

В.К.Фуки, Е.Н.Кузнецова, Т.Т.Галаева, М.Л.Кербер
(Московский химико-технологический институт)

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ МОДИФИКАЦИИ ЕЕ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫМИ ОЛИГОМЕРАМИ

Рассмотрена пропитка древесины осины, заболони сосны и березы пропитывающим составом на основе карбамидоформальдегидной смолы марки КФ-МТ. Показана возможность пропитки древесины в состоянии высокой влажности. Рассмотрено влияние давления пропитки, содержания сухого остатка смолы в пропитывающем составе и эффективной вязкости на свойства получаемой древесины. Показана близость физико-механических характеристик модифицированной древесины мягких и твердых пород при более низкой плотности.

Модификация древесины мягких пород проводится с целью приближения их физико-механических свойств к свойствам древесины твердых пород, таких, как дуб, бук, ясень.

Все известные в настоящее время способы пропитки древесины предусматривают в основном предварительное высушивание ее до влажности ~ 10...15%. Сушка древесины до такой степени влажности требует больших энергозатрат, а, кроме того, в результате этого процесса происходит сжатие капилляров, что затрудняет последующую пропитку древесины. К тому же известно [1,2], что в присутствии агентов набухания, в том числе воды, появляется возможность проникновения пропитывающего состава в клеточные стенки древесины, что особенно важно для получения материалов с высокой формостабильностью.

Модификации подвергали древесину заболони сосны, березы и осины. В качестве пропитывающего состава были выбраны водорастворимые карбамидоформальдегидные смолы марки КФ-МТ (ГОСТ 14231-78), содержащие специально разработанный отвердитель холодного отверждения [3]. Следует отметить, что отвердитель

позволял регулировать скорость процесса отверждения в достаточно широких пределах, а процесс сушки совмещать с процессом отверждения.

Пропитку проводили способом "давление - вакуум", причем давление оказывали не на систему пропитывающий состав - древесина, а только на древесину. В основу способа были положены упругие свойства древесины во влажном состоянии (для создания давления можно использовать пресс либо валки). Давление прикладывали в направлении, перпендикулярном направлению волокон, при этом из древесины частично выделялись вода и воздух, а затем, после снятия нагрузки, в освобожденные пустоты засасывался пропитывающий состав. Удельное давление пропитки варьировали в достаточно широких пределах (табл. I).

Таблица I

Зависимость содержания сухого остатка смолы в древесине от удельного давления пропитки и влажности исходных образцов

Влажность образцов W, %	Содержание сухого остатка смолы, %, при удельном давлении P, МПа				
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Осина					
65...70	0	14,0	27,0	-	-
85...93	7,0	23,0	30,0	-	-
Свыше 93	26,0	30,0	30,0	33,3	33,3
Сосна					
61...78	-	17,0	19,0	19,0	-
80...89	-	-	22,0	-	28,0
97...120	-	-	44,0	44,0	46,0
Свыше 120	-	-	56,0	61,0	58,0
Береза					
До 70	-	-	21,0	-	-
70...85	20,0	25,0	25,0	22,0	24,0
Свыше 85	-	-	29,0	-	-

Такой диапазон давлений позволял сжимать древесину осины на 50% от первоначальных размеров, сосны - на 35...40, березы - на 25...30; при этом остаточные деформации не превышали

Электронный архив УГЛТУ

5%. Было установлено, что кратность нагружения до 5-ти циклов не приводит к существенному улучшению пропитки, однако может увеличивать остаточную деформацию.

Увеличение удельного давления улучшает пропитку древесины только в случае ее невысокой влажности, а основным параметром, влияющим на содержание сухого остатка в модифицированной древесине, является влажность исходной древесины. Чем выше влажность, тем больше пропитывающего состава набирает древесина в процессе ее модификации. Кроме того, количество поглощенного пропитывающего состава зависит от анатомического строения древесины различных пород, что также подтверждается данными, приведенными в табл. I.

Было установлено, что пропитывающий состав не может заполнить весь объем вытесненной воды. Так как плотности пропитывающего состава (1250 кг/м^3) и воды существенно отличаются, были рассчитаны коэффициенты K_1 и K_2 , указывающие соответственно объемы удаленной воды и поглощенного пропитывающего состава, отнесенные к единице объема пропитываемой древесины. В табл. 2 приведены значения коэффициентов K_1 и K_2 для древесины березы и сосны.

Таблица 2

Замещение воды пропитывающим составом при модификации древесины

Плотность древесины до пропитки ρ , кг/м^3	K_1 удаления воды, %	K_2 поглощения пропитывающего состава, %	$\frac{K_2}{K_1}$, %
Сосна			
До 600	2	0,8	40
670...900	24...36	18...26	72...79
930...1100	51	30...35	67
Береза			
До 850	14	10	71
До 950	24	12	50
Свыше 1000	38...41	18	44...47

Хуже всего удалялась вода из древесины с очень невысокой степенью влажности, а лучше всего - из древесины с очень вы-

сокой влажностью. При этом остаточное содержание воды было большим для древесины с более низкой начальной влажностью. Наблюдаемые явления можно объяснить тем, что у древесины с невысокой влажностью при сжатии вода не удаляется, а перераспределяется по объему. Увеличение содержания воды в древесине способствует раскрытию пор и капилляров, приводя к более полному удалению воды при сжатии и лучшему последующему заполнению древесины пропитывающим составом.

На условия пропитки определенное влияние могут оказывать также параметры пропитывающего состава, такие, как вязкость, содержание сухого остатка в растворе, размеры молекул олигомера и размеры глобул в растворе. В табл.3 приведены данные по изменению содержания сухого остатка смолы в образцах осины в зависимости от вязкости раствора и содержания сухого остатка смолы в пропитывающем растворе. При этом вязкость варьировалась как разбавлением смолы, так и изменением ее молекулярной массы.

Таблица 3

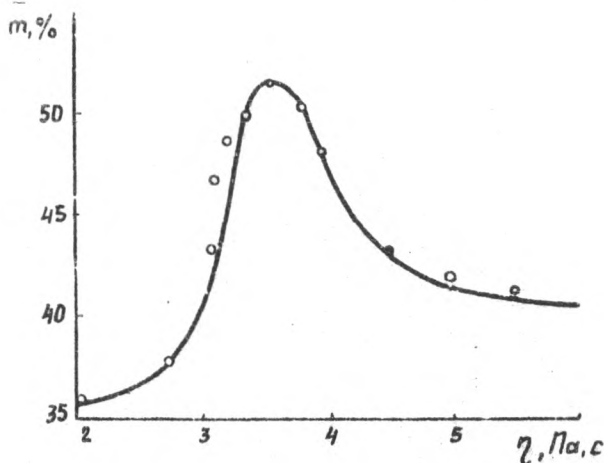
Содержание сухого остатка смолы в модифицированной древесине осины в зависимости от содержания сухого остатка и вязкости пропитывающего состава

Влажность исходной древесины, %	Содержание сухого остатка смолы в образцах древесины, %, при содержании сухого остатка в пропитывающем растворе, %					
	46...48			64...67		
	и вязкости пропитывающего раствора, Па·с					
	0,8	2,42	3,42	1,35	1,56	2,30
До 80	0	0	0	0	0	0
До 90	0	0	0	7	8	9
До 110	15	18	20	18	21	28
До 125	22	28	29	30	38	47
Свыше 125	-	29	29	56	53	54

Количество поглощенного древесиной вещества увеличивается при возрастании эффективной вязкости пропитывающего раствора. Наблюдаемое явление можно объяснить тем, что с увеличением молекулярной массы олигомеров, а также содержания сухого

Электронный архив УГЛТУ

вещества увеличивается поверхностное натяжение смолы, приводящее к возрастанию доли капиллярного поднятия пропитывающего состава в процессе заполнения им древесины. На рисунке приведена зависимость содержания сухого остатка смолы в древесине осины от эффективной вязкости пропитывающего состава (влажность пропитываемой древесины свыше 125%, давление 2,5 МПа).



Зависимость содержания сухого остатка смолы в модифицированной древесине осины от вязкости пропитывающего состава

Уменьшение содержания сухого остатка смолы при увеличении вязкости свыше 3,5 Па·с связано, по-видимому, с закупоркой капилляров древесины крупными агрегатами смолы. Введение поверхностно-активных веществ, уменьшающих поверхностное натяжение до 70% от первоначального, несколько снижает содержание сухого остатка смолы в древесине, что подтверждает высказанное ранее предположение о роли капиллярного поднятия пропитывающего состава при заполнении им древесины.

За равномерностью пропитки следили, измеряя предельную прочность при сжатии вдоль волокон образцов, вырезанных из модифицированной древесины (ГОСТ 4651-78). Было установлено, что в оптимальных для каждой породы древесины режимах пропитки не наблюдается неравномерности в распределении пропитыва-

шего состава по всей длине образцов (0,06 x 0,03 x 0,5 м).

Известно, что между плотностью древесины и ее физико-механическими свойствами существуют следующие зависимости [4]:

- прочность при сжатии вдоль волокон $\sigma = a \cdot \rho^b$
- прочность при сжатии поперек волокон $\sigma = b \cdot \rho^{2,25}$
- боковая твердость $H = c \cdot \rho^{2,25}$

Было установлено, что аналогичные зависимости наблюдаются и для модифицированной древесины. Ниже приведены значения коэффициентов а, в и с для модифицированной и немодифицированной древесины сосны и, для сравнения, для древесины дуба:

$$a \cdot 10^{-3}, \text{ м}^2/\text{с}^2 \quad b, \frac{\text{м}^{4,25}}{\text{кг}^{1,25} \cdot \text{с}^2} \quad c, \frac{\text{м}^{4,25}}{\text{кг}^{1,25} \cdot \text{с}^2}$$

Сосна:

модифицированная	112,9	23,6	250,0
немодифицированная ...	103,3	26,8	160,0
Дуб	84,6	19,7	153,0

В табл.4 приведены прочностные характеристики модифицированной заболони сосны в зависимости от ее плотности.

Таблица 4

Физико-механические характеристики модифицированной
древесины заболони сосны с различной плотностью

Плотность модифицированной древесины ρ , кг/м ³	Содержание сухого остатка полимера, %	Прочность при сжатии вдоль волокон $\sigma \pm 2,0$, МПа	Прочность при сжатии поперек волокон $\sigma \pm 0,3$, МПа	Твердость $H \pm 0,5$, МПа
400	11	44,9	3,4	33,5
460	28	50,7	3,5	44,7
510	42	57,7	5,2	51,7
550	53	63,7	6,3	59,4
сосна 360	0	31,7	3,0	15,9
дуб 650	0	54,3	5,6	44,2

Модифицированная древесина сосны достигает более высоких физико-механических показателей (по сравнению с древесиной дуба) при более низких значениях плотности.

Электронный архив УГЛТУ

Кроме того, варьируя влажность исходной древесины, можно получать модифицированную древесину с заранее заданным комплексом свойств.

Таким образом, модификация древесины в состоянии высокой влажности позволяет пропитывать древесину мягких и малоценных пород и получать композиционные материалы, которые могут заменить в технике твердые, дорогие породы, становящиеся все большей редкостью.

Библиографический список

1. Пауль Э.Э. К вопросу стабилизации размеров древесины фенолоспиртами //Модификация древесины синтетическими полимерами. Минск, 1973. С. 41-45.

2. Синюков Н.П. Характер разбухания микросрезов березы и сосны при пропитке фенолоспиртами//Модификация древесины синтетическими полимерами. Минск, 1979. С. 46-50.

3. А.с.1268593 СССР. Полимерная композиция для пропитки древесины/Т.Т.Галаева, В.К.Фуки, Е.В.Смирнова, О.В.Ефремычева, М.Л.Кербер, М.С.Акутин (СССР)//Открытия. Изобретения. 1986. № 41.

4. Справочное руководство по древесине: Пер. с англ.М.: Лесн.пром-сть, 1979. 543 с.

Материал поступил в
редколлегию 16.12.90.