

образцы прессованной древесины имели практически одинаковое водопоглощение — в среднем 119—120%.

Смолы, не проникающие в клеточную стенку древесины, незначительно влияют на стабилизацию размеров прессованной древесины, а снижение водопоглощения при пропитке такими смолами зависит в основном от количества введенной в древесину смолы. Необходимо отметить, что пропитка такими смолами снижает, как правило, интенсивность поглощения и уменьшает содержание свободной воды в древесине.

Таким образом, повышение водостойкости прессованной древесины может быть достигнута за счет применения высоких степеней прессования с использованием для пропитки синтетических смол, проникающих в клеточные стенки древесины.

Литература

[1] П. Н. Хухрянский. Прессование древесины. М., 1964. [2] И. П. Майко. Получение стабилизированной прессованной древесины и ее некоторые физико-механические свойства. Рига, 1970.

Вихров Ю. В., Бажанова Н. Н.

МОДИФИКАЦИЯ ФАНЕРЫ И ВЛИЯНИЕ ПРОПИТЫВАЮЩЕГО СОСТАВА И ТЕМПЕРАТУР НА ПРОЧНОСТЬ ЕЕ КЛЕЕВОГО ШВА

Очень часто в судостроении, машиностроении, вагоностроении и других отраслях народного хозяйства возникает необходимость защиты фанеры и фанерных изделий от воздействия воды и влаги. Хорошо известно, что древесина под воздействием воды и влаги меняет свои размеры, значительно снижает физико-механические показатели свойств, загнивает. Все эти недостатки присущи и фанере. Мало того, при разбухании слоев шпона фанере создаются внутренние напряжения, дополнительно снижающие ее прочность.

Самой водостойкой из всех сортов фанеры, выпускаемых нашей стране, является бакелизованная фанера. Ее рубашки пропитываются фенол- или крезолформалдегидными смолами предохраняет середину листа от разрушения. Но и у бакелизованной фанеры средние листы шпона с торцев остаются незащищенными от воздействия воды.

Нами установлено (см. ниже), что жидкость в основном проникает во внутренние слои шпона только через торцы фанерного листа. Шов водостойкого клея достаточно надежно защищает пласти фанер от воздействия воды, поэтому необходимо изолировать торцы фанеры. Этого можно достичь путем обработки фанеры синтетическими смолами. Предварительные поисковые исследования проведены на образцах ольховой фанеры марки ФК ГОСТ 3916-69. Образцы были изготовлены соответственно ГОСТу 9621-61 «Определение водопоглощения и влагопоглощения». Их размеры $80 \times 4 \times 10$ мм (80 — длина образца вдоль волокон рубашки фанеры; 4 — ширина образца; 10 — толщина).

Эти образцы фанеры обрабатывались следующими реагентами: фенолоспиртами; полиэфирной смолой ПН-1; полиэфирным лаком ПЭ-220; фурановой смолой ФА; кремнийорганической жидкостью ГКЖ-94; низкомолекулярным полиэтиленом.

Отверждение синтетических смол проводилось в сушильном

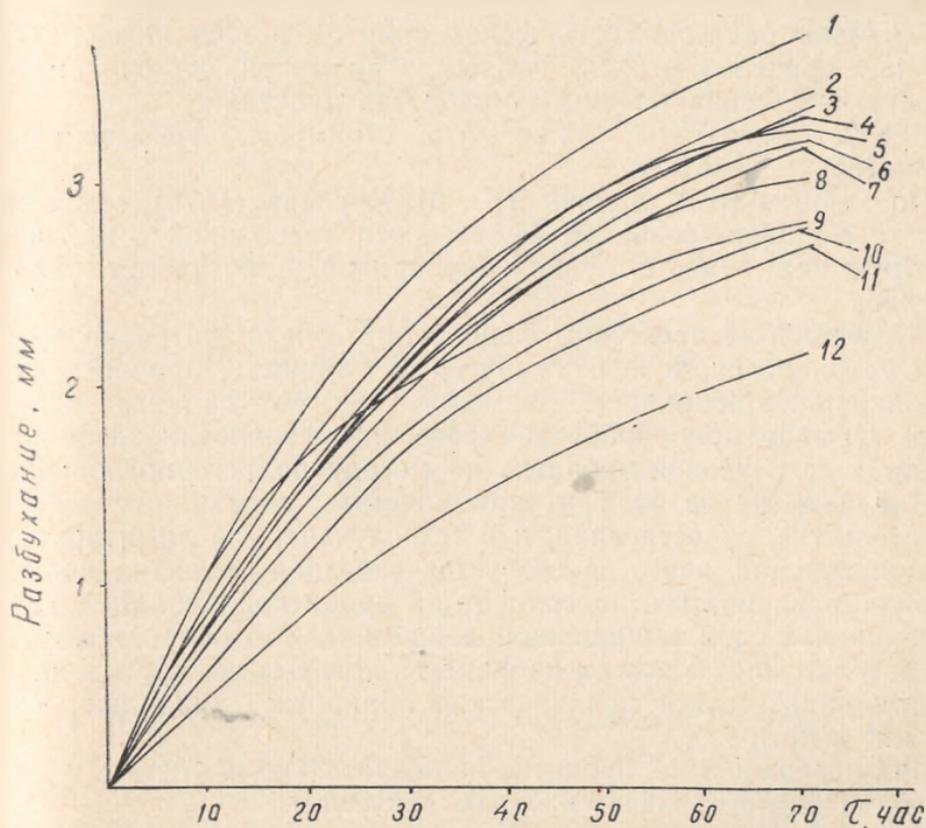


Рис. 1. Динамика разбухания фанерных образцов, обработанных:

1 — полиэфирным лаком ПЭ-220; 2 — полиэфирной смолой ПН-1; 3 — фурановой смолой ФА; 4 — полиэфирным лаком (полимеризация в парафине); 5 — композицией: кремнийорганическая жидкость ГКЖ-94 и полиэфирный лак ПЭ-220; 6 — композицией: кремнийорганическая жидкость ГКЖ-94 и фурановая смола ФА; 7 — полиэфирной смолой ПН-1 (полимеризация в парафине); 8 — композицией: кремнийорганическая жидкость ГКЖ-94 и полиэфирная смола ПН-1 (полимеризация в парафине); 9 — композицией: кремнийорганическая жидкость ГКЖ-94, фурановая смола ФА и полиэфирная смола, ПН-1; 10 — фенолоспиртами; 11 — низкомолекулярным полиэтиленом.

шкафу при температуре от 70 до 140°C в зависимости от вида смол.

Обработанные образцы помещались в специальный прибор и заливались водой. Конструкция прибора позволяла при помощи индикаторов замерять разбухание образцов, не извлекая их из воды. Полученные данные приведены в виде графиков на рис. 1.

Как видно из графиков, лучшие результаты получены на образцах, обработанных низкомолекулярным полиэтиленом.

Однако низкомолекулярный полиэтилен заполняет только полости древесных волокон, оставляя незащищенными стенки клеток. Следовательно он не снижает величины максимального разбухания, а только замедляет его скорость. К тому же низкомолекулярный полиэтилен фактически не улучшает прочностных показателей фанеры. Поэтому целесообразнее обрабатывать фанеру фенолоспиртами.

Фенолоспирты хорошо проникают в тонкую структуру клеточных стенок древесины, при термообработке поликонденсируются, переходя в твердое, неплавкое и нерастворимое состояние и создавая в комплексе с древесиной прочный пластик.

Хорошая растворимость фенолоспиртов в воде позволяет в широких пределах менять количество полимера, отложившегося в древесине, меняя тем самым свойства пластика.

Следует учитывать также, что стоимость фенолоспиртов сравнительно невелика.

По данным В. А. Зайвий и В. М. Хрулева (1970), экономия на 1 м³ модифицированной фанеры, использованной в щитовых конструкциях вместо бакелизированной, составляет 140—150 руб.

Модификация древесины фенолоспиртами значительно повышает ее биологическую и химическую стойкость, прочность, огнестойкость, стабильность размеров, снижает ее гигроскопичность. Обычно при обработке древесины фенолоспиртами прибегают к ее глубокой пропитке по методу полного поглощения.

Для изделий из фанеры, применяемых в машиностроении, строительстве, судостроении, и в тех случаях, где лимитируется вес конструкций, часто не требуется сквозной пропитки детали, и можно ограничиться поверхностной пропиткой, создавая только наружный слой защищенной древесины. Это относится к таким деталям или изделиям из фанеры, которые не будут в дальнейшем подвергаться механической обработке (пилению, простке и др.).

При поверхностной пропитке не обязательно прибегать к давлению, можно ограничиться одним вакуумом.

Нами исследовались пути и скорости проникновения полимера в фанеру. У образцов фанеры марки ФК ГОСТ 3916-69 размерами 150×150×10 мм изолировались торцы, а пласти фанеры оставались открытыми.

Для лучшей наглядности проникновения в фанеру фенолоспиртов их подкрашивают суданом III.

Установлено, что даже при применении вакуума и давления

внутренние слои шпона при изоляции торцов не пропитываются. Это говорит о том, что клеевой шов надежно защищает пласти срединков фанеры от проникновения в них жидкости, и фанера поглощает влагу и пропитывается в основном через торцы листа, через пласт же пропитываются только ее рубашки. Необходимо установить, что какую глубину можно пропитать фанеру, применяя только вакуумирование. Интересно также определить зависимость глубины пропитки отдельных слоев шпона от их расположения в листе фанеры, так как внутренние слои фанерного листа по отношению к внешним находятся в разных условиях (неодинаковая упрессовка, различное время прогрева и др.).

Для выяснения поставленных вопросов использовались образцы размерами $15 \times 15 \times 500$ мм, у которых поверхности изолировались нитрошпаклевкой, незащищенным оставался лишь один из торцов. Образцы пропитывались фенолоспиртами, окрашенными в красный цвет суданом III.

Образцы, погруженные в фенолоспирты, помещались в вакуумный шкаф, где создавался вакуум различной величины. Затем исследовалась глубина пропитки каждого слоя шпона в зависимости от глубины вакуума. (Время выдержки под вакуумом брались постоянные — 1 мин., а после снятия вакуума — 2 мин.).

Наблюдения показали, что фанера практически пропитывается только вдоль волокон древесины шпона. Слои шпона, в которых древесина расположена по отношению к пропитываемому торцу радиальной плоскостью, пропитываются не более чем 1—1,5 мм. Это происходит, по-видимому, за счет вскрытых при среде полостей клеток, позволяющих проникнуть пропитывающему раствору на ширину поперечного слоя шпона.

Поэтому нами исследовались только те слои шпона, у которых волокна древесины расположены вдоль образца.

Пропитанные образцы аккуратно разделялись по слоям, и измерялась глубина полной пропитки, а также глубина частичной пропитки.

Таким образом, нам удалось обеспечить проникновение фенолоспиртов только через торец, сечением 15×15 мм и установить зависимости глубины проникновения жидкости в фанеру от величины вакуума и времени выдержки при вакууме.

На рис. 2 изображен график зависимости глубины пропитки вдоль волокон древесины шпона от величины вакуума.

За полную пропитку слоя принималась глубина проникновения раствора вдоль волокон по всей ширине шпона, а за частичную — глубина проникновения раствора на максимальную глубину в отдельных группах волокон.

На рис. 2 прямые 1—6 показывают, как возрастает глубина частичной пропитки слоев шпона, а прямые 7—12 — полной пропитки в зависимости от величины вакуума. Из графика видно, что рубашки шпона пропитываются быстрее, чем «серединки». Это можно объяснить тем, что клеевая пленка нанесена на ру-

башки только с одной стороны, в то время как «серединок» частично пропитаны клеем с двух сторон.

График зависимости величины глубины пропитки образцов от времени их выдержки при постоянной глубине вакуума 700 мм рт. ст. и постоянном времени выдержки после снятия вакуума (2 ч) изображены на рис. 3. Из графика видно, что время выдержки под вакуумом более 10 мин практически не влияет на глубину пропитки образцов.

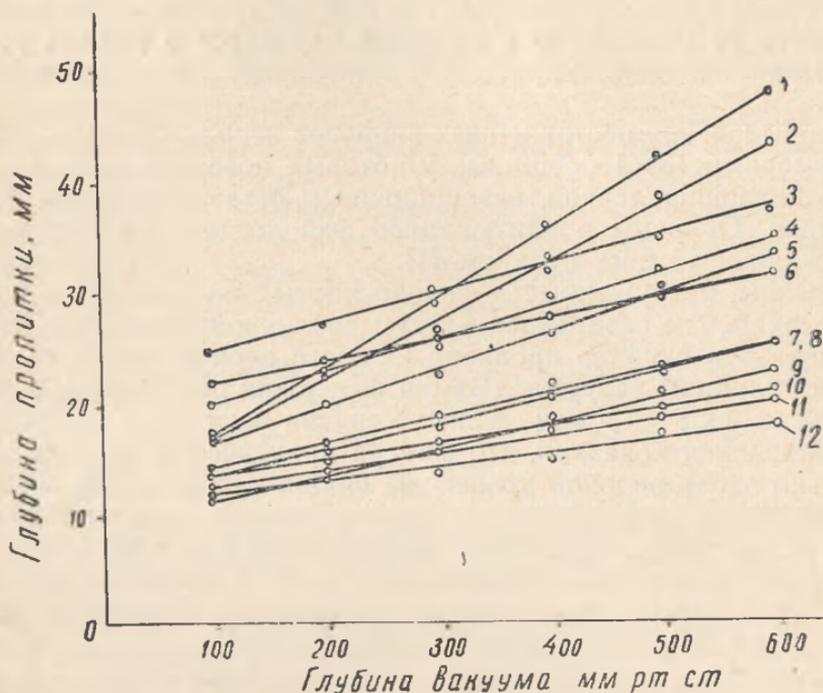


Рис. 2. Зависимость глубины пропитки фанеры от величины вакуума, времени выдержки при вакууме и места расположения слоя шпона по толщине в фанере:

1-6 — частичная пропитка; 7-12 — полная пропитка; 1, 3, 7, 10 — 1-й и 11-й (внешние) слои шпона; 2, 4, 8, 12 — 3-й и 9-й слои шпона; 5, 6, 9, 11 — 5-й и 7-й слои шпона; 1, 2, 5, 7, 8, 9 — время выдержки при вакууме 3 мин; 3, 4, 6, 10, 11, 12 — время выдержки при вакууме 1 мин.

По-видимому, воздух из фанеры удаляется значительно легче, чем из цельной древесины, для которой время выдержки при пропитке под вакуумом играет более значительную роль. При выдержке в вакууме до 10 мин образцы пропитывались неравномерно. Для равномерной пропитки необходимо вакуумировать не менее 15 мин.

При модификации фанеры важно выяснить, не снижается ли прочность клеевых соединений в процессе пропитки фанеры фенолоспиртами и различными растворителями, а также во время термообработки пропитанной фанеры.

Для разработки технологического процесса необходимо определить время выдержки пропитанной фанеры до начала термообработки. Оно будет зависеть от изменения прочности клеевого

шпа под влиянием смолы и растворителя, введенного в древесину шпона. Определение этого времени позволит рекомендовать производству сроки хранения деталей на буферном складе. Для выяснения этих вопросов поставлены опыты на образцах, изготовленных соответственно ГОСТу 9624-61 «Метод определения предела прочности при скалывании из ольховой фанеры марки 916-69».

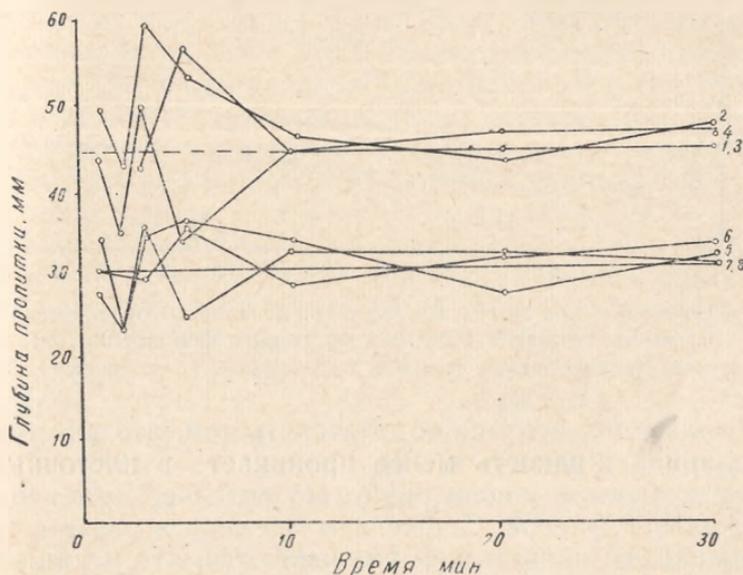


Рис. 3. Зависимость глубины пропитки при постоянном вакууме от времени и расположения слоев шпона в фанере:
 1—4 — частичная пропитка; 5—8 — полная пропитка; 1—6 — 1-й и 11-й (внешние) слой шпона; 2, 5 — 3-й и 9-й слой шпона; 4, 8 — 5-й и 7-й слой шпона.

Образцы пропитывались 20%-ным раствором фенолоспиртов, разведенных ацетоном, спиртом и водой и выдерживались при комнатной температуре в эксикаторах через определенные промежутки времени проверялась прочность их клеевого шва.

Полученные данные приведены на графике (см. рис. 3). Из графика видно, что прочность пропитанных образцов резко падает по сравнению с непропитанными. Но во всех случаях (независимо от растворителя и времени выдержки после пропитки) разрушение происходило не по клеевому шву, а по древесине.

Интересно, что прочность фанеры заметно снижается только в первые 2—3 ч после пропитки, а в последующие часы несколько возрастает. Разрушение образцов только по древесине говорит о том, что вследствие набухания и возникновения дополнительных напряжений она теряет прочность при пропитке больше, чем клеевой шов.

Из рис. 4 видно, что образцы, пропитанные фенолоспиртами с ацетоном, спустя 3 ч быстрее восстанавливают прочность, чем образцы, пропитанные растворами фенолоспиртов с водой и спиртами.

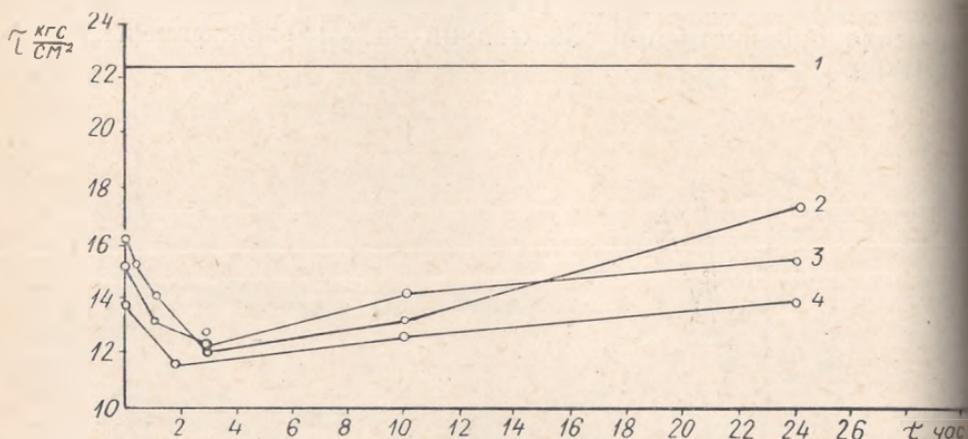


Рис. 4. Изменение прочности клеевого шва фанеры от времени выдержки после пропитки 20%-ным раствором фенолоспиртов:

1.— контроль (непропитанная фанера); 2— в ацетоне; 3— в воде; 4— в спирте.

По-видимому, это можно объяснить тем, что ацетон, как менее полярная жидкость менее проникает в клеточные стенки, поэтому древесина шпона разбухает меньше, создавая меньшие напряжения в фанере. С течением времени в связи с процессом релаксации эти напряжения уменьшаются, что и приводит к росту прочности древесины при скальвании.

На рис. 5 приведены графики, отображающие изменение прочности клеевого шва от времени пребывания пропитанных образцов в высокотемпературных условиях.

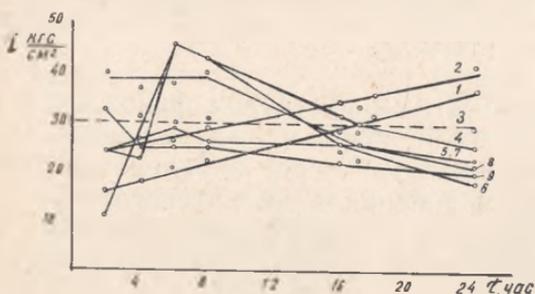


Рис. 5. Прочность клеевого шва фанеры в зависимости от времени выдержки при различной температуре после пропитки фенолоспиртами:

1, 2, 3 — при 60°C; 3, 4, 5 — при 100°C; 3, 6, 7 — при 120°C; 3, 8, 9 — при 150°C; 1, 4, 6, 8 — прочность клеевого шва образцов, пропитанных фенолоспиртами (50% сухого остатка); 2, 5, 7, 9 — прочность клеевого шва образцов, пропитанных раствором фенолоспиртов в ацетоне (25% сухого остатка); 3 — прочность клеевого шва контрольных образцов (непропитанных).

Поскольку ацетон меньше всех растворов ослабляет древесину, испытывались образцы, пропитанные фенолоспиртами 25%-ным раствором фенолоспиртов в ацетоне. Образцы выдерживались при температуре 60, 100, 120 и 150°C. На графике (см. рис. 5) видно, что при температуре 60°C идеальное повышение прочности, что легко объясняется подсушкой древесины шпона. По

поликонденсация фенолоспиртов при этой температуре не происходит. При температуре 150°C образцы, пропитанные фенолоспиртами и раствором фенолоспиртов в ацетоне, уже через 2 ч достигают максимальной прочности, превышая прочность контрольных (непропитанных) образцов в 1,5 раза. Это говорит о том, что полимер полностью заполимеризовался. Дальнейший нагрев понижает прочность образцов.

Из графика видно, что прочность клевого шва пропитанных образцов при температурах 100 и 120°C до определенного момента тоже возрастает, несколько превышая прочность образцов, выдерживаемых при температуре 150°C. Это объясняется тем, что при температуре 100 и 120°C происходит более плавная подсушка древесины и поликонденсация фенолоспиртов, что вызывает более низкие напряжения в слоях фанеры. После действия этих температур в течение 6 ч прочность пропитанных образцов заметно падает. Термообработка контрольных образцов независимо от температуры в течение 24 ч практически не изменила прочности их клевого шва.

Изложенное выше позволяет сделать следующие выводы.

1. Наибольший стабилизирующий эффект удалось получить при обработке древесины фенолоспиртами и низкомолекулярным полиэтиленом. Поскольку низкомолекулярный полиэтилен не повышает прочностных свойств древесины, целесообразно пропитывать фанеру фенолоспиртами.

2. Установлено, что для надежной защиты фанерного листа от воды и влаги необходимо изолировать в первую очередь его торцовые поверхности.

3. При поверхностной пропитке фанеры можно ограничиться вакуумом глубиной до 700 мм рт. ст. с временем выдержки фанерных листов не менее 10 мин, что обеспечивает полную пропитку рубашек фанеры и проникновение полимера с ее торцов на глубину до 5—6 см.

4. Независимо от вида растворителя фенолоспиртов клеевой шов фанеры при ее пропитке остается прочнее шпона.

5. Время выдержки образцов после пропитки смолой с различными растворителями не снижает напряжения при скалывании.

6. При выдержке образцов, пропитанных фенолоспиртами, при температуре 60°C практически не происходит поликонденсации введенного состава, и эта температура может быть принята для предварительной подсушки фанеры. Для окончательной поликонденсации фенолоспиртов целесообразно проводить термообработку фанеры при 100—120°C в течение 6 ч.

7. Прочность при скалывании фанеры, модифицированной фенолоспиртами, превышает прочность обычной фанеры приблизительно в 1,5 раза.