

ВЫБОР ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ПРЕССОВАНИИ ПРОПИТАННОЙ ФЕНОЛОСПИРТАМИ ДРЕВЕСИНЫ

При проведении поисковых опытов по определению наиболее эффективного синтетического агента для стабилизации размеров прессованной древесины был использован режим прессования, разработанный П. Н. Хухрянским [1]. Однако для массового производства стабилизированной прессованной древесины применение этого режима нерационально. Так, например, если учесть, что для непропитанной смолами прессованной древесины основным фактором, определяющим максимально допустимую степень прессования, является плотность исходной древесины, то для пропитанной древесины эта величина зависит не только от степени прессования, но и от количества введенной смолы. В свою очередь, содержание смолы в древесине значительно влияет на изменение удельного давления при прессовании. По мнению Кассельмана, введенная в древесину смола повышает пластичность древесины и позволяет производить ее уплотнение с незначительным содержанием влаги. Повышенная пластичность древесины в данном случае объясняется уменьшением коэффициента внутреннего трения.

Учитывая значительное различие характеристик исходных материалов, мы выполнили специальные исследования по определению некоторых технологических параметров при прессовании пропитанной фенолоспиртами древесины.

Задача настоящих исследований заключалась в разработке технологического режима уплотнения пропитанной фенолоспиртами древесины. В частности, предусматривалась разработка полупромышленного режима получения стабилизированной прессованной древесины в виде брусков, из которых можно изготавливать различные детали для машиностроения.

Нами, в частности, определена оптимальная влажность при прессовании пропитанной фенолоспиртами древесины и обоснован выбор удельного давления и степени прессования для различных концентраций фенолоспиртов.

Содержание воды в древесине значительно влияет на процесс прессования и качество получаемого материала. Влажная древесина обладает более высокой пластичностью по сравнению с сухой древесиной и при прессовании уплотняется с более низким удельным давлением [2]. Однако при прессовании древесины с влажностью, выше точки насыщения волокна до плотности $1,0 \text{ г/см}^3$ и больше, наблюдается разрушение клеточных стенок. Это объясняется тем, что вода, заполняя полости клеток после крипитки, занимает значительный объем и оказывает сопротивление при прессовании. Даже при незначительной упрессовке вода, не находя выхода, разрывает волокно древесины. Высокая степень прессования и скорость нагружения в процессе уплотне-

ния древесины с высокой влажностью увеличивает количество разрушений и значительно снижает прочность прессованной древесины.

Большое содержание влаги в древесине в процессе термообработки приводит к значительным химическим изменениям в древесине, сопровождающимся газообразованием и обугливанием.

По данным П. Н. Хухрянского [1964], прессование древесины с предварительным пропариванием обеспечивает получение материала «высокого качества» при невысоких скоростях нагружения и исходной влажности, близкой к точке насыщения волокна (25—30%). Невысокие скорости нагружения обеспечивают в некоторой степени выход воды через торцы. По данным автора, прессование древесины с более низкой влажностью (15—20%) сопровождается появлением значительного количества микротрещин, которые снижают прочность готового материала. Понижение влажности при прессовании с предварительным прогревом до 5—7% приводит к разрывам и размолачиванию древесины.

По данным В. Г. Матвеева [3], максимальная прочность прессованной древесины достигается при влажности в момент прессования 10—12%. При этой влажности древесина обладает достаточно высокими пластичными свойствами и в процессе прессования не подвергается разрушению. Детали, изготовленные из такой древесины, обладают минимальной усушкой и короблением в процессе эксплуатации.

Для определения влияния содержания влаги на изменение удельного давления при прессовании пропитанной фенолоспиртами древесины были проведены специальные исследования. Методика этих исследований заключалась в следующем: образцы древесины березы размером 15×25×30 мм (последний размер вдоль волокон) выпиливались из одной рейки, у которой направление годичных слоев выдерживалось строго перпендикулярно боковым граням. Высушенные до абсолютного сухого состояния образцы, подвергались пропитке растворами фенолоспиртов 10, 20, 35 и 50%-ной концентрации. В качестве контроля одна партия пропитывалась водой. Для каждой концентрации растворов бралось 70 образцов. Они были разбиты на 7 групп по 10 образцов в каждой. Одна группа подвергалась прессованию сразу после пропитки, т. е. при максимальной влажности для данной концентрации раствора. Остальные 6 групп образцов помещались в сушильный шкаф для подсушки при температуре не выше 60°C. По мере достижения расчетной влажности 60, 50, 40, 30 и 10% образцы извлекались из сушильного шкафа и подвергались прессованию. Расчетная влажность образцов в процессе сушки проверялась по трем образцам каждой партии способом отгонки воды с толуолом в аппарате Дина-Старке. Результаты расчетных данных совпадали с результатами, полученными на аппарате Дина-Старка.

Прессование образцов производилось на специальном приспособлении к прессу А. Амслера, которое позволило произво-

замер деформации с точностью до 0,01 мм и соответствующую величину усилия прессования. По полученным данным были построены графики, выражающие зависимость удельного давления от влажности древесины при пропитке различными концентрациями фенолоспиртов (рис. 1).

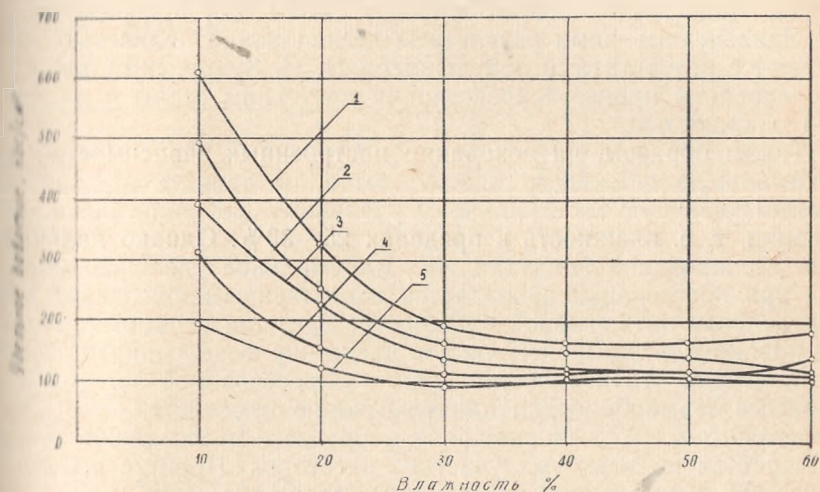


Рис. 1. Изменение удельного давления в зависимости от влажности прессуемой древесины.

Кривые 1, 2, 3, 4 — древесина, пропитанная ФС 50, 35, 20 и 10%-ной концентрацией соответственно; 5 — контрольная древесина, пропитанная водой.

Анализ этой зависимости показывает, что образцы, пропитанные различными концентрациями фенолоспиртов, при прессовании показывают наименьшее значение удельного давления при влажности 30%. С повышением влажности от 10 до 30%, независимо от концентрации пропиточного раствора, удельное давление при прессовании падает по плавной кривой до точки насыщения волокна. За точкой насыщения волокна кривая выравнивается, достигая минимального значения.

Таким образом, на величину удельного давления при прессовании в радиальном направлении влияет только связанная вода. С увеличением содержания связанной воды удельное давление при прессовании резко падает. Незначительное количество свободной воды в древесине практически не влияет на изменение удельного давления при прессовании. С увеличением содержания свободной воды в древесине выше 60% наблюдается повышение удельного давления, которое связано с сопротивлением воды при ее перемещении к торцам заготовок. С ростом влажности и размеров прессуемых заготовок, по-видимому, следует ожидать значительного увеличения удельного давления при прессовании.

Анализ кривых, построенных для каждой концентрации пропиточного раствора показывает, что увеличение содержания

смолы в древесине сопровождается ростом удельного давления. Наименьшая величина удельного давления при влажности 30% соответствовала контрольным образцам, пропитанным водой, а максимальное удельное давление — образцам, пропитанным 50%-ной концентрацией фенолоспиртов (соответственно 95 кгс/см² и 210 кгс/см²). Рост удельного давления в данном случае объясняется сопротивлением смолы при прессовании.

Приведенные нами результаты исследований полностью совпадают с результатами полученными П. Н. Хухрянским [4] при исследовании процесса прессования древесины сосны с различной влажностью.

Таким образом, на основании построенных зависимостей за оптимальную влажность можно было бы принять влажность, соответствующую минимальному удельному давлению при прессовании, т. е. влажность в пределах 25—30%. Однако дальнейшие исследования показали, что минимальное удельное давление при прессовании не является единственным критерием для определения оптимальной влажности. Так, при отработке режима поликонденсации введенных в древесину фенолоспиртов было установлено, что количество воды в спрессованной заготовке в процессе термообработки практически не изменяется. Это объясняется тем, что выделившаяся в процессе прессования смола осаждается на торцовых участках заготовок. Процесс поликонденсации, который идет от наружных слоев заготовки к внутренним, задерживает движение воды. Это вызывает большие градиенты влажности в древесине при поликонденсации. Только лишь после выемки заготовки из прессформ происходит окончательное удаление воды из древесины, которое сопровождается усушкой и короблением заготовок с появлением трещин на торцах. Снятие с торцов и боковых поверхностей заготовок отвержденной смолы значительно ускоряет этот процесс. Таким образом, влажность 30% не соответствует наиболее высокому качеству прессованных заготовок. Дальнейшими исследованиями установлено, что наименьшую деформацию по усушке и короблению имели заготовки, спрессованные при влажности 10—12%, которая и была принята за оптимальную при получении стабилизированной прессованной древесины.

На основании результатов исследований, полученных при прессовании пропитанной фенолоспиртами древесины с различной влажностью, построены диаграммы «деформация-напряжение» (рис. 2).

Анализ этих диаграмм позволяет произвести определение оптимальных значений удельных давлений для каждой концентрации пропиточного раствора и соответствующие предельно допустимые значения степеней прессования.

Характер деформаций пропитанной фенолоспиртами древесины березы при прессовании поперек волокон в радиальном направлении соответствует 3-фазовой деформации, получаемой при сжатии поперек волокон натуральной древесины. В первой фазе деформации протекают до предела пластического течения

волочек клеток ранней древесины, что соответствует по терминологии Ю. М. Иванова. «области неполной упругости». Первая фаза для древесины пропитанной различными концентрациями фенолоспиртов, занимает участок от $E=0\%$ до $E=4-6\%$. Кривые деформации имеют вид параболы, обращенной выпуклостью вверх.

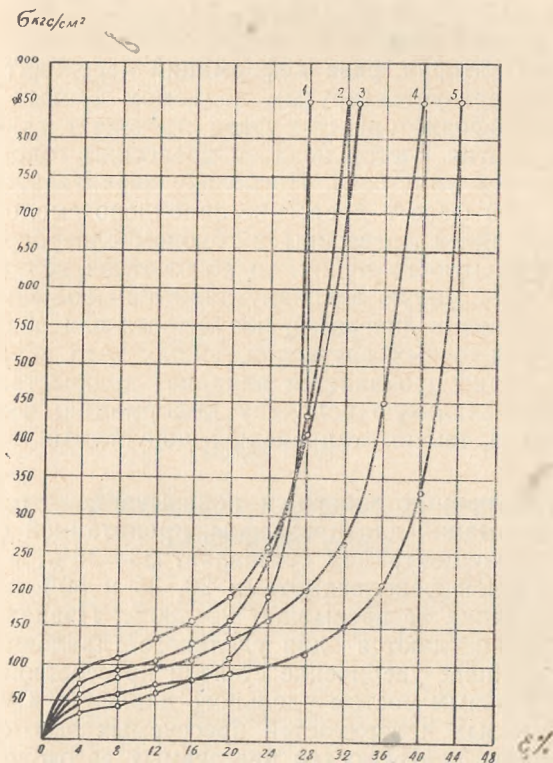


Рис. 2. Диаграмма «деформация — напряжение» при прессовании пропитанной фенолоспиртами древесины.

1, 2, 3, 4 — древесина, пропитанная ФС 50, 35, 20 и 10%-ной концентрацией соответственно; 5 — древесина, пропитанная водой.

Вторая фаза деформации складывается из деформаций пластического течения и смятия сосудов и стенок клеток древесины всего годичного слоя. Эта фаза деформаций протекает при постоянном или весьма незначительном росте удельного давления и характеризуется отрезками кривых, которые имеют горизонтальные или очень пологие со слабым подъемом участки.

Для древесины, непропитанной смолами, абсолютная величина деформации во второй фазе определяется величиной деформации пластического течения и смятием сосудов и клеток древесины. Практически она зависит от ширины прослоек ранней древесины в ее годичных слоях. Для пропитанной древесины эта

величина зависит от содержания смолы в древесине: с увеличением ее абсолютная величина деформаций по второй фазе уменьшается, а кривые приобретают менее пологий характер. Особенно наглядно это видно при сравнении второй фазы деформации контрольных образцов, непротитанных смолой (кривая 5), и образцов, протитанных 20, 35 и 50%-ной концентрацией фенолоспиртов (соответственно кривые 3, 2, 1).

По мере вовлечения в деформации клеток поздней древесины годовых слоев вторая фаза деформаций переходит в третью, которая характеризуется крутым подъемом кривых упругой и пластической деформации. Эта фаза протекает главным образом за счет сжатия клеток поздней древесины годовых слоев в области неполной упругости. Поскольку значительное количество пустот в этой фазе в древесине заполнено смолой, а высота слоя клеток поздней древесины в годовом слое березы составляет незначительную величину, то абсолютная величина деформаций составляет малую величину даже при больших напряжениях. При сравнении диаграмм, полученных для различных концентраций протиточных растворов, видно, что в третьей фазе наиболее наглядно проявляется влияние количества введенной смолы на максимальную величину деформаций: чем выше содержание смолы, тем ниже предельно допустимые значения этих деформаций.

Анализ полученных диаграмм показывает, что предельная величина деформаций для древесины, протитанной фенолоспиртами 10%-ной концентрации составляет 33—35%, а для древесины, протитанной фенолоспиртами 20, 35 и 50%-ной концентрации эта величина не превышает 26—30%. Предельные значения деформации даются для удельного давления 300—350 кгс/см². Дальнейшее увеличение степени прессования сопровождается значительным ростом удельного давления. Смазка прессформ или боковых поверхностей прессуемых заготовок графитом или боковых поверхностей прессуемых заготовок графитом или машинным маслом снижает удельное давление при прессовании на 8—10%.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. Оптимальной влажностью при прессовании древесины, протитанной фенолоспиртами следует считать влажность, соответствующую 10—12%.

2. Пропитка древесины фенолоспиртами значительно влияет на величину удельного давления при прессовании. С ростом содержания смолы в древесине степень прессования уменьшается. При пропитке 10%-ной концентрацией фенолоспиртов максимальная степень прессования составляет 35%, а при пропитке 20, 35 и 50%-ными концентрациями эта величина не превышает 25—30%.

3. При неизменных удельных степень прессования может быть увеличена за счет смазки прессформ или боковых поверх-

Прогрев прессформ с заготовками также способствует увеличению деформации при прессовании.

Литература

[1] П. Н. Хухрянский. Прессование древесины. М., 1964. [2] Н. Г. Нысенко, И. Генель. Пластификация цельной древесины. М.—Л., 1958. [3] В. Г. Матвеев. Пластификация древесины. «Машиностроитель», 1940, № 4—5. [4] П. Н. Хухрянский. Влияние влажности на деформацию древесины сосны. Тр. Ин-та леса АН СССР, М., 1949.

Майко И. П.

ВОДОПОГЛОЩЕНИЕ СТАБИЛИЗИРОВАННОЙ ПРЕССОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ (СПД).

Получаемая в настоящее время прессованная древесина имеет весьма ограниченную водостойкость. Поглощение значительного количества воды прессованной древесиной сопровождается, как правило, полной потерей ее первоначальных форм и размеров, а также снижением физико-механических характеристик.

Введение перед прессованием в древесину фенолоспиртов значительно повышает ее водостойкость.

Для определения влияния степени прессования и количества введенных в древесину фенолоспиртов на водопоглощение СПД были проведены специальные исследования на образцах СПД размером $15 \times 15 \times 22,5$ мм (последний размер вдоль волокон) с различным содержанием отвержденной смолы (пропитка древесины перед прессованием растворами фенолоспиртов 10-20-35 и 50%-ной концентрации). Испытуемые образцы имели степень прессования 15, 25 и 35%, их размеры соответствовали ГОСТу 1629-61.

Высушенные до абсолютно сухого состояния образцы СПД взвешивались на весах ВЛТК-500 с точностью до 0,05 г, затем помещались в воду. В соответствии с ГОСТ 11488-65, образцы через определенные промежутки времени доставались из воды, просушивались промокательной бумагой и взвешивались. Первое взвешивание производилось через 2 ч после погружения образцов в воду, а последующие — через 1, 2, 4, 7, 12, 20, 30