

## П. ПРОИЗВОДСТВО ФАНЕРЫ И ДРЕВЕСНЫХ ПЛАСТИКОВ

П.А. Дергачев, А.Н. Минин

### ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ ШПОНА НА ПРОЧНОСТЬ СКЛЕИВАНИЯ И УПРЕССОВКУ ФАНЕРЫ

Проведенные исследования показали, что влажность древесины оказывает большое влияние на прочность клевого соединения. Если за 100% принять показатель предела прочности на скалывание по клеевому слою фанеры, склеенной при влажности шпона 8% и расходе карбамидного клея в среднем  $100 \text{ г/м}^2$ , то при влажности шпона 12% предел прочности фанеры понижается на 40%, а при 16% склеивания фанеры не происходит [1, 5, 6, 7]. Для обеспечения качественного склеивания фанеры мочевиноформальдегидными клеями, согласно технологической инструкции, влажность шпона должна быть не более 10%. Однако влияние влажности шпона на прочность склеивания и упрессовку фанеры при малом расходе клея (меньше  $100 \text{ г/м}^2$ ) изучено недостаточно.

Для изучения данного вопроса на кафедре древесных пластиков и новых материалов Белорусского технологического института им. С.М. Кирова были проведены исследования по определению влияния степени влажности шпона на прочность склеивания и упрессовку фанеры марки ФК при малом количестве расхода клея —  $55 \text{ г/м}^2$ , шероховатости поверхности шпона — 196 мкм и давлении прессования —  $10 \text{ кгс/см}^2$ . Размеры листов березового шпона принимались  $180 \times 180 \times 1,5 \text{ мм}$ . Все остальные факторы, влияющие на прочность склеивания фанеры, были приняты постоянными.

Увлажнение шпона производилось в эксикаторах с использованием водных растворов серной кислоты, обладающих свойством восстанавливать над своей поверхностью определенную, зависящую от концентрации кислоты и окружающей температуры, относительную влажность воздуха. Нужную влажность шпона 7,4;

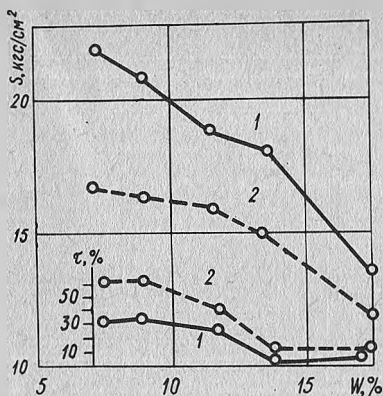


Рис. 1. Влияние влажности шпона на прочность склеивания фанеры: 1 — испытание в сухом состоянии; 2 — испытание после вымачивания фанеры в воде в течение 24 ч.

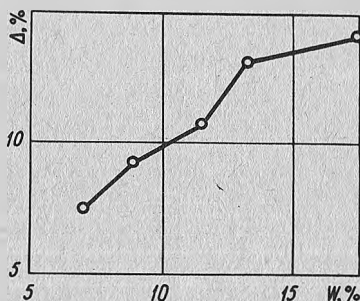


Рис. 2. Влияние влажности шпона на упрессовку пакета.

9,3; 11,4; 13,7 и 17,3% достигали путем выдерживания его в эксикаторах над растворами серной кислоты соответственно 44, 37, 30, 23 и 17% в течение пяти месяцев до достижения древесиной заданной равновесной влажности с погрешностью не более  $\pm 0,5\%$ .

Результаты опытов обрабатывались методом математической статистики, и по среднеарифметическим данным построены графики (рис. 1 и 2).

Из рис. 1 видно, что с увеличением влажности шпона ( $W$ ) от 7,4 до 17,3% прочность склеивания фанеры ( $S$ ) понижается. В данном случае, если за 100% принять показатель предела прочности на скалывание по клеевому слою фанеры, склеенной при влажности шпона 8%, то при влажности шпона 12% предел прочности фанеры на скалывание образцов в сухом виде понижается на 13%, а после вымачивания их в воде в течение 24 ч на 7%.

Понижение прочности склеивания объясняется тем, что более влажный шпон меньше впитывает влаги из нанесенного клея. Поэтому его концентрация при нанесении на более влажный шпон повышается, а вязкость снижается меньше, чем при нанесении на сухой шпон. Клей с повышенной концентрацией отвердевает

за большее время, и в процессе его отверждения наблюдается большая усадка, поэтому увеличиваются внутренние напряжения в клеевом слое [1, 8].

Известно, что древесина при ее увлажнении понижает предел прочности на скалывание [1].

Кроме того, из рис. 1 видно, что с увеличением влажности шпона происходит снижение процента скалывания по древесине ( $\tau$ ).

Рассматривая рис. 2, видим, что с увеличением влажности шпона ( $W$ ) с 7,4 до 17,3% упрессовка пакета ( $\Delta$ ) возрастает с 7,3 до 14,1%. Так, если упрессовку пакета при влажности шпона 7,4% принять за единицу, то при влажности шпона 17,3% она будет в два раза больше.

Закономерность связи между влажностью древесины и ее полной деформацией при прессовании ряд авторов [2, 3, 4, 5, 6] объясняют с позиции мицеллярной теории строения клеточных оболочек древесины. Согласно этой теории, мицеллы целлюлозы состоят из нитевидных молекул, которые принимают участие в образовании нескольких последовательно расположенных пучков мицелл. Между мицеллами действуют силы взаимного притяжения, которые являются или результатом молекулярного притяжения между свободными гидроксильными группами, выходящими на поверхность мицелл, или результатом водородной связи между гидроксильными параллельно идущих цепей молекул.

Мицеллы целлюлозы числом до ста группируются в мицеллярные ряды. Последние в свою очередь соединяются в фибриллы с различным количеством мицеллярных рядов, направленных вдоль оси волокон под некоторым углом к ним (по спирали). Мицеллярные ряды и фибриллы образуют скелет оболочек клеток, наполнителем которого является лигнин и гемицеллюлозы или вода, если древесина влажная.

В абсолютно сухой древесине нет влаги в межмицеллярных пространствах. Благодаря этому достигается максимальное сближение мицелл, возрастают силы взаимного притяжения. Кроме того, наполнитель целлюлозного скелета в сухой древесине находится в затвердевшем состоянии. Все это приводит к наличию значительного внутреннего трения в древесине и обуславливает наименьшую полную деформацию.

При увлажнении древесины влага проникает в межмицеллярные пространства, расклинивая систему мицелл, за счет чего увеличивается расстояние между ними и ослабевают силы межмицеллярной связи. Между мицеллами образуется пленка влаги, с увеличением которой понижается коэффициент внутреннего

трения древесины и мицеллы становятся более подвижными. Кроме сказанного, у влажной древесины наполнитель целлюлозного скелета (лигнин, гемицеллюлозы и др.) находится в более размягченном состоянии. Все это понижает силы внутреннего трения, что способствует увеличению полной и упругой деформации, так как для перемещения частиц наполнителя более влажной древесины требуется меньшее усилие. При снятии давления прессования при малых силах внутреннего трения целлюлозный скелет восстанавливает свою первоначальную форму за счет сил упругости целлюлозы, увлекает при этом за собою размягченный наполнитель. Чем больше будет межмицеллярной влаги и лучше размягчен наполнитель целлюлозного скелета в момент прессования, тем больше полная деформация, а в момент снятия давления — и упругая деформация. Увеличение влажности выше точки насыщения волокна за счет заполнения внутренних пустот в древесине (сосудов, полостей клеток и прочее). Наличие этой влаги будет препятствовать уменьшению объема пустот при прессовании и приведет к уменьшению величины деформаций.

Наблюдения показывают, что при всех прочих равных условиях прессование нагретой древесины приводит к большим деформациям, чем холодной. Это объясняется уменьшением сил внутреннего трения в древесине. Важнейшими из них являются: уменьшение вязкости межмицеллярной влаги, находящейся в древесине, что увеличивает подвижность мицелл при прессовании; понижение вязкости смол, выполняющих роль смазки и затем связующего между листами шпона; размягчение наполнителя целлюлозного скелета — лигнина, гемицеллюлозы и других аморфных веществ, снижающих при этом сопротивление древесины сжатию. Степень влияния температуры не одинакова при различной влажности. Нагрев сухой древесины мало изменяет величину внутреннего трения в ней. С повышением влажности влияние температуры возрастает и достигает своего максимума при полном насыщении влагой клеточных стенок.

Увеличение пластической и уменьшение упругой деформации при снятии давления объясняются увеличением сил внутреннего трения. Если сжатую влажную древесину одновременно нагревать и в то же время сушить, то упругие деформации переходят в пластические за счет уменьшения толщины слоя межмицеллярной влаги и увеличения ее коэффициента внутреннего трения. При склеивании фанеры также происходит переход упругих деформаций в пластические по мере уменьшения влажности в процессе нагрева пакета и перехода клея в отвержденное состоя-

ние. Наполнитель целлюлозного скелета к этому моменту находится в затвердевшем состоянии и силы внутреннего трения достигают значительной величины. Силы же упругости, накопленные в целлюлозном скелете, оказываются недостаточными для восстановления первоначальной формы склеиваемого материала. Фиксации такого состояния способствует и отверждение клея, проникшего в древесину через имеющиеся в ней микротрещины, перерезанные сосуды и поры [2].

На основании проведенных лабораторных исследований можно сделать следующие выводы:

1. С увеличением влажности шпона прочность склеивания фанеры снижается, а упрессовка пакета возрастает.
2. Снижение предела прочности до допустимого ГОСТ 3916 – 69 при скалывании по клеевому слою фанеры после вымачивания в воде в течение 24 ч происходит при влажности шпона 13,7%.
3. Малое количество наносимого клея ( $55 \text{ г/м}^2$ ) приводит к уменьшению содержания общей влаги в пакете и позволяет применять шпон с более высокой влажностью (до 10%), чем это применяется в настоящее время (6 – 8%).
4. При влажности шпона 13,7% предел прочности фанеры снижается на 11%, а упрессовка увеличивается примерно в два раза в сравнении с применяемым шпоном влажностью 7,4%.

#### Л и т е р а т у р а

1. Вашев Н.В. Влияние влажности воздуха и древесины на прочность клеевых соединений. М., 1966.
2. Куликов В.А. Проблема точности изготовления клееной слоистой древесины. Докт. дис. Л., 1966.
3. Минин А.Н. Технология пьезотермопластиков. М., 1965.
4. Михайлов А.Н. Роль давления при склеивании древесины. Л., 1966.
5. Хухрянский П.Н. Влияние влажности на деформацию древесины сосны при прессовании. — "Труды ин-та Леса АН СССР", 1949, т. 1У.
6. Хухрянский П.Н. Прочность древесины. М. – Л., 1955.
7. Стерлин Д.М. Сушка в производстве фанеры и древесностружечных плит. М., 1968.
8. Темкина Р.З. О факторах, влияющих на пробитие карбамидных клеев при фанеровании. — "Деревообрабатывающая промышленность", 1962, № 4.