давления на пакет выступы поверхностей шпона воспримут на себя всепрессующее усилие, под действием которого они начнут деформироваться. Сжатие выступов приводит к сближению склеиваемых поверхностей, при этом возрастает площадь контакта между склеиваемыми поверхностями и клеевой прослойкой, уменьшается толщина клеевого слоя под выступами и увеличивается проникновение клея в поры древесины. Сближение поверхностей будет идти до тех пор, пока сопротивляемость сжатию всех участвующих выступов не станет равной прессующему усилию [4]. Кроме того, по оси ординат можно проследить, что при большом расходе клея (до 150 г/м²) прочность склеивания несколько выше вследствие того, что при большем расходе клея увеличивается заполнение объема пустот и площадь контакта между клеевой прослойкой и склеиваемыми поверхностями.

При расходе клея 200 г/м² наблюдается следующее:

1) при давлении прессования от 2,5 до 5,0 кгс/см² с шероховатостью поверхности шпона 90 и 157 мк, (рис. 1, a , $б$), а также при давлении прессова-

Таблица 1

Зависимость предела прочности при скалывании по клеевому слою трехслойной березовой клееной фанеры марки ФК от величины давления прессования при различном расходе клея и шероховатости поверхности шпона, кгс/см²

Давление прессования, кгс/см ²	Шероховатость поверхности шпона, мк					
	90		157		225	
	в сухом состоянии	после вымачивания в воде 24 ч	в сухом состоянии	после вымачивания в воде 24 ч	в сухом состоянии	после вымачивания в воде 24 ч
1	2	3	4	5	6	7
<i>Расход клея 55 г/м²</i>						
2,5	$\frac{20,7}{17-24}$	$\frac{17,9}{15-22}$	$\frac{17,1}{15-22}$	$\frac{15,2}{13-18}$	$\frac{10,4}{7-15}$	Частичный расклей
5,0	$\frac{24,3}{18-31}$	$\frac{21,3}{18-25}$	$\frac{20,1}{15-24}$	$\frac{17,0}{14-19}$	$\frac{15,2}{11-20}$	$\frac{12,1}{7-17}$
10	$\frac{25,4}{19-28}$	$\frac{22,2}{18-26}$	$\frac{23,0}{21-27}$	$\frac{19,2}{16-21}$	$\frac{20,1}{16-24}$	$\frac{15,2}{12-17}$
15	$\frac{26,3}{22-31}$	$\frac{22,9}{20-26}$	$\frac{24,2}{19-28}$	$\frac{19,9}{17-23}$	$\frac{21,4}{17-26}$	$\frac{16,4}{13-20}$
20	$\frac{26,8}{23-30}$	$\frac{23,1}{18-29}$	$\frac{25,0}{21-31}$	$\frac{20,3}{16-24}$	$\frac{22,3}{18-26}$	$\frac{16,9}{14-21}$
<i>Расход клея 100 г/м²</i>						
2,5	$\frac{23,6}{20-29}$	$\frac{20,7}{17-25}$	$\frac{19,9}{15-25}$	$\frac{18,0}{14-23}$	$\frac{14,7}{12-19}$	$\frac{13,8}{11-18}$
5,0	$\frac{26,3}{22-30}$	$\frac{23,1}{20-26}$	$\frac{23,2}{20-26}$	$\frac{20,1}{18-23}$	$\frac{18,8}{15-23}$	$\frac{15,7}{13-19}$
10	$\frac{27,2}{22-34}$	$\frac{24,0}{21-27}$	$\frac{25,2}{18-29}$	$\frac{21,4}{17-24}$	$\frac{23,0}{18-27}$	$\frac{17,9}{13-22}$
15	$\frac{28,1}{22-34}$	$\frac{24,7}{21-30}$	$\frac{26,4}{22-29}$	$\frac{22,1}{19-26}$	$\frac{24,4}{20-30}$	$\frac{19,3}{16-24}$
20	$\frac{28,8}{22-34}$	$\frac{25,1}{20-30}$	$\frac{27,3}{23-31}$	$\frac{22,6}{19-25}$	$\frac{25,4}{20-30}$	$\frac{19,9}{15-24}$
<i>Расход клея 150 г/м²</i>						
2,5	$\frac{25,9}{21-31}$	$\frac{22,8}{19-27}$	$\frac{21,8}{16-26}$	$\frac{19,9}{17-25}$	$\frac{17,8}{15-22}$	$\frac{16,9}{13-21}$
5,0	$\frac{27,4}{24-31}$	$\frac{24,2}{19-27}$	$\frac{25,0}{21-31}$	$\frac{21,9}{17-27}$	$\frac{22,0}{17-27}$	$\frac{18,9}{14-23}$
10	$\frac{28,3}{24-33}$	$\frac{25,1}{21-31}$	$\frac{27,0}{22-29}$	$\frac{23,2}{20-28}$	$\frac{25,9}{23-32}$	$\frac{21,1}{17-25}$
15	$\frac{29,2}{22-36}$	$\frac{25,8}{21-32}$	$\frac{28,2}{24-31}$	$\frac{23,8}{18-30}$	$\frac{26,6}{23-32}$	$\frac{21,8}{17-26}$
20	$\frac{29,6}{23-36}$	$\frac{25,9}{21-32}$	$\frac{29,0}{23-33}$	$\frac{24,1}{17-29}$	$\frac{27,5}{24-33}$	$\frac{22,3}{18-27}$

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7
<i>Расход клея 200 г/м²</i>						
2,5	$\frac{27,0}{24-30}$	$\frac{24,0}{21-28}$	$\frac{22,8}{16-28}$	$\frac{20,9}{16-26}$	$\frac{20,6}{15-26}$	$\frac{19,7}{16-23}$
5,0	$\frac{27,9}{22-38}$	$\frac{24,8}{22-29}$	$\frac{26,1}{21-30}$	$\frac{23,2}{16-28}$	$\frac{24,8}{20-29}$	$\frac{21,7}{18-26}$
10	$\frac{24,1}{19-32}$	$\frac{21,9}{18-28}$	$\frac{24,8}{21-30}$	$\frac{22,3}{16-26}$	$\frac{29,8}{20-40}$	$\frac{24,8}{20-29}$
15	$\frac{23,0}{17-27}$	$\frac{21,1}{18-24}$	$\frac{23,7}{19-28}$	$\frac{21,6}{16-25}$	$\frac{28,1}{17-34}$	$\frac{23,1}{18-28}$
20	$\frac{22,4}{16-27}$	$\frac{20,4}{15-24}$	$\frac{23,2}{18-28}$	$\frac{21,1}{16-25}$	$\frac{25,2}{19-30}$	$\frac{21,6}{17-27}$

Примечания. 1. В числителе приведены средние арифметические показатели, в знаменателе — минимальные и максимальные. 2. При испытании образцов в сухом состоянии 15–30% скальвания происходило по древесине.

При испытании образцов после вымачивания в воде в течение 24 ч 35–55% скальвания происходило по древесине.

ния от 2,5 до 10 кгс/см² с шероховатостью поверхности шпона 225 мк (рис. 1, в) прочность склеивания возрастает;

2) при давлении прессования от 5,0 до 20 кгс/см² с шероховатостью поверхности шпона 90 и 157 мк (рис. 1 а, б), а также при давлении прессования от 10 до 20 кгс/см² с шероховатостью поверхности шпона 225 мк (рис. 1 в) прочность склеивания снижается.

Возрастание прочности склеивания при одинаковом расходе клея объясняется тем, что при прессовании во время термообработки пакета влага, вносимая в него с жидким клеем и содержащаяся в древесине, превращается в пар, который, не встречая значительного сопротивления, постепенно выходит в окружающую среду в связи с недостаточной плотностью пакета. В результате этого общее содержание влаги в пакете постепенно уменьшается, а клеевые слои высыхают. Снижение прочности склеивания происходит от того, что при прессовании во время термообработки пакета влага, вносимая в него с жидким клеем и содержащаяся в древесине, превращается в пар, который не имеет свободного выхода в окружающую среду из-за значительного сопротивления уплотненной древесины и плотного контакта поверхности пакета с плитами пресса [4]. Влага остается внутри пакета, а следовательно, и в клеевом шве, замедляя процесс отвердевания клея. Основной причиной, вызывающей ослабление прочности клеевого шва, являются внутренние напряжения, возникающие в нем в процессе отверде-

вания. Эти напряжения вызваны не одновременным высыханием наружных и внутренних слоев клеевого шва [1].

Перед тем, как сделать окончательные выводы, необходимо учесть, что исследования были проведены на шпоне небольшого формата без видимых пороков. В производственных условиях применяется шпон большого формата (1600×1600 мм) с различными пороками древесины и качеством обработки. Естественно, результаты лабораторных исследований нельзя полностью перенести в производственные условия. Однако они показывают пути совершенствования технологии фанерного производства.

Выводы

1. Давление прессования может быть снижено с 18—20 до 10 кгс/см². Это позволит уменьшить упрессовку пакетов и расход сырья на единицу выпускаемой фанеры.

2. Расход клея марки М19-62 может быть снижен со 100—110 г/м² до 55—60 г/м² при склеивании фанеры марки ФК.

3. Наиболее прочное склеивание при низком давлении прессования и меньшем расходе клея достигается при применении шпона с более гладкой поверхностью.

4. Снижение давления прессования и расхода клея позволит применять шпон с более высокой влажностью. Последнее дает возможность повысить производительность сушильных агрегатов.

Литература

- [1] Б. М. Буглай. Исследования и нормализация чистоты поверхности древесины. Докт. дисс. М., ЛТИ, 1957. [2] В. А. Куликов. Давление прессования при склеивании слоистой древесины и его связь с типографией лушеного шпона. Изв. вузов, Лесной ж., 1966, № 1. [3] В. А. Куликов, Н. М. Мартынихина, Б. П. Кольман. О склеивании фанеры в вакууме. «Деревооб. пром.», 1964, № 3. [4] А. Н. Михайлов. Роль давления при склеивании древесины. Л., 1966. [5] А. Н. Михайлов. Пути совершенствования технологии и техники склеивания фанеры. Л., 1964. [6] Р. З. Темкина. Карбамидная смола М19-62. «Деревооб. пром.», 1967, № 3.