

- Б. Луговых Ю.М. Изучение процессов, присходящих в пресс-материалах при их трансформации в лигноуглеводные древесные пластики: [Дисс. на соиск. учен. степени канд. техн. наук]. - Свердловск, 1974 (Уральский лесотехнический институт).

УДК 674.8-41.047

Ю.М.Зельдин, И.А.Вахрушева,  
И.А.Кулиничева  
(Уральский лесотехнический  
институт им. Ленинского ком-  
сомола)

## К ВОПРОСУ О ГИСТЕРЕЗИСЕ ЛИГНОУГЛЕВОДНЫХ ДРЕ- ВЕСНЫХ ПЛАСТИКОВ

В предыдущем сообщении [1] излагались результаты исследований сорбционной способности пластиков из древесных частиц хвойных пород и исходной древесины. Были приведены изотермы сорбции и десорбции этих материалов. В настоящей работе на основе тех же экспериментальных данных рассматриваются некоторые (в основном теоретические) вопросы, связанные с гистерезисом сорбции.

Величина гистерезиса характеризуется обычно шириной гистерезисной петли. Возникновение гистерезиса различные авторы объясняют по-разному. Некоторые из них - присутствием воздуха при адсорбции, другие - неодинаковыми углами смачивания при сорбции и десорбции или различным количеством сорбционных центров вследствие разрыва водородных связей. Играет также роль степень агрегации макромолекул. От-

дельные исследователи полагают, что причиной появления гистерезиса сорбции является возникновение внутренних напряжений [2].

В табл. 1 приведены экспериментальные данные, характеризующие зависимость ширины гистерезисной петли лигноуглеводных пластиков (ЛУДП) и древесины от относительной влажности воздуха. Анализируя данные табл. 1, можно констатировать следующее.

1. У всех исследованных материалов в условиях данных опытов обнаруживается петля гистерезиса, величина которой зависит от относительной влажности воздуха. При низких значениях  $U$  она меньше, а по мере увеличения относительной влажности воздуха возрастает, достигая, как правило, максимального значения при  $U = 60\%$ , после чего снова несколько понижается.

2. Величина гистерезиса почти не зависит от породы древесины, в сильной степени на нее оказывает влияние предшествующая образцу  $U$  пластиков, после прессования кондиционированных в комнатных условиях в течение 30 сут, величина гистерезисной петли наименьшая и составляет при  $U = 60\%$  для ЛУДП из древесных частиц лиственницы  $0,1\%$ , а для пластиков из сосны -  $0,2\%$ . Если плиты после кондиционирования подвергались сушке (при  $t = 100 \pm 3^\circ\text{C}$ ) до абсолютно сухого состояния, то величина гистерезиса резко возрастает и при  $U = 60\%$  достигает  $2,1 - 2,0\%$ . У плит, которые кондиционировались в камере при  $t = 40^\circ\text{C}$  и  $U = 30\%$  в течение 3 сут, гистерезис еще больше -  $3,4 - 3,0\%$ . Пластики, эксплуатировавшиеся в течение 10 лет в качестве покрытия чистого пола, также обнаруживают повышенную величину гистерезиса. У ЛУДП, облицованных шпоном и отделанных лаком, он в большинстве случаев выше  $2\%$ . Если сравнивать пластики с одинаковой отделкой, но находившиеся в течение 6 лет на складе и в покрытиях полов, то величина гистерезиса больше у ЛУДП, бывших в эксплуатации. Изменение ширины гистерезисной петли происходит в основном за счет изменения влажности материала в период сорбции (для десорбции оно незначительно) [1]. Поскольку этот процесс наблюдается во всем диапазоне значений  $U$ ,

# Электронный архив УГЛТУ

Таблица 1

Зависимость ширины петли гистерезиса ЛУДП и древесины от относительной влажности воздуха

Материал	Ширина петли гистерезиса при относительной влажности воздуха $U$ , %				
	5	20	40	60	80
Лиственница					
Древесина свежесрубленная	1,9	2,0	2,3	2,5	2,1
Пластики после кондиционирования и сушки при $t = 100^{\circ}\text{C}$ до абсолютно сухого состояния	1,8	1,9	2,1	2,2	2,1
Пластики после кондиционирования в комнатных условиях в течение 30 сут	0,1	0,2	0,5	0,1	0,3
ЛУДП после кондиционирования в камере	0,7	1,1	2,1	3,4	2,5
ЛУДП после 10 лет эксплуатации в покрытиях полов	2,0	2,0	2,1	1,8	1,5
Сосна					
Древесина свежесрубленная	1,4	2,0	2,1	2,2	2,2
Пластики после кондиционирования в комнатных условиях	0,2	0,3	0,3	0,2	0,5
Пластики после кондиционирования в камере	-	1,2	2,0	3,0	3,0
Еловые лесосечные отходы					
ЛУДП, облицованные шпоном, после 6 лет эксплуатации	-	2,6	2,6	2,3	1,2
То же, выдержанные 6 лет на складе	-	2,3	2,4	2,2	3,8
Пластики необлицованные, после 7 лет эксплуатации в покрытиях полов	-	2,1	1,7	2,3	2,0

то вряд ли можно появление гистерезиса трактовать только одной из указанных выше причин. Вероятнее всего, он объясняется совокупностью изменений, происходящих при сорбции в молекулярном строении, надмолекулярной структуре и микростроении материала.

В процессе сорбции с увеличением количества сорбированной воды происходит постепенный разрыв межмолекулярных и внутримолекулярных водородных связей между гидроксильными группами с последующим насыщением освободившихся связей молекулами воды. В образовании водородных связей могут участвовать и другие кислородные атомы, например, пиранового кольца и глюкозидные связи целлюлозы. В лигнине межмолекулярные связи образуют гомогенное поле вторичных валентностей [2]. Этими явлениями можно объяснить тот факт, что при низких значениях  $U$  (5-20 %) увеличение количества сорбированной воды происходит за счет появления новых сорбционных центров. Все это вызывает изменения и в надмолекулярной структуре материала. Существует мнение [2], что в сухой клеточной стенке субмикроскопические пустоты и поры составляют 1-2 %, и поэтому ее плотность не отличается от плотности древесинного вещества. Система же субмикроскопических капилляров практически образуется только при набухании. В отличие от объема субмикроскопических капилляров внутренняя поверхность увеличивается непропорционально степени набухания. Это связано с тем, что при дальнейшем набухании больше не образуются дополнительные капилляры, а только расширяются существующие.

Затем (при  $U = 40-60$  %) возрастание влажности происходит за счет значительного роста внутренней поверхности системы субмикроскопических капилляров, и при  $U = 60$  % влажность в процессе сорбции растет быстрее, что и влияет на ширину гистерезисной петли. Наконец, при  $U = 80$  % количество сорбированной воды возрастает за счет конденсации, связанной с увеличением размеров микрокапилляров.

Образование и разрыв водородных связей облегчает деформацию системы, но при уменьшении влажности ведет к появлению внутренних напряжений, которые фиксируются в материале. Увеличению напряжений при десорбции способствует разлечение реоло-

гических свойств между изотропной матрицей и микрофибриллами целлюлозы. Вследствие этих напряжений отчасти сохраняется структура, достигнутая в материале при максимальном насыщении. Чем выше напряжения, тем в большей мере сохраняется структура насыщенного состояния. Поэтому влажность в процессе десорбции более стабильна, а ширина петли гистерезиса изменяется в основном за счет изменения влажности в процессе сорбции.

Известно, что из всех слагающих пред историю древесины обработок наибольшее значение имеют параметры сушки. Менее всего на свойствах древесины сказывается сушка при комнатных условиях. Это подтверждается и нашими опытами. Так, наибольшая ширина гистерезисной петли (3,4 – 3,0 %) на всем диапазоне изменения  $\int$  наблюдается у пластиков, кондиционированных в камере, а наименьшая (0,1 – 0,2 %) – у плит, кондиционированных в комнатных условиях.

Поскольку от режима сушки зависит величина напряжений в материале, то с нашей точки зрения, представляло интерес исследование зависимости гистерезиса от этих напряжений. Методика определения внутренних напряжений для различных видов пластиков в зависимости от режимов кондиционирования подробно изложена в работе [3]. Для выяснения вопроса о влиянии напряжений в исследуемом материале на величину гистерезиса были взяты пластики из древесных частиц сосны и лиственницы, кондиционированные в комнатных условиях и в камере. Соответствующие данные представлены в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что в исследованных пластиках внутренние напряжения в центральном слое больше, чем в промежуточных слоях. Напряжения больше у пластиков, кондиционированных в камере. Особенно это касается слоев поверхностных и центрального, где величина их почти в 2 раза выше, а ширина гистерезисной петли у этих пластиков на один порядок так же выше.

## ВЫВОДЫ

Установлено, что ширина гистерезисной петли зависит от относительной влажности воздуха и изменяется на всем исследуемом диапазоне  $\int$ . Это значит, что в процессе сорбции и

Таблица 2

Ширина гистерезисной петли и внутренние напряжения  
пластиков (при  $\varphi = 60\%$ )

материал	Ширина гистерезисной петли, %	Внутренние напряжения в плитах, МПа		
		поверхностные слои	промежуточные слои	центральный слой
Пластики из древесных частиц лиственницы после кондиционирования в комнатных условиях в течение 30 сут	0,1	+0,76	-0,40	-0,60
То же, кондиционированные в камере ( $t = 40^\circ\text{C}$ ; $\varphi = 60\%$ ) в течение 3 сут	3,4	+1,40	-0,47	-1,31
ЛДДФ из древесных частиц сосны, кондиционированные в комнатных условиях (30 сут)	0,2	+0,85	-0,35	-0,72
То же, кондиционированные в камере ( $t = 40^\circ\text{C}$ , $\varphi = 60\%$ ) в течение 3 сут	3,0	+1,20	-0,42	-1,14

десорбции изменяется и адсорбционная, и микрокапиллярная влага. Величина гистерезиса мало зависит от породы древесины, но в значительной степени – от режимов кондиционирования и внутренних напряжений, возникающих в процессе предварительной обработки. Последнее обстоятельство имеет и практическое значение, так как чем больше будут внутренние напряжения в материале, тем больше гистерезис, больше колебания влажности в процессе эксплуатации и формоизменяемость пластиков.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Вахрушева И.А., Зельдин Ю.М. Исследование сорбционной спо-

# Электронный архив УГЛТУ

- способности пластиков из древесных частиц хвойных пород без добавления связующих. - В сб.: Технология древесных плит и пластиков. - Свердловск, 1979, вып. 6.
2. Клеточная стенка древесины и ее изменения при химическом воздействии. / Под ред. Сергеевой В.Н. - Рига, 1972.
  3. Кулиничева И.А. Разработка низкотемпературных режимных параметров кондиционирования лигноуглеводных древесных пластиков: Автореферат дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. - Свердловск, 1971 (Уральский лесотехнический институт).

УДК 678.033.(088)

И.В.Чарина, О.Ф.Исаева,  
Е.А.Кудряшова  
(Уральский лесотехнический институт им. Ленинского комсомола)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСТРАГИРОВАННОЙ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ДЛЯ ПРЕСС-ПОРОШКОВ

Вопросу роли компонентов древесного комплекса в прессовочных композициях с древесным наполнителем не уделяется должного внимания. Можно полагать, что ряд технологических и физико-механических свойств фенопластов и прессовочных композиций на основе древесного наполнителя зависят от компонентного состава последнего.

В данной работе изучали влияние водорастворимых веществ древесины хвойных пород, преимущественно используемых для фенопластов.

К водорастворимым компонентам относятся крахмал, пек-