

П. А. Дергачев, А. Н. Минин

## ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА КЛЕЯ НА ПРОЧНОСТЬ СКЛЕИВАНИЯ ФАНЕРЫ ПРИ РАЗЛИЧНОМ ДАВЛЕНИИ ПРЕССОВАНИЯ

В производстве клееной фанеры в течение многих десятилетий широко применялись белковые клеи. Большая часть этих клеев не обладает стойкостью к действию атмосферных условий, подвержена гниению, вследствие чего соединения на таких клеях утрачивают свои прочностные свойства. Поэтому огромное значение в фанерной промышленности приобрели клеи на основе синтетических смол.

Для производства клееной фанеры марки ФК наиболее широко используются мочевино-формальдегидные смолы. Они обладают высокой адгезионной способностью, большой скоростью отвердевания, бесцветностью и другими положительными свойствами.

Систематический рост производства мочевины, расширение производства формалина, сравнительная дешевизна этих продуктов позволяют считать, что ориентация на широкое применение мочевино-формальдегидных смол взамен белковых клеев весьма перспективна.

Из ранее проведенных научно-исследовательских работ [1, 2, 3] и литературных данных [4, 5] видно, что расход связующих в производстве клееной фанеры марки ФК необоснованно завышен. При этом в пакет вносится лишняя влага, повышается себестоимость готовой продукции. Внесение избыточной влаги приводит к тому, что шпон приходится сушить до влажности 6—8%, что снижает производительность сушильных агрегатов. Необоснованно завышено и давление прессования, применяемое в производстве клееной фанеры марки ФК, что приводит к потерям объема древесины на упрессовку.

В Белорусском технологическом институте были проведены исследования по изучению влияния расхода клея на прочность склеивания березовой клееной фанеры марки ФК при различном давлении прессования.

В производстве клееной фанеры наиболее широкое применение получили лиственные породы древесины и, в частности, береза, обладающая равномерной структурой и высокими физико-механическими свойствами, позволяющими лущением получать гладкий шпон. Поэтому все наши исследования были проведены на березовом шпоне.

С целью исключения влияния пороков древесины на результаты исследований для получения опытных образцов принимался шпон без видимых пороков. Размеры листов шпона  $200 \times 200 \times 1,5$  мм. Весь шпон предварительно выдерживался в течение месяцев в отапливаемом помещении, где влажность древесины шпона не выходила за пределы  $8 \pm 1\%$ . Толщина шпона определялась путем замера в четырех точках каждого листа с точностью  $\pm 0,01$  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 ГОСТ 15612—70. Она соответствовала  $\nabla 7$ .

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

Клей наносился на лист шпона с двух сторон путем пропускания его между барабанами лабораторных клеевых вальцев. Барабаны вальцев съемные, двух типов — гладкие обрезиненные и рифленые стальные. При нанесении клея в количестве 55 и 100 г/м<sup>2</sup> применялись гладкие обрезиненные барабаны, а при нанесении клея в количестве 150 и 200 г/м<sup>2</sup> — рифленые стальные с шагом нарезки 2,54 мм, шириной канавки 1,78 и глубиной 0,3 мм. Давление верхнего барабана регулировалось прижимным приспособлением в зависимости от заданного расхода клея. Расход клея на 1 м<sup>2</sup> определялся весовым методом.

Для уточнения влияния расхода клея на прочность склеивания фанеры были проведены исследования при 55 г/м<sup>2</sup>, 100, 150 и 200 г/м<sup>2</sup> клеевого слоя и давлении прессования 2,5 кг/см<sup>2</sup>, 5,0, 10, 15 и 20 кг/см<sup>2</sup>.

Лист фанеры (пакет) собирался из трех 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 промежутке лабораторного гидравлического пресса с двусторонним контактным нагревом при постоянном давлении в период термообработки. Его плиты нагревались электрическими нагревателями сопротивления. Для того чтобы температура была одинакова по всей поверхности плит, последние изготовлялись из меди. Температура плит пресса во время опыта измерялась и поддерживалась постоянной в заданном пределе с точностью  $\pm 2^\circ\text{C}$  контактными термометрами типа ТПК с магнитной регулировкой рабочего положения контакта, вставленными в специально просверленные отверстия в плитах и включенными в электрическую схему регулирования температуры (рис. 1).

Фанера склеивалась сухим горячим способом по режиму: температура плит пресса  $150 \pm 2^\circ\text{C}$ , загрузка пакета в пресс 10 сек, смы-

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 в начале размыкания плит — 15, размыкание плит 25, выгрузка фанеры 10 сек.

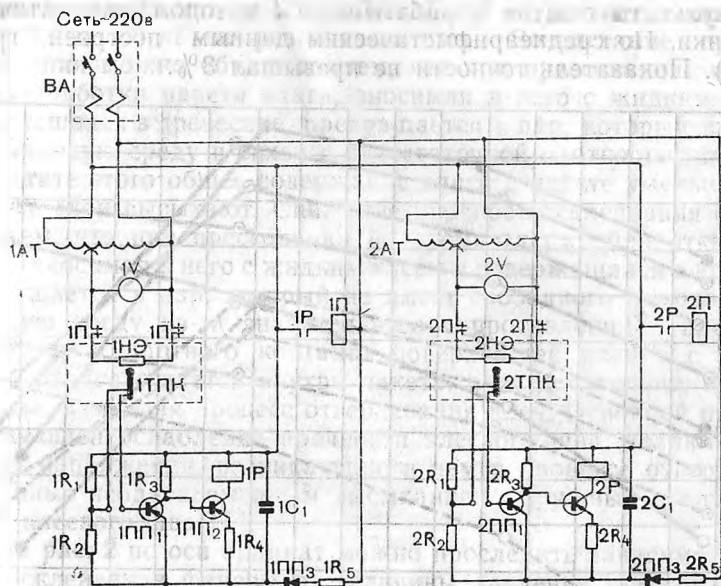


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема регулирования температуры плит пресса:

ВА — выключатель автоматический типа АП 50-2М; 1АТ, 2АТ — регулятор напряжения типа РНО-250-2; 1П, 2П — пускатель магнитный типа ПМЕ-0,71; 1V, 2V — вольтметр типа Э421 (250 в); 1НЭ, 2НЭ — нагреватель (0,7 кВт); 1ТПК, 2ТПК — термометр ТПК-№ 6-П; 1ДП<sub>1</sub>, 2ДП<sub>1</sub> — триод полупроводниковый типа П13; 1ДП<sub>2</sub>, 2ДП<sub>2</sub> — триод полупроводниковый типа П4; 1ДП<sub>3</sub>, 2ДП<sub>3</sub> — диод германиевый типа Д7Ж; 1С<sub>1</sub>, 2С<sub>1</sub> — конденсатор КЭ-1 (20 мкф 50 в); 1Р, 2Р — электромагнитное реле типа МКУ-48-С (24 в); 1R<sub>1</sub>, 2R<sub>1</sub> — сопротивление типа ВС-0,25 (110 ком); 1R<sub>2</sub>, 2R<sub>2</sub> — сопротивление типа ВС-0,25 (2,2 ком); 1R<sub>3</sub>, 2R<sub>3</sub> — сопротивление типа ВС-0,25 (5,5 ком); 1R<sub>4</sub>, 2R<sub>4</sub> — сопротивление типа ВС-0,5 (47 ком); 1R<sub>5</sub>, 2R<sub>5</sub> — сопротивление типа ПЭ-20 (2,5 ком).

После склеивания листы фанеры выдерживались в комнатных условиях в течение 3 месяцев до достижения древесной равновесной влажности, не выходящей за предел  $8 \pm 1\%$ , и получения образцов с вполне просохшими клеящими швами, внутреннее напряжение у которых достигли полного развития [1], что важно при изучении влияния расхода клея на прочность склеивания.

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

Критерием оценки качества склеивания фанеры служило определение предела прочности при скалывании по клеевому слою стандартных образцов по ГОСТ 9624—61 на испытательной маши-

не типа ДИ по шкале от 0 до 200 кг с точностью 0,5 кг. Время действия нагрузки на образец до полного его разрушения составило не более  $20 \pm 5$  сек при скорости нагрузки 6 мм/мин. Кроме того визуально определялся характер скола (по древесине, клеевому слою, смешанный).

Результаты опытов обрабатывались методом математической статистики. По среднеарифметическим данным построен график (рис. 2). Показатель точности не превышал 3%.

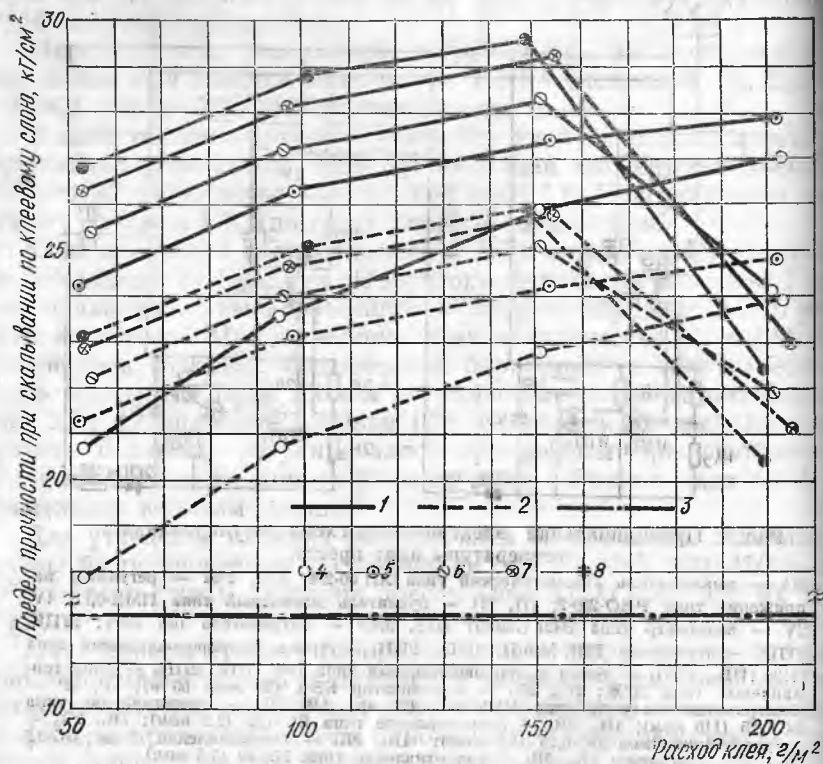


Рис. 2. Влияние расхода клея на прочность склеивания фанеры при шероховатости поверхности шпона  $\nabla \delta 7$  и различном давлении прессования:

1 — испытание образцов в сухом состоянии; 2 — испытание образцов после вымачивания в воде в течение 24 ч; 3 — минимально допустимый предел прочности при скалывании по клеевому слою фанеры марки ФК после вымачивания в воде в течение 24 ч по ГОСТ 3916-69; 4-8 — давление прессования 2,5 кг/см², 5,0, 10, 15, 20 кг/см² соответственно.

Из рис. 2 видно, что с увеличением расхода клея от 55 до 150 г/м² прочность склеивания возрастает, причем эта закономерность наблюдается при всех изучаемых давлениях прессования от 2,5 до 20 кг/см². Это явление объясняется тем, что с увеличением количества наносимого клея на шпон постепенно заполняются все не-

плотности, неровности разрушения и поры древесины на полезную глубину, при наложении давления достигается наиболее полный двусторонний контакт клеевой прослойки с древесиной по всей площади склеивания.

С увеличением расхода клея от 150 до 200 г/м<sup>2</sup> прочность склеивания при давлении от 2,5 до 5,0 кг/см<sup>2</sup> возрастает, а при давлении с 5,0 до 20 кг/см<sup>2</sup> резко снижается. Возрастание прочности склеивания можно объяснить тем, что при прессовании во время термообработки пакета влаги, вносимая в него с жидким клеем и содержащаяся в древесине, превращается в пар, который выходит в окружающую среду в связи с недостаточной плотностью пакета. В результате этого общее содержание влаги в пакете уменьшается, а клеевые слои высыхают. Снижение прочности склеивания объясняется тем, что при прессовании во время термообработки пакета влаги, 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 поверхностей пакета с плитами пресса. 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 отвердевания, вызванные неодновременным высыханием наружных и внутренних слоев клеевого шва [1].

На рис. 2 по оси ординат можно проследить зависимость прочности склеивания фанеры от величины давления прессования при различном расходе клея. Из графика видно, что с увеличением давления прессования от 2,5 до 20 кг/см<sup>2</sup> прочность склеивания возрастает при расходе клея от 55 до 150 г/м<sup>2</sup> и при расходе клея 200 г/м<sup>2</sup> прочность склеивания также возрастает при давлениях от 2,5 до 5,0 кг/см<sup>2</sup>, а при дальнейшем увеличении давления от 5,0 до 20 кг/см<sup>2</sup> прочность склеивания снижается. Возрастание прочности склеивания с увеличением давления прессования от 2,5 до 20 кг/см<sup>2</sup> при расходе клея от 55 до 150 г/м<sup>2</sup> можно объяснить тем, что при наложении давления выступы поверхностей шпона воспримут на себя все прессующее усилие, под действием которого они начнут деформироваться. Сжатие выступов приводит к сближению склеиваемых поверхностей, при этом возрастает площадь контакта между склеиваемыми поверхностями, уменьшается толщина клеевого слоя под выступами [5], увеличивается проникновение клея в поры древесины. Поверхности будут сближаться до тех пор, пока сопротивляемость сжатию всех участвующих выступов не станет равной прессующему усилию. Эта деформация находится в прямой зависимости от прессующего усилия и в обратной — от сопротивления древесины сжатию. Меняя эти условия, можно регулировать степень сближения поверхностей, а следовательно, расход клея и степень проникновения его в поры древесины.

### Выводы

1. Расход клея марки М19-62 в количестве 55—60 г/м<sup>2</sup> достаточен для склеивания фанеры марки ФК, удовлетворяющей требованиям ГОСТ 3916—69.

2. Снижение расхода клея со 110—120 до 55—60 г/м<sup>2</sup> приведет к уменьшению влаги, вносимой в пакет с клеем, и позволит при менять шпон с более высокой влажностью, чем это применяется в настоящее время. Это позволит повысить производительность сушильных агрегатов и снизить потери шпона на усушку и разрывы.

3. Уменьшение расхода клея в два раза и ускорение процесса сушки шпона даст значительный экономический эффект.

4. Давление прессования может быть снижено с 18—20 до 10 кг/см<sup>2</sup>. Это позволит уменьшить упрессовку пакетов и расход сырья на единицу готовой продукции.

### Литература

- [1] Б. М. Буглай. Исследования и нормализация чистоты поверхности древесины. Докт. дисс., ЛТИ, М., 1957. [2] В. А. Куликов. Проблема точности изготовления клееной слоистой древесины. Докт. дисс., ЛТА, Л., 1966. [3] Р. З. Темкина. Карбамидная смола М 19-62. «Деревообрабатывающая промышленность», 1967, № 3. [4] А. Н. Минин. Технология пьезотермопластиков. М., 1965. [5] А. Н. Михайлов. Процессы, протекающие при склеивании. Л., 1965. [6] А. Н. Михайлов. Роль давления при склеивании древесины. Л., 1966.