

# Электронный архив УГЛТУ

Министерство высшего и среднего специального  
образования РСФСР

Г О Л О В Н О Й   С О В Е Т  
лесной, целлюлозно-бумажной и деревообраба-  
тывающей промышленности и лесного хозяйства

Уральский политехнический институт  
им. С.М. Кирова

Уральский лесотехнический институт

ТЕХНОЛОГИЯ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ И ПЛАСТИКОВ

Выпуск III

Междувузовский сборник

УДК 674.8

Технология древесных плит и пластиков. Межвузовский сборник. Вып. III. Свердловск, изд. УПИ им. С. М. Кирова, 1976, с. 158.

В сборнике рассматриваются вопросы теории и практики получения и свойства пластиков и плит из древесных частиц или других одревесневших растительных остатков без добавления и с добавлением связующих или химических модификаторов. Приводятся результаты изучения сущности химических преобразований, происходящих при изготовлении пластиков с применением физических методов: ИК-спектроскопии, рентгенографии.

Рассмотрен и рекомендован Головным Советом вузов по лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности и лесному хозяйству.

Редакционная коллегия

проф. Н. Я. Солечник (отв. редактор), проф. В. Н. Петри (зам. отв. редактора), доц. А. А. Эльберт, доц. А. А. Леонович, доц. И. А. Вахрушева, доц. А. П. Берсеньев, доц. В. Г. Дедюхин.

© Уральский лесотехнический институт, 1976.

## Предисловие

Предлагаемый вниманию читателей сборник "Технология древесных плит и пластиков" составлен из статей научно-педагогических работников различных вузов и научно-исследовательских институтов. В нем анализируются вопросы теории и практики получения и свойства пластиков из древесных частиц, частиц некоторых других одревесневших растительных остатков (неизмельченной) древесины.

Авторы статей сообщают экспериментальные данные о плитах и пластиках, в которых склеивание древесных частиц производится различными по составу и свойствам связующими, об активации процессов трансформации древесного прессматериала в пластик путем добавления различных веществ и составов, анализируются экспериментальные данные тех процессов, которые происходят в древесных прессматериалах и прессматериалах из одревесневших остатков однолетних растений при их переработке в лигноуглеводные пластики. В сборнике анализируются данные об использовании древесной коры и частично сгнившей древесины для значительного улучшения технических свойств ЛУДП, рассматриваются особенности получения ЛУДП из некоторых конкретных видов сырья (в том числе - из дробленой рисовой соломы и цельной древесины ольхи и липы.)

В ряде статей приводятся данные о возможности сепарации древесных частиц при их обработке в газомеханическом псевдоожиженном слое, анализируются результаты опытов по облицовке различными методами плит из древесных частиц бумагой и шпоном, сообщается ряд сведений о планировании и результатах опытов по кондиционированию ЛУДП, приводятся данные об интенсификации процессов склеивания фанеры за счет применения вакуумотсоса и дается кинематический анализ и расчет рычажного механизма для одновременного смыкания плит многоступенчатых гидравлических процессов, а также исследуются закономерности деформирования измельченной древесины, стабильности во времени свойств ЛУДП в эксплуатирующихся изделиях, акустических и звукоизоляционных свойствах некоторых плитных материалов и конструкций из них, результатах некоторых специфических механических испытаний плит, их термическом сжатии при охлаждении, биостойкости.

УДК 674.815-41

В.П. Жуков

(Воронежский лесотехнический институт)

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ СТРУЖЕЧНО-КЛЕЕВОЙ МАССЫ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА ДСП И ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПРОПИТКИ НА ПРОЧНОСТЬ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Известно, что условия и продолжительность пропитки при склеивании с высоким расходом связующего, например, фанеры, массивной древесины влияют на результаты склеивания, особенно на прочность клеевых соединений. Полученные закономерности без достаточных оснований целиком переносятся и на склеивание древесных частиц при изготовлении стружечных плит. Не учитываются специфические условия склеивания древесных частиц и прежде всего меньший расход связующего.

В настоящее время производство стружечных плит резко возросло, что влияет на изменение условий и продолжительность пропитки связующим стружек.

Изучение условий пропитки ограничивалось температурой и продолжительностью ее. Диапазон значения температуры принимался, исходя из имеющей место температуры стружечно-клеевой массы в летний и зимний период на технологических линиях по производству стружечных плит на предприятиях, расположенных в различных климатических зонах и в пределах, существующих на производстве.

Прочность клеевых соединений определялась на образцах строганого шпона, склеенного при различных давлениях, но при одной и той же температуре и оптимальной продолжительности выдержки, различной для разных пород, чтобы исключить влияние на прочность клеевых соединений других факторов, установленных в работах [1,2]. Образцы с нанесенным на них клеем выдержива-

# Электронный архив УГЛТУ

лись в стружечной массе заданной температуры при соответствующей влажности.

Температура стружек на различных технологических этапах изучалась на Апшеронском ДОКе, Пинском ЦДО, Поволжском фанерном комбинате, Шатурском и Электрогорском мебельных комбинатах; продолжительность отдельных технологических этапов на Апшеронском ДОКе, Поволжском фанерном комбинате и на Пинском ЦДО.

Значение температуры на отдельных технологических этапах приводится в таблице.

Температура стружечной и стружечно-клеевой массы по этапам технологического процесса , °С

Этапы технологического процесса	Предприятия			
	Поволжский ФМК, июнь 1973г.	Апшеронский ДОК, июль 1973 г.	Пинское ЦДО, июль 1974 г.	Шатурский МК, июль 1974 г.
На выходе из сушилки	94/96	84/92	-	-
Перед смесителем	60-62/70-72	-	56/58	65,5/65
После смесителя	48/56	42/48	42/48	-
Перед формирующей машиной	42/48	32/34	40/45	35,1/36,1
В стружечном ковре:				
после формирования	32	29/31	28/30	33,5/34,1
перед загрузкой в этажерку	34	38	32	-
Перед загрузкой в пресс:				
в верхних этажах	34	42	-	-
в нижних этажах	35	49	38	-

Из таблицы и рис.1 следует, что перед входом в смеситель стружка имеет температуру 62°С для наружного слоя и 72°С для внутреннего. Температура стружечно-клеевой массы по выходу из смесителя соответственно равна 48 и 56°С, перед загрузкой в пресс-36 и 37°С.

В программу исследования влияния температуры пропитки на прочность клеевых соединений включены температуры: 20, 40, 50,

60 и 70°C, что предусматривает возможный рост температуры при дальнейшей интенсификации процесса.

Давление при склеивании 0,25; 2; 3 и 5 МПа. Образцы изготовлялись из древесины березы, лиственницы, осины, граба, бука, тополя, сосны (заболони), ели, ольхи, липы.

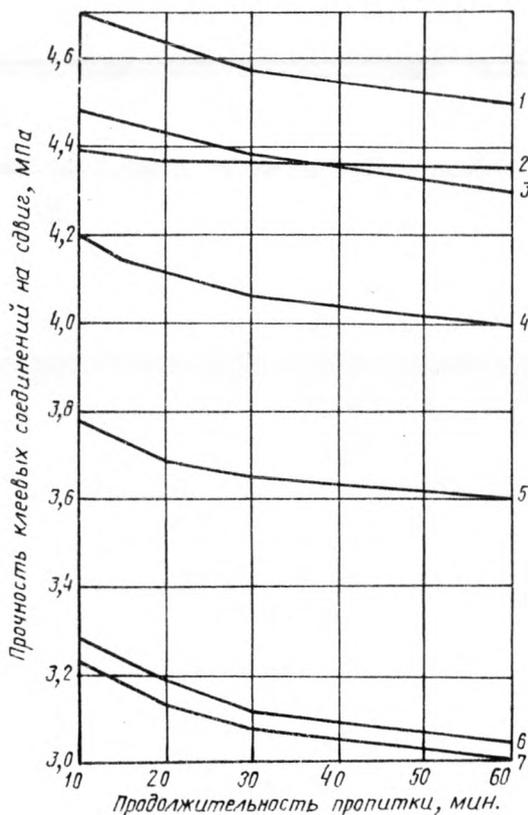


Рис. 1. Прочность клеевых соединений в зависимости от продолжительности пропитки образцов из древесины: 1 - граба; 2 - лиственницы; 3 - бука; 4 - березы; 5 - ольхи; 6 - тополя; 7 - ели; при давлении склеивания 2,0 МПа; расходе связующего 6 г/м<sup>2</sup>.

Результаты исследований влияния продолжительности пропитки при температуре  $20^{\circ}\text{C}$  на прочность клеевых соединений, сформированных при давлении прессования 2 МПа, температуре  $160^{\circ}\text{C}$  и продолжительности выдержки 90 с, образцов, изготовленных из древесины различных пород, приводятся на рис.2.

Как видно из рис.1, снижение прочности происходит главным образом за первые 30 мин пропитки, при этом абсолютное ее значение почти одинаково для всех пород за исключением лиственницы и составляет от 0,13 до 0,2 МПа. Образцы, склеиваемые из лиственницы, практически не потеряли своей прочности.

Относительная потеря прочности составила для большинства пород около 3%, для ели и тополя от 5 до 6%.

Таким образом, продолжительность пропитки стружечно-клеевой массы при нормальной температуре практически не сказывается на прочности клеевых соединений при давлении склеивания 2 МПа.

На рис.2 показано влияние продолжительности пропитки на прочность клеевых соединений, полученных при давлении склеивания 0,25 МПа и температуре  $20^{\circ}\text{C}$  для древесины лиственницы (1), ольхи (5) и березы (10). При данном давлении склеивания продолжительность пропитки значительно влияет на прочность клеевых соединений. За 60 мин пропитки потеря прочности составляла при склеивании лиственницы 0,2 МПа, березы - 0,27 МПа, ольхи - 0,52 МПа, относительная потеря прочности соответственно равна 12, 16 и 40%. При продолжительности пропитки 30 мин относительная потеря прочности для лиственницы - 4%, березы - 10%, ольхи - 18%. Этим уже нельзя пренебрегать при организации технологического процесса склеивания.

Еще в большей степени продолжительность пропитки сказывается на прочности клеевых соединений при повышенной температуре пропитки (рис.2,3). При температуре стружечной массы  $70^{\circ}\text{C}$ , продолжительности пропитки 60 мин. и давлении при склеивании 0,25 МПа снижение прочности клеевых соединений достигает при склеивании лиственницы - 0,46 МПа или 28%, березы - 0,93 МПа или 57%, ольхи - 0,95 МПа или 73%.

При температуре  $50^{\circ}\text{C}$ , что соответствует средней темпера-

туре стружечной массы, наблюдаемой сейчас на производстве, прочность снижается за 30 мин пропитки для лиственницы -  $(1,66-1,35) = 0,31$  МПа или 19%, березы -  $(1,63-1,14) = 0,49$  МПа или 30%, ольхи -  $(1,29-0,71) = 0,58$  МПа или 45%.

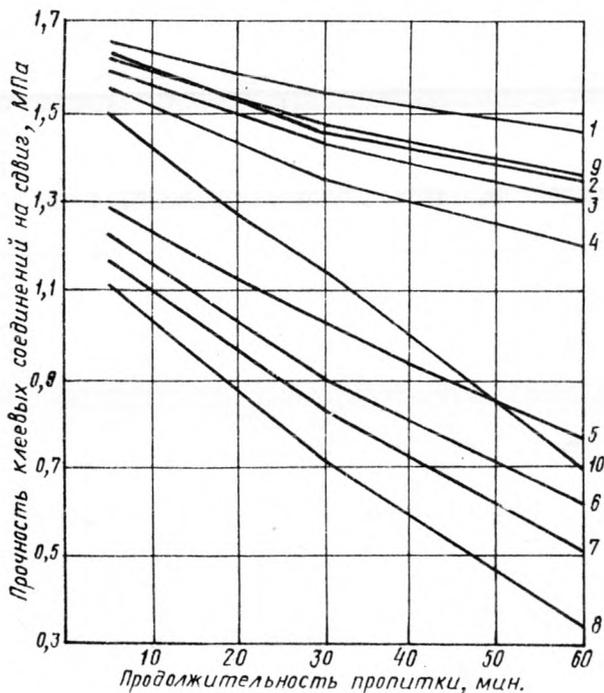


Рис. 2. Прочность клеевых соединений в зависимости от продолжительности пропитки при различной температуре: 1, 2, 3, 4 - образцов из древесины лиственницы, соответственно при 20; 50; 60; 70°C; 5, 6, 7, 8 - то же ольхи; 9, 10 - из древесины березы при 20 и 70°C. Давление склеивания 0,25 МПа, расход связующего 6 г/м<sup>2</sup>.

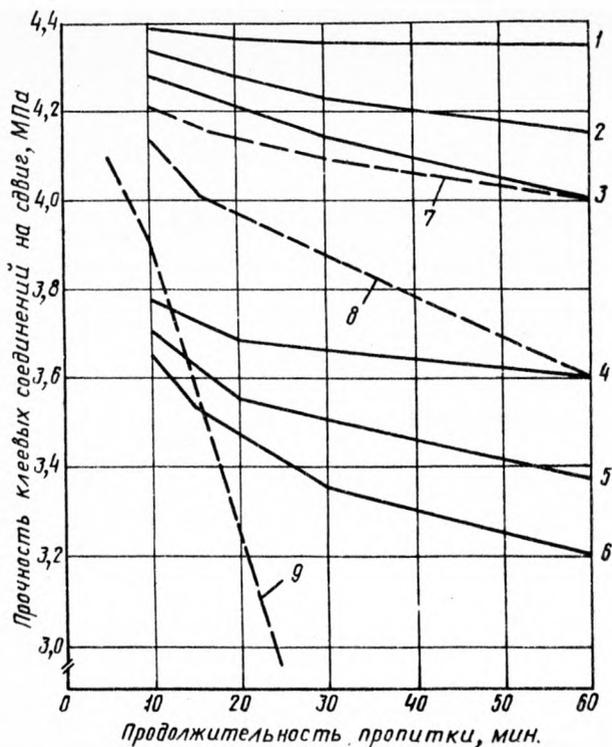


Рис. 3. Прочность клеевых соединений в зависимости от продолжительности пропитки при различной температуре: 1, 2, 3 - образцов из древесины лиственницы при температуре соответственно 20; 50; 70°С; 4, 5, 6 - то же ольхи; 7, 8, 9 - из древесины березы при температуре соответственно 20, 70, 80°С. Давление при склеивании 2 МПа. Расход связующего 6 г/м<sup>2</sup>.

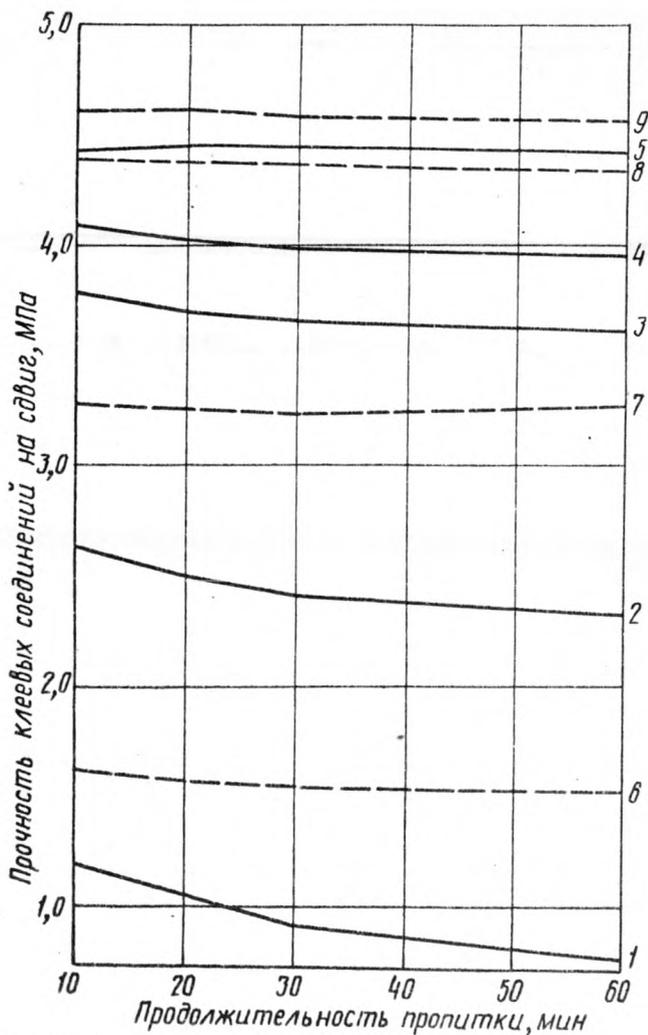


Рис. 4. Прочность клеевых соединений в зависимости от продолжительности пропитки при разном давлении склеивания: 1,2,3,4,5 - ольхи при давлении соответственно 0,25; 1,0; 2,0; 3,0; 5,0 МПа; 6,7,8,9 - лиственницы при давлении соответственно 0,25; 1,0; 2,0; 3,0 МПа.

При давлении склеивания 2,0 МПа снижение прочности наблюдается значительно меньше и при температуре стружечной массы 70°C и продолжительности пропитки 30 и 60 мин для лиственницы составляет соответственно 0,33; 0,38 МПа или 8 и 8,6%, березы - 0,35; 0,64 МПа или 8,4 и 15,2%, ольхи - 0,43; 0,58 МПа или 11 и 15%.

Влияние давления при склеивании показано на рис.4. С увеличением давления влияние пропитки на прочность склеивания снижается.

## В ы в о д ы

Продолжительность пропитки при повышенных температурах стружечно-клеевой массы заметно влияет на прочность клеевых соединений. Снижение прочности при этом происходит не только за счет впитывания и, следовательно, частичного неучастия связующего в склеивании, но также за счет отверждения некоторой части связующего до запрессовки в горячем прессе. В связи с дальнейшей интенсификацией процесса производства ДСП на существующих линиях, что приведет к дальнейшему повышению температуры стружечно-клеевой массы, это должно учитываться в организации технологического процесса.

## Литература

1. Ж у к о в В. П. Способность склеивания древесины различных пород при малом расходе связующего. "Строительство и архитектура", 1974, № 11.
2. Ж у к о в В. П. Исследование влияния температуры и продолжительности выдержки при прессовании и акклиматизации на прочность клеевых соединений при малом расходе связующего. В сб. "Древесные плиты и пластики". Свердловск, изд. УЛТИ, 1973. (Тр. УЛТИ, вып. 30).

УДК 674.815-41

В. П. Жуков, А. А. Филонов,  
Т. П. Белова, А. А. Щербинин  
(Воронежский лесотехнический институт)

## РАСХОД СВЯЗУЩЕГО В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ С МЕЛКОСТРУКТУРНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

К древесностружечным плитам, предназначенным для облицовывания синтетическим шпоном и имитационной отделки методом печати, предъявляется ряд требований, главным из которых является малая шероховатость (не ниже 8-9 классов по ГОСТ 7016-68). ВНИИДревом разработана технология производства древесностружечных плит с мелкоструктурной поверхностью, отвечающая указанным требованиям.

Для изготовления наружных слоев в таких плитах используют мелкие древесные частицы, полученные путем размола на зубчато-ситовых мельницах. При размоле форма и размеры получаемых частиц в значительной степени зависят от породы древесины при одинаковых условиях изготовления. Так при размоле с использованием сита № 4 древесины ольхи и березы получают частицы, имеющие форму мелких крупинок и содержащие большое количество пыли. Частицы из древесины липы и осины, при тех же условиях изготовления, приобретают волокнистую форму, а из ели и сосны - игольчатую. Если учесть, что размеры и форма частиц оказывают большое влияние на физико-механические свойства плит (вследствие разного удельного расхода связующего, послойной плотности плит, степени контактирования и переплетения частиц между собой), то расход связующего, принятый в настоящее время в производстве трехслойных плит из древесины разных пород, должен быть пересмотрен с учетом этих факторов.

По заданию объединения Союзнауцплитпром Воронежским лесотехническим институтом проведены исследования по определению оптимального содержания связующего при производстве плит с мелкоструктурной поверхностью из древесины разных пород. В

качестве связующего в опытах использовалась смола УКС. Стружка наружных слоев изготавливалась на зубчато-ситовой мельнице (сито № 4) из технологической щепы, полученной из дровяной древесины на рубительной машине МРН-2Б, стружка внутреннего слоя на станке ДС-3 из технологической щепы. Плиты толщиной 20,5 мм прессовались в горячем гидравлическом прессе при условиях:

продолжительность посадки плит пресса на дистанционные планки, мин.....	1,5
продолжительность прессования, мин.....	8
температура плит пресса, °С.....	160

После прессования плиты выдерживались в течение 5 сут. на прокладках, а затем шлифовались на станке ШЛЗЦ-В до толщины 19 мм.

Исследовалось влияние на физико-механические свойства плит следующих факторов: содержания связующего в наружном и внутреннем слое и плотности плит. Для реализации был принят полный факторный эксперимент 2<sup>3</sup>. Оптимальное содержание связующего в наружных и внутреннем слоях плит устанавливалось из расчета получения плит, имеющих предел прочности при статическом изгибе не менее 20 МПа и при растяжении перпендикулярно пласти не менее 0,35 МПа и разбухание не более 20%, что соответствует требованиям, которые предъявляются к плитам, предназначенным для имитационной отделки методом печати. При этом вышеприведенные значения корректировались с учетом разброса показаний в параллельных опытах, а также путем введения поправочных коэффициентов, учитывающих разницу изготовления плит в лабораторных и производственных условиях.

С целью определения поправочных коэффициентов были изготовлены партии плит при одинаковых условиях в цехе древесностружечных плит Шатурского мебельного комбината и в лаборатории института. Для плит в том и другом случае использовалась стружка из древесины смешанных пород, применяемых на Шатурском мебельном комбинате. Плиты изготавливались по режиму, действующему на производстве. Предел прочности при статическом изгибе у лабораторных плит выше, чем у производственных на 3%, предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти - на 8%.

После корректировки получены следующие значения прочност-

ных показателей плит:

предел прочности при статическом изгибе  
не менее 23 МПа;

предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти не менее 0,5 МПа.

На основании результатов исследований были получены уравнения, выражающие зависимости предела прочности при статическом изгибе и растяжении перпендикулярно пласти, а также разбухания от содержания связующего в наружном и внутреннем слоях плит, их плотности. Анализ полученных зависимостей показал, что наибольшее влияние на величину разбухания плит оказывает содержание связующего во внутреннем слое и наименьшее - плотность плит, что характерно для всех изученных пород древесины.

Величина предела прочности при растяжении перпендикулярно пласти также в основном определяется содержанием связующего во внутреннем слое. Исключение составляют плиты из ольхи, у которых этот показатель определяется в равной степени содержанием связующего во внутреннем и наружном слоях. Разрушение при испытаниях плит из ольхи происходило по наружному слою, в то время как плиты из древесины всех других пород всегда разрушались по внутреннему слою. Разрушение плит из ольхи по наружному слою вызвано малыми размерами и пылевидной формой частиц наружного слоя, для осмоления которых требуется повышенный расход связующего.

По степени влияния данных факторов на величину предела прочности при статическом изгибе рассматриваемые породы могут быть разделены на 3 группы. К первой группе относятся сосна, ель, ольха. У плит из древесины этих пород предел прочности при статическом изгибе в наибольшей степени зависит от плотности плит, в наименьшей - от содержания связующего во внутреннем слое. Ко второй группе относится береза. Наибольшее влияние на прочность при статическом изгибе плит из березы оказывает содержание связующего в наружном слое, наименьшее - во внутреннем. По всей вероятности, в эту группу войдут в основном породы с плотной древесиной, обладающей высокой прочностью.

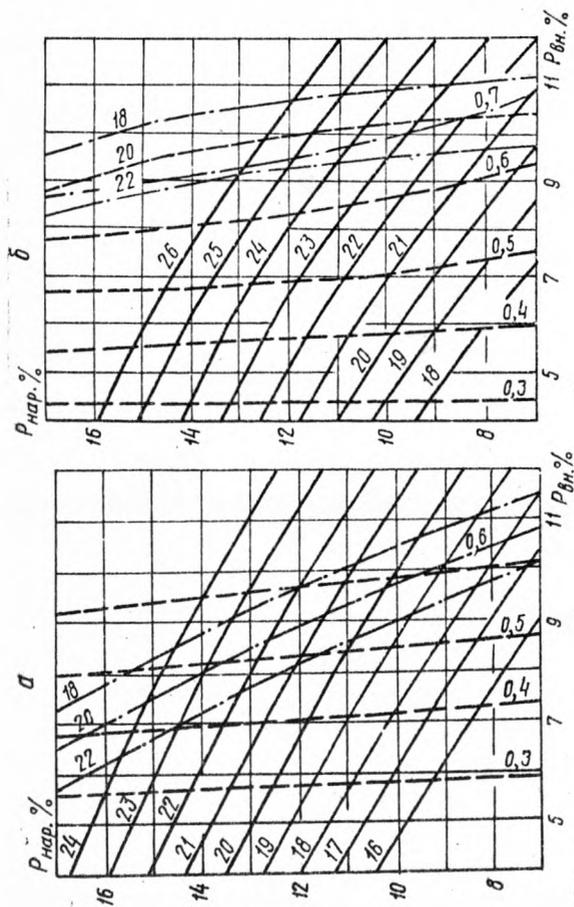


Рис. 1. Влияние содержания связующего на физико-механические свойства плит:  
 а - плотность плит 650 кг/м<sup>3</sup>; б - то же 700 кг/м<sup>3</sup>  
 — предел прочности при статическом изгибе, МПа;  
 ---- предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти, МПа;  
 -.-. разбухание по толщине, %.

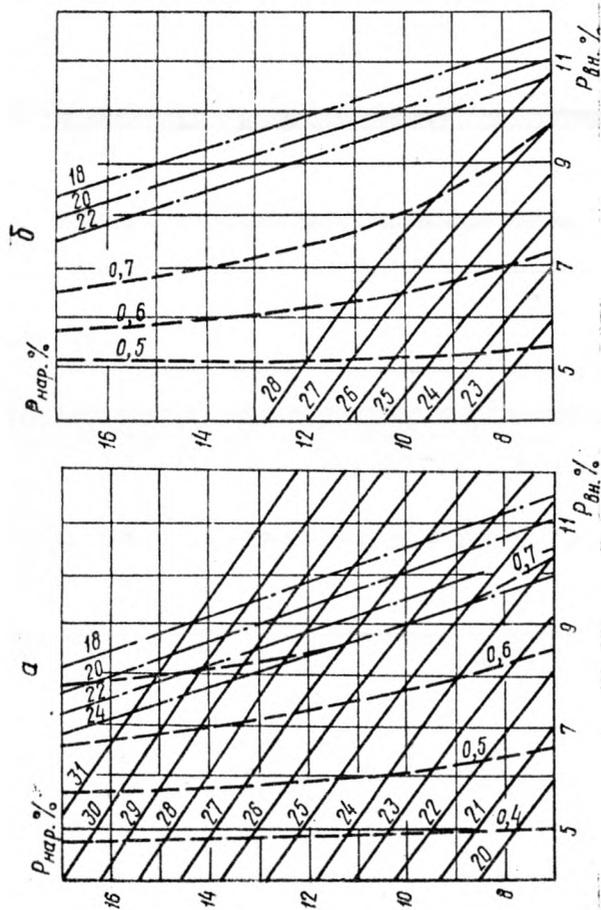


Рис. 2. Влияние содержания связующего на физико-механические свойства плит:  
 а - плотность плит 750 кг/м<sup>3</sup>; б - то же 800 кг/м<sup>3</sup>;  
 — предел прочности при статическом изгибе, МПа;  
 --- предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти, МПа;  
 -.-.- разбухание по толщине, %.

К третьей группе относятся осина и липа. На величину предела прочности при статическом изгибе плит из этих пород основное влияние оказывает содержание связующего во внутреннем слое и наименьшее - в наружном. Плиты из осины и липы имеют наружные слои, обладающие высокой прочностью, и слабые внутренние слои (при испытаниях на изгиб разрушение вначале происходит по внутреннему слою). Низкая прочность внутренних слоев объясняется невысокой способностью к склеиванию древесины осины и липы, а высокая прочность наружных слоев - волокнистой формой частиц наружного слоя и способностью хорошо уплотняться.

Уже при небольшом содержании связующего прочность наружных слоев у плит из осины достигает высоких значений, и разрушение происходит по внутреннему слою, поэтому для увеличения прочности при изгибе в этом случае необходимо увеличивать в первую очередь содержание связующего во внутреннем слое.

На рис. 1, 2 приведены совмещенные графики зависимости физико-механических показателей плит из древесины березы от содержания связующего в наружных и внутреннем слоях. Аналогичные графики построены для всех изучаемых пород древесины. На основании этих графиков получены оптимальные значения содержания связующего в наружных и внутреннем слоях плит

Содержание связующего в наружных и внутреннем слоях плит

Порода древесины	Оптимальное содержание связующего (%) при плотности плит							
	650 кг/м <sup>3</sup>		700 кг/м <sup>3</sup>		750 кг/м <sup>3</sup>		800 кг/м <sup>3</sup>	
	наружный	внутренний	наружный	внутренний	наружный	внутренний	наружный	внутренний
Сосна	13,2	8,0	9,0	10,0	9,5	10,5	8,0	11,0
Осина	8,0	10,0	8,0	10,0	8,0	10,0	8,0	10,5
Береза	13,7	8,2	10,3	9,3	8,0	10,4	8,0	10,8
Ель	14,3	8,7	9,0	10,5	8,0	11,5	8,0	12,2
Ольха	18,5	5,3	10,8	9,0	8,0	10,0	8,0	10,5
Липа	-	-	-	-	14,0	12,0	13,5	12,0

Из таблицы видно, что с увеличением плотности плит от 650 кг/м<sup>3</sup> до 700 кг/м<sup>3</sup> наблюдается резкое снижение содержания

связующего в наружном слое. Содержание связующего во внутреннем слое, напротив, с увеличением объемной массы плит возрастает. Это объясняется следующим. При плотности плит, равной  $650 \text{ кг/м}^3$ , оптимальное содержание связующего определяется прочностными показателями плит, в то время как разбухание плит относительно невелико. С увеличением плотности плит увеличиваются как прочностные показатели, так и разбухание, и оптимальное содержание связующего уже определяется величиной разбухания по толщине.

В настоящее время подавляющее большинство заводов по производству древесностружечных плит работает на смешанном сырье. Поэтому содержание связующего должно определяться для каждого завода как средневзвешенное по формулам:

$$\Pi_n = \sum_{i=1}^N n_i \Pi_{ni} ,$$

$$\Pi_{вн} = \sum_{i=1}^N n_i \Pi_{вни} ,$$

где  $n_i$  — доля  $i$ -ой породы древесины;  
 $\Pi_{ni}, \Pi_{вни}$  — оптимальное содержание связующего в наружных и внутреннем слоях для  $i$ -ой породы древесины (табл.1).

При наличии возможности организовать подсортировку сырья по породам древесины осины и липы целесообразно использовать для наружных слоев плит, древесину ольхи — для внутреннего слоя. Использовать древесину липы для внутреннего слоя вообще не рекомендуется. Древесина остальных пород из числа рассматриваемых может быть использована как для наружных слоев, так и для внутренних.

УДК 674.8-41:667

Э. Н. Кыласова  
(Уральский лесотехнический  
институт)

## ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАЦИИ СОСНОВЫХ ОПИЛОК КАРБАМИДНОЙ СМОЛОЙ НА СВОЙСТВА И УСЛОВИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЛАСТИКОВ

В настоящее время известны следующие основные направления получения древесных пластиков из измельченной древесины, модифицированной различными веществами: обработка древесных частиц водными растворами аммиака и смесями их с фенолформальдегидными смолами на разных стадиях конденсации [1,2,3], пропитка мономерами и олигомерами фенолформальдегидных смол [4], обработка водными растворами некоторых солей [5,6], обработка древесных частиц реагентами, способными давать связи с функциональными группами компонентов древесины [7]. В качестве одной из модифицирующих добавок в последнем случае была принята смесь мочевины и формальдегида, давшая положительный результат.

В проводимой нами работе была опробована карбамидная смола. Использование смеси опилок со смолой для изготовления плитных материалов неоднократно практиковалось и раньше. Однако имеющиеся литературные данные [8] убедительно свидетельствуют о том, что в условиях, характерных для технологического процесса изготовления стружечных плит, из смеси опилок с карбамидной смолой (даже при содержании смолы в количестве 10% по сухому весу) плиты получаются непрочными и неводостойкими. Мы исходили из предположения, что при некоторых условиях пьезотермической обработки опилок можно ожидать получения пластиков с хорошими физико-механическими показателями. При гидролизе древесных частиц в условиях "мягкой" пьезотермической обработки (влажность пресскомпозиции 18-20%, удельное давление 2,5 МПа, температура горячего прессования 140-160°C) свободные радикалы компонентов древесины, образующиеся при этом [9], могут всту-

пать в химическое взаимодействие с промежуточными продуктами конденсации мочевиноформальдегидной смолы с образованием в конечном итоге пространственной структуры [10], стабилизирующей пластическую деформацию древесных частиц. Присутствие активных группировок смолы может ускорить процесс получения пластиков, в результате чего можно рассчитывать на снижение температурного оптимума прессования.

Для осуществления более полного взаимодействия между смолой и компонентами древесины в работе использовались низкоконцентрированные растворы смолы. Обогащение опилок лиственницы низкоконцентрированными растворами смолы в более ранних исследованиях [12] позволило получить высококачественные пластики при добавлении незначительного количества смолы (1% по сухому весу) к лиственничным опилкам. Этот же прием, примененный к березовому сырью при аналогичных условиях [11], не дал желаемого эффекта: расход смолы должен быть таким же, как при изготовлении обычных древесностружечных плит, т.е. не менее 8% (по сухому весу), что, очевидно, вызвано специфическими различиями хвойного и лиственного сырья [13].

В связи с вышеизложенным представлялось необходимым изучить возможности получения пластиков из других видов сырья, в частности из крупных рамных сосновых опилок.

Сырье просеивалось на сите с размерами отверстий 10 мм, затем высушивалось в сушилке "с кипящим слоем" конструкции А.П.Кобыльских, после чего в них вводилась смола УКС 10% концентрации. Опилки с введенной в них смолой подсушивались до нужной влажности при комнатной температуре. Изготовление пластиков осуществлялось на прессе П-174 при удельном давлении 2,5 МПа, продолжительности горячего прессования 1 мин/мм толщины готовой плиты, продолжительности охлаждения до 20-30°C 1,8-2,3 мин/мм толщины готовой плиты. Исследования были проведены с применением математического метода двухфакторного планирования эксперимента, которые позволили рекомендовать следующие оптимальные условия изготовления пластиков из сосновых опилок, обогащенных карбамидной смолой:

а) температура горячего прессования 140°C, влажность прессмассы 17-18%, количество добавляемой смолы 5% (по сухому весу);

б) температура горячего прессования 150°C, влажность прессмассы 17-18%, количество добавляемой смолы 3% (по сухому весу).

Для сравнения были проведены контрольные запрессовки без добавления к опилкам смолы при температуре прессования 170°C, оптимальной для данного вида сырья при изготовлении из него пластиков без добавления связующих и прочих оптимальных условиях, а также при температурах 140, 150, 160°C, опробованных в исследованиях при отыскании температурного оптимума при оптимальных для каждой температуры влажности опилок. Результаты опытов приведены в таблице.

Сравнение свойств пластиков, полученных с добавлением смолы и без нее

Температура горячего прессования, °С	Влажность прессматериала, %	Количество добавляемой смолы, % (по сухому весу)	Физико-механические свойства					
			Предел прочности при статическом изгибе, МПа	Разбухание по толщине за 24 часа, %	Водопоглощение за 24 часа, %	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Влажность в момент испытания, %	Общее влагосодержание, %
140	23	-	7,1	21,2	25,7	1,170	13,6	30,0
140	18	5	19,7	14,1	16,1	1,190	12,6	23,6
150	21	-	8,3	19,0	26,2	1,190	13,1	30,1
150	17	3	17,0	14,2	15,6	1,210	14,5	23,7
150	19	5	17,5	13,9	15,1	1,210	13,1	23,2
160	20	-	11,3	22,1	30,5	1,180	10,2	30,4
160		5	16,9	12,8	14,1	1,210	13,0	22,4
170	19	-	13,6	15,5	22,7	1,210	11,0	26,6

Из таблицы видно, что показатели физико-механических свойств пластиков, полученных без добавления смолы при любой температуре, даже при оптимальной, довольно низкие. Это объясняется тем, что в опытах использовались крупные опилки, а для получения высококачественных пластиков без добавления связующую должны использоваться значительно более мелкие частицы [14]. Обогащение же сырья карбамидной смолой создает возможности получения пластиков с хорошими физико-механическими

свойствами из крупных опилок.

## В ы в о д ы:

1. Применение в качестве модифицирующей добавки карбамидной смолы к сосновым опилкам позволило получить высококачественные пластики при "мягких" условиях псевдотермообработки.

2. Оптимальная температура горячего прессования пластиков из сосновых опилок с добавлением смолы ( $140, 150^{\circ}\text{C}$ ) на  $20-30^{\circ}\text{C}$  ниже оптимальной температуры получения пластиков этого вида сырья без добавления смолы.

3. Для получения пластиков из сосновых опилок с хорошими физико-механическими свойствами достаточно добавки смолы в количестве 3% при температуре прессования  $150^{\circ}\text{C}$  и 5% при температуре  $140^{\circ}\text{C}$ , т.е. смолы может расходоваться значительно меньше, чем принято в производстве древесностружечных плит. Плиты могут изготавливаться из крупных рамных опилок, не подвергнутых дополнительному измельчению.

## Литература

1. К а л н и н ь ш А. И., Д а р а и н ь ш Т. А., Б е р з и н ь ш, Ю к н а А. Д. Получение новых видов древесных материалов химико-механическим способом. В кн.: "Пластификация и модификация древесины". Материалы Всесоюзного научно-технического совещания. Рига, "Зинатне", 1970.

2. М у ж и ц В. И. Древесные пластики из измельченной модифицированной древесины и их физико-механические свойства. В кн.: "Пластификация и модификация древесины". Материалы Всесоюзного научно-технического совещания. Рига, "Зинатне", 1970.

3. Ю к н а А. Д., З и е д и н ь ш И. О., Л и е л п е т е р и с У. Я. Влияние количества связующего на физико-механические свойства пластиков из отходов цельнопрессованной древесины. В кн.: "Пластификация и модификация древесины". Материалы Всесоюзного научно-технического совещания. Рига, "Зинатне", 1970.

4. В и х р о в В. Е. Направление исследований и итоги работы проблемной лаборатории по модификации древесины синтетическими смолами. В кн.: "Пластификация и модификация древесины". Материалы Всесоюзного научно-технического совещания. Рига, "Зинатне", 1970.

5. Минин А. Н., Бучнева Е. А., Слепченко В. Г. Влияние модификации измельченной древесины на свойства древесных пластиков. В кн.: "Пластификация и модификация древесины". материалы Всесоюзного научно-технического совещания. Рига, "Зинатне", 1970.

6. Холомеев В. П., Петри В. Н. Исследования по применению хлористого аммония в качестве катализатора при образовании лигноуглеводных древесных пластиков из опилок лиственницы. Свердловск, изд. УЛТИ, 1966. (Тр. УЛТИ, вып. 19)

7. Наткина Л. Н., Гамова И. А. Получение пластиков из измельченной древесины. В кн.: "Пластификация и модификация древесины", Материалы Всесоюзного научно-технического совещания. Рига, "Зинатне", 1970.

8. Петри В. Н., Пермикин И. П., Черемисин А. А. Древесноопилочные плиты и изделия. М., "Лесная промышленность", 1966.

9. Иванов А. А., Бухтеев Б. М., Щербакова Л. Д., Клейменова Т. А. Стабилизированные свободные радикалы основных компонентов древесины. М., "Лесная промышленность", 1970. (Тр. ВНИИБ, вып. 57)

10. Потуткин Г. Ф., Дранишников Г. Л. О взаимосвязи химических изменений компонентов древесины со свойствами древесностружечных плит. ИВУЗ, "Лесной журнал", 1971, № 1.

11. Кныасова Э. Н. Изучение влияния карбамидной смолы на свойства и условия изготовления пластиков из березовых опилок. В кн.: "Древесные пластики и плиты". Свердловск, изд. УЛТИ, 1975.

12. Кныасова Э. Н. Активация процессов, протекающих при трансформации лиственничных опилок в ЛУДП, небольшими количествами карбамидной смолы. Реферативный журнал, ВИНТИ, "Технология машиностроения", 1973, № 12, 210.

13. Луговых Ю. М. Изучение химических изменений компонентов древесины при изготовлении древесных пластиков. В кн.: "Древесные пластики и плиты". Свердловск, изд. УЛТИ, 1975. (Тр. УЛТИ, вып. 30).

14. Глумова В. А. Изучение зависимости свойств

# Электронный архив УГЛТУ

ЛУДП из сосновых опилок от фракционного состава сырья.  
В кн.: "Сборник трудов аспирантов и соискателей." Свердловск,  
изд. УЛТИ, 1969.

УДК 674.8-41:634

В. Н. Антакова, В. А. Глумова,  
Г. В. Медведова  
(Уральский лесотехнический  
институт)

Ю. М. Луговых  
(Брянский технологический  
институт)

## СВЯЗЬ МЕЖДУ ХИМИЧЕСКИМ СОСТАВОМ СЫРЬЯ И СВОЙСТВАМИ ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ БЕЗ ДОБАВЛЕНИЯ СВЯЗУЮЩИХ

Химические свойства сырья, используемого для изготовления плитного материала без добавления связующих веществ, определяются видом отходов, содержанием коры, степенью загнивания, породой, возрастом дерева, местом его произрастания и т. д.

Одним из основных факторов, определяющих условия изготовления, свойства, а, следовательно, и области применения плит, является породный состав древесины.

В настоящее время разработаны методы изготовления и основы технологии производства плитных материалов без добавления связующих из разных видов сырья [1, 2, 3, 4] (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Режимы прессования пластиков

Параметры прессования	Виды сырья				
	Лист- венница	Сосна	Ель (дроб- ленка)	Осина	Береза
Температура плит пресса, °С	170	170	170	180	180
Продолжительность горя- чего прессования, мин/мм	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5
Удельное давление пресс- ования, МПа	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Абсолютная влажность сырья, %	21,0	17,0	17,0	19,0	23,0

# Электронный архив УГЛТУ

Данные, представленные в табл.1, свидетельствуют о том, что для древесины каждой породы характерен свой оптимальный режим горячего прессования, при котором получается наиболее прочный и водостойкий пластик. Для получения качественных пластиков из древесных частиц осины и березы, т.е. для достаточного протекания химических реакций в прессматериале необходима температура горячего прессования ~ не ниже 180°C, а при прессовании хвойных древесных частиц оптимальной является температура порядка 170°C.

Исходная влажность прессматериала в случае использования древесины лиственных пород также несколько выше.

Известно [ 5 ] , что древесина самых разнообразных пород состоит почти из одних и тех же главнейших компонентов. Но по количеству их древесные породы довольно сильно отличаются друг от друга. В связи с этим естественно было предположить, что условия изготовления и свойства пластиков находятся в зависимости от химического состава древесных частиц, поэтому для каждого используемого древесного сырья определялся количественный химический состав (табл.2).

Т а б л и ц а 2

Химический состав сырья и показатели физико-механических свойств пластиков

Компоненты и показатели	Виды сырья				
	Лист-венница	Сосна	Ель	Осина	Береза
Вещества, экстрагируемые спирто-бензольной смесью	1,67	7,12	4,75	2,17	3,63
Вещества, экстрагируемые горячей водой:	14,10	3,49	3,85	2,61	1,26
спиртоосаждаемые полисахариды	11,50	2,09	2,23	0,80	-
РВ	0,51	0,44	-	0,19	-
Легкогидролизуемые полисахариды	13,33	14,15	12,27	17,61	30,03
Пентозаны	10,89	10,97	-	27,36	-
Лигнин	28,30	25,30	26,38	19,51	19,26
Целлюлоза	49,36	45,27	45,46	52,68	-
Предел прочности при статическом изгибе, МПа	20,50	22,4	20,5	18,1	12,5

Продолжение таблицы 2

Компоненты и показатели	Виды сырья				
	Лист- венница	Сосна	Е л ь	Осина	Береза
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1270	1270	1230	1240	1120
Разбухание по толщине за 24 часа, %	8,7	10,4	8,0	13,7	18,2
Водопоглощение за 24 часа, %	8,3	10,5	8,8	14,5	22,4
Общее влагосодержание, %	20,7	17,0	16,4	19,5	27,2
Влажность плит в момент испытаний, %	10,7	8,5	9,9	8,7	12,3

Различия в химическом составе, т.е. большее содержание пентозанов и значительно меньшее количество водорастворимых веществ и лигнина в древесине лиственных пород по сравнению с древесиной хвойных, обусловили более жесткие режимы прессования древесных частиц лиственных пород.

Интересно было выяснить, какие компоненты древесины подвергаются заметным изменениям в процессе образования плитного материала без добавления связующих веществ.

Для химических исследований использовались исходные опилки и измельченные пластики, изготовленные при оптимальных (для каждого вида сырья) условиях. Результаты экспериментов представлены в табл.3.

Как видно из приведенных данных, степень количественного изменения отдельных компонентов древесины различна и для одной породы, и для соответствующих компонентов разных пород. Однако в этих изменениях наблюдаются определенные закономерности. В частности, наиболее значительное увеличение водорастворимых веществ и уменьшение легкогидролизуемых полисахаридов наблюдается в пластиках из древесных частиц осины и березы. В пластиках из лиственничных опилок изменения самые незначительные.

Целлюлоза в процессе прессования почти не подвергается количественным изменениям, что, видимо, благоприятно отражается не только на водопоглощении пластиков, но и на их механических свойствах.

Изменяется также содержание лигнина при прессовании плитных материалов без добавления связующих.

Таблица 3

Результаты химического анализа исходного сырья и пластика, изготовленных по оптимальным режимам горячего прессования

Компоненты древесины (в % от абс. сухой навески)	Анализируемый материал											
	Лиственница		Сосна		Ель		Осина		Береза		Пихта	
	сырье	плита	сырье	плита	сырье	плита	сырье	плита	сырье	плита	сырье	плита
Вещества, экстрагируемые спирто-бензольной смесью	1,67	2,06	7,12	8,9	4,76	6,68	2,17	4,37	3,63	8,94		
Вещества, экстрагируемые горячей водой	14,10	15,10	3,49	4,59	3,85	5,23	2,61	7,27	1,26	7,65		
спиртоосадаемые полисахариды (от абс. сухой навески)	11,50	11,83	2,09	3,23	2,23	2,63	0,80	2,97	0,52	4,58		
то же (от водозэкстрактивных веществ)	81,60	78,30	59,90	70,40	57,80	50,3	30,80	40,80	41,02	59,37		
РВ водного экстракта	0,51	0,84	0,44	1,27	-	-	0,19	0,55	0,0	0,78		
Легкогидролизуемые полисахариды	13,33	12,24	14,15	13,46	12,27	9,16	17,61	15,51	30,03	19,74		
Пентозаны	10,89	10,53	10,97	8,88	-	-	27,36	24,55	-	-		
Лигнин	28,30	28,97	25,30	25,76	26,38	28,39	19,51	18,88	19,26	16,89		
Целлюлоза	49,36	48,98	45,27	44,13	45,46	43,72	52,68	54,01	45,81	45,98		

В пластиках из хвойных древесных частиц содержание его по сравнению с исходным сырьем увеличивается, а в пластиках из частиц осины и березы количеством лигнина снижается. Одна из причин - неидентичность в химическом отношении лигнина хвойной и лиственной древесины [5,6]. Применение в качестве сырья для плит древесных частиц других пород (ольхи и красного дерева) и полученные результаты химических анализов данных видов сырья и пластиков (табл.4), позволяют наряду с вышеприведенными данными заключить, что из частиц любых хвойных и лиственных пород древесины можно получить полноценные плитные материалы без добавления связующих веществ.

Т а б л и ц а 4

Химический состав сырья и пластиков

Компоненты (в % к весу абс.сухой древесины)	Красное дерево		Ольха серая	
	сырье	пластик	сырье	пластик
Вещества, экстрагируемые спирто-бензольной смесью	3,95	4,70	6,91	10,45
Вещества, экстрагируемые горячей водой	4,09	7,00	1,56	5,23
Легкогидролизуемые полисахариды	18,12	14,27	28,83	22,65
Л и г н и н	50,61	33,92	22,08	21,76
Ц е л л ю л о з а	43,04	43,30	45,74	43,22

Режимы изготовления пластиков и химические изменения, происходящие в прессматериале, в значительной степени зависят от вида используемого сырья.

Изменение химического состава древесины в процессе горячего прессования, обусловленное протеканием химических процессов, можно рассматривать как положительный фактор, способствующий получению пластиков с высокими физико-механическими свойствами.

Выводы о возможности использования в качестве сырья для плитных материалов без добавления связующих древесных частиц хвойных и лиственных пород, взятых в "чистом" виде, дали основание считать, что в качестве прессматериала при получении плитных материалов могут служить смеси древесных отходов и древесных частиц хвойных и лиственных пород. При этом, видимо, будут происходить химические изменения, аналогичные тем,

которые наблюдаются при прессовании древесных частиц данной породы, взятой в "чистом" виде. Проведенные в этом направлении исследования [7] подтвердили правильность таких предположений.

## Литература

1. Яновская Е. Т. Лигноуглеводные древесные пластики из березовых "карандашей", содержащих ложное ядро. В кн.: "Сборник научных трудов аспирантов и соискателей". Свердловск, изд. УЛТИ, 1969.
2. Данилов В. В. Дровяная древесина осины - сырье для производства лигноуглеводных пластиков. Реферативная информация ИОД, М., изд. ВНИИСИИспром, 1968, № 16.
3. Глумова В. А., Лазарева А. Д., Петри В. Н. Определение оптимальных условий прессования ЛУДП из древесных частиц сосны при разных давлениях методом Бокса-Уилсона. Свердловск, изд. УЛТИ, 1971. (Тр. УЛТИ, вып. 24)
4. Антакова В. Н., Петри В. Н. Улучшение физико-механических свойств лигноуглеводных пластиков из древесных частиц ели путем соответствующего подбора размеров и формы частиц. Свердловск, изд. УЛТИ, 1971, с. 77-82. (Тр. УЛТИ, вып. 24).
5. Никитин Н. И. Химия древесины и целлюлозы. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1961.
6. Химия древесины. Под ред. Браунинга Б. Л. М., "Лесная промышленность", 1967.
7. Мельникова М. Е., Антакова В. Н. Исследование свойств и химического состава ЛУДП из смеси древесных частиц различных пород. В сб.: "Древесные плиты и пластики" Свердловск, изд. УЛТИ, 1975.

УДК 674.812:543

Г.И.Перехожих, Н.И.Коршунова,  
И.В.Перехожих  
(Уральский лесотехнический  
институт)

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ ИЗМЕНЕНИЙ, ПРОИСХОДЯЩИХ ПРИ ГОРЯЧЕМ ПРЕССОВАНИИ ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ

В изучении древесины, ее основных составляющих и изменений, происходящих в древесине при различных модификациях, метод инфракрасной спектроскопии находит все большее применение. До недавнего времени этот метод использовался в основном в исследовании целлюлозы и лигнина. Инфракрасная спектроскопия непосредственно древесины - новое, более сложное направление. Интерпретация отдельных полос поглощения является трудной задачей, так как все химические составляющие древесины вносят вклад в спектральную кривую инфракрасной абсорбции и на одном и том же волновом числе поглощают различные функциональные группы.

Жамлер, Лангеталь, Харрингтон с сотрудниками [1] изучили ИК-спектры древесины ряда австралийских и североамериканских пород и дали отнесение отдельных полос поглощения. В нашей стране ИК-спектроскопическими исследованиями отдельных древесных компонентов и самой древесины занимается ряд исследовательских коллективов под руководством Пилипчука Ю.С., Жбанкова Р.Г. и др. В последние годы в Латвийском институте химии древесины проводится большая работа в этой области, в частности разработан метод количественной интерпретации ИК-спектров [2,3,4,6].

В данной работе методом ИК-спектроскопии проведено сравнение древесины осины и пихты, исследованы изменения, происходящие при горячем прессовании осинового сырья.

## Сравнение ИК-спектров древесины хвойных и лиственных пород

На рисунке представлены ИК-спектры древесины пихты и осины, снятые с помощью спектрофотометра UR -20 (кривые 1 и 2). Древесные образцы исследовались в размолотом виде, запрессованные в бромистый калий.

Сравнивая ИК-спектры пихты и осины, можно заметить, что они имеют различия и по характеру спектра и по интенсивности поглощения отдельных характеристических полос. В области  $1730-1720 \text{ см}^{-1}$  в спектре осины наблюдается интенсивная полоса с максимумом при  $\nu = 1730 \text{ см}^{-1}$  и едва заметное плечо при  $1720 \text{ см}^{-1}$ , в спектре пихты полоса значительно меньше, и она расщепляется на два максимума  $1730$  и  $1720 \text{ см}^{-1}$  одинаковой интенсивности. Поглощение в этой области имеет сложную природу и обусловлено валентными колебаниями  $C=O$  в ацетильных, карбоксильных и  $\beta$ -карбонильных группах [1,7,8]. Работой [4] установлена прямопропорциональная зависимость между относительной интенсивностью полосы поглощения при  $\nu = 1730 \text{ см}^{-1}$  и содержанием ацетильных групп в древесине. Повышенное содержание гемицеллюлоз и ацетильных групп в осине по сравнению с пихтой обусловило значительное увеличение интенсивности этой полосы.

Рассматриваемые ИК-спектры различны в области  $1700-1600 \text{ см}^{-1}$ . В спектре осины наблюдается полоса поглощения с максимумом около  $1600 \text{ см}^{-1}$ , которую относят к бензольному кольцу лигнина [1,6,9]. В спектре пихты - одна широкая полоса поглощения с максимумом  $1625 \text{ см}^{-1}$ , поглощение же бензольного кольца отдельно не проявляется. Известно, что за поглощение в интервале  $1700-1600 \text{ см}^{-1}$  ответственны карбонильные группы древесины [1,10]. Наличие в ИК-спектрах размытых полос поглощения, имеющих различные максимумы для осины и пихты, объясняется различием в природе и количестве их карбонильных групп. Поглощение полосы  $1650 \text{ см}^{-1}$  обусловлено также адсорбированной влагой [1,11].

Различия в характере гемицеллюлозных полисахаридов, сравниваемых древесных пород, преобладание ксилана в осине и глюкоманнана в пихте и различия в составе лигнина находят отражение в ИК-спектрах в областях  $1500-1300$ ,  $1260-1240$  и  $900-800 \text{ см}^{-1}$ .

# Электронный архив УГЛТУ

Относительные интенсивности полос поглощения ИК-спектров  
для исходных и прессованных образцов осины

Частота, см <sup>-1</sup>	Величина относительной оптической плотности (ВООП <sub>г</sub> )			
	Измельченная древесина		Цельная древесина	
	Исходная	Плитный материал	Исходная	Модифицированная
1740	1,26±0,00	1,18±0,05	1,05±0,03	0,89±0,05
1650	0,89±0,01			
1605	0,95±0,02	0,93±0,00	0,63±0,04	0,68±0,01
1505	1,00±0,00	1,00±0,00	1,00±0,00	1,00±0,00
1465	1,44±0,03	1,23±0,02	1,39±0,03	1,37±0,07
1425	1,57±0,02	1,39±0,08	1,40±0,05	1,22±0,23
1375	1,76±0,07	1,53±0,02	1,58±0,05	1,49±0,07
1335	1,57±0,04	1,47±0,07	1,48±0,05	1,45±0,07
1260- 1240	2,16±0,11	1,76±0,18	1,95±0,10	1,77±0,09
1165	2,65±0,02	2,28±0,12	2,27±0,12	2,09±0,15
1120	3,52±0,05	2,83±0,16		
1060	4,20±0,11	3,07±0,12		
1050			3,01±0,43	3,09±0,24
1040		2,94±0,16		
910	0,67±0,04	0,69±0,05	0,46±0,08	0,54±0,04
850			0,11±0,01	0,14±0,05
3640	1,02±0,00	0,53±0,00	0,60±0,08	0,42±0,08
3540	2,14±0,06	1,06±0,00	2,33±0,18	1,79±0,23
3440	2,75±0,07	2,36±0,00	2,79±0,32	2,39±0,35
3340	2,66±0,07	1,90±0,00	2,62±0,05	1,93±0,19
3240	1,71±0,16	1,16±0,01	1,38±0,09	1,14±0,19
3140	0,74±0,08		0,41±0,06	0,36±0,07
2945	0,74±0,08	0,53±0,21	1,12±0,03	0,93±0,06
2900	0,90±0,02	0,74±0,07		
2845	0,34±0,00	0,42±0,00		

Полосы поглощения  $1460$ ,  $1425$  и  $1375 \text{ см}^{-1}$  относят к  $\text{C-H}$ -колебаниям метильных и метоксильных групп лигнина, целлюлозы и гемицеллюлозы, деформационным колебаниям  $\text{OO}$ -групп и концевым  $\text{C-H}$  в ацетильных группах [1,4,6,7,8,9,10]. Повышенное содержание метоксильных групп за счет сирингильных единиц лигнина и большее количество гемицеллюлоз в осине обусловили, по-видимому, увеличение интенсивности поглощения в области  $1500\text{--}1300 \text{ см}^{-1}$  в спектре осины по сравнению со спектром пихты. Поглощение в интервале  $1260\text{--}1240 \text{ см}^{-1}$  обусловлено валентными колебаниями ацетильных и карбоксильных групп в ксилане и валентными колебаниями  $\text{C-O}$  в лигнине, причем полоса  $1235 \text{ см}^{-1}$  характеризует лигнин лиственных, а полоса  $1265 \text{ см}^{-1}$  – лигнин хвойных [1]. В сравниваемых спектрах наблюдается для осины одна полоса поглощения с максимумом  $1250 \text{ см}^{-1}$ , для пихты – два максимума –  $1235$  и  $1270 \text{ см}^{-1}$ . Большую интенсивность поглощения в области  $900\text{--}800 \text{ см}^{-1}$  в спектре пихты следует отнести, по мнению Лианга и Харрингтона, за счет глюкоманнанов.

В ИК-спектрах хвойных и лиственных пород интервал  $3600\text{--}3000 \text{ см}^{-1}$  представляется одной широкой полосой поглощения, обусловленной гемицеллюлозами, целлюлозой и лигнином, которую относят к валентным колебаниям гидроксильных групп, включенных в водородные связи [1,6]. Наблюдается некоторое уменьшение интенсивности поглощения в спектре пихты по сравнению со спектром осины (рис.1). В области  $3000\text{--}2800 \text{ см}^{-1}$  поглощение создается валентными колебаниями  $-\text{CH}_3$ ,  $-\text{CH}_2$  и  $-\text{CH}$  групп, причем происходит наложение отдельных полос [1,6,7]. Основная доля поглощения в этой области обусловлена целлюлозой и гемицеллюлозами, в меньшей степени – лигнином [6]. В спектре пихты поглощение в интервале  $3000\text{--}2800 \text{ см}^{-1}$  представлено в виде одной полосы с максимумом  $2920 \text{ см}^{-1}$ . В спектре осины наблюдаются полосы при  $2940$  и  $2890 \text{ см}^{-1}$  и плечо при  $2850 \text{ см}^{-1}$ . Такое расхождение находится в согласии с характером поглощения в рассмотренной выше области деформационных колебаний указанных групп ( $1600\text{--}1300 \text{ см}^{-1}$ ).

## Сравнение ИК-спектров исходного сырья и прессованных древесных материалов

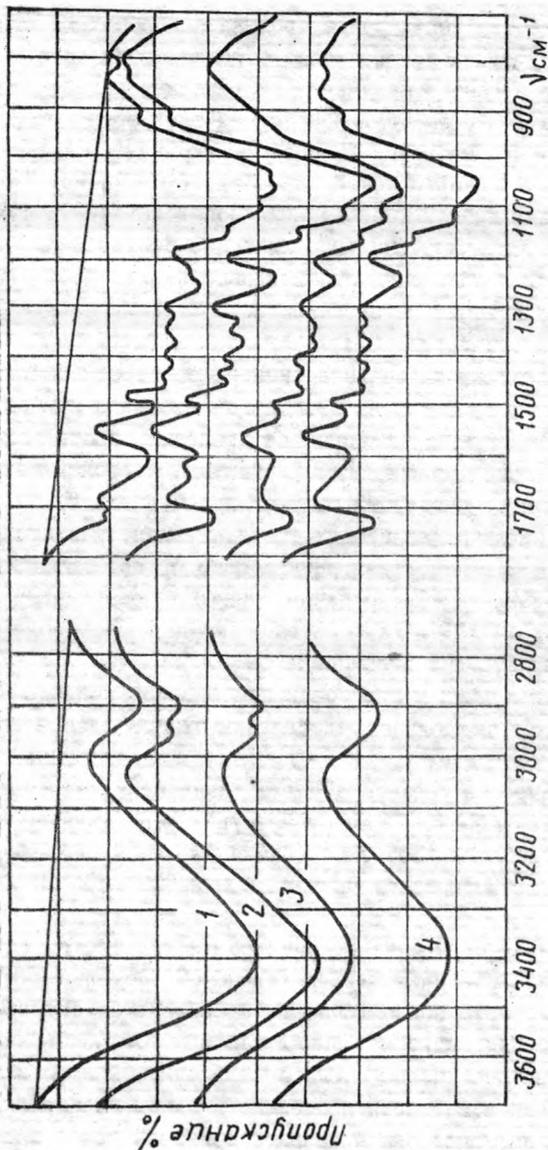
В последние годы все большее внимание уделяется количественной обработке ИК-спектров древесных компонентов и самой

древесины. Метод количественной оценки основных полос поглощения имеет преимущества перед ранее применявшимся качественным методом, так как учитывается величина отраженного и рассеянного в образце инфракрасного излучения и величина поглощения, обусловленная неодинаковой толщиной исследуемых образцов [12]. Интенсивность полос поглощения ИК-спектра выражается в виде величины относительной оптической плотности (ООП), которая пропорционально зависит от концентрации соответствующих функциональных групп. Величины ООП вычисляются с применением метода базисной линии. Чтобы исключить влияние толщины исследуемого образца при вычислении оптической плотности, используется метод внутреннего стандарта [12].

В наших исследованиях сравнивались ИК-спектры исходного осинового сырья и полученных из него путем горячего прессования материалов. Изменения в ИК-спектре древесины пихты при ее модификации приведены в работе [13]. Плитный материал из измельченного осинового сырья был получен путем псевдотермической обработки без добавления связующих, по следующему режиму: удельное давление 2,5 МПа, температура плит пресса 180°C, влажность исходного сырья - 20%. Цельная осиновая древесина с исходной влажностью 12-13% в виде брусков подвергалась модификации под давлением 8,5 МПа и температуре 165°C.

ИК-спектры исходных и прессованных образцов приведены на рисунке (кривые 2,3,4) в таблице представлены относительные оптические плотности основных полос поглощения, рассчитанные как средние арифметические трех образцов с указанием  $\sigma$ -среднего квадратичного отклонения. В качестве внутреннего стандарта выбрана полоса поглощения 1505  $\text{см}^{-1}$ . Базисная линия проведена в виде касательной в интервалах частот 1800 и 800  $\text{см}^{-1}$  2 и 3600-2800  $\text{см}^{-1}$ .

Количественная обработка ИК-спектров исходного сырья и пластиков показала различие их в величине ООП отдельных полос поглощения и некоторую неидентичность сравниваемых спектров в характере полос. Как видно из данных таблицы, количественные изменения интенсивностей полос поглощения в плитном материале из измельченного осинового сырья произошли в одном направлении с изменениями в модифицированной цельной осиновой древесине, но в большей степени. В области 1740  $\text{см}^{-1}$  наблюдается интенсивный



ИК-спектры образцов: 1 - пихты, 2 - осины, 3 - плитного материала из измельченного осинового сырья; 4 - модифицированного осинового сырья.

пик и намечается слабое плечо при  $1720 \text{ см}^{-1}$ , которое становится более заметным в спектрах пластиков. После прессования интенсивность поглощения полосы  $1740 \text{ см}^{-1}$  уменьшилась, что можно объяснить отщеплением ацетильных групп углеводов в результате гидролитических процессов. В работе Ю.С.Пилипчука [ 5 ] высказано предположение, что область поглощения  $1735-1750 \text{ см}^{-1}$  соответствует сложноэфирным связям между лигнином и углеводами, и уменьшение ее интенсивности можно объяснить разрывом этих связей. Поглощение групп в этой области обусловлено также колебаниями ацетильных и карбоксильных групп, причем максимум поглощения карбоксильных групп сдвинут в сторону  $1700 \text{ см}^{-1}$ . Появление дополнительного плеча  $1720 \text{ см}^{-1}$  связано, возможно, с увеличением количества карбоксильных групп при прессовании.

В результате гидролитического расщепления углеводов наблюдается довольно значительное уменьшение интенсивности в областях  $1380, 1260, 1240$  и  $1160 \text{ см}^{-1}$ . Максимум при  $\nu = 1380 \text{ см}^{-1}$  связан с поглощением, вызываемым деформационными колебаниями концевых  $-\text{CH}_3$  в ацетильных группах [ 4 ], полоса поглощения при  $1260 \text{ см}^{-1}$  вызвана наличием сложноэфирной связи C-O-C между ацетильными группами и углеводами древесины [ 1,4 ]. Частоту  $1160 \text{ см}^{-1}$  соотносят с асимметричными валентными колебаниями C-O-C в целлюлозе и гемицеллюлозах [ 1,8 ].

В спектре пластика из измельченной осинової древесины (рисунок кривая 3) в области  $1650 \text{ см}^{-1}$  наблюдается исчезновение пика поглощения, что может явиться следствием уменьшения количества адсорбированной влаги или изменения содержания карбонильных групп в древесине при ее модификации.

В области  $1060 \text{ см}^{-1}$  полоса поглощения имеет два максимума - при  $1040$  и  $1060 \text{ см}^{-1}$  по сравнению с поглощением в этом интервале в спектре исходной древесины (рисунок кривая 2). В работе [ 6 ] подчеркивается тесная связь между поглощением в области  $1060-1040 \text{ см}^{-1}$  и внутренним строением исследуемых образцов древесины. Возможно, и в нашем случае изменения в ИК-спектре произошли в результате перестройки молекулярной структуры при прессовании.

Из лигниновых полос в ИК-спектре древесины можно выделить  $1595, 1425, 1250$  и  $840 \text{ см}^{-1}$  [ 1,6,8,9 ]. По данным табл. ~~.....~~однодеметилирование лигнина - уменьшаются интенсивности полос

1425  $\text{см}^{-1}$  (деформационные колебания метоксильных групп лигнина [1,8]) и 1250  $\text{см}^{-1}$  (валентные колебания С-О в лигнине [1]).

Значительные количественные изменения произошли в интервале 3600-3000  $\text{см}^{-1}$ , поглощение здесь обусловлено валентными колебаниями гидроксильных групп. Интервал 3570-3450  $\text{см}^{-1}$  относится к валентным колебаниям ОН-групп, включенных во внутримолекулярные водородные связи, а 3400-3200  $\text{см}^{-1}$  - в межмолекулярные водородные связи [1,6]. Наблюдается уменьшение интенсивности поглощения в этой области в спектрах пластиков, уширение полосы и некоторое смещение максимума в сторону более низких частот (3430  $\text{см}^{-1}$  в спектре исходного образца и 3390  $\text{см}^{-1}$  в спектре пластиков). Этот факт может свидетельствовать о возникновении дополнительного количества межмолекулярных связей вследствие реакций поликонденсации, имеющих место при горячем прессовании древесного сырья.

## В ы в о д ы

1. Сравнение ИК-спектров хвойной и лиственной древесных пород выявило соответствие различия их химического состава с неидентичностью спектров по характеру и по величине интенсивности отдельных полос поглощения.

2. Проведенные исследования показали, что метод инфракрасной спектроскопии дает возможность предполагать процессы, происходящие в древесине при ее модификации. При горячем прессовании древесного сырья по принятым режимам, возможно, протекают следующие процессы: отщепление ацетильных групп, гидролитическое разложение полисахаридов, термическое расщепление лигнина, а также конденсационные процессы, в результате чего получены прочные и водостойкие материалы.

## Л и т е р а т у р а

1. Harrington K.J., Higgins H.G., Mitchell A.J. *Infrared Spectra of Eucalyptus regnans F. Muell and Pinus radiata D. Don.* 1964, т 18.

2. Карклинь В. Б., Эрншьш П. П. Инфракрасная спектроскопия древесины и ее основных компонентов. 1. Количественное сравнение инфракрасных спектров в исследовании древесины и лигнина. В сб.: "Химия древесины", Рига, "Зинатне", 1971, № 7.

3. Карклин В. Б., Эриньш П. П., Шенфельде А. К., Дзинтара М. А. Инфракрасная спектроскопия древесины и ее основных компонентов. II. Влияние способа приготвления древесины для спектрографирования на характер ее ИК-спектра. В сб.: "Химия древесины", Рига, "Зинатне", 1971, № 7.

4. Карклин В. Б., Эриньш В. П., Цините В. А., Шенфельде А. К. Инфракрасная спектроскопия древесины и ее основных компонентов. III. Определение содержания ацетильных групп в березовой древесине методом инфракрасной спектроскопии. В сб.: "Химия древесины", Рига, "Зинатне", 1971, № 7.

5. Пилипчук Ю. С., Пен Р. Э., Финкельштейн В. В. К вопросу о природе связи между лигнином и другими компонентами древесины. Изв. высш. уч. заведений. "Лесной журнал", 1965, № 3.

6. Карклин В. Б., Охерина Е. Я. ИК-спектроскопия древесины и ее основных компонентов. IX. Начальные положения количественной интерпретации ИК-спектра березовой древесины. В сб.: "Химия древесины", Рига, "Зинатне", 1975, № 4.

7. *Michell A.J., Watson A.J., Higgins H.G. An Infrared Spectroscopic Study of Delignification of Eucalyptus regnans. TAPPJ, 1965, №9, m.48.*

8. *Liang C.Y., Bassett K.H., Megimnes E.A. and Marchessault R.H. Infrared Spectra of Crystalline Polysaccharides. VII. Thin Wood Sections. TAPPJ, 1960, m.43, №12.*

9. *Kolboe J., Ellefsen O. Infrared Absorption of Lignin. A Discussion of Some Recent Results. TAPPJ, 1962, m.45, №12.*

10. *Hergert H.Z. IR-Spectra of Lignin and Related Compounds. II Conifer Lignin and Model Compounds. J. Org. Chem., 1960, m.45.*

11. Шаблыгин М. В., Никитина О. А., Соколова С. А., Михайлов Н. В. Методика учета влияния воды на ИК-спектры целлюлозы. "Высокомолекулярные соединения", 1972, т. XV/A, № 10.

12. Кесслер И. Методы инфракрасной спектроскопии в

химическом анализе. М., "Мир", 1964,

13. Перехожих И. В., Перехожих Г. И.,  
Коршунова Н. И. Изменения в древесине при трансфор-  
мации ее в лигноуглеводный древесный пластик (цельный). В сб.:  
"Древесные плиты и пластики". Свердловск, изд. УЛТИ, 1975.  
( Тр. УЛТИ, вып. 2 )

УДК 674.817-41

Н.Н.Скорняков, И.В.Пережожих  
(Уральский лесотехнический  
институт)

## ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ДРЕВЕСИНЕ ПРИ ПЬЕЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ЕЕ ОБРАБОТКЕ

Настоящая работа проводилась с целью выяснения методом рентгеноструктурного анализа возможных структурных изменений при пьезотермической обработке в древесине осины и пихты.

Рентгенографическому исследованию подверглись образцы древесины осины, обработанной под давлением 8,35 МПа, при температуре 165°C и продолжительности прессования 3 мин/мм при одноосном прессовании, и образцы древесины пихты, полученные при давлении 7,85 МПа, температуре 155°C, продолжительности прессования 3 мин/мм при одноосном прессовании в радиальном и тангенциальном направлениях. Относительная деформация сжатия равна 60-65%. Для контроля брались образцы исходной древесины осины и пихты.

Рентгено съемка образцов проводилась на установке УРС-70 в лучах К кобальта, с железным фильтром, в камере РКД и камере РКСО в течение 6 часов при силе тока 8 мА и напряжении 15 кВ. Рентгенограммы получены при прохождении рентгеновских лучей поперек волокон в направлении прессования и перпендикулярно ему. Рентгенограммы проявлялись в стандартном проявителе при температуре 20°C в течение 5 мин.

Расчет рентгенограмм проводился по формуле Вульфа-Брэгга

$$[1] \quad 2d \sin \nu = n\lambda,$$

где  $d$  - межплоскостное расстояние;

$\nu$  - угол Вульфа-Брэгга;

$\lambda$  - длина волны рентгеновских лучей. (Для К кобальта  
 $\lambda = 1,79 \cdot 10^{-10} \text{ м}$ );

$n$  - порядок отражения.

Фотометрирование интерференционных максимумов (рефлексов) 002 по дуге проводилось на микрофотометре МФ-2. Ширина максимума по

дуге определялась как угловая ширина рефлекса 002 по дуге на половине его интенсивности.

Результаты расчета рентгенограмм приведены в табл.1 и 2, где  $2l$  - расстояние между интерференционными максимумами;  $\psi$  - угол Вульфа-Брэгга (угол между отраженным лучом и кристаллографической плоскостью);  $d$  - расстояние между кристаллографическими плоскостями;  $nhk$  - индексы интерференционных максимумов.

Как видно из табл.1 и 2, на рентгенограммах, снятых с образцов обработанной и исходной древесины осины и пихты, расстояние между соответствующими интерференционными максимумами и, следовательно, кристаллографическими плоскостями одинаковы. Это указывает на то, что строение элементарной ячейки целлюлозы является неизменным во всех образцах.

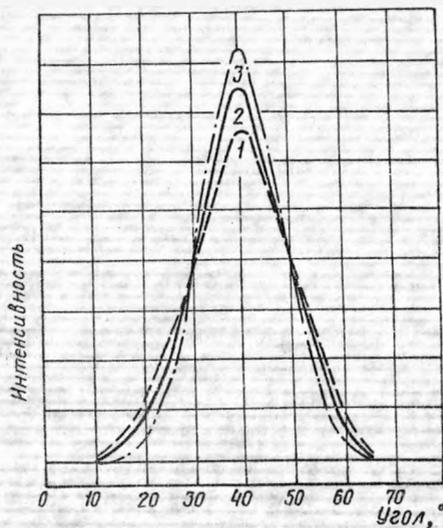
Интерференционные линии на рентгенограммах, снятых с образцов, состоят из обрывков дуг (рефлексов), говорящих о наличии волокнистой текстуры. Распределение интенсивности по дуге рефлекса 002 дает возможность установить направление фибрилл, оси которых совпадают с осями кристаллитов. Интерференционный максимум 002 лежит на экваторе рентгенограммы, кристаллографические плоскости 002 параллельны волокнам целлюлозы.

Из табл.1 и 2 видно также, что ширина экваториального максимума 002 и, следовательно, угол между направлением волокон целлюлозы и осью клетки древесины оказались различными.

В направлении прессования ширина интерференционных максимумов увеличивается, а в направлении, перпендикулярном направлению прессования, ширина максимумов уменьшается (см. рисунок). Изменение ширины максимума указывает на изменение угла наклона волокон целлюлозы к оси клетки при псевотермической обработке древесины.

При псевотермической обработке древесины осины и пихты в стенках клеток, расположенных в направлении прессования, волокна целлюлозы поворачиваются к оси клетки (экваториальные максимумы сужаются); в стенках клеток, расположенных в направлении, перпендикулярном направлению прессования, волокна целлюлозы поворачиваются от оси клетки (экваториальные максимумы расширяются).

Изменение ориентации волокон целлюлозы относительно оси клетки при псевотермической обработке древесины должно сказаться



Распределение интенсивностей по дуге рефлекса 002:

1 - прессованная осина, снятая в направлении прессования;

2 - исходная древесина осины;

3 - прессованная осина, снятая в направлении, перпендикулярном направлению прессования.

ся на изменении их свойств в зависимости от направления (анизотропии). В целях проверки этого предположения были проведены испытания образцов из древесины осины, подвергнутой пьезотермической обработке, на твердость в направлении прессования и в направлении, перпендикулярном ему, по методике ЦНИИСКА при разной плотности испытываемого материала (табл.3).

Твердость исходной древесины осины для радиальной поверхности составляет 17,5 МПа, а для тангенциальной — 18,5 МПа.

Как видно из табл.3, твердость поверхности образцов, параллельной направлению прессования при радиальном и тангенциальном прессовании больше, чем для поверхности, лежащей в плоскости прессования (при одинаковых плотностях образцов). При радиальном прессовании твердость тангенциальной поверхности меньше, чем радиальной поверхности. При тангенциальном прессовании твердость тангенциальной поверхности существенно больше,

Т а б л и ц а 1

Расчет рентгенограмм исходной древесины осины, подвергнутой псевотермической обработке

Материал образца	Направление прессования	Направление лучей	2θ, мм	γ°	α, 10 <sup>-10</sup> м	hkl	Ширина максимума, мкм	Угол наклона волокон целлюлозы к оси клет-ки, °	
Осина исходная	-	Радиальное	18,0	9,0	5,75	101	-	10,5	
			26,5	13,3	3,89	002	21		
			40,5	20,3	2,59	202,301	-		
	-	Тангенциальное	18,0	9,0	5,75	101	-	10	
			26,5	13,3	3,89	002	20		
			40,5	20,3	2,59	202,301	-		
Осина после псевотермической обработки	Радиальное	Радиальное	18,0	9,0	5,75	101	-	12	
			26,5	13,3	3,89	002	24		
			40,5	20,3	2,59	202,301	-		
	-	Тангенциальное	Тангенциальное	18,5	9,0	5,75	101	-	8,5
				26,5	13,3	3,89	002	17	
				40,5	20,3	2,59	202,301	-	
-	Тангенциальное	Радиальное	18,0	9,0	5,75	101	-	9	
			26,5	13,3	3,89	002	18		
			40,5	20,3	2,59	202,301	-		
-	Тангенциальное	Тангенциальное	18,0	9,0	5,75	101	-	12	
			26,5	13,3	3,89	002	24		
			40,5	20,3	2,59	202,301	-		

Т а б л и ц а 2

Расчет рентгенограмм исходной древесины пихты, подвергнутой псевотермической обработке

Материал образца	Направление прессования	Направление лучей	$2\theta, \text{мм}^{\circ}$	$\sigma^{\circ}$	$d \cdot 10^{-10}, \text{м}$	$hkl$	Ширина максимума, $\mu\text{м}$	Угол наклона волокон целлюлозы к оси клетчатки
Пихта исходная	-	Радиальное	18,0	9,0	5,75	101	-	-
	-	Радиальное	26,5	13,3	3,89	002	41	20,5
	-	Тангенциальное	40,5	20,3	2,59	202,301	-	-
	-	Тангенциальное	18,0	9,0	5,75	101	-	-
	-	Тангенциальное	26,5	13,3	3,89	002	40	20
	-	Тангенциальное	40,5	20,3	2,59	202,301	-	-
Пихта после псевотермической обработки	Радиальное	Радиальное	18,0	9,0	5,75	101	-	-
	Радиальное	Радиальное	26,5	13,3	3,89	002	46	22,5
	Тангенциальное	Тангенциальное	40,5	20,3	2,59	202,301	-	-
	Тангенциальное	Тангенциальное	18,0	9,0	5,75	101	-	-
	Тангенциальное	Тангенциальное	26,5	13,3	3,89	002	37	18,5
	Тангенциальное	Тангенциальное	40,5	20,3	2,59	202,301	-	-
Пихта после псевотермической обработки	Тангенциальное	Радиальное	18,0	9,0	5,75	101	-	-
	Тангенциальное	Радиальное	26,5	13,3	3,89	002	38	19
	Тангенциальное	Тангенциальное	40,5	20,3	2,59	202,301	-	-
	Тангенциальное	Тангенциальное	18,0	9,0	5,75	101	-	-
	Тангенциальное	Тангенциальное	26,5	13,3	3,89	002	44	22
	Тангенциальное	Тангенциальное	40,5	20,3	2,59	202,301	-	-

Т а б л и ц а 3

Твердость образцов из древесины осины, подвергнутой пьезотермической обработке в зависимости от их плотности и направления прессования

Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Радиальное прессование		Тангенциальное прессование		
	Твердость поверхности, МПа		Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Твердость поверхности, МПа	
	радиальной	тангенциальной		радиальной	тангенциальной
1080	67,0	46,6	1080	48,5	59,6
1120	65,3	54,8	1120	49,8	71,7
1160	79,3	61,3	1760	46,0	71,2
1200	75,0	62,5	1200	54,5	76,6
1240	82,4	68,0	1240	61,6	83,1
1280	81,5	69,7	1280	64,8	75,9
1320	95,0	75,5	1320	77,9	88,5
1360	94,0	80,5	1360	74,3	88,8

чем для радиальной поверхности, тогда как у исходной древесины осины твердость тангенциальной поверхности немного больше, чем для радиальной поверхности.

Эти результаты по измерению твердости подвергнутой пьезотермической обработке древесины осины в различных направлениях, как мы считаем, связаны с изменением ориентации волокон целлюлозы относительно оси клетки древесины при воздействии температуры и давления.

## В ы в о д

При пьезотермической обработке древесины осины и пихты существенных структурных изменений в целлюлозе не происходит, так как элементарная ячейка целлюлозы не меняется, происходит изменение ориентации волокон целлюлозы относительно оси клетки древесины, что сказывается на анизотропии прессованной древесины.

## Л и т е р а т у р а

1. К и т а и г о р о д с к и й А. И. Рентгеноструктурный анализ мелкокристаллических и аморфных тел. М.-Л., Физматгиз, 1952.

УДК 674.812:634

Н.А.Тютикова, В.Н.Петри  
(Уральский лесотехнический  
институт)

## О ПЛАСТИФИЦИРУЮЩЕМ ДЕЙСТВИИ КОРЫ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДРЕВЕСНЫХ ПЛАСТИКОВ БЕЗ ДОБАВЛЕНИЯ СВЯЗУЩИХ

В связи с недостаточной пластичностью древесных частиц пластики из них без предварительной автоклавной обработки и применения связующих веществ изготавливаются или при высоких параметрах давления и температуры [7], или при большой влажности исходного прессматериала [8]. В первом случае для изготовления пластиков необходимо уникальное прессовое оборудование, позволяющее получать крупноформатные плиты при удельном давлении 25-30 МПа. Во втором - пластики получают при малых давлениях (порядка 2,5 МПа), однако, надлежащую пластичность прессматериал приобретает при повышенной влажности 17-26%. Поэтому плиты после запрессовки необходимо сушить в специальных камерах до эксплуатационной влажности, обычно 8-10% [1,2].

В связи с изложенным изыскание путей и средств снижения оптимальной влажности исходного прессматериала при изготовлении пластиков без связующих при невысоких давлениях прессования представляет определенный практический и теоретический интерес.

Авторы предложили решить эту задачу введением в состав сырья пластификаторов.

Учитывая требования, предъявляемые к пластификаторам [6], и специфичность древесины как природного высокомолекулярного соединения, мы остановили свое внимание на коре. В коре большинства древесных пород содержатся значительные количества низкомолекулярных веществ [3,4],

способных, на наш взгляд, при определенных условиях пластифицировать высокомолекулярные соединения древесины. Принимая во внимание одинаковую природу коры и древесины, можно реально ожидать их полной совместимости на всех стадиях переработки прессматериала из их смеси.

Очевидно, кора, несмотря на многочисленные попытки ее применения, до последнего времени является практически неиспользуемым отходом производства. Проблема утилизации коры является одной из основных в решении вопроса о комплексном использовании древесины.

В качестве сырья для изготовления пластиков употребляли измельченную стволую древесину осины, сосны и лиственницы, а также кору этих пород. Партии сырья приготавливались раздельно, а затем смешивались в планируемом соотношении с учетом влажности. Древесину осины выкалывали из дров, а затем измельчали. Партии соснового и лиственного древесного сырья получали измельчением рамных опилок. Кору отделяли от круглых лесоматериалов вручную, таким образом, чтобы по возможности сохранилось естественное соотношение корки и луба, а затем подсушивали и измельчали.

На первом этапе исследований влажность исходного прессматериала была принята равной 10%. Переменным фактором являлось содержание коры в сырье. Предполагалось, что при определенных соотношениях в сырье древесины и коры мы получим пластики удовлетворительного качества, не требующие сушки.

Остальные параметры были приняты постоянными: давление прессования - 2,5 МПа; температура плит пресса - 170°C для хвойного сырья и 180°C для осины; продолжительность горячего прессования 1 мин/мм толщины готовой плиты с последующим охлаждением их в плитах пресса без снятия давления до 20°C. Средняя скорость охлаждения пластиков в прессе - 1 мин/мм толщины готовой плиты. Полученные плиты испытывались на следующий день после запрессовки. Результаты испытаний пластиков помещены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-механические свойства пластиков, полученных при влажности прессматериала 10%

Содержание кору в сырье, вес, %	Физико-механические показатели					
	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности при статическом изгибе, МПа	Разбухание за 24 часа, %	Водопоглощение за 24 часа, %	Влажность плит в момент испытаний, %	Общее содержание, %
Пластики из соснового сырья						
0	990	10,0	122,5	208,4	4,0	68,8
20	1080	15,2	47,8	44,8	6,4	35,1
40	1150	18,6	22,2	22,7	8,6	24,9
50	1160	17,8	21,0	22,3	8,3	24,5
60	1200	17,6	16,4	15,9	8,1	20,0
80	1230	19,5	14,9	12,7	8,5	18,2
Пластики из лиственничного сырья						
0	1010	11,0	Разрушались в воде		4,4	-
20	1060	12,9	65,0	111,3	6,1	55,4
40	1130	16,8	18,1	24,5	5,0	23,5
60	1200	19,7	9,6	10,5	5,8	14,5
80	1170	19,3	14,2	17,2	8,8	15,6
Пластики из осинового сырья						
0	1030	9,6	112,0	124,0	7,2	56,0
30	1100	16,2	12,1	21,0	8,9	24,1
50	1130	16,7	13,6	20,5	8,1	23,3

Анализ данных табл. 1 подтверждает предположение, согласно которому добавление к древесным частицам коры должно оказывать пластифицирующее воздействие на высокомолекулярные соединения древесины при изготовлении пластиков.

Известно, что для эффективного действия пластификатора необходимо создать оптимальные условия [6]. С этой целью были поставлены опыты с использованием матема-

тического планирования экспериментов, а также опыты по классической методике. В рамках данной статьи их детальное рассмотрение не представляется возможным. Поэтому в табл. 2 приводятся только физико-механические свойства пластиков, полученных при оптимальных условиях.

Следует отметить, что контрольные пластики изготавливались при влажностях 19, 22 и 18%, соответственно, из соснового, лиственничного и осинового сырья и испытывались после 30 - дневного выдерживания в условиях отапливаемого помещения. Все остальные пластики испытывались на следующий день после запрессовки.

Таблица 2  
Физико-механические свойства пластиков,  
изготовленных при оптимальных условиях

Влаж- ность исход- ного пресс- мате- риала, %	Содер- жание коры в сырье, %	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Предел проч- ности при стати- ческом изгибе, МПа	Разбу- хание за 24 часа, %	Водо- пог- лоще- ние за 24 часа, %	Влаж- ность в мо- мент испы- таний, %	Общее влаж- носодер- жание, %
Пластики из соснового сырья							
19	0	1200	17,8	14,6	13,4	8,7	20,4
10	60	1200	17,6	16,4	15,9	8,1	20,0
12	40	1210	17,0	15,8	15,3	8,4	19,8
Пластики из лиственничного сырья							
22	0	1240	18,9	10,2	11,8	8,7	17,7
10	60	1200	19,5	9,6	10,5	5,8	14,5
12	40	1260	24,1	11,9	13,6	5,4	16,9
Пластики из осинового сырья							
18	0	1120	16,0	17,7	21,4	4,9	21,5
10	30	1120	18,0	12,0	19,3	7,0	17,0

На основании материалов, приведенных в табл. 1, 2, можно сказать, что при невысокой влажности прессматериала (10-12%) и давлении не более 2,5 МПа, из смеси древесных частиц с корой без добавления связующих можно полу-

чить пластики, не уступающие по свойствам пластикам из древесных частиц без коры при повышенной влажности.

Вводя в состав древесного сырья определенное количество (30-60%) осиновой, сосновой и лиственничной коры, можно получать пластики с влажностью, равновесной условиям эксплуатации, то есть исключить операцию их сушки [5].

Не вызывает сомнения, что подобное воздействие на прессматериал будет оказывать и кора многих других древесных пород.

## Литература

1. М и л а с о в А. Б. Влияние влажности на механические свойства лигноуглеводных древесных пластиков. - В кн.: "Сборник научных трудов аспирантов и соискателей." Свердловск, изд. УЛТИ, 1969.
2. П о д о й н и к о в а Э. И. Равновесная влажность ЛУДП при повышенных температурах. ИВУЗ, - "Лесной журнал", 1974, №6.
3. Ш а р к о в В. И. О химическом составе древесной коры. Автореферат дис. на соиск. учен. степени докт. техн. наук. Л., ЛТА, 1966.
4. К а л и н и н ь ш А. И., А б о л и н ь ш Я. Т. Новое в использовании древесной коры, хвои и листьев. М., Гослесбумиздат, 1958.
5. Т ь т и к о в а Н. А., П е т р и В. Н. Способ изготовления лигноуглеводных пластиков из древесных частиц. Авт. свид. № 435955 с приор. от 4 ноября 1972 г. - "Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки", 1974, № 26.
6. М и н и н А. Н. Производство псевдотермопластиков из древесных отходов без добавления связующих. М., "Лесная промышленность", 1965.
7. П е т р и В. Н., В а х р у щ е в а И. А. Лигноуглеводные древесные пластики. Свердловск., изд. УЛТИ, 1966. (Тр. УЛТИ, вып. 19).

УДК 674.817.634

С.С.Тютиков  
(Уральский лесотехнический  
институт)

О ВЛИЯНИИ ПОРАЖЕНИЯ ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ ПЛЕНЧАТЫМ  
ДОМОВЫМ ГРИБОМ НА КАЧЕСТВО ПЛАСТИКОВ, ИЗГОТОВ-  
ЛЯЕМЫХ БЕЗ СВЯЗУЮЩИХ

Исследованиями, результаты которых излагаются в данной статье, автор надеялся проверить ранее сформулированное [1] теоретическое предположение, согласно которому частичное ферментативное воздействие грибов на древесное сырье должно способствовать улучшению качества пластиков, изготавливаемых без применения связующих веществ.

На первом этапе экспериментов для изготовления пластиков использовались обычные культуральные среды из сосновых опилок, на которых плесчатый домовый гриб *Coniophora cerebella* (возбудитель деструктивной гнили) выращивался в течение 70 дней. По истечении этого срока опилки из колб доставались, высушивались до запланированной влажности и использовались для изготовления пластиков.

Результаты испытаний физико-механических свойств плит, изготовленных из этого сырья при различных влажностях исходного прессматериала и давления 3,0 МПа, помещены в табл.1. Температура плит пресса - 170°C. Продолжительность горячего прессования - 1 мин/мм толщины готовой плиты с последующим охлаждением пластиков в прессе без снятия давления до 20°C.

Из данных табл.1 видно, что оптимальная влажность прессматериала находится в пределах 9-13%. Пластики, изготовленные при этих условиях, имеют очень хорошие физико-механические свойства.

После установления пределов оптимальной влажности прессматериала при изготовлении пластиков из частично разрушенного

Т а б л и ц а 1

Физико-механические свойства пластиков из сосновых опилок, частично разрушенных пленчатым домовым грибом

Влажность прессматериала, %	Показатели					
	плотность, кг/см <sup>3</sup>	предел прочности при статическом изгибе, МПа	разбухание за 24 часа, %	водопоглощение за 24 часа, %	влажность плит в момент испытания, %	общее влагосодержание, %
19	1170	7,1	5,6	10,0	6,0	14,2
15	1280	12,1	4,6	6,0	6,7	11,6
13	1280	29,3	2,1	2,7	8,1	9,1
11	1270	27,1	2,6	3,1	7,3	9,6
9	1240	30,1	4,2	5,6	6,2	10,9
6	1080	16,4	15,5	25,9	3,8	28,5

грибом сырьем, нами был проделан этот же опыт с контрольными запрессовками плит из здоровой древесины. Из здоровых сосновых опилок, взятых от круглопильного станка, были запрессованы пластики при влажности прессматериала 19% (оптимальной при изготовлении пластиков из этого сырья). Часть оставшихся опилок подвергалась воздействию пленчатого домового гриба по описанному выше методу. Из разрушенного грибом сырья при влажности прессматериала 11%, которая находится в пределах оптимальных для этого сырья, также были изготовлены пластики. Результаты испытаний полученных пластиков представлены в табл. 2.

Данные табл. 2 свидетельствуют о том, что из сырья, подвергнутого биологической обработке, плиты получились со значительно лучшими физико-механическими свойствами по сравнению с плитами из здорового сырья.

В описанных опытах культура пленчатого домового гриба выращивалась на сосновых опилках с добавлением 5% овсяной муки. Кроме того, колбы со средами подвергались автоклавной обработке. Могли ли эти факторы оказать существенное влияние на свойства пластиков? Для ответа на этот вопрос мы проделали описанный выше опыт, но исключили воздействие на сырье ферментов гриба. Взятые из этой же партии сосновые опилки после добавле-

Т а б л и ц а 2

Физико-механические свойства пластиков из свежего  
и частично разрушенного грибом сырья

Влажность прессматериала, %	Температура плит пресса, °С	Показатели					
		плотность, кг/м <sup>3</sup>	предел прочности при статическом изгибе, МПа	разбухание за 24 часа, %	водопоглощение за 24 часа, %	влажность плит в момент испытания, %	общее влагосохранение, %
Пластики из свежих сосновых опилок (контроль)							
19	170	1190	17,4	21,0	23,6	9,9	26,4
	180	1210	15,1	12,4	14,6	9,8	20,5
Пластики из сосновых опилок, частично разрушенных плесневым грибом							
11	170	1260	31,4	2,6	2,6	6,4	8,3
Пластики из смеси сосновых опилок с 5% овсяной муки, подвергавшейся стерилизации в автоклаве и выдержке в боксе							
11	170	1220	18,2	20,7	25,4	6,3	25,0

ния к ним 5% овсяной муки и увлажнения в колбах до 300% подвергались стерилизации в автоклаве и выдерживались соответствующий срок в боксе без заражения грибом. Результаты испытаний пластиков, полученных из этого сырья, помещены в табл.2. По всем показателям эти плиты почти не отличаются от пластиков, полученных из свежих опилок, и значительно уступают пластикам, полученным из сырья, которое подвергалось ферментативному воздействию. [2]

Известно, что степень измельчения древесного сырья оказывает большое влияние на прочность пластиков. В связи с этим, автору данной работы приходилось слышать возражение против упомянутого выше предположения. Согласно этому возражению, существенное улучшение свойств пластиков, изготовляемых из пораженного грибами сырья, обуславливается не химическими изменениями, происходящими в сырье под действием ферментов, а тем, что гниющее сырье распадается на более мелкие частицы. Чтобы ответить на это возражение, мы определили фракционный состав сырья, пораженного плесневым грибом. Затем среди вялых от круглопильных станков партий соснового сырья, опробов-

# Электронный архив УГЛТУ

ванных другими исследователями для изготовления пластиков, мы подобрали сырье [2] примерно с таким же фракционным составом. Результаты определения фракционного состава обеих партий представлены в табл.3, а свойства полученных из них пластиков помещены в табл.4. Пластики в обоих случаях изготовлялись при давлении 2,5 МПа и прочих условиях, оптимальных для каждого сырья.

Т а б л и ц а 3  
Фракционный состав сырья

Размер ячеек сит	Количество остатка на сите, вес.%	
	сырье, разрушавшееся пленчатым домовым грибом	свежие сосновые опилки (по данным А.С.Аккерман)
5	4,8	4,1
3	26,0	10,5
2	37,1	-
1,5	-	39,0
1	28,5	35,0
0	8,6	11,4

Т а б л и ц а 4  
Физико-механические свойства пластиков

Физико-механические свойства	Пластики из сосновых опилок, разрушавшихся пленчатым домовым грибом	Пластики из свежих сосновых опилок (по данным А.С.Аккерман)
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1260	1230
Предел прочности при статическом изгибе, МПа	27,8	13,7
Водопоглощение за 24 часа, %	3,9	14,3
Разбухание за 24 часа, %	3,2	12,6
Влажность плит в момент испытания, %	6,2	11,0
Общее влагосодержание, %	9,2	21,1

Нетрудно увидеть (табл.4), что пластики из пораженного грибом сырья получаются значительно лучше по прочности и водостойкости, чем плиты из свежих сосновых опилок. Такую большую разницу в свойствах пластиков можно объяснить только тем, что

при воздействии на древесные частицы ферментов гриба эти частицы претерпевают существенные химические изменения (табл.5).

Т а б л и ц а 5  
Данные химического анализа сырья

Компоненты	Содержание компонентов, % от абсолютно сухого веса	
	свежие сосновые опилки	сосновые опилки, частично разрушенные грибом
Вещества, экстрагируемые горячей водой,	5,80	7,07
из них спиртоосаждаемые	2,39	1,88
Вещества, экстрагируемые спиртобензолом	4,09	4,45
Вещества, растворимые в 1% растворе NaOH	8,85	22,35
Легкогидролизуемые по РВ	13,90	9,29
Лигнин по Комарову	25,26	34,55
Целлюлоза по Куршнеру	45,05	39,33

### В ы в о д ы

1. Заметное улучшение технических свойств древесных пластиков при изготовлении их из сырья, подвергшегося частичному биологическому разрушению, объясняется, главным образом, теми существенными химическими изменениями, которые происходят в древесине в результате воздействия на нее ферментов дереворазрушающих грибов.

2. Древесина, частично разрушенная плесчатым домовым грибом, может использоваться как хорошее сырье для изготовления пластиков без добавления связующих. По всей вероятности, этого следует ожидать и в случаях поражения древесного сырья другими возбудителями деструктивного гниения, поскольку химические изменения древесины при этом типе разрушения носят одинаковый характер.

## Литература

1. Т ю т и к о в С. С. Лигноуглеводные древесные пластики из гниющих опилок. В кн.: "Сборник научных трудов аспирантов и соискателей УЛТИ". Свердловск, изд. УЛТИ, 1969.

2. А к к е р м а н А. С. Разработка метода и технологии получения лигноуглеводных древесных пластиков из сосновых опилок с добавлением лиственничной камеди. Дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. Свердловск, 1967.

3. Т ю т и к о в С. С. Масса для изготовления лигноуглеводных древесных пластиков. Авт. свид. № 426870 с приор. от 8 дек. 1972 г. - "Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки", 1974, № 17.

УДК 634.0.865

М. Е. Мельникова  
(Уральский лесотехнический  
институт)

## ИЗЫСКАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ПОЛУЧЕНИЯ ПЛИТНОГО МАТЕРИАЛА ИЗ РИСОВОЙ СОЛОМЫ БЕЗ ДОБАВЛЕНИЯ СВЯЗУЮЩИХ

Значительным резервом сырья для производства плитных материалов является рисовая солома, запасы которой из года в год увеличиваются [1].

Известны работы [2,3] по получению плитного материала из такого одревесневшего растительного сырья как стебли хлопчатника, костра кенафа, лузга подсолнечника за счет использования природной реакционной способности компонентов этого сырья.

Химический состав рисовой соломы показывает [4], что в последней имеются в достаточных количествах лигнин, водорастворимые и легкогидролизуемые полисахариды – компоненты, которые необходимы для производства плитного материала без добавления связующих. Это дало основание предположить возможность получения плитного материала из частиц рисовой соломы.

Исследования проводились на дробленых частицах рисовой соломы.

Т а б л и ц а 1  
Фракционный состав дробленой рисовой соломы, (%)

Размер ячеек сит, мм	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{2}{1}$	$\frac{1}{0,5}$	$\frac{0,5}{0,25}$	$\frac{0,25}{0}$
%	1,5	4,5	12,5	13,5	28,5	23,5	16

Для изыскания оптимальных условий изготовления плитного материала толщиной 10 мм из дробленой рисовой соломы применен метод многофакторного планирования экстремальных экспериментов  $2^{5-1}$ , а именно полный и дробный факторный эксперимент типа  $2^5$ .

# Электронный архив УГЛТУ

На основании априорной информации варьировали факторы:  $X_1$  - температура горячего прессования, °C;  $X_2$  - влажность исходного сырья, %;  $X_3$  - продолжительность горячего прессования, мин/мм толщины готовой плиты.

В исследованиях были использованы три значения давления прессования (2,5; 5 и 9 МПа). Опыты с дробленой рисовой соломой при давлении прессования 2,5 МПа проводили по полному факторному эксперименту типа  $2^3$  (табл.2), а при давлениях прессования 5 и 9 МПа по дробному - типа  $2^{3-1}$  (табл.3,4).

Т а б л и ц а 2

Матрица планирования и результаты опытов для плитного материала из дробленой рисовой соломы (давление прессования 2,5 МПа)

	Факторы			Отклики				
	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	$y_5$
Основной уровень 0	170	19	1,0					
Единица варьирования	10	3	0,2					
Верхний уровень +1	180	22	1,2					
Нижний уровень -1	160	16	0,8					
Опыты...								
1	-1	-1	-1	8,2	65,9	87,6	1070	9,9
2	+1	-1	-1	11,2	51,1	57,5	1100	10,3
3	-1	+1	-1	9,0	47,6	62,4	1080	10,2
4	+1	+1	-1	12,1	30,3	40,5	1120	10,9
5	-1	-1	+1	10,3	49,1	61,5	1100	9,9
6	+1	-1	+1	9,7	34,4	52,3	1130	9,1
7	-1	+1	+1	11,4	46,3	59,2	1090	10,9
8	+1	+1	+1	10,5	37,5	42,0	1130	10,5
9	0	0	0	13,0	33,0	50,2	1110	10,1
$v_0$	-	-	-	10,3	45,3	57,9	1100	10,2
$v_1$	-	-	-	+0,575	-6,95	-9,80	+18	-0,013
$v_2$	-	-	-	+0,450	-4,85	-6,85	+4	+0,413
$v_3$	-	-	-	+0,175	-3,45	-4,12	+9	-0,113
$v_{12}$	-	-	-	-0,025	+0,43	+0,03	+4	+0,375
$v_{13}$	-	-	-	-0,950	+1,08	+3,20	-1	-0,238

# Электронный архив УГЛТУ

Продолжение таблицы 2

	Факторы			Отклики				
	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	$y_5$
$b_{23}$	-	-	-	+0,025	+4,98	+8,70	-6	+0,188
$S_{1y_1}$	-	-	-	1,657	11,69	13,42	36,2	0,612
$S_{1b_3}$	-	-	-	0,588	4,14	4,74	12,6	0,217
$S_{1b_2}$	-	-	-	0,552	4,08	4,49	13,2	0,225
$f$	-	-	-	8	8	8	8	8

Определялись следующие физико-механические показатели, рассматриваемые, как отклики:

- $y_1$  - предел прочности при статическом изгибе, МПа;
- $y_2$  - разбухание по толщине за 24 часа, %;
- $y_3$  - водопоглощение за 24 часа, %;
- $y_4$  - плотность, кг/м<sup>3</sup>
- $y_5$  - абсолютная влажность, %.

Т а б л и ц а 3

Матрица планирования и результаты опытов для  
плитного материала из дробленой рисовой соломы  
(давление прессования 5 МПа)

	Факторы			Отклики				
	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$	$y_4$	$y_5$	$y_3$	$y_4$	$y_5$
Основной уровень 0	170	14	1,2					
Единица варьирования $\epsilon$	10	4	0,3					
Верхний уровень +1	180	18	1,5					
Нижний уровень -1	160	10	0,9					
Опыт 2	+1	-1	-1	23,2	55,0	62,6	1210	7,8
3	-1	+1	-1	16,0	30,0	33,9	1240	10,2
5	-1	-1	+1	20,9	52,1	59,4	1220	8,2
8	+1	+1	+1	16,7	15,4	20,8	1230	11,1
9	0	0	0	23,4	28,1	32,9	1260	+7,8
$b_3$	-	-	-	19,2	38,1	44,2	1230	9,2
$b_2$	-	-	-	+0,750	-2,92	-2,47	-2,5	+0,125
$b_1$	-	-	-	-2,850	-15,42	-16,82	-7,5	+1,325

Продолжение таблицы 3

	Факторы			Отклики				
	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$	$Y_5$
$b_3$	-	-	-	-0,400	-4,38	-4,07	-2,5	+0,325
$S_{\{y\}}$	-	-	-	2,423	8,42	7,05	28,3	0,414
$S_{\{b_3\}}$	-	-	-	1,211	4,21	5,52	14,1	9,207
$S_{\{b_3\}}$	-	-	-	1,190	3,84	3,57	16,0	0,199
$f$	-	-	-	4	4	4	4	4

Ввиду того, что одновременное достижение наилучших значений всех перечисленных откликов является нереальной задачей, из рассмотренного набора откликов были выбраны два, наиболее полно характеризующие свойства плит -  $Y_1$  и  $Y_2$ . Предельное значение одного отклика при ограничениях, накладываемых на другой, служило параметром оптимизации.

Матрицы планирования, результаты экспериментов, выборочные оценки коэффициентов регрессии и их ошибки представлены в табл. 2, 3, 1.

Т а б л и ц а 4

Матрица планирования и результаты опытов для плитного материала из дробленой рисовой соломы (давление прессования 9 МПа)

	Факторы			Отклики				
	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$	$Y_5$
Основной уровень 0	170	11	1,2					
Единица варьирования	10	3	0,2					
Верхний уровень +1	180	14	1,4					
Нижний уровень -1	160	8	1,0					
Опыты								
1	-1	-1	-1	29,5	52,7	5,31	1290	6,5
4	+1	+1	-1	25,2	28,3	28,9	1300	9,1
6	+1	-1	+1	30,3	25,7	24,7	1320	6,6
7	-1	+1	+1	26,3	31,6	26,7	1310	9,3
9	0	0	0	27,8	28,4	26,2	1320	7,2
$b_0$	-	-	-	27,8	34,6	33,4	1310	7,9

Продолжение таблицы 4

	Факторы			Отклики				
	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$	$Y_5$
$b_1$	-	-	-	-0,075	-7,57	-4,55	+5,0	-0,025
$b_2$	-	-	-	-2,075	-4,62	-5,55	0	+1,325
$b_3$	-	-	-	+0,475	-5,92	-7,65	+10,0	+0,075
$S_{\{y\}}$	-	-	-	2,043	4,68	5,21	36,7	0,436
$S_{\{b_1\}}$	-	-	-	1,021	2,34	2,61	18,4	0,218
$S_{\{b_2\}}$	-	-	-	1,220	2,16	2,42	22,8	0,207
$f$	-	-	-	4	4	4	4	4

Физико-механические испытания образцов проводились после кондиционирования их до эксплуатационной влажности (9-10%). Каждый результат испытаний есть среднее из двух запрессовок, рандомизированных во времени.

На данном этапе исследования нас интересовало отыскание оптимальных режимов получения плитного материала из дробленой рисовой соломы, поэтому было решено ограничиться данными исследованиями и предсказать искомые оптимальные режимы. Условия изготовления и результаты реализованных опытов представлены в табл.5.

Т а б л и ц а 5

Условия проведения и результаты реализованных опытов

Давление прессования, МПа	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$	$Y_5$
2,5	170	23	1,0	11,3	46,5	58,8	1140	7,9
	180	23	1,2	12,8	34,0	47,5	1150	8,1
	180	22	1,2	10,5	37,5	42,0	1130	10,5
5	170	16	1,2	21,8	26,8	30,1	1270	8,2
	170	18	1,2	20,6	23,7	28,7	1250	9,3
9	170	11	1,2	27,8	28,4	26,2	1320	7,2
	170	12	1,2	27,1	27,0	25,6	1310	7,8

**В ы в о д н ы:**

а) получить плитный материал с удовлетворительными свойствами при давлении прессования 2,5 МПа не удалось при всех опробованных в работе сочетаниях температуры, продолжительно-

сти горячего прессования и влажности исходного сырья;

б) при увеличении давления прессования с 2,5 до 5 МПа прочность плит, полученных по оптимальным режимам, увеличилась на 45%, разбухание снизилось в 1,3 раза. Увеличение давления с 5 до 9 МПа приводит к дальнейшему росту прочности (на 33%), а разбухание при этом незначительно увеличивается;

в) с увеличением давления прессования оптимальная влажность сырья уменьшается;

г) для производства плитного материала из дробленой рисовой соломы рекомендуются давления прессования 5 и 9 МПа.

Рисовая солома должна рассматриваться как вполне полноценное сырье для изготовления плитного материала без добавления связующего разного назначения.

Выбор режима изготовления плитного материала из рисовой соломы должен определяться назначением или условиями службы конструкций из данного материала.

## Литература

1. Натальин Н. Б., Рисоводство, М., "Колос", 1973.
2. Петри В. Н., Мезенцев А. В. Пластик из гуза-пай. "Сельское хозяйство Узбекистана", 1972, № 9.
3. Мезенцев А. В. Получение пластиков из частиц подсолнечника без добавления связующих. Информационный листок. Свердловск, изд. ЦИТИ, 1973, № 248.
4. Шарков В. И., Куйбина Н. И., Соловьева Ю. П. Количественный химический анализ растительного сырья. М., "Лесная промышленность", 1968.
5. Лаварева А. Д. Использование математического планирования экспериментов в исследованиях по получению ЛУДП. Свердловск, изд. УЛТИ, 1971. (Тр. УЛТИ, вып. 24)

УДК 674.8-41:539

А.С. Аккерман, И.А. Вахрушева.

В.Д. Волкова

(Уральский лесотехнический  
институт)

## НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Исследование вязкоупругих свойств полимеров имеет большое практическое значение для процессов переработки и использования природных и синтетических волокон. Поскольку древесина является полимерным материалом, она должна подчиняться основным закономерностям деформации полимеров. Древесина является жесткоцепным многокомпонентным полимером. Известно [1,2], что полимеры с жесткими молекулами имеют свои особенности деформирования.

В литературе имеются сведения по определению температуры стеклования ( $T_g$ ) целлюлозы и лигнина [2,3], древесного волокна [5] и влиянию различных пластификаторов на  $T_g$ . Некоторые авторы [1] считают, что чистую целлюлозу вообще нельзя перевести в высокоэластичное состояние. Опыт производства древесных пластиков без связующего свидетельствует о том, что вязкоупругие свойства древесины при прессовании в определенных условиях резко изменяются, что и приводит к образованию пластиков. Поэтому внесение ясности в вопросы деформирования древесины и выяснение возможности перевода ее в высокоэластичное и вязкотекучее состояние является необходимым условием получения пластиков из измельченной древесины без связующего и выбора научно-обоснованных режимов их изготовления.

В настоящей статье излагаются результаты исследований зависимостей между напряжением, деформацией и временем прессования для измельченной древесины, применительно к условиям изготовления пластиков и сравнения полученных данных с основными закономерностями деформации полимеров.

Для исследования использовались опилки сосны от круглопильных станков и лиственницы от лесопильной рамы. Прессование производилось на гидравлическом прессе П-60 с изменением температуры от 20 до 190°C. Процесс деформирования ковра при прессовании изучался с помощью индикаторов часового типа, установленных на станине пресса.

Процесс прессования можно разделить на три периода с различными кинематическими характеристиками нагружения.

I период - с момента соприкосновения плиты с прессуемым материалом до момента достижения номинального давления. Деформация происходит при постоянной скорости нагружения, зависящей от технической характеристики пресса.

II период - с момента достижения номинального давления до момента снятия напряжений, включает горячее прессование и охлаждение без снятия давления. Процесс деформации происходит при постоянном напряжении.

III период - от момента снятия давления до выгрузки плит из пресса. Изменение деформации во времени после снятия нагрузки может служить характеристикой процесса деформации.

Результаты экспериментов представлены на рис.1 и 2 в виде зависимости относительной деформации прессматериала от времени при постоянном напряжении и различных температурах.

На основании полученных результатов можно констатировать, что закономерности изменения относительных деформаций во времени при различных температурах аналогичны для древесных частиц сосны и лиственницы.

При температуре 20°C древесина находится в застеклованном состоянии. В этом состоянии деформации малы и полностью обратимы. При повышении температуры от 20 до 110°C деформация увеличивается, и величина ее сильно зависит от температуры. В этом температурном интервале измельченная древесина находится в переходном состоянии между стеклообразным и высокоэластичным (вынужденная эластическая деформация). В температурном интервале от 110 до 140°C (для лиственницы) и 150°C (для сосны) деформация измельченной древесины имеет высокоэластичный характер. Полная величина ее мало зависит от температуры. Высокоэластичная деформация полностью обратима, поэтому плиты,

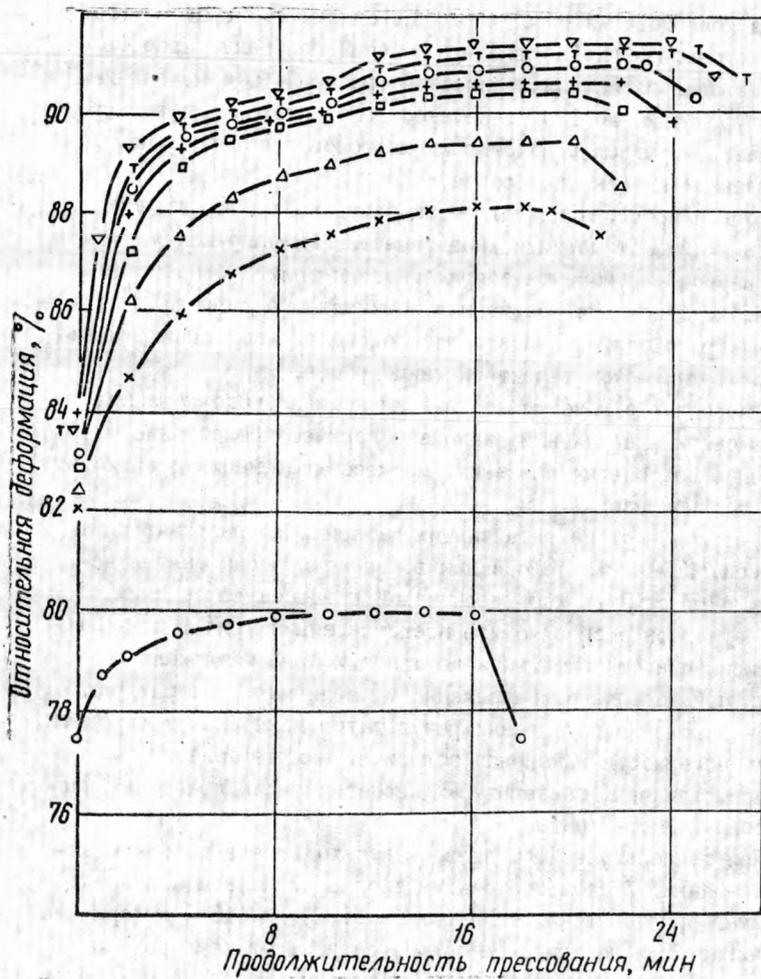


Рис.1. Зависимость деформации измельченной древесины от времени прессования при постоянном напряжении и различных температурах:  
 сосна: o - 20°C; + - 150°C.

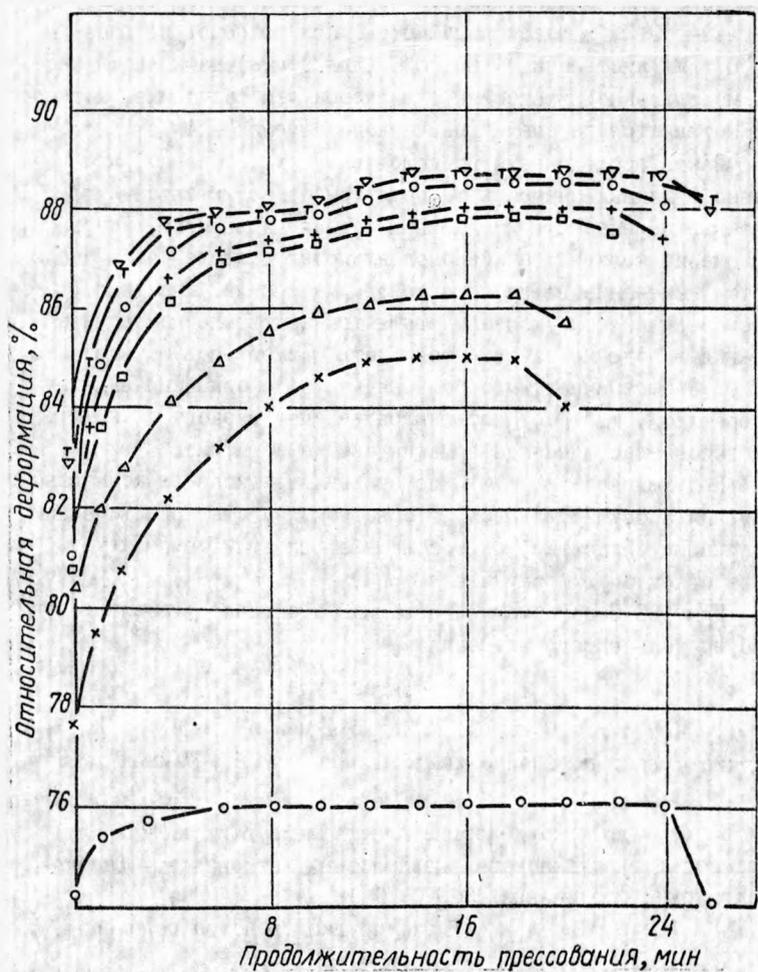


Рис. 2. Зависимость деформации измельченной древесины от времени прессования при постоянном напряжении и различных температурах:  
 лиственница: x - 70°C; Δ - 90°C; σ - 110°C;  
 o - 150°C; ▽ - 170°C; т - 190°C.

спрессованные из измельченной древесины при температуре менее  $140-150^{\circ}\text{C}$ , в воде разрушаются. При температуре выше  $140^{\circ}\text{C}$  (для лиственницы) и  $150^{\circ}\text{C}$  (для сосны) начинается переход измельченной древесины в вязкотекучее состояние, которое осуществляется за счет "химического течения" [1].

Ранее проведенными исследованиями установлено, что именно с данных значений температуры обнаруживаются существенные изменения в химическом составе древесины, например, увеличение количества низкомолекулярных веществ [4]. Наблюдается изменение цвета прессуемого материала. Пластики, спрессованные при указанных выше температурах, после вымачивания в воде не разрушаются, хотя и имеют повышенное разбухание. Это означает, что большая часть деформаций является необратимой, т.е. осуществляется за счет вязкого течения, так как высокоэластичная деформация всегда обратима.

При температуре  $170^{\circ}\text{C}$  деформация достигает максимального значения и осуществляется, в основном, за счет пластической деформации. Пластики, спрессованные при этой температуре, имеют стабильную форму и размеры.

При  $180^{\circ}\text{C}$  деформация древесины несколько уменьшается, что требует дальнейшего изучения.

## Литература

1. Каргин В. А., Слонимский Г. Л. Краткие очерки по физико-химии полимеров. М., "Химия", 1967.
2. Аким Э.А., Наймарч Н. И., Васильев Б. Б. и др. Воздействие пластифицирующих жидких сред на температуру стеклования целлюлозных материалов. - "Высокомолекулярные соединения", 1970, № 10.
3. Ферри Дж. Вязкоупругие свойства полимеров. М., ИЛ., 1963.
4. Петри В.Н., Вахрушева И. А. Лигноуглеводные древесные пластики. М., "Лесная промышленность", 1972.

УДК 674.8-41

А.С.Карташова  
(Уральский лесотехнический  
институт)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТРОГАНОГО ШПОНА И БУМАГИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНЫХ ПЛАСТИКОВ, ОБЛИЦОВАННЫХ ОДНОВРЕМЕННО С ИХ ПРЕССОВАНИЕМ

В мебельной промышленности облицовка готовых плитных материалов производится строганым шпоном или бумагой, пропитанной смолой. При этом для формирования листов определенного размера шпон прифуговывают и склеивают в стык гуммированной бумагой по всему шву. Эти операции трудоемки и приводят к большому расходу шпона.

Известно также, что древесные пластики хорошо облицовываются лущеным шпоном с двух сторон одновременно с их прессованием.

Учитывая опыт изготовления пластиков из древесных частиц (сосны, лиственницы, ели и смеси хвойных и лиственных пород) без добавления связующих веществ, облицованных лущеным лиственничным и сосновым шпоном, мы провели работу, в которой попытались использовать не только лущеный шпон, но и бумагу, и строганый шпон древесных пород лиственница, ореха, дуба, бука, красного дерева и различные их сочетания, чтобы при замене пород древесины шпона получить пластики с высокой прочностью, хорошей водостойкостью, красивым внешним видом и прочно приклеенным к пластику шпоном.

В связи с этим возник вопрос о применении строганого шпона без прифуговки с использованием его отходов размером 300x80 мм и бумаги.

Пластики в процессе прессования облицовывались с двух сторон шпоном или с одной стороны шпоном, а с другой бумагой весом 130 г/м<sup>2</sup>, изготовленной по МРТУ-13 № 16-62 марки К<sub>2</sub>. Бумага и шпон смазывались с одной стороны карбамидной смолой марки УКС без отвердителя в количестве 60-80 г на 1 м<sup>2</sup> листа.

Шпон толщиной 0,8 мм сушили до влажности  $10 \pm 2\%$ , обрезами, склеивали внахлест по длине и ширине и укладывали так, чтобы поверхность с наклеенной бумагой соприкасалась с основной пластика (была внутри пластика). Влажность древесных частиц составляла 19-22%. Прессование велось на прессе П-474 при температуре плит пресса  $150-160^\circ\text{C}$  при давлении 2,5 МПа. Продолжительность горячего прессования - 1 мин/мм толщины готовой плиты пластика. После этого производилось охлаждение без снятия давления до  $20^\circ\text{C}$ .

При анализе экспериментальных данных определяющими факторами взять: качество облицовки (визуальный осмотр: отсутствие расхождения швов шпона, внутренних и наружных пузырей), окраска готового пластика, шероховатость поверхности, водостойкость пластика и шва (соединения шпона с основой пластика), формоустойчивость в процессе кондиционирования готового пластика в камерах при температуре воздуха по "сухому" термометру  $20 \pm 3^\circ\text{C}$  и относительной влажности  $65 \pm 5\%$ .

В процессе работы выяснилось, что при одной и той же температуре, влажности и основе порода древесины шпона на физико-механические свойства пластиков влияния не оказывает.

Все облицованные пластики имели шероховатость поверхности 10-11 мк, что соответствует 9-10 классу по ГОСТ 7016-68, при этом расхождения шпона в швах не наблюдалось. В случаях же облицовки листами шпона, склеенными встык, на поверхности готовых пластиков получились расхождения швов, ухудшающие внешний вид.

Физико-механические свойства пластиков, облицованных шпоном различных пород, мало отличаются друг от друга. Пределы прочности при скалывании по клеевому шву, приведенные в таблице, выше допустимых (1 МПа) по ГОСТ, поэтому можно считать, что исследованные породы шпона взаимозаменяемы.

При облицовке пластиков одновременно с прессованием шпоном с одной стороны, а бумагой с другой, толщина шпона и бумаги должна быть одинаковой. Тонкую бумагу следует смазывать с одной стороны карбамидной смолой без отвердителя и набирать в несколько слоев. Этим обеспечивается формоустойчивость готовых пластиков.

# Электронный архив УГЛТУ

Физико-механические свойства пластиков из смеси  
древесных частиц хвойных и лиственных пород,  
облицованных строганным шпоном различных пород и  
бумагой одновременно с их прессованием при  
температуре 150°С

Наименование свойств	Бумага с двух сторон	Строганный шпон				
		красного дерева	дуба	бука	ореха	лиственницы
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1170	$\frac{1230}{1200}$	1160	1200	1220	1190
Разбухание по толщине за 24 часа, %	11,0	$\frac{6,6}{8,2}$	9,4	5,4	10,8	5,7
Водопоглощение за 24 часа, %	12,7	$\frac{10,6}{10,1}$	14,6	8,8	11,3	8,6
Предел прочности при статическом изгибе, МПа	21,0	$\frac{31,7}{28,0}$	39,1	40,0	25,3	37,2
Предел прочности при скалывании по клеевому шву, МПа	1,85	$\frac{2,45}{2,43}$	2,83	2,59	1,88	2,03
Характер разрушения, %						
шов	-	-	30	-	-	-
основа	100	100	70	100	100	100

- Примечания. 1. Водостойкость шва - 100%
2. В знаменателе показатели по пластикам, облицованным с одной стороны бумагой, а с другой - строганным шпоном.
3. В последней строке показатели относятся к обоим видам пластика.
4. Дефектов облицовки нет.

В результате работы мы пришли к выводу, что бумага, смазанная смолой без отвердителя, вполне может заменить дорого-

стоящую пропитанную бумагу. Использование бумаги и отходов шпона приведет к снижению себестоимости плит, облицованных одновременно с их прессованием.

УДК 674.815

А.А.Черемисин, В.М.Ведерников  
(Уральский лесотехнический  
институт)

## СПОСОБ ОБЛИЦОВКИ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ

Целью создания производства древесностружечных плит является повышение уровня комплексного использования древесины путем переработки низкокачественного древесного сырья и отходов, но последние не находят пока широкого применения в данной отрасли, а наиболее массовые отходы лесопиления - опилки - практически вообще не используются.

В ряде работ [1,2] рассматриваются возможности применения опилок в качестве среднего слоя древесностружечных плит и полноценного сырья для плит ячеистых и комбинированного прессования.

Разработан и исследован новый способ получения древесных плит, облицованных текстурной бумагой (ТУ-29-03-20-65). Из осмоленных рамных опилок формируют ковер методом экструзии, направляя его между слоев облицовочной бумаги плотностью 80 - 130 г/м<sup>2</sup>, намазанных клеем со стороны, прилегающей к коврику. Полученный таким образом ковер разрезают на нужный формат и прессуют в горячем прессе.

Для получения облицованных окаймленных плит формируемому ковру может придаваться специальная форма поперечного сечения для прочного склеивания с окаймляющей рейкой, имеющей скошенную кромку (см. рисунок).

Режимы прессования изучаются в следующем диапазоне параметров: температура плит пресса 140 - 160°C, удельное давление 1,6 - 2,0 МПа, время выдержки 0,40 - 0,65 мин/мм толщины готовой плиты. В качестве клея используется мочевино-формальдегидная смола УКС вязкостью

30 - 40 с по ВЗ-4, концентрацией 55 - 60% и pH 6,5-7,9 с добавлением 1% хлористого аммония.

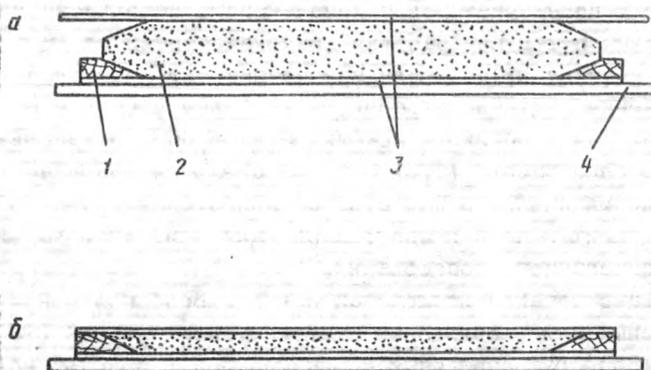


Схема формирования пакета для прессования облицованных плит с окаймляющей рамкой:

а) сформированный пакет;

б) готовая плита;

1 - рейка со скошенной кромкой; 2 - опилочно-смоляной ковер; 3 - бумага облицовочная; 4 - поддон.

Т а б л и ц а 1

Результаты физико-механических испытаний плит

Количество связующего, %	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности необлицованных плит			Предел прочности облицованных плит	
		при статическом изгибе	вдоль направления формования, МПа	поперек направления формования, МПа	при растяжении перпендикулярно плоскости плиты, МПа	вдоль направления формования, МПа
6	710	5,4	8,6	0,80	8,6	10,5
6	810	6,6	9,0	0,86	12,1	13,9
8	660	5,6	8,8	0,84	10,1	11,2
8	830	6,9	9,6	0,89	14,2	15,6
10	650	8,3	10,8	1,01	14,8	16,3
10	860	12,7	15,3	1,61	17,2	19,6

Облицованные текстурной бумагой древесные плиты из рамных опилок не испытывались на растяжение перпендикулярно плоскости плиты из-за того, что разрушение образца происходит по текстурной бумаге, которая при растяжении расслаивается.

Для устранения этого недостатка, текстурную бумагу пропитывают мочевино-формальдегидной смолой М 19-62.

Технологический режим пропитки:

- а) вязкость пропиточного состава по ВЗ-4, с - 12 - 15;
- б) жизнеспособность пропиточного состава, сут. - 3;
- в) расход пропиточного состава на пропитку 1 м<sup>2</sup> текстурной бумаги, г - 180 - 200 ;
- г) содержание смолы в пленке, % - 45 - 50 ;
- д) скорость прохождения бумаги через пропиточную ванну, м/мин - 1,2 - 1,8 .

Пропитка текстурной бумаги равномерная без пятен.

Сушка пропиточной бумаги производится в помещении при температуре  $18 \pm 2^\circ\text{C}$  в течение 6 час.

Пропитанную и высушенную текстурную бумагу подают к формирующей машине, где осмоленные рамные опилки методом экструзии подают между слоями пропитанной бумаги, затем разрезают полученный ковер на нужный формат и прессуют в горячем прессе на полированных прокладках. Полученные таким образом древесные опилочные плиты имеют хороший внешний вид и отвечают 9 классу шероховатости по ГОСТ 7016-68, хорошо поддаются отделке полиэфирным лаком. Испытания проводились с помощью микроскопа МИС-11.

Т а б л и ц а 2

Физико-механические свойства плит, облицованных текстурной бумагой

Количество связующего, %	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности при статическом изгибе		Предел прочности при растяжении перпендикулярно плоскости плиты, МПа
		вдоль направления формирования, МПа	поперек направления формирования, МПа	
8	750	11,8	12,6	0,86
8	830	14,5	15,6	0,89
10	700	15,2	16,8	1,04
10	850	17,3	19,5	1,58

Как видно из табл. 2, опилочные плиты, изготовленные комбинированным способом с одновременной облицовкой пропитанной текстурной бумагой, по прочности не уступают плитам плоского прессования из специально подготовленной стружки.

Экструзионное формирование ковра из опилочно-смоляной смеси с одновременной облицовкой пропитанной текстурной бумагой и последующим плоским прессованием создает совершенно новые возможности в технологии использова-

ния опилок и облицовки мебельных щитов.

Облицованные древесностружечные плиты комбинированного прессования могут без ограничения использоваться в мебельном производстве, производстве дверных полотен без дополнительных затрат на подготовку поверхности к облагораживанию и отделке.

## Литература

1. П е т р и В.Н., П е р м и к и н И.П., Ч е р е м и с и н А.А. Древесноопилочные плиты и изделия. М., "Лесная промышленность", 1966.
2. Ч е р е м и с и н А.А., К о л о м а к Г.Т. Новая технология формирования ковра из древесных опилок. "Механическая обработка древесины", 1971, №14.

УДК 674.8-41.01

Р.А.Бояркина  
(Свердловский институт  
народного хозяйства)

С.К.Огоньков  
(Уральский лесотехнический  
институт)

## ИЗУЧЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ ПЛАСТИКОВ БЕЗ СВЯЗУЮЩИХ

Целью работы явилось исследование изменения во времени прочности древесных пластиков без добавления связующих, использованных в мебельных изделиях, эксплуатируемых в нормально отапливаемом помещении и на малых стандартных образцах, находящихся в тех же условиях.

Во втором случае можно заложить в достаточном количестве образцы на хранение и через определенные промежутки времени производить отбор проб для определения показателей физико-механических свойств машинным методом.

Труднее решить вопрос проверки изменения показателей физико-механических свойств пластиков в мебельных изделиях во время эксплуатации ее, так как использование машинных методов привело бы к необходимости изготовления большого количества данных изделий, что связано не только с затратами сырья, но и площадями для их хранения.

Определение механических свойств материала и, в частности, предела прочности при статическом изгибе, являющегося основным прочностным показателем, производится путем кратковременных машинных испытаний разрушающей нагрузкой специально изготовленных образцов. Это довольно трудоемко, требует большого расхода материалов и времени, а в наших опытах нарушения целостности готовых изделий.

# Электронный архив УГЛТУ

В связи с этим в последнее время в Советском Союзе и ряде других стран (США, Канаде, Англии, ФРГ, ЧССР, Японии, Индии) уделяется большое внимание разработке новых методов контроля механических свойств, не требующих при их использовании разрушения образцов. Одним из таких методов является импульсный ультразвуковой, который находит широкое применение во многих отраслях народного хозяйства, в том числе и для контроля прочностных свойств плитных материалов [1, 2, 3].

Этот метод предусматривает не только сохранение исходных свойств и целостности исследуемого объекта, но и высокой уровень измерительной техники, позволяющий непрерывно, точно, быстро и надежно определять свойства материала. Его использование основано на том, что между различными механическими свойствами материалов и их акустическими характеристиками существует тесная связь [4].

Очевидно, что ультразвуковой метод может дать надежные результаты только в том случае, если он применяется к материалам, тождественным по своим параметрам (вид сырья, температура прессования, давление), поэтому не представляется возможным сопоставлять, например, ДСтП и ДВП, пластики без связующих и ДСтП, пластики из разного сырья.

Так как мебельные изделия были изготовлены из разных видов пластиков (тип А - производства Самарского леспромпхоза, тип В - производства Херсонского ЦБК), то на основании полученных разрушающим методом экспериментальных данных по прочности и скорости прохождения ультразвуковых колебаний для каждого исследуемого материала составляли тарировочную таблицу с тем, чтобы дальнейшее исследование этого показателя во времени можно было производить, не нарушая целостности испытуемых образцов.

Последующие определения прочности пластиков неразрушающим методом на малых образцах и в мебельных изделиях проводили через 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 года на одном исследуемом материале и в одних точках.

Для создания необходимого контакта между образцом, излучателем и приемником звуковых колебаний использовали солидол. Скорость прохождения ультразвука (С) вычисляли по формуле

$$C = \frac{1000}{t} \frac{M}{G},$$

где  $l$  – длина образца, мм;

$t$  – время прохождения ультразвука через материал, мкс.

От каждой плиты, из которой изготовлялась мебель, брали по 10–15 образцов (схему раскроя плит см. рис.1) для определения прочности  $B_m$  и подвергали прозвучиванию с тем, чтобы определить скорость ультразвуковых колебаний.

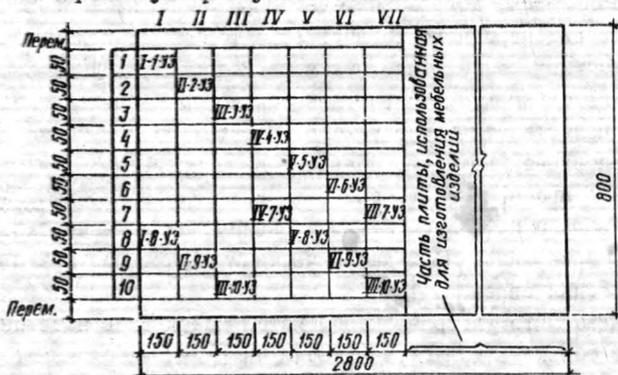


Рис.1. Схема раскроя плит

Фиксирование прочности при статическом изгибе непосредственно после прозвучивания проводилось на испытательной машине ДИ-1 (разрушающим методом) [5].

Перед испытанием определяли линейные размеры образцов с точностью до 0,01 мм. Скорость распространения ультразвуковых колебаний определялась на частоте 150 кгц при установке, принципиальная схема которой показана на рис.2.

Прочность при статическом изгибе самого материала, из которого изготовлены мебельные изделия, и малых образцов определялась по скорости ультразвуковых колебаний и рассчитывалась по разработанным нами тарифовочным таблицам. В качестве примера на рис.3 приводятся данные по определению прочности пластика типа А.

Проверка возможности применения импульсного ультразвукового метода для контроля качества материала, из которого изготовлена мебель, была проведена сравнительными исследованиями

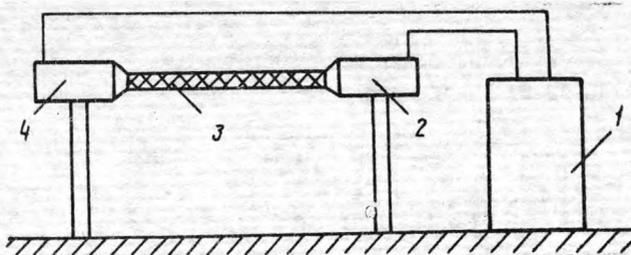


Рис.2. Принципиальная схема установки для определения скорости ультразвука:

- 1 - импульсный ультразвуковой прибор УКБ-1;
- 2 - приемник ультразвуковых колебаний;
- 3 - испытуемый материал;
- 4 - излучатель ультразвуковых колебаний

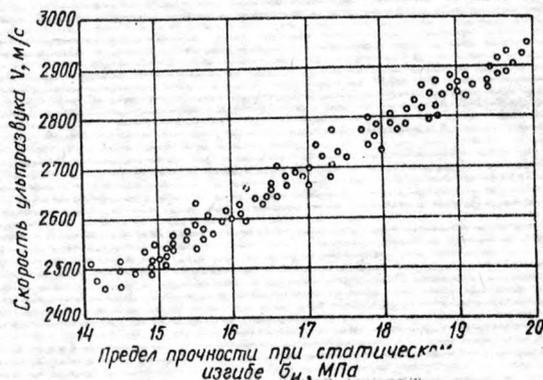


Рис.3. Зависимость между скоростью ультразвука и пределом прочности при статическом изгибе

на малых стандартных образцах и на экспериментальной мебели.

Для определения тесноты связи между пределом прочности при статическом изгибе и скоростью прохождения ультразвука по полученным экспериментальным данным (табл.1) были вычислены коэффициенты парной корреляции, их ошибки и уравнения связи. Результаты вычислений, представленные в табл.2, показывают, что между прочностью при статическом изгибе и скоростью прохождения ультразвука существует строгая линейная взаимосвязь.

## Т а б л и ц а 1

Результаты исследований малых образцов  
и экспериментальной мебели во времени

Показатели	Вид материала	Характеристики испытания	Начальный контроль	Время испытаний, года				
				0,5	1	1,5	2	2,5
Скорость прохождения ультразвука, м	А	ж	2835	2850	2795	2880	2863	2880
		жж	2894	2937	2941	2924	2905	2914
	В	ж	2677	2630	2594	2646	2658	2666
		жж	2727	2708	2684	2720	2730	2737
Предел прочности при статическом изгибе, МПа	А	ж	18,8	19,0	18,6	18,9	19,0	18,9
		жж	19,5	19,7	19,7	19,8	19,7	19,5
	В	ж	16,7	16,4	16,2	16,3	16,5	16,5
		жж	17,4	17,3	17,3	17,5	17,4	17,4

Примечание. ж - малые образцы; жж - экспериментальная мебель

симость. Подтверждением этого явилось и установление коэффициента парной корреляции между данными показателями.

Высокое значение коэффициента корреляции указывает на то, что по скорости прохождения ультразвука можно получить точную информацию о прочностных свойствах пластика при оценке их качества, но в несколько раз быстрее, чем при использовании обычных методов определения этого показателя, к тому же без нарушения целостности образца.

В табл.1 приведены результаты исследований, характеризующие показатели физико-механических свойств во времени пластиков, хранившихся в комнатных условиях и эксплуатировавшихся в качестве деталей мебели в аналогичных условиях. Из данных следует, что при длительной выдержке малых стандартных образцов плит в нормально отапливаемом помещении и при длительной эксплуатации мебельных изделий у обоих видов пластика (А, В) не наблюдается нежелательных изменений показателей физико-механических свойств.

Т а б л и ц а 2

Коэффициент парной корреляции между скоростью прохождения ультразвука и прочностью материала

№ п/п	Тип материала	Время испытания, годн	Характер испытания	Коэффициент корреляции,	Ошибка,	$r/m_r \geq 4$
				$r$	$\pm m_r$	
1	A		ж	0,870	0,080	10,834
2	B	Конт- роль	ж	0,894	0,067	13,343
3	A		жж	0,888	0,070	12,675
4	B		жж	0,703	0,169	4,159
5	A		ж	0,868	0,078	11,128
6	B		ж	0,884	0,069	12,811
7	A	0,5	жж	0,890	0,061	14,831
8	B		жж	0,743	0,141	5,269
9	A		ж	0,794	0,112	7,089
10	B		ж	0,853	0,086	9,918
11	A	1	жж	0,875	0,074	11,824
12	B		жж	0,904	0,057	15,859
13	A		ж	0,836	0,095	8,800
14	B		ж	0,795	0,116	6,418
15	A	1,5	жж	0,872	0,075	11,626
16	B		жж	0,708	0,157	4,509
17	A		ж	0,860	0,085	10,111
18	B		ж	0,783	0,122	6,418
19	A	2	жж	0,754	0,136	5,544
20	B		жж	0,902	0,059	15,288
21	A		ж	0,910	0,088	10,340
22	B		ж	0,823	0,102	8,068
23	A	2,5	жж	0,868	0,078	11,128
24	B		жж	0,795	0,116	6,853

## Литература

1. Г о л у б о в И. А. К вопросу об импульсном ультразвуковом методе контроля прочности древесностружечных плит. ИВУЗ, "Лесной журнал", 1972, № 1.

2. Г о л у б о в И. А., П р о к о ф ъ е в Н. С. Оценка структурной неоднородности древесноволокнистых плит с помощью ультразвука. "Фанера и плиты", 1972, № 7.

3. Н и к и ш о в В. О., Г о л у б о в И. А. О неразрушающих испытаниях древесностружечных плит. "Деревообрабатывающая промышленность", 1969, № 12.

4. П е т р и В. Н., З е л ь д и н Ю. М., П о т а п о в А. И. Контроль модуля упругости древесных плитных материалов без связывающих импульсным акустическим методом. ИВУЗ, "Лесной журнал", 1972, № 1.

УДК 634.0.865

В. А. Чернышева

(Уральский лесотехнический  
институт)

А. В. Мезенцев

(Хабаровский политехнический  
институт)

### БИОСТОЙКОСТЬ ПЛАСТИКОВ ИЗ ЧАСТИЦ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ

В Уральском ЛТИ разработан способ получения пластиков из дробленых отходов однолетних растений без добавления связующих. Хорошие физико-механические свойства этих пластиков позволяют применять их в строительстве. Однако применение новых материалов в строительстве ограничено в ряде случаев их биостойкостью. Поэтому в данной работе была изучена биостойкость пластиков из частиц: гува-пай, костры кенафа, лузги подсолнечника.

Противогнилостную стойкость исследовали по отношению к пленчатому грибу *Coniophora cerebella* (Pers). Культура гриба выращивалась на сосновых опилках с добавлением 5% (по весу) овсяной муки. Исходная влажность среды 30%.

Опыты проводились в специально оборудованном боксе. Температура в боксе поддерживалась на уровне  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ , а относительная влажность воздуха -  $80 \pm 5\%$ . Биостойкость пластиков, полученных при давлениях 2,5; 3,5; 5,0 МПа, определяли после 30 суток кондиционирования в комнатных условиях на образцах  $15 \times 15 \times 10$  мм, в качестве контроля брали заболонь сосны. Продолжительность испытаний 40 дней. Биостойкость пластиков оценивалась по снижению веса (в процентах к абсолютно сухому весу). Чем больше потеря веса, тем ниже биостойкость. Физико-механические свойства пластиков и результаты определения их биостойкости приведены в табл.1. Дополнительно некоторые данные о биостойкости гува-пай, стружечных плит и пластиков из нее по отношению к тому же грибу приведены в табл.2.

Т а б л и ц а 1  
 Результаты определения биостойкости пластиков из однолетних растительных отходов

Условия изготовления и показатели свойств пластиков	Пластики из частиц однолетних растительных отходов											
	2,5	3,5	5,0	2,5	3,5	5,0	2,5	3,5	5,0	2,5	3,5	5,0
Температура прессования, °С	165	165	165	170	170	170	170	170	170	170	170	170
Влажность исходного сырья, %	17	15	13	11	9	8	22	14	10			
Продолжительность прессования, мин/мм	1,0	1,0	1,0	1,4	1,4	1,4	1,2	1,4	1,4			
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1200	1230	1290	1170	1210	1200	980	1030	1080			
Болюглошение за 24 часа, %	15,1	10,0	8,5	7,8	7,2	9,1	25,2	17,5	14,4			
Разбухание за 24 часа, %	15,1	8,0	7,6	8,8	9,9	10,5	16,7	13,3	13,8			
Предел прочности при статич. изгибе, МПа	21,5	26,4	27,6	13,0	15,6	16,6	10,6	14,7	19,3			
Снижение веса под воздействием гриба, %	8,78	9,28	11,41	4,61	4,54	5,13	-	10,06	9,73			

Примечание. Результаты испытаний обрабатывались методом вариационной статистики.

Т а б л и ц а 2

Биостойкость древесины, гуаа-паи, стружечных плит и пластиков по отношению к пленчатому домовому грибу (*Coniophora cerebella*)

Материал	Биостойкость (по потере ве- са), %	Автор, определявший биостойкость
Гуаа-пая (стебли хлопчатника)	68-79	Голубницкая Г.А. [1]
Стружечные плиты из гуаа-паи		
при расходе связующего:		
8%	38,8	Голубницкая Г.А. [1]
12%	27,5	Голубницкая Г.А. [1]
16%	10,1	Голубницкая Г.А. [1]
при расходе связующего 8% и введении 0,5-0,7% антисептика	5,9	
Пластики из частиц гуаа-паи, изготов- ленные при давлениях прессования 2,5-5,0 МПа	8,8-11,4	Чернышева В.А.
Сосна (заболонь)	35,06	Чернышева В.А.

Данные табл.1,2 свидетельствуют, что стойкость по отношению к пленчатому домовому грибу у всех пластиков, испытанных в данной работе, выше биостойкости растительных отходов и стружечных плит из них. Благодаря этому пластики из растительных отходов вряд ли будут нуждаться в специальной дополнительной защите от гниения.

#### Литература

1. Г о л у б н и ц к а я Г. А. Исследование вопросов технологии производства и строительных свойств пластиков из частиц хлопковых стеблей. Дис. на соиск.учен.степени канд. техн. наук. Баку, 1967.

УДК 678.5

О. А. Киселева, М. В. Чарина  
(Уральский лесотехнический  
институт)

А. С. Шубин  
(Уральский научно-исследователь-  
ский химический институт)

## КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СВЯЗУЮЩЕГО ФЕНОЛОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ КОМПОЗИЦИИ

Основными характеристиками промышленных марок фенолоформальдегидных олигомеров являются: температура каплепадения по Убеллоде, содержание свободного фенола, скорость желатинизации в смеси с уротропином [1]. Однако в практике получения прессматериала типа фенопластов, например, на основе древесной фенолоформальдегидной композиции [2] обнаруживались различные технологические и физико-механические свойства пресспорошков, изготовленных из этих композиций, а извлеченное из них связующее обладало одинаковыми указанными показателями.

Древесная фенолоформальдегидная композиция является продуктом процесса поликонденсации фенола и формальдегида в присутствии древесины с использованием соляной кислоты в качестве катализатора.

По-видимому, указанные показатели недостаточно отражали свойства связующего, представляющего собой в данном случае сложную систему из фенолоформальдегидного олигомера, некоторых веществ древесины и продуктов их гидролиза.

В связи с необходимостью исследования влияния свойств связующего древесной фенолоформальдегидной композиции на технологические свойства пресспорошков представлялось необходимым определить ряд приемлемых для этих целей характеристик связующего.

Процесс поликонденсации фенола и формальдегида в присутствии древесины проводили в лабораторном стальном реакторе емкостью 10 л с обратным холодильником при атмосферном давлении и температуре  $98^{\circ}\text{C}$ . Загрузка осуществлялась в следующем соотношении (вес.ч.): древесина - 100 (в виде опила сосны с размером частиц до 2 мм), фенол - 80, формальдегид - 25,6, соляная кислота - 4,35, вода - 700.

Полученную древесную фенолоформальдегидную композицию высушивали при комнатной температуре до влажности 5-7%. Связующее извлекали из нее ацетоном в аппарате Сокслета и сушили в тонком слое до постоянного веса при температуре не выше  $80^{\circ}\text{C}$  и вакууме 600 мм рт.ст. Рассчитывали содержание в композиции извлеченного ацетоном связующего и определяли температуру каплепадения, броуновое число, содержание гидроксильных групп, молекулярную массу, удельную рефракцию.

С целью приготовления пресспорошков древесную фенолоформальдегидную композицию при влажности 50% смешивали с отвердителем уротропином, окисью кальция, нигрозином, сушили до содержания летучих веществ не более 3% и стандартизировали. Пресспорошок перерабатывали в изделия методом горячего прессования. Стандартные образцы прессовали при удельном давлении 300 МПа и температуре  $180^{\circ}\text{C}$ . Технологические свойства пресспорошков оценивали показателями текучести по Рашигу и скорости отверждения по стандартному стаканчику [3].

В табл.1 приводятся характеристика связующего и технологические свойства пресспорошков, полученных из древесной фенолоформальдегидной композиции при одинаковой исходной рецептуре, но при различных режимах процесса поликонденсации.

В целях ограничения ряда показателей связующего, а главное, выделения определяющих характеристик, провели анализ связи между ними. Для этого с помощью ЭВМ "Проминь" были вычислены коэффициенты парной корреляции между всеми приведенными в табл.1 показателями связующего [4]  $Z_{ij}$ :

---

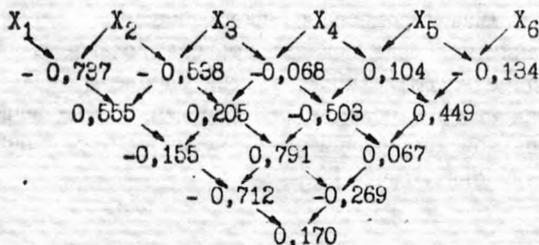
<sup>1</sup> В экспериментальной части работы принимали участие И.И.Перескокова, Л.И.Степанова.

# Электронный архив УГЛТУ

Т а б л и ц а 1

Характеристика связующего и технологические свойства пресспорошка

Связующее				Пресспорошок			
Выход экстрагируемой ацетоном фракции, %	Температура каплепадения, °С	Бромное число, г/100г	Содержание OH-групп, %	Молекулярная масса	Удельная рефракция, $\alpha/\text{г}$	текущая вязкость по Рашигу, мм	скорость отверждения, с
$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$		
42,9	110,8	29,2	12,61	458	0,2819	138	120
42,3	121,2	22,7	13,10	636	0,2757	140	60
43,7	103,5	24,5	12,50	559	0,2484	140	60
43,8	102,3	25,2	12,74	550	0,2463	145	90
41,8	110,0	27,0	12,79	611	0,2717	145	90
45,0	104,0	31,8	12,72	650	0,2766	130	90
44,5	108,5	28,7	14,06	655	0,3010	140	90
38,8	124,0	19,9	12,88	876	0,2977	131	60
43,0	122,0	21,3	13,13	678	0,2912	113	70
43,4	109,0	23,1	13,88	585	0,2962	143	65
11	42	25,0	14,50	671	0,3080	143	80
39,7	110,0	26,2	15,00	620	0,2972	135	85
43,5	112,0	23,3	14,58	550	0,2968	134	95
47,5	72,0	29,2	13,10	325	0,3356	138	120
43,7	98,0	24,5	12,50	559	0,2876	140	60
42,3	104,0	22,7	12,10	606	0,2892	140	60



Для проверки доверительного коэффициента корреляции проводили вычисление значения критерия Стьюдента

$$t = \frac{r_{ij} \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{ij}^2}}$$

и сравнивали его с табличным значением. Оценка коэффициентов корреляции приводится в табл. 2, где звездочкой отмечены коэффициенты, значимые при уровне значимости 0,05.

Т а б л и ц а 2

Оценка коэффициентов корреляции при  $t_{\text{табл}} = 2,14$  4

Коэффициент парной корреляции	Критерий Стьюдента	Коэффициент парной корреляции	Критерий Стьюдента
$r_{1;2}$	-4,081	$r_{2;6}$	-1,045
$r_{1;3}$	2,496	$r_{3;4}$	-0,255
$r_{1;4}$	-0,587	$r_{3;5}$	-2,178
$r_{1;5}$	-3,795	$r_{3;6}$	0,251
$r_{1;6}$	0,645	$r_{4;5}$	0,391
$r_{2;3}$	-2,389	$r_{4;6}$	1,880
$r_{2;4}$	0,784	$r_{5;6}$	-0,506
$r_{2;5}$	4,838		

Как видим, предполагаемый линейный характер связи не противоречит результатам статистической обработки только для коэффициентов парной корреляции  $r_{1;2}$ ,  $r_{1;3}$ ,  $r_{1;5}$ ,  $r_{2;3}$ ,  $r_{2;5}$ ,  $r_{3;5}$ .

Особенно тесная связь обнаружена между величинами  $X_1$  (выход экстрагируемой ацетоном фракции) и  $X_5$  (молекулярная масса), а также  $X_2$  (температура каплепадения) и  $X_5$ . По-видимому, для исследуемого связующего способность растворяться в ацетоне и температура каплепадения определяются молекулярной массой.

Поскольку оба показателя ( $X_1$  и  $X_2$ ) связаны с молекулярной массой ( $X_5$ ), они были исключены из ряда необходимых для характеристики связующего, а показатель молекулярной массы оставлен.

Вместе с тем, проведенный корреляционный анализ не подтвердил наличия линейной связи между молекулярной массой ( $X_5$ ) и содержанием гидроксильных групп ( $X_4$ ), а также удельной рефракцией ( $X_6$ ). По-видимому, это объясняется тем, что экстрагируемое ацетоном связующее содержит фрагменты лигнина древесины, как это было показано [5] методами ИК-спектроскопии и элементного анализа.

Таким образом, рекомендуется определять для олигомера древесной фенолоформальдегидной композиции величины, которые характеризуют его независимо друг от друга, а именно: содержание гидроксильных групп, молекулярную массу и коэффициент рефракции.

## Литература

1. Фенольные смолы. Каталог. Черкассы, изд. КНИИХТ, 1974.
2. Красносельов Б.К., Попова Г.И. Способ получения древесной фенолоформальдегидной прессовочной композиции. Авт. свид. № 180333 с приор. от 6 сент. 1963 г. — "Изобретения, промышленные образцы, товарные знаки", 1966, № 7.
3. Массы прессовочные фенольные. ГОСТ 5689-73. М., Изд-во стандартов, 1974.
4. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. М., "Наука", 1968.
5. Киселева О.А. Исследование связующего, образующегося в процессе поликонденсации фенола и формальдегида в разбавленном водном растворе с кислым катализатором в присутствии древесины. Дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. Свердловск, УЛТИ, 1974.

УДК 674. 8-41

В.В. Желдакова, В.Н. Петри  
(Уральский лесотехнический институт)

## ЗАВИСИМОСТЬ ВЛАЖНОСТИ ПЛИТ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ГОРЯЧЕГО ПРЕССОВАНИЯ

Основными параметрами, требующими строгого соблюдения при производстве пластиков плитных материалов без добавления связующих, являются влажность прессматериала, температура и продолжительность горячего прессования. Для определения двух из этих параметров: оптимальной влажности и оптимальной температуры существуют ускоренные методы, получившие название экспресс-методов [1,2]. Чтобы воспользоваться экспресс-методом определения оптимальной температуры горячего прессования, необходимо знать оптимальную влажность сырья, так как сутьность этого метода заключается в том, что влажность пластика, полученного при оптимальных параметрах прессования, непосредственно после запрессовки должна быть равна оптимальной влажности используемого прессматериала.

Однако, ускоренный метод определения оптимальной влажности сырья (метод пластической деформации) допускает погрешность до 2% [3], что может повлечь за собой погрешность в определении оптимальной температуры прессования. С целью проверки влияния неточного определения оптимальной влажности прессматериала на устанавливаемое оптимальное значение температуры горячего прессования проведена данная работа.

Эксперимент был поставлен при трех давлениях прессования 2,5; 5; 9 МПа. В качестве сырья использовались сосновые опилки. При каждом из опробованных давлений было проведено три серии опытов: на оптимальном уровне влажности, при влажности на 2% выше оптимальной и при влажности на 2% ниже оптимальной. В каждой серии опытов переменным фактором являлась

температура горячего прессования. Продолжительность же во всех случаях была постоянной, оптимальной для данного давления.

Непосредственно после запрессовки из плит выпиливались образцы для определения влажности весовым методом. Условия изготовления пластиков и результаты экспериментов приведены в таблице.

Условия изготовления и влажность  
пластика после запрессовки

Давление прессования, МПа	Продолжительность горячего прессования, мин/мм	Влажность сырья, %	Температура горячего прессования, °С	Влажность пластиков после запрессовки, %
2,5	1,4	21	140	19,68
			155	20,60
			170	21,14
			185	22,60
			200	25,80
		19	140	17,93
			155	18,18
			170	18,41
			185	20,67
			200	25,36
	17	140	15,08	
		155	15,30	
		170	16,64	
		185	17,93	
		200	23,64	
		15	140	14,62
			155	14,47
			170	15,25
			185	17,40
			200	20,87

# Электронный архив УГЛТУ

Давление прессования, МПа	Продолжительность горячего прессования, мин/мм	Влажность сырья, %	Температура горячего прессования, °С	Влажность пластиков после запрессовки, %
5	1,0	13	140	12,62
			155	12,88
			170	13,02
			185	14,17
			200	17,26
	11	155	140	10,74
			155	10,56
			170	10,91
			185	12,20
			200	15,53
9	1,3	10	160	9,42
			170	9,53
			180	10,07
			190	11,65
			8	160
	170	7,50		
	180	7,99		
	190	9,05		
	200	11,22		
	6	160	160	5,39
170			5,50	
180			5,91	
190			7,58	
200			9,75	

По полученным данным при помощи чисел Чебышева вычислены корреляционные уравнения 1-9 :

$$y_1^1 = 0,001740 x^2 - 0,496637x + 55,324093 \quad , \quad (1)$$

$$y_2^1 = 0,00006050x^3 - 0,02739194x^2 + 4,137268838x - 190,3980638 \quad , \quad (2)$$

$$y_3^1 = 0,003470x^2 - 1,048114x + 94,0534 \quad , \quad (3)$$

$$y_1'' = 0,002734x^2 - 0,826634x + 76,808500 \quad , \quad (4)$$

$$y_2'' = 0,00211734x^2 - 0,64942834x + 62,24890500 \quad , \quad (5)$$

$$y_3'' = 0,00003733334x^3 - 0,01651111362x^2 + 2,42324475917x - 107,348124283 \quad , \quad (6)$$

$$y_1'' = 0,004571x^2 - 1,523960x + 136,3202 \quad , \quad (7)$$

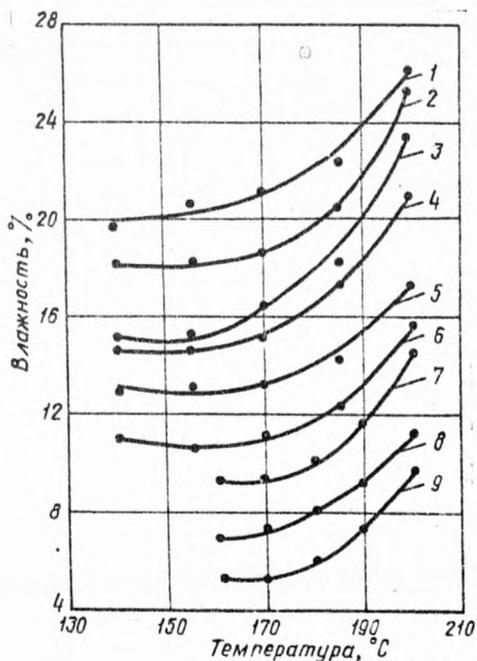
$$y_2'' = 0,00295x^2 - 0,9643x + 85,978 \quad , \quad (8)$$

$$y_3'' = 0,0038429x^2 - 1,275444x + 111612738 \quad . \quad (9)$$

На их основе построены графики, (см. рисунок) отражающие зависимость изменения влажности готового пластика от температуры горячего прессования. Из математического описания корреляционных уравнений и графиков следует, что зависимости изменения влажности готового пластика от температуры горячего прессования во всех случаях носят одинаковый характер и представляют в общем виде параболу третьей степени. Влажность пластика после запрессовки равна влажности используемого сырья независимо от давления прессования, при завышенных влажностях прессматериала, при температуре несколько ниже оптимальной. При заниженных влажностях – влажность пластика совпадает с влажностью используемого сырья при температурах несколько выше оптимальной. С увеличением давления прессования разница между температурой, найденной при оптимальной и неоптимальной влажности сырья, уменьшается. Так при давлении 2,5 МПа она составляет 4°C, при давлении 5 МПа – 2°C, а при давлении 9 МПа практически равна нулю.

Таким образом, погрешность в определении оптимальной влажности сырья (2%) практически не сказывается на точности определения оптимальной температуры горячего прессования, что

позволяет при определении оптимальной температуры экспресс-методом принимать за оптимальную влажность сырья влажность, найденную методом пластической деформации.



Изменение влажности плит от температуры.

Давление прессования 2,5 МПа:

1- влажность сырья 21%, 2-19%, 3-17%.

Давление прессования 5 МПа:

4- влажность сырья 15%, 5-13%, 6-11%.

Давление прессования 9 МПа:

7- влажность сырья 10%, 8-8%, 9-6%.

## Литература

1. Волкова В. Д., Петри В. Н. Способ определения приближенного значения оптимальной влажности измельченной древесины. Авт. свид. № 521726 с приор. от 22 июня 1970 г. - "Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки," 1971, № 35.

2. Желдакова В. В., Петри В. Н. Способ определения оптимальной температуры горячего прессования древесных пластиков. Авт. свид. № 493716 с приор. от 11 марта 1974 г. - "Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки," 1975, №44

3. Волкова В. Д. Разработка метода оптимизации параметра влажности древесных частиц при изготовлении из них лигноуглеводных пластиков. Дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. Свердловск, УЛТИ, 1971.

УДК 634.0865:620

А.Ф.Кулиничев, И.А.Кулиничева,  
Н.Е.Лоханько  
(Уральский лесотехнический  
институт)

® Н.А.Брусин  
(Свердловский филиал Москов-  
ского ИПК Минлеспрома)

## ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ НАГРУЖЕНИЯ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ НА ИЗГИБ И СЖАТИЕ ДРЕВЕСНОСЛОИСТЫХ ПЛАСТИКОВ ИЗ ЛИСТВЕННИЧНОГО ШПОНА

К наиболее эффективным материалам, используемым и подлежащим использованию в конструкциях, относятся синтетические материалы в виде разных пластиков и пластмасс. Для создания методов расчета и конструирования изделий из них необходимо располагать более полными данными о физико-механических характеристиках пластиков. Древеснослоистые пластики обладают высокими техническими свойствами, что позволяет широко использовать их в различных отраслях народного хозяйства.

Работами Брусина Н.А. и Петри В.Н. получен древеснослоистый пластик из лиственничного шпона без добавления связующих веществ типа ДСП-Б (древеснослоистый пластик Б), где индекс Б означает конструкцию пластика: каждые 5-20 слоев с параллельным направлением волокон чередуются с одним слоем, у которого направление волокон перпендикулярно смежным слоям при условии использования на поперечные слои шпона, обработанного синтетической смолой.

Схема набора пластика была следующей: долевые слои пластика в количестве 7 штук набирались из шпона влажностью 5-8%, толщиной 1,18 мм; поперечные слои набирались из шпона влажностью 3-4%, толщиной 0,82 мм. Смолой обрабатывались только поперечные и наружные слои шпона. Все листы шпона, на которые

нанесены связующие вещества, были высушены на конвейерной сушилке до влажности 3-4%.

Параметры прессования:

давление прессования	- 15 МПа;
температура горячего прессования	- 160°;
продолжительность горячего прессования	- 2 мин/мм;
продолжительность охлаждения	- 30 мин плюс холодная вы- держка под давлением из расчета 1 мин/мм;
толщина готового материала	- 20 мм;
плотность	- 1560 кг/м <sup>3</sup> .

На поперечные слои наносится смола СВС-1, расход смолы 100-110 г/м<sup>2</sup>.

Полученный в данных условиях пластик обладает высокими и стабильными во времени физико-механическими свойствами, что свидетельствует о технической целесообразности организации промышленного производства нового материала, который может найти применение для замены в ряде случаев древесностружечных плит, выпускаемых в настоящее время нашей промышленностью.

Так как кратковременные машинные испытания могут быть произведены с различными скоростями нагружения, а скорость испытания связана с тем или иным временем силового воздействия на материал, то, учитывая фактор времени при испытаниях, удается выяснить влияние на сопротивляемость изменения скорости нагружения.

Изменчивость свойств, присущая пластикам, не позволяет при исследованиях, в том числе и при контроле качества, ограничиться единичными испытаниями. Продолжительность каждого испытания приобретает немалое практическое значение, так как определяет собой пропускную способность лабораторий. Время, необходимое для проведения одного испытания, в значительной степени зависит от скорости нагружения, вследствие чего последний фактор оказывается важным не только с теоретической, но и с практической точки зрения.

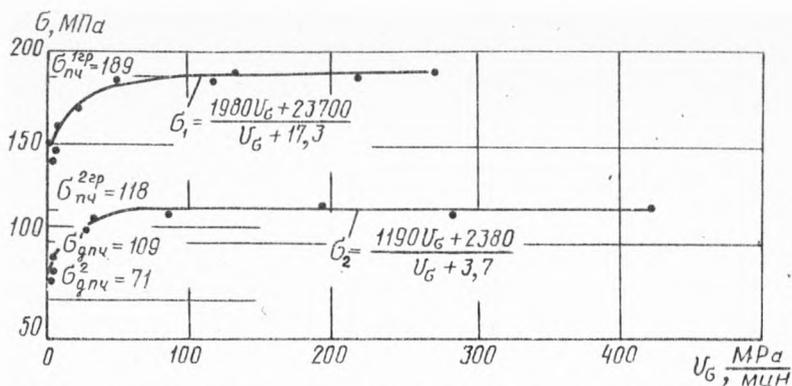


Рис.1. Зависимость предела прочности пластика ДСП-Б от скорости роста напряжения при  $t = 20^{\circ}\text{C}$ :

- 1 - сжатие вдоль слоев шпона, вдоль волокон рубашки;
- 2 - сжатие вдоль слоев шпона, поперек волокон рубашки.

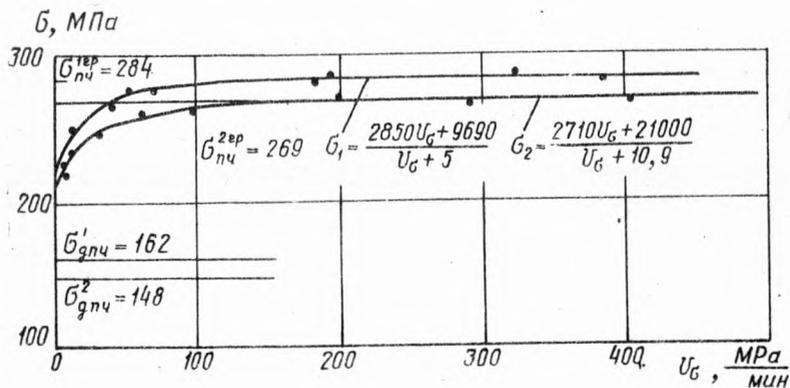


Рис.2. Зависимость предела прочности пластика ДСП-Б от скорости роста напряжения при  $t = 20^{\circ}\text{C}$ :

- 1 - изгиб в плоскости, перпендикулярной слоям шпона;
- 2 - изгиб в плоскости, параллельной слоям шпона

# Электронный архив УГЛТУ

Скорость роста напряжений в поперечном сечении образца рассчитывалась по формуле:

$$U_{\sigma} = \frac{\sigma_{n\bar{z}}}{t},$$

где  $\sigma_{n\bar{z}}$  - среднее значение предела прочности при испытании образцов, МПа;

$t$  - среднее время испытания серии образцов, мин.

Для пластиков эксперименты были начаты со сжатия, как наиболее характерного и поэтому часто определяемого свойства. Обнаруженная таким путем закономерность во влиянии скорости нагружения была проверена и при прочих видах механических испытаний.

В работе изучали влияние скорости роста напряжений  $U_{\sigma}$   $\frac{\text{МПа}}{\text{мин}}$  при кратковременных машинных испытаниях на прочность пластиков при сжатии и статическом изгибе в двух плоскостях. Исследование влияния скорости роста напряжений на пределы прочности при сжатии и изгибе проводили на испытательных машинах типа ЦДМ-5т и УМ-5т при скоростях движения нижнего захвата

$U_{\xi} = 4-60$  мм/мин. Образцы на сжатие имели размеры  $10 \times 10 \times 15$  мм, а изгиб -  $20 \times 10 \times 250$  мм.

Влияние скорости роста напряжений на величину предела прочности при испытаниях изучено в широких диапазонах скоростей роста напряжений: при сжатии от  $U_{\sigma} = 1,0$  до  $415,0$   $\frac{\text{МПа}}{\text{мин}}$   
изгибе от  $U_{\sigma} = 0,4$  до  $497,0$   $\frac{\text{МПа}}{\text{мин}}$

По опытным данным построены графики зависимости прочности при сжатии (рис.1) и изгибе (рис.2) в двух плоскостях, наглядно иллюстрирующие влияние изучаемого фактора.

Зависимость предела прочности от скорости роста напряжений имеет асимптотический характер. При малых скоростях нагружения с ростом скоростей до некоторого значения зависимость предела прочности от скорости нагружения изображается круто восходящей ветвью кривой. При скоростях выше указанного значения скорости нагружения зависимость предела прочности от скорости нагружения изображается асимптотической ветвью кривой. Асимптота к кривой зависимости пределов прочности от скорости нагружения, определяет значение предела прочности при скорости нагружения, стремящейся к бесконечно-

# Электронный архив УГЛТУ

сти.

Данное значение предела прочности называется границей предела прочности. При скорости нагружения, стремящейся к нулю, предел прочности стремится к минимальному значению.

Определение механических характеристик прочности пластика на сжатие и изгиб при длительном действии постоянной статической нагрузки проводилось на рычажной установке. В комнате, где установлены машины, движение воздуха осуществляется вентилятором типа Ц-4-70 № 3 и автоматически поддерживаются комнатные климатические условия:

$$t = 20 \pm 2^\circ\text{C} \text{ и } \varphi = 65 \pm 2\%.$$

Чтобы получить длительную прочность во времени, испытывали серию образцов, для каждого из которых задавалась постоянно действующая нагрузка, составляющая определенную часть предела прочности, полученного при кратковременном машинном испытании и оптимальной скорости нагружения.

Предел длительной прочности - это напряжение  $\sigma_{длп}$ , при котором разрушение образцов происходит при неограниченно большом времени действия постоянной нагрузки.

Таким образом, предел прочности изменяется по асимптотическому закону в границах от предела минимальной (долговременной) прочности  $\sigma_{длп}$  при  $v_{\sigma} \rightarrow 0$  до границы предела прочности  $\sigma_{пк}$  при  $v_{\sigma} \rightarrow \infty$ .

Опытная кривая в асимптотической ветви кривой зависимости пределов прочности от скорости нагружения достаточно хорошо удовлетворяется дробно-линейной функцией:

$$\sigma = \frac{a \cdot v_{\sigma} + b}{v_{\sigma} + c} \text{ МПа},$$

где  $a, b, c$  - коэффициенты, определяемые из опыта;

$v_{\sigma}$  - скорость роста напряжения,  $\frac{\text{МПа}}{\text{мин}}$ ;

Заметим, что в уравнении мы имеем три существенные константы. Для определения постоянных коэффициентов  $a, b$  и  $c$  воспользовались методом выбранных точек. На кривой выбирали три точки (по числу произвольных постоянных, подлежащих определению).

В целях повышения точности эти точки должны возможно дальше отстоять друг от друга. Уравнение привели к виду:

$$a \cdot v_{\sigma} + b - c \cdot \sigma = v_{\sigma} \cdot \sigma$$

Каждую из трех пар значений координат  $U_6$  и  $\sigma_6$  подставили в уравнение, что дало систему из трех уравнений с тремя неизвестными. Решая полученную систему трех совместных уравнений, определяли искомые коэффициенты  $a$ ,  $b$  и  $c$ .

Зависимость пределов прочности при сжатии и изгибе от скорости роста напряжений выражена уравнениями, приведенными на рис.1,2. Максимальные расхождения опытных данных с вычисленными по уравнениям при сжатии – 2,6% и изгибе – 1,4%.

На асимптотической ветви кривой расположена точка, определяющая величину предела прочности и ту скорость, выше которой величина предела прочности изменяется весьма незначительно, не превышая допуска по напряжению 5%.

Эта скорость нагружения называется оптимальной и является такой предельной скоростью, ниже которой изменение скорости нагружения вызывает весьма значительное изменение предела прочности и выше которой любое изменение скорости нагружения не вызывает практически изменения величины предела прочности.

Значение величины оптимальной скорости нагружения определялось по найденному уравнению кривой зависимости предела прочности от скорости роста напряжений, исходя из принятого допуска по напряжению 5% от границы предела прочности.

Оптимальные скорости роста напряжений при сжатии (рис.1):

$$U_{6,1}^{opt} = 84,0 \frac{МПа}{мин}; \quad U_{6,2}^{opt} = 123,0 \frac{МПа}{мин};$$

изгибе (рис.2):  $U_{6,1}^{opt} = 185,0 \frac{МПа}{мин}; \quad U_{6,2}^{opt} = 255,0 \frac{МПа}{мин};$

Для исключения значительного разброса результатов испытания следует проводить при постоянной скорости роста напряжений, равной или больше оптимальной.

## В в о д н

С увеличением скорости роста напряжений  $U_6$  предел прочности при сжатии и изгибе увеличивается; при определении предела прочности скорость нагружения должна быть равна или выше оптимальной; обозначенные на графиках  $\sigma_{нт}^{ap}$  верхний предел прочности необходим для определения качества плит, а нижний предел  $\sigma_{нт}$  для расчета пластика при применении их в строительных конструкциях.

УДК 674.817-41

В.Е. Чибирев, Н.В. Липцев,  
Н.Я. Солечник  
(Ленинградская лесотехничес-  
кая академия им. С.М.Кирова)

## К ВОПРОСУ О ТЕМПЕРАТУРНО-ВРЕМЕННОЙ ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ ПРИЖЕНИТЕЛЬНО К ПРОИЗВОДСТВУ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ

Для получения древесноволокнистой массы первичного размола в производстве ДВП наибольшее распространение получил метод гидротермической обработки щепы (пропаривание) с последующим ее размолом в камерах дискового типа. В этом случае в качестве основного оборудования применяется дефибратор, сочетающий в себе пропарочную и размольную камеры [1].

В отличие от гидротермической обработки щепы, применяемой в целлюлозно-бумажной промышленности (температура пропаривания до  $135^{\circ}\text{C}$  [2]), в производстве плит применяется высокотемпературная гидротермическая обработка ( $160-190^{\circ}\text{C}$ ) продолжительностью 1-8 мин. По данным Горинга и других исследователей [3,4] лигнин и вещества срединной пластинки в условиях пластифицирующего влияния насыщенного пара при температуре выше  $135^{\circ}\text{C}$  находятся в размягченном состоянии, что способствует лучшему отделению при размоле целых волокон. Исследования структуры поверхности волокон древесноволокнистой массы первичного размола с применением оптического и электронного микроскопов действительно показали малую степень повреждения поверхности волокон при размоле [5]. Поверхность большинства волокон равномерно покрыта слоем инкрустирующих веществ срединной пластинки.

При размоле пропаренной щепы в аппаратах дискового типа ее разрушение характеризуется как сдвиг поперек волокон [6], сопровождающийся сжатием и смятием клеточных стенок волокна.

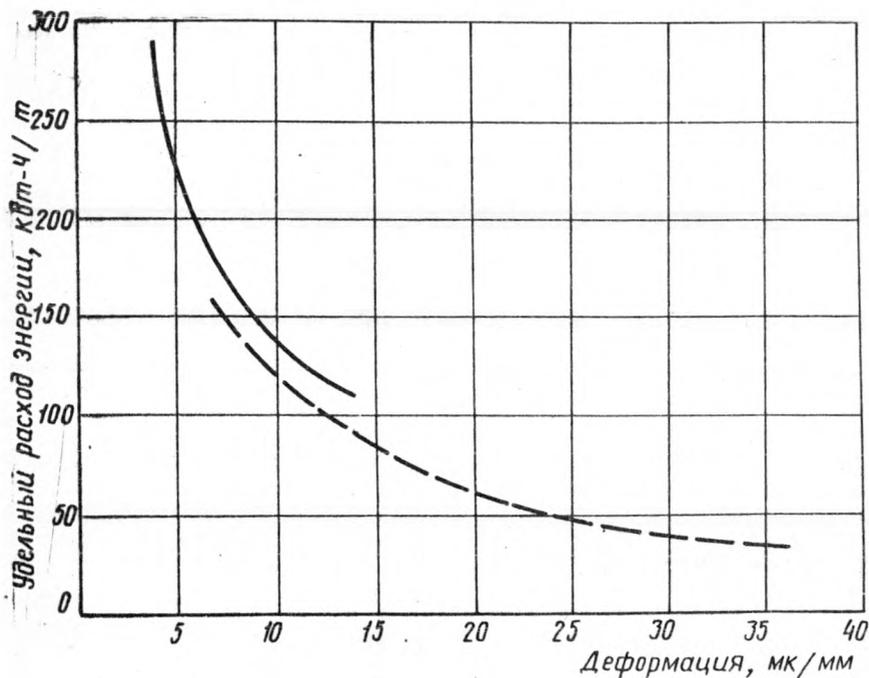


Рис. 1. Зависимость изменения расхода энергии на размол от полной деформации древесины при сжатии поперек волокон:

— ель, - - - береза.

До сих пор не имеется конкретных сведений о распределении температурных и временных эффектов при пропаривании древесины. Только при совместном глубоком исследовании обоих факторов можно говорить об их корреляции.

Казалось бы, что расход энергии на разлом такой щепы должен линейно снижаться с ростом температуры пропаривания, соответствуя увеличению пластических свойств веществ срединной пластинки, которые находятся за пределами температуры текучести, и упругими свойствами уже не обладают. Однако, как показали исследования, изменение расхода энергии на разлом щепы не соответствует линейной зависимости от температуры пропаривания [7], а находится в четкой гиперболической зависимости от деформации древесины (рис.1) [8], которая в данных исследованиях определялась по скорости восстановления высоты образца древесины после сжатия поперек волокон. Основным параметром здесь является степень пластификации древесины. В этом виде испытаний древесины значительную роль играют также упругие и западающие упругие деформации вещества клеточной стенки волокна. Изменение степени полимеризации углеводного комплекса древесного волокна имеет ступенчатое снижение с ростом температуры пропаривания [9]. Ему соответствует изменение модуля упругости, замеренного методом вынужденных колебаний у образцов древесины с продольным направлением волокон [10], показывающее релаксационные переходы в тех же точках (рис. 2).

Однако общая деформация пропаренной древесины, замеряемая при сжатии поперек волокон непрерывно растет по экспоненциальной зависимости. По-видимому, это вызывается непрерывным ростом западающих упругих и пластических деформаций древесины. При ступенчатой деструкции углеводного комплекса клеточной оболочки древесного волокна такой рост западающих упругих деформаций может объясняться непрерывно растущим ослаблением связи между фибриллами клеточной стенки.

Принцип температурно-временной эквивалентности, сформулирован Уордом [11]. Большинство имеющихся литературных данных относится к изучению влияния температуры пропаривания на свойства древесины, и значительно меньше опубликовано результатов исследований влияния продолжительности пропаривания при данных условиях гидротермической обработки.

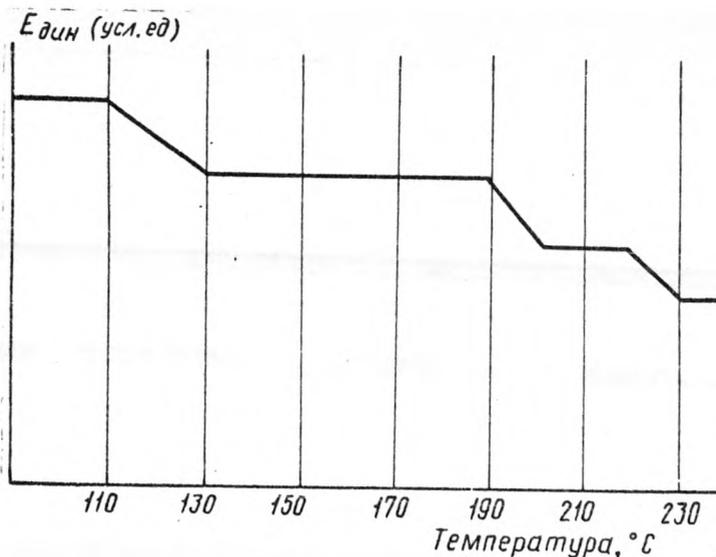


Рис. 2. Зависимость изменения динамического модуля упругости от температуры гидротермической обработки при испытаниях образцов древесины с продольным направлением волокон.

С этой целью были рассмотрены изменения модуля упругости образцов сосновой древесины с поперечным направлением волокон. Модуль упругости определяется методом вынужденных колебаний [12]. Размер образцов 200x20x5 мм. В установке использовался генератор типа ГЗ-49А.

Исследовались температуры пропаривания древесины от 90 до 200°C через каждые 10°C при постоянной продолжительности - 16 мин и продолжительностях пропаривания от 8 до 128 мин при 120, 140, 160, 180 и 200°C. Пропаривание образцов древесины проводилось в лабораторном 5-литровом автоклаве, после чего определялись необратимые изменения свойств древесины. Для этого пропаренные образцы погружались на 2 часа в холодную воду, чтобы сохранить максимальную влажность и прекратить протекающие в веществе древесины химические процессы.

Испытание одних и тех же образцов производилось дважды: до и после пропаривания, затем рассчитывался модуль. Результаты обчитывались методом вариационной статистики [13]. Показатель точности составлял 5%. Полученные результаты представлены в табл. 1 и на рис. 3,4,5.

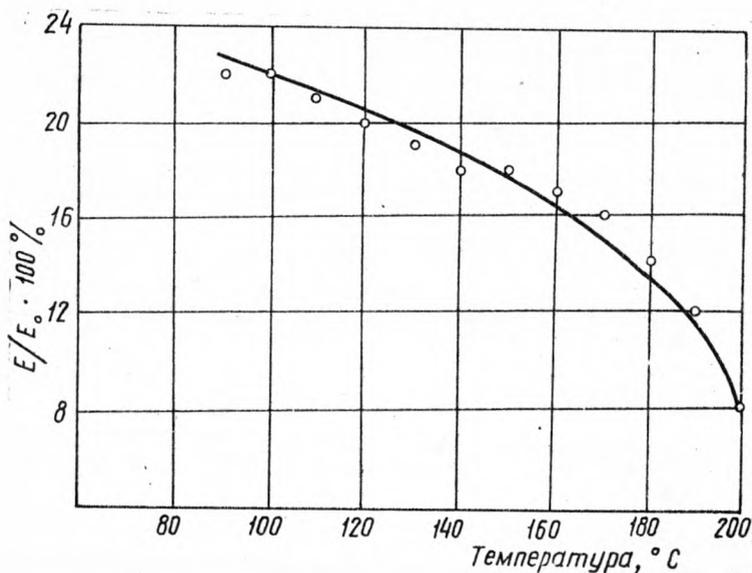


Рис. 3. Зависимость изменения динамического модуля упругости образцов сосновой древесины с поперечным направлением волокон от температуры.

Согласно рис. 3, происходит непрерывное уменьшение модуля упругости с ростом температуры пропаривания от 90 до 200°C. Получаемая зависимость близка к экспоненциальной. Релаксационных переходов на рассматриваемой кривой не наблюдается. Согласно теоретическим представлениям модуль упругости изменяется обратно пропорционально изменению

Т а б л и ц а 1

Показатели динамического модуля упругости сосновых образцов древесин с различным направлением волокон в зависимости от температуры

Наименование показателей	Температура пропаривания, °С *													τ = 16 мин		
	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	216	214	217
E <sub>0</sub> до пропаривания, Н/мм <sup>2</sup>	199	102	99	267	250	228	250	225	211	210	216	214	210	216	214	217
E после пропаривания, Н/мм <sup>2</sup>	44	22	21	54	49	42	45	38	34	30	25	17	30	25	17	17
$\frac{E}{E_0} \cdot 100\%$	22	22	21	20	19	18	18	17	16	14	12	8	14	12	8	8
E после пропаривания, Н/мм <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	2440	2350	2260	2190	2020	1940	-	2020	1940	-	-

\* ) Резонансная частота для пропаренных образцов с поперечным направлением волокон колеблется в пределах 4-8Гц, а для образцов с продольным направлением волокон в пределах 25-35Гц

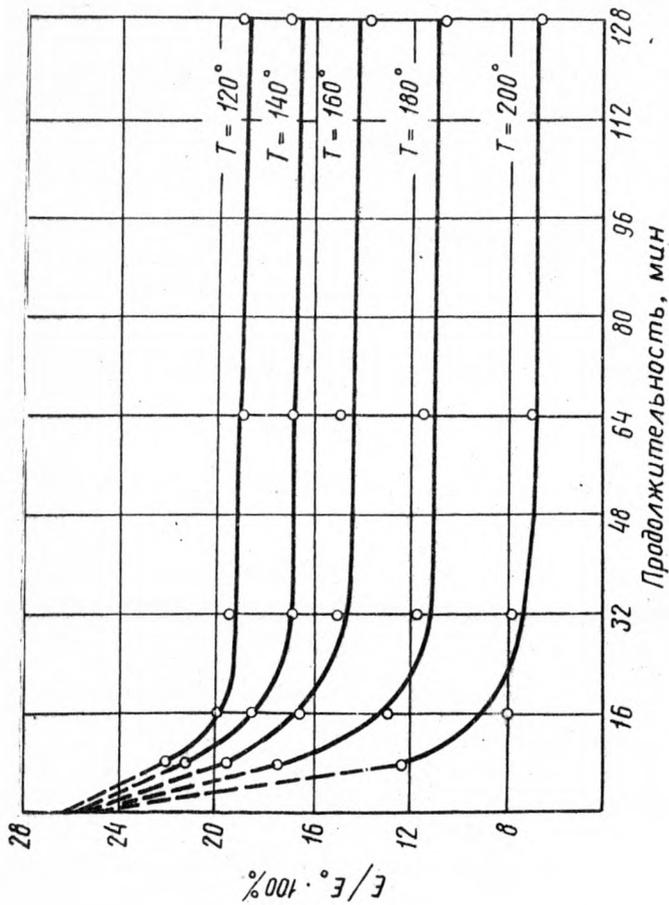


Рис. 4. Зависимость изменения динамического модуля упругости образцов сосновой древесины с поперечным направлением волокон от продолжительности обработки.

деформативности древесины, характеризуемой кривыми поллаучести. Из сказанного можно судить о росте деформационных свойств древесины по экспоненциальной зависимости с повышением температуры пропаривания.

Если сравнить полученные показатели модуля упругости образцов древесины с поперечным направлением волокон и показатели, полученные у образцов с продольным направлением волокон (табл. 1, 2), то можно заметить, что в первом случае модуль упругости значительно ниже по абсолютным значениям и составляет примерно 2-3% от второго.

На рис. 4, представлены зависимости изменения модуля упругости образцов сосновой древесины от продолжительности пропаривания при разных температурах. На оси ординат кривые сходятся в точке, соответствующей показателям увлажненной до максимальной влажности непропаренной древесины (выдержка в холодной воде в течение суток). С увеличением продолжительности пропаривания до 16-32 минут значения модуля упругости для всех температур значительно снижаются и тем больше, чем больше температура пропаривания. Дальнейшее увеличение продолжительности пропаривания до 128 мин. практически не оказывает влияния на изменение модуля упругости, который имеет лишь слабо выраженную тенденцию к снижению с ростом продолжительности пропаривания. Изменение динамического модуля упругости у образцов с продольным направлением волокон [10] в зависимости от продолжительности пропаривания, как и при изменении температуры пропаривания, показало ступенчатое снижение его показателей с увеличением продолжительности пропаривания. Получаемая резонансная частота у образцов с поперечным направлением волокон значительно ниже. Снижение резонансных частот указывает на смещение измеряемых свойств древесины в сторону западающих упругих и пластических деформаций. При этом виде испытаний превалирующее значение на показатели модуля упругости оказывает состояние межволоконных и мезофибриллярных связей в древесине. Кривые одинаковых модулей (рис. 5), построенные по результатам испытания образцов древесины с поперечным направлением волокон при суммарном влиянии температуры и продолжительности про-

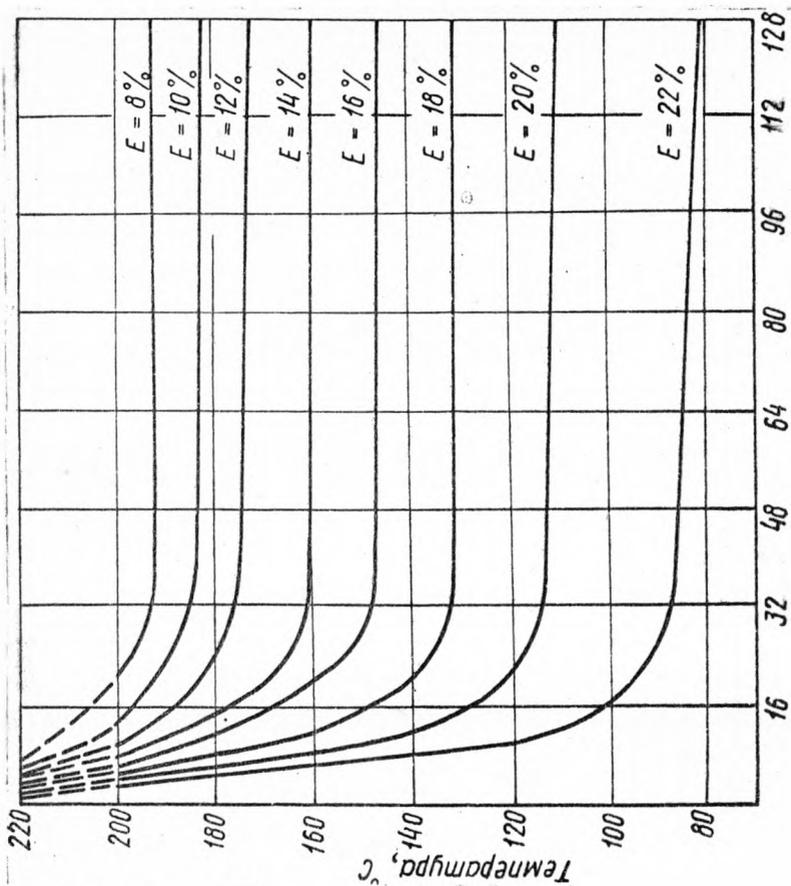


Рис. 5. Кривые одинаковых модулей для образцов сосновой древесины с поперечным направлением волокон для различных условий гидротермической обработки.

паривания, представляют собой экспоненты, стремящиеся слиться при бесконечно высоких температурах и идущие почти параллельно оси ординат. Расходятся экспоненты в интервале до 32-х минутного пропаривания. При увеличении продолжительности пропаривания свыше 32 мин одновременных пересечений температурных линий не наблюдается. Здесь уже завершаются химические процессы, протекающие при данной температуре, и для дальнейшего углубления химических процессов в древесине требуется новый подъем температуры. Как было показано выше, показатели динамического модуля упругости образцов древесины с продольным направлением волокон характеризуют состояние основного углеводного компонента древесного волокна-целлюлозы, несущей ответственность за прочность обработанного волокна. Показатели же его значений у образцов древесины с поперечным направлением волокон больше характеризуют состояние межволоконных связей в древесине и представляют практический интерес с точки зрения разделения щепы на волокна при размоле в аппаратах дискового типа.

Т а б л и ц а 2

Показатели динамического модуля упругости сосновых образцов древесины с различным направлением волокон в зависимости от продолжительности гидротермической обработки

Наименование показателей	Температура, °С	Продолжительность пропаривания, мин			
		16	32	64	128
$\frac{E}{E_0} \cdot 100\%$	140	86,1	85,4	87,7	78,7
	160	90,8	89,2	82,2	75,2
	180	79,4	81,3	81,7	65,2

\*)  $E_0$  - значения показателей вымоченных в течение суток образцов непропаренной древесины

## В ы в о д ы

1. Динамический модуль упругости у образцов древесины с поперечным направлением волокон значительно ниже, чем с продольным направлением и более интенсивно снижается с усилением гидротермической обработки.
2. Резонансная частота колебаний у образцов с поперечным направлением волокон значительно ниже, чем с продольным направлением. Из measurable деформационных свойств древесины в этом виде испытаний наблюдают западающие упругие и пластические деформации.
3. Увеличение температуры пропаривания ведет к непрерывному снижению модуля упругости образцов древесины с поперечным направлением волокон. Снижение его значений происходит вначале медленно до температуры пропаривания  $160^{\circ}\text{C}$ , затем более быстро с увеличением температуры до  $200^{\circ}\text{C}$ . Релаксационные переходы в этом интервале температур пропаривания отсутствуют.
4. Увеличение продолжительности пропаривания при разных температурах ведет к снижению модуля упругости для образцов древесины с поперечным направлением волокон по экспоненциальным зависимостям с максимальным расхождением после 16-32-х минутного пропаривания. При дальнейшем увеличении продолжительности пропаривания значения модуля упругости почти не меняются.
5. Кривые одинаковых модулей, характеризующие температурно-временную эквивалентность гидротермической обработки образцов сосновой древесины с поперечным направлением волокон, имеют вид экспонент.

## Л и т е р а т у р а

1. Р е б р и н С.П., М е р с о в Е.Д., Е в д о к и м о в В.Г. Технология древесноволокнистых плит. М., "Лесная промышленность", 1971.
2. С е м и г и н П.С. Термомеханический способ производства древесной массы. "Бумажная промышленность", 1974, № 4.

3. Goring I. D'A. *Thermal softening of lignin, hemicellulose and cellulose. "Pulp, paper mag. of Canada" 1963, т.64, №12, 517-527.*

4. Bistedt I. *Stone groundwood refiner mechanical. "Pulp and paper ind", 1973, 15, №6, 39-43.*

5. Чиркова В. С., Липцев Н. В., Ласкеев П. X. Влияние фракций дефибраторной массы на качество древесноволокнистых плит-"целлюлоза, бумага, картон", изд. ВНИИПИЭИлеспром, 1975, №5.

6. May W.D. *Attach D. A laboratory study of a new mechanical pulping process. "Pulp, paper mag. of Canada", 1965, №8, 422-435.*

7. Ласкеев П. X., Липцев Н. В. Расход энергии на размол щепы разных пород в дефибраторе.-"Химическая переработка древесины", изд. ЦНИИТЭИлеспром, 1967, №11.

8. Гаврилов М. П., Липцев Н. В., Ласкеев П. X. Энергозатраты при размол щепы из отходов лесозаготовок.-"Фанера и плиты", изд. ВНИИПИЭИлеспром, 1975, №3.

9. Липцев Н. В. Размол щепы в дефибраторах при производстве твердых древесноволокнистых плит сухим способом. Тезисы докладов. М., изд. ВНИИДМАШ, 1969.

10. Уханова Г. В., Ласкеев П. X., Липцев Н. В. Изменение реологических свойств древесины в процессе гидротермической обработки при производстве древесноволокнистых плит.-В сб.: "Технология и оборудование для производства древесных плит, малоэтажных стандартных деревянных домов и столярно-строительных изделий". Балабаново, изд. ВНИИДРЕВ, 1976, вып.6.

11. Уорд И. Механические свойства твердых полимеров. М., "Химия", 1975.

12. Солечник Н. Я. Производство древесноволокнистых плит. М., "Лесная промышленность", 1963.

13. Зайдель А. Н. Элементарные оценки ошибок измерений. М., Изд-во АН СССР, 1967

УДК 674.817

И. А. Гамова, В. Н. Вихрева,  
Т. С. Коромислова, Л. И. Лихачева,  
Л. Н. Наткина  
(Ленинградская лесотехническая  
академия)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСНЫХ ОПИЛОК В КАЧЕСТВЕ АКТИВНОГО НАПОЛНИТЕЛИ ПОЛИМЕРДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Рассматривая такую 2-х компонентную систему, как полимер-древесина, следует помнить, что древесина является высокопористым гигроскопичным субстратом сложного химического состава с большим количеством разнообразных функциональных групп. Основные физико-механические свойства таких систем обуславливаются силами внутреннего сцепления компонентов, составляющих эту систему (адгезия), и прочностью связи в самих этих компонентах (когезия). Силы когезии определяются химическими связями применяемого полимера и достаточно высоки. Надежным путем повышения адгезии в таких системах является разумное использование функциональных групп компонентов системы и образование химических связей.

В результате исследований нами выбрано как наиболее перспективное направление при получении древесных 'пластиков'-пропитка древесных опилок полимеробразующими соединениями, содержащими функциональные группы, способные взаимодействовать с гидроксильными группами компонентов древесины и иметь достаточно прочную полимерную структуру, обуславливая получение прочного материала. Выбранное направление позволяет получать полимердревесные материалы с широким диапазоном свойств путем подбора полимеробразующих веществ и технологических режимов.

В работе использовались опилки, полученные от торцевой распиловки березовых карандашей и прошедшие через сито с диа-

метром отверстий 3 мм. Содержание основных компонентов древесины, имеющих реакционноспособные гидроксильные группы: холоцеллюлоза 65,5% ( целлюлоза - 45,7%, пентозаны -19,8%), лигнин - 20%.

Известно, что реакционная способность этих компонентов зависит от доступности гидроксильных групп. Изучение доступности этих групп показало, что в холоцеллюлозе древесины она равна 50-60% [1], в лигнине - 10%.

Из широкого ассортимента синтетических полимеров, предлагаемых в настоящее время промышленностью, мы выбрали полимеры, содержащие карбоксильные и метилольные группы. Наличие химического взаимодействия таких соединений с гидроксилсодержащими компонентами древесины показано нами на моделях.

Опираясь на принцип Флори о независимости реакционной способности соединений от молекулярного веса [2], мы провели исследования, показавшие возможность осуществления химической связи между гидроксильными группами компонентов древесины с карбоксильными [3] и метилольными [4] группами полимеробразующих соединений.

Во всех этих исследованиях подтвердилась экстремальная зависимость между прочностью связи, физико-механическими свойствами и числом функциональных групп в адгезиве и субстрате. При этом механизм образования полимердревесного материала различен по реакциям полимеризации [3] и конденсации [4] используемых полимеробразующих соединений. Свойства полученных материалов также различны, поскольку зависят от свойств полимера.

Опираясь на данные исследования, мы получили ряд новых материалов. В разработках нас интересовала возможность варьирования конечной плотности материала от 1000 до 1400 кг/м<sup>3</sup> (пластики, плиточные материалы, тонкостенные фигурные изделия различного профиля для декоративных строительных деталей, детских игрушек, деталей мебели и т.д.).

В работе использовался латекс бутадиен-стирольный карбоксилсодержащий марки БСК-65/3, с содержанием сухого остатка 49,5%, остаточного стирола 0,25% и значением pH 6,25.

Одним из важных преимуществ латексов является возможность использования в виде водоразбавляемых составов. Кроме

того, в макромолекуле бутадиен-стирольного сополимера содержатся карбоксильные группы, которые, как мы показали, создают возможность образования прочного адгезионного взаимодействия с компонентами древесины.

Воздушносухие опилки обрабатывались водными растворами латекса и подсушивались до определенной влажности при температуре 60°C. Изготовление образцов плит осуществлялось формированием и прессованием между металлическими пластинами, нижняя из которых имеет по периметру ограничительную рамку высотой 3 мм. Удельное давление прессования 7,35 МПа, температура прессования 200°C.

Изготовление образцов пластиков осуществлялось в палочковой прессформе при удельном давлении 14,7-39,2 МПа и температуре 150-180°C.

Было показано, что введение 10-20% латекса достаточно для получения легких изделий, а 30% - для тяжелых.

Полученные плиты в оптимальном варианте характеризуются плотностью 1000-1100 кг/м<sup>3</sup>; пределом прочности при статическом изгибе 29,4-55,3 МПа; водопоглощением за 24 часа 30 - 36%; набуханием за 24 часа 24-26%.

Физико-механические показатели плит могут быть улучшены на 30-40% дополнительной термообработкой готовых плит.

Древесные пластики в оптимальном варианте имеют плотность 1200-1300 кг/м<sup>3</sup>; предел прочности при статическом изгибе 63,7-73,6 МПа; водопоглощение за 24 часа 1,5-1,7%.

Исследования показали, что при получении полимердревесного материала имеет место образование химической связи в результате взаимодействия между карбоксильными и гидроксильными группами компонентов, участвующих в образовании материала. При этом наблюдается хорошая корреляция между количеством образовавшихся эфирных групп в древесной пластике и его физико-механическими свойствами (табл. 1).

Эфирные числа древесной пластике повышаются с увеличением содержания в нем полимера, при этом было определено, что расходуются карбоксильные группы латекса и гидроксильные группы компонентов древесины. Спектральные анализы подтверждают наличие химической связи между компонентами, участвующими в образовании материала.

Т а б л и ц а 1

Прочность, гидрофобность и эфирные числа плит из опилок в зависимости от количества введенного латекса

Состав композиции, %		Предел прочности при статическом изгибе, МПа	Водопоглощение за 24 часа, %	Эфирные числа, мг КОН
древесина	латекс			
-	100	-	-	0
95	5	22,6	65,0	60,9
90	10	28,4	45,6	69,9
85	15	29,4	30,0	88,7
80	20	35,3	29,3	99,8

Исследовали также возможность применения нетоксичной бесстирольной полиэфирмалеинатакрилатной смолы марки НПС-609-21М, представляющей собой раствор полиэфира МС-1 в акрилатной смоле ТГМ-3с. Смола содержит свободные карбоксильные группы и обладает хорошими механическими свойствами в отвержденном состоянии.

Березовые опилки с содержанием влаги 0,5-1% обрабатывали смолой методом распыления. После смешения при комнатной температуре масса готова к переработке.

Было показано, что с использованием этой смолы в сочетании с древесными опилками возможно получение легких изделий с плотностью до  $1100 \text{ кг/м}^3$  (плиты и тонкостенные фигурные изделия) и тяжелых - с плотностью  $1200-1500 \text{ кг/м}^3$ , которые в технике принято называть древесными пластиками (табл. 2).

Изделия имеют хорошую прочность, водостойкость, глянцевую поверхность, сопротивление истиранию, не уступающее древесине, светлую окраску.

Таким образом, разумное использование химической природы компонентов древесины и полимера при совмещении опилок с различными синтетическими полимерами дает возможность получать полимердревесные материалы с широким диапазоном свойств путем подбора полимеров и технологических режимов. Эти новые материалы дают возможность расширить структуру и области при-

Т а б л и ц а 2

Показатели физико-механических испытаний образцов полимердревесного материала, изготовленного с использованием 20 вес. % полиэфирной смолы марки НПС-609-21М

Бид материала	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности при статическом изгибе, МПа	Водопоглощение за 24 часа, %
Пластик (давление прессования 39,2 МПа)	1350-1400	78,5-88,3	2 - 4
Плита (давление прессования 7,35 МПа)	900-1000	24,5-29,5	30 - 40

менения прессованных материалов из отходов древесины и полимеров. Эффективность использования их определяется прямым снижением себестоимости при замене традиционных материалов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Скачков В.М., Шарков В.И. Исследование надмолекулярной структуры некоторых целлюлоз методом обмена водорода гидроксидов на дейтерий. Материалы научно-техн. конф. ХТФ. Л., изд. ЛТА, 1967.

2. Под редакцией Феттеса Е. Химические реакции полимеров. М., "Мир", 1967.

3. Вихрева В.Н., Наткина Л.Н., Солечник Н.А. Изучение степени участия компонентов древесины в реакции с сополимером стирола и малеинового ангидрида. ИВУЗ, "Лесной журнал", 1971, № 2.

4. Гамова И.А., Коромылова Т.С., Наткина Л.Н. Исследование механизма образования полимердревесного материала. ИВУЗ, "Лесной журнал", 1974, № 4.

УДК 674.817-41:547.29

Г.И.Царев, А.П.Шишкина  
(Лесотехническая академия имени  
С.М.Кирова)

## ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ ВЫСШИХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДРЕВЕСНО- ВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ

Одним из наиболее эффективных способов повышения физико-механических показателей древесноволокнистых плит является химическая модификация древесного волокна путем введения в него би- или полифункциональных соединений в производственном потоке. При соответствующем подборе модифицирующих составов в технологическом потоке изготовления плит можно создать межволоконные связи, более прочные, нежели образующиеся за счет термогидролитической деструкции древесного волокна.

При получении желаемых результатов модифицирующий состав должен реагировать с функциональными группами компонентов волокна в условиях изготовления плит, причем собственная его функциональность должна быть, как минимум, равна двум. Соединение не должно оказывать деструктирующего действия на древесное волокно при нагревании и не должно выделять продуктов реакции, обладающих такой же способностью.

В исследованиях нами были использованы высшие жирные кислоты таллового масла, а также само талловое масло. Ранее было определено, что в условиях изготовления плит высшие жирные кислоты реагируют с гидроксильными группами волокна [1]. Константа диссоциации высших жирных кислот низкая, что исключает их деструктирующее действие на волокно. Для повышения функциональности кислот были подобраны условия димеризации под воздействием кислорода воздуха как активирующего агента. Термоокислительная димеризация проводилась периодическим способом. Критерием оценки полноты димеризации служило изменение молекулярной массы кислот. Свойства модифицированных плит находи-

лись в прямой зависимости от молекулярной массы [2,3]. Процесс димеризации протекал количественно в строго ограниченных температурных пределах ( $468 \pm 5$  К). Оптимальная длительность димеризации технических жирных кислот таллового масла составляла 10 часов, жирных кислот в комплексе со смоляными кислотами (талловое масло) - 30 часов. Плиты, изготовленные сухим или мокрым способом с добавлением 6% димерных производных жирных кислот, по свойствам, нормируемым ГОСТом, превосходили существующие виды сверхтвердых плит, по истиранию были сравнимы с паркетом из древесины дуба и имели прочность при растяжении перпендикулярно плоскости прессования 1,4 МПа.

Необходимость сокращения длительности процесса димеризации побудила к продолжению исследований в этом направлении. Были проведены опыты, в которых с целью ускорения процесса димеризации был использован линолеат кобальта. О полноте димеризации жирных кислот судили по изменению их молекулярной массы и косвенно - по изменениям физико-механических показателей плит, которые резко возрастают при удвоении средней молекулярной массы кислот, введенных в волокно. Так для твердых плит сопротивление при статическом изгибе составляло свыше 90,0 МПа, водопоглощение - ниже 13,0%.

В одной серии опытов линолеат кобальта добавляли к жирным кислотам в количестве 0,01% от их веса перед термообработкой. Термообработку производили при температуре  $468 \pm 5$  К с отбором проб через 2,4 и 7 часов с момента подъема температуры. Пробы смешивали с березовым дефибраторным волокном. В другой серии опытов в волокно вводили необработанную смесь высших жирных кислот линолеата кобальта в количестве 0,1-3,0% от веса кислот. Расход кислот в обоих опытах составлял 6% от веса волокна. Температура греющих плит пресса 493 К, продолжительность прессования 3 мин. Термообработка плит после прессования продолжалась 4 часа при температуре 443 К. Результаты испытаний плит приведены в табл.1 и 2. Судя по показателям средней молекулярной массы жирных кислот и физико-механическим показателям плит, в присутствии 0,01% линолеата кобальта от веса кислот длительность их термообработки можно сократить с 10 до 4 часов, т.е. в 2,5 раза, таллового масла - с 30 до 7 часов, т.е. в 4,3 раза, хотя в последнем случае наблюдается снижение прочности,

сопротивление при статическом изгибе остается выше требований ГОСТа 4598-74 на плиты марки СТ-500.

Т а б л и ц а 1

Влияние продолжительности термообработки жирных кислот на свойства плит

Жирные кислоты	Продолжительность термообработки, час.	Средняя молекулярная масса высших жирных кислот	Показатели плит			
			плотность, кг/м <sup>3</sup>	предел прочности при изгибе, МПа	водопоглощение, %	набухание, %
Таллового масла	2	296,0	1100	78,9	21,7	14,6
	4	312,5	1125	84,0	20,9	14,0
	7	390,0	1120	87,0	19,2	14,3
	10	586,0	1175	93,9	10,8	9,9
То же и 0,01% линолеата кобальта	2	458,1	1160	77,9	13,0	7,9
	4	550,2	1180	94,0	12,9	8,1
	7	649,1	1215	91,6	9,5	6,9
	10	300,8	1120	82,4	21,1	13,2
	15	338,2	1068	85,5	21,2	13,0
Таллового масла	20	480,9	1098	91,5	14,6	12,0
	30	592,1	1120	87,9	12,3	10,2
То же и 0,01% линолеата кобальта	4	-	1039	63,4	14,9	9,1
	7	-	1075	73,4	9,5	6,0
	10	-	1075	74,8	11,1	5,9

При добавлении необработанных жирных кислот в волокно оптимальное количество линолеата кобальта составило 0,2% от их веса (табл.2). При этом плиты удовлетворяют всем требованиям ГОСТа 4598-74 к марке СТ-500.

При дальнейшем увеличении содержания линолеата кобальта в жирных кислотах, увеличиваются водопоглощение и набухание. Это связано, вероятно, с тем, что скорость побочного процесса образования гидроксильных групп на местах возникновения свободных радикалов жирных кислот начинает превышать скорость димеризации. Аналогичное явление имело место в процессе димеризации чистых высших жирных кислот при превышении оптимальной длитель-

Т а б л и ц а 2  
Зависимость свойств плит от содержания линолеата  
кобальта в высших жирных кислотах

Количество линолеата кобальта от веса кислоты, %	Темпера- тура прессо- вания, К	Плот- ность, кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности при изги- бе, МПа	Водопо- глощение, %	Набухание, %
0	453	1017	59,4	48,0	30,1
	473	1017	65,1	25,6	18,3
	493	1135	83,0	22,2	16,0
0,1	453	1065	81,6	24,2	12,9
	473	1100	76,0	23,2	12,6
	493	1125	76,9	19,9	11,4
0,2	453	1200	91,0	20,6	8,2
	473	1152	85,0	15,0	7,2
	493	1152	92,6	13,7	7,8
0,5	453	1112	90,0	25,6	13,5
	473	1110	72,2	17,4	11,7
	493	1155	86,3	18,1	9,2
1,0	453	1150	88,5	23,4	13,0
	473	1160	66,6	20,4	13,1
	493	1150	89,6	20,2	13,2
1,5	453	1100	88,7	31,6	14,7
	473	1190	69,3	22,5	13,2
	493	1185	80,4	21,5	12,3
3,0	453	1195	78,8	30,5	18,2
	473	1170	89,0	25,8	16,1
	493	1190	89,3	23,8	14,1

ности нагревания [4].

Таким образом, в зависимости от области применения древесноволокнистых плит возможно направленное придание им необходимых свойств. Так для работы в условиях повышенной влажности лучше использовать талловое масло или высшие жирные кислоты после термической обработки их с линолеатом кобальта. В условиях, где требования к устойчивости к действию влаги не столь

жестки, возможно использовать жирные кислоты с линолеатом кобальта без термической обработки.

## Литература

1. Ц а р е в Г. И., Ш и ш к и н а А. П. О взаимодействии жирных кислот с древесным волокном при нагревании, ИВУЗ, "Лесной журнал", 1974, № 5.

2. Ц а р е в Г. И., Ш и ш к и н а А. П., С о л е ч - н и к Н. Я. Способ получения сверхтвердых древесноволокнистых плит. Авт. свид. № 254757 с приор. от 2 июля 1968, - "Изобретения, промышленные образцы, товарные знаки", 1969, №32.

3. Ц а р е в Г. И., Ш и ш к и н а А. П., С о л е ч - н и к Н. Я. Способ получения сверхтвердых древесноволокнистых плит. Авт. свид. № 254758, с приор. от 2 июля 1968, - "Изобретения, промышленные образцы, товарные знаки", 1969, №32.

4. Ш и ш к и н а А. П., Ц а р е в Г.И. Влияние смоляных кислот на скорость окислительной димеризации высших жирных кислот, - "Гидролизная и лесохимическая промышленность", 1975, №8.

УДК 674.817-41

А.А.Эльберт, Н.С.Тиме  
(Ленинградская ордена Ленина  
лесотехническая академия им.С.М.Кирова)

## ПОЛУЧЕНИЕ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ СУХОГО ФОРМОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЯЗУЮЩИХ НА ОСНОВЕ МОЧЕВИНО-ФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ ОЛИГОМЕРОВ

Осуществляющийся в настоящее время в широких масштабах сухой способ изготовления древесноволокнистых плит предусматривает использование в качестве связующего феноло-формальдегидную смолу [1]. Однако ограниченная сырьевая база фенола и токсичность производства фенольных смол, а также древесных плит на их основе, стимулируют поиски новых связующих. В связи с этим интересно изучение возможности использования мочевино-формальдегидных олигомеров, а также их модификаций для замены олигомеров фенолоформальдегидного типа в производстве древесноволокнистых плит сухого формования.

Для выбора технологических параметров прессования необходимо было исследовать механизм отверждения мочевино-формальдегидных олигомеров, а также условия их наиболее полного взаимодействия с древесиной.

Как известно [2], прочность древесноволокнистой плиты определяется в основном прочностью межволоконных связей, образование которых происходит на стадии горячего прессования и термической обработки. При введении связующего, кроме того, идет процесс поликонденсации смолы, сопровождающийся образованием гомополимера, когезионная прочность которого несомненно будет оказывать влияние на прочностные свойства готовых плит. А так как при получении древесноволокнистых плит используется температура 180-220°C, необходимо было установить зависимость между температурой реакции поликонденсации и свойствами полимера, характеризующими степень поликонден-

сации. Для этого исследовали образцы смолн, превращенные в порошок и обработанные при различных температурах.

Т а б л и ц а 1

Изменение свойств отвержденного мочевино-формальдегидного олигомера в зависимости от условий поликонденсации

Аналитические данные	Контрольный образец		Температура обработки в течение 10 мин., С				
	с отвердителями	без отвердителя	105	140	160	180	210
Растворимость в воде, %	90,8	86,4	20,5	19,42	14,5	7,2	10,3
Растворимость в ацетоне, %	-	-	2,45	2,03	0,85	0,13	0,05
Содержание метилольных групп, %	2,34	17,8	1,48	0,69	0,65	0,44	0,38
Содержание метиленовых групп, %	5,16	0	7,83	13,21	13,95	15,56	14,48

Как видно из табл.1, при повышении температуры обработки до 200° количество метиленовых связей возрастает, что позволяет предполагать увеличение поперечных сшивок, а следовательно, и повышение когезионной прочности образовавшегося полимера. Одновременно с этим наблюдается снижение растворимости в воде полимера, а также снижение количества веществ, растворимых в ацетоне, что вполне справедливо может быть объяснено исчезновением низкомолекулярных фракций.

Электрометрическим методом, позволяющим фиксировать превращения в полимерных системах [3], связанных, в частности, с изменением подвижности структуры, определено, что процесс поликонденсации находится в прямой зависимости от температуры и продолжительности обработки и заканчивается при кратковременном воздействии температуры 180 и 210°С [4].

Сравнение ИК-спектров образцов свидетельствует об изменениях, происходящих в структуре отвержденного олигомера под влиянием температуры. Наблюдаемые при температуре 105°С полосы поглощения с максимумом 1020 см<sup>-1</sup>, относящиеся к колебаниям СН<sub>2</sub>ОН-групп, не обнаруживаются при температуре выше 140°С; одновременно с этим наблюдается возникновение полос поглоще-

ния с максимумом при  $1050 \text{ см}^{-1}$ , характеризующих валентные колебания простых эфирных связей. Их исчезновение при повышении температуры до  $180^\circ\text{C}$  и выше вполне согласуется с существующей точкой зрения, что процесс поликонденсации характеризуется образованием в структуре метилен-эфирных связей, которые затем переходят в метиленовые. О наличии в отвержденной смоле водородных связей судили по изменениям в области  $3200\text{--}3600 \text{ см}^{-1}$ . Расчет показал, что с увеличением температуры до  $200^\circ\text{C}$  количество OH-групп, включенных в водородную связь возрастает. При увеличении температуры более  $220^\circ\text{C}$  происходит разрушение образовавшегося полимера, что выражается "возбужденным" спектром, характерным для мономерного вещества.

С целью приближения к реальным условиям технологии производства плит изучали процесс образования мочевино-формальдегидного гомополимера в древесноволокнистой плите методом определения формальдегида, выделяющегося из метиленовых групп (табл. 2).

**Т а б л и ц а 2**  
Количество формальдегида, выделяющегося из древесноволокнистой плиты при различных гидролитических обработках

Тип плиты	Температура прессования, $^\circ\text{C}$	Связующее	Формальдегид, % от общего содержания формальдегида, участвующий в образовании	
			метиленовых групп гомополимера	связи между полимером и древесиной
Не термообработанные	180	6	24,6	12,5
		9	27,9	22,0
	210	6	33,0	9,1
		9	46,7	16,4
Термообработанные	180	6	34,2	10,5
		9	44,8	21,0
	210	6	36,4	7,5
		9	53,3	16,8

Как видно из табл. 2, количество формальдегида, связанного в виде метиленовых групп в плите значительно возрастает с повышением температуры прессования от  $180$  до  $210^\circ\text{C}$ , а также

при термической обработке плит.

Таким образом, было установлено, что при использовании температур 180–200° создаются условия для получения мочевино-формальдегидного олигомера с максимальной степенью сшивки.

Рассматривая роль мочевино-формальдегидного полимера в образовании древесноволокнистой плиты с точки зрения химической теории адгезии, изучали взаимодействие мочевино-формальдегидного олигомера с древесиной.

Было определено, что экстракция горячей водой, а также 2%-ной *HCl* уменьшает количество азота в плите с различным содержанием связующего. При этом более половины введенного связующим азота остается в плите после экстракции 2% *HCl*, что свидетельствует о прочной связи его с древесиной (табл.3).

Т а б л и ц а 3

Содержание азота в древесноволокнистой плите  
с различным содержанием связующего

Образец	Количество азота при содержании смолы, % от волокна		
	0	3	9
Осмоленное волокно	0,43	1,25	2,60
Образец плиты после экстракции горячей водой	0,53	1,06	1,32
Образец плиты после экстракции 2%-ной	0,43	0,78	1,06

Установление количества образующихся при получении плит химических связей, определенных по количеству связанного с древесиной мочевино-формальдегидного олигомера показало, что химическое взаимодействие между связующим и наполнителем происходит на стадии горячего прессования и зависит от количества вводимого связующего в пределах температур 180–210°С (табл. 2).

Таким образом, роль связующего заключается в образовании химической и водородной связи с компонентами древесины на стадии горячего прессования, а на стадии термической обработки - в создании дополнительных водородных связей.

Для улучшения свойств клеящих мочевино-формальдегидных олигомеров, а также повышения гидрофобности древесных плит,

снижения тенденции к старению, осуществлялась их химическая модификация поливинилацетатом.

Результаты исследования свойств композиций, содержащих 5–50% поливинилацетата, показали, что с повышением содержания поливинилацетата растворимость в воде снижается, увеличивается термостойкость и сокращается время достижения максимальной степени отверждения, определенное по электропроводности. Наиболее значительное изменение свойств наблюдается в композиции, содержащей 15–20% поливинилацетата. Сокращение количества экстрагируемых ацетоном и этаноном из композиций, подвергнутых обработке при 180°C, свидетельствует об образовании более прочной структуры.

При определении функциональных групп в композиции было найдено, что с повышением содержания поливинилацетата до 50% количество метилольных групп снижается с 20,4 до 2,3%, количество ацетатных групп, определенное по числу омыления не меняется, а гидроксильные группы, содержащиеся в поливинилацетате, оказываются полностью израсходованными. Было сделано предположение, что процесс совмещения сопровождается химическим воздействием с участием  $\text{CH}_2\text{OH}$ - групп мочевино-формальдегидного олигомера и  $\text{OH}$ -групп поливинилового спирта, который содержится в качестве стабилизатора поливинилацетата. Для подтверждения предполагаемого механизма были поставлены опыты по совмещению мочевино-формальдегидных олигомеров с поливиниловым спиртом. Композиции, содержащие 1,3,5,7,10% поливинилового спирта, обрабатывали при 210°C в течение 3 мин и при 180°C в течение 5 мин. в присутствии 1%  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , после чего определяли растворимость в воде, содержание гидроксильных и ацетальных групп (табл.4).

Как свидетельствуют данные табл.4, с увеличением содержания поливинилового спирта, увеличивается количество ацетальных групп в композиции. Вероятность участия формальдегида в образовании ацетальных связей при взаимодействии с поливиниловым спиртом подтверждается также снижением pH водных вытяжек с повышением содержания поливинилового спирта в композиции. Установлено, что при добавлении 3–5% поливинилового спирта получается соединение, стойкое к действию воды.

По усилию сдвига двух склеенных полосок фанеры определя-

Т а б л и ц а 4

Изменение содержания функциональных групп в композиции мочевино-формальдегидный олигомер – поливиниловый спирт, обработанной при 210°С, %

Содержание поливинилового спирта в композиции	Содержание OH-групп	Ацетальные группы	Количество OH-групп связанных ацетальными метильными связями	
			связанных ацетальными связями	связанных метильными группами
1	0,35	-	-	-
3	1,05	0,30	0,60	0,45
5	1,75	0,61	1,23	0,52
10	3,50	1,50	3,00	0,50

ли адгезию полученного связующего к древесине. Рост адгезионных свойств наблюдается при увеличении температуры склеивания. Очевидно, добавка термопластичного соединения увеличивает подвижность связующего, что приводит к увеличению адгезионной прочности.

Таким образом, поливинилацетатная дисперсия, используемая в качестве модифицирующей добавки, увеличивает адгезию связующего к древесине, одновременно повышая его гидрофобность.

Древесноволокнистые плиты были получены при температуре 210°С. При использовании в качестве связующего мочевино-формальдегидной смолы, модифицированной поливинилацетатом, получены плиты, имеющие более высокие показатели (табл.5). Анализ полученных данных подтверждает, что оптимальной добавкой поливинилацетатной дисперсии является 15% ее от веса мочевино-формальдегидной смолы.

Исследования показали возможность использования связующего на основе мочевино-формальдегидной смолы. Возможность применения подтверждена совместной с ВНИИДревом выработкой плит на промышленной установке Балабановской экспериментальной фабрики, где было выработано 350 м<sup>2</sup> древесноволокнистых плит.

Экономический расчет показал, что снижение себестоимости древесноволокнистых плит при использовании модифицированных мочевино-формальдегидных олигомеров по сравнению с феноло-

## Т а б л и ц а 5

Физико-механические показатели плит  
на основе мочевино-формальдегидного связующего

Показатель	На основе мочевино-формальдегидной смолы	На основе модифицированной мочевино-формальдегидной смолы	
		не термообработанные	термообработанные
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1080	1040	1120
Прочность при изгибе, Па·10 <sup>8</sup>	4,60	5,0	6,25
Водопоглощение, %	25,8	20,7	15,8
Набухание, %	20,5	16,2	13,0
Ударная вязкость, кДж/м <sup>2</sup>	40	65,0	63,5
Потеря прочности при испытании в камере искусственного климата через 10 циклов, %	20	0	
pH водных вытяжек	6,35	6,70	6,70

-формальдегидными составляет 225.000 руб. при производительности 10 млн.м<sup>2</sup> в год.

### Литература

1. Ребрин С. П., Мерсов Е. Д., Евдокимов В. Г. Технология древесноволокнистых плит. М., "Лесная промышленность", 1971.

2. Солечник Н. Я. Производство древесноволокнистых плит. М., Гослесбумиздат, 1963.

3. Сажин Б. И. Электропроводность полимеров. М.-Л., "Химия", 1964.

4. Эльберт А. А., Тиме Н. С. Определение степени отверждения мочевино-формальдегидных смол электрометрическим способом. "Деревообрабатывающая промышленность", 1971, № 9.

5. Эльберт А. А., Тиме Н. С. Состав для изготовления плит. Авт.свид. № 368067 от 7 окт. 1972 г. - "Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки", 1973, № 9.

УДК 674.816-41

А. А. Леснович  
(Лесотехническая академия  
имени С. М. Кирова)

М. Э. Эрдман  
(Белорусский технологический  
институт имени С. М. Кирова)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕВРАЩЕНИЙ ФЕНОЛОФУРФУРОЛФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ

Использование фурановых смол в производстве древесноволокнистых плит (ДВП) сухим способом позволило получить сверхтвердые ДВП, обладающие повышенной прочностью и водостойкостью [1]. Лучшие результаты были получены с фенолофурфуролформальдегидной смолой ФМ-2: прочность ДВП при изгибе достигла 70 МПа, набухание - 3-5%. Многофункциональные фурановые соединения обладают высокой реакционной способностью. При прессовании ДВП наряду с гомополиконденсацией смолы ФМ-2 можно ожидать также взаимодействия ее с компонентами древесного волокна, что особенно желательно для улучшения эксплуатационных характеристик продукции. В настоящей работе предпринята попытка дифференцированного изучения протекающих при прессовании ДВП превращений смолы ФМ-2 с тем, чтобы на этой основе оптимизировать процесс их изготовления.

### Экспериментальная часть

В качестве катализатора процесса отверждения смолы ФМ-2 (МРТУ-59-13-69) применяли бензолсульфоокислоту в количестве 1% от массы смолы. Гомополиконденсацию смолы ФМ-2 проводили в стеклянных ампулах при температуре 0-100°C в течение 30 мин. в термостате типа УТ-15. Реакцию прекращали погружением ампулы в жидкий кислород. Продукты реакции фракционировали органическими растворителями, обладающими различной степенью полярности: серным эфиром ( $\mu = 1,18 \cdot 10^{-18}$ ) и ацетоном ( $\mu = 2,72 \cdot 10^{-18}$ ).

ДВП изготавливали из дефибраторного волокна древесины березы, отобранном с потока производства плит сухим способом на Балабановской экспериментальной фабрике. Смолу, содержащую катализатор, вводили в волокно в смесителе барабанного типа. Расход составлял 6 и 12% в расчете на сухое вещество ДВП. Прессовали при температуре 200°C в течение 4,5 мин. и дополнительно термообработывали (закаливали) при температуре 170°C. Термомеханический анализ запрессованных при 170°C в течение 4,5 мин. образцов волокна проводили без снятия остаточных напряжений [2]. Давление индикатора 50 г/см<sup>2</sup>, скорость нагрева 1,5 град/мин.

Выделение негидролизуемого остатка лигнина из проэкстрегированных ацетоном образцов ДВП проводили по методу Комарова-Класона с 72%-ной серной кислотой, выделение негидролизуемого остатка целлюлозы - по методу Кюршнера-Хоффера. Общее количество гидроксильных групп определяли по методу Верлея. Методики изложены в книге [3].

## Результаты и их обсуждения

Процесс поликонденсации смолы ФМ-2 протекает с образованием промежуточных олигомерных соединений. Возможность фракционирования растворимых продуктов поликонденсации монофурфурилиденацетона методом селективной экстракции органическими растворителями была показана ранее [4]. Этот метод был использован при изучении гомополиконденсации смолы ФМ-2. Применены растворители, обладающие различной степенью полярности: серный эфир и ацетон. Показано, что при нагревании смолы до температуры 60°C образуются продукты, полностью растворимые в ацетоне. При этом количество низкомолекулярных продуктов, экстрагируемых серным эфиром, резко падает, а выход продуктов, экстрагируемых ацетоном, возрастает, достигая максимума при температуре 60°C. С дальнейшим повышением температуры происходит образование шитого полимера, не растворимого в ацетоне. Полное отверждение смолы достигается при сравнительно низкой температуре порядка 100°C (рис.1).

Полученные данные указывают на тот факт, что изучение взаимодействия смолы ФМ-2 с древесным волокном возможно проводить на образцах, нагретых при температуре 60°C. Если при

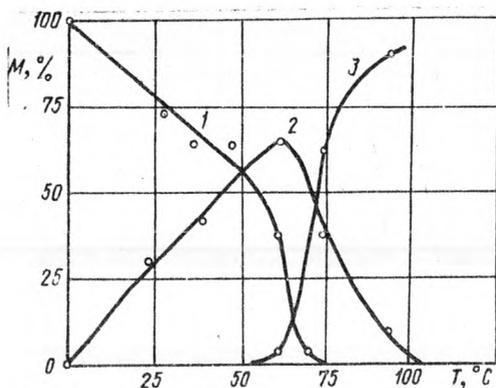


Рис.1. Влияние температуры на выход продуктов гомополиконденсации при отверждении фенолофурфуролформальдегидной смолы:  
 1 — исходный продукт; 2 — олигомерная фракция;  
 3 — сшитый гомополимер.

этих условиях взаимодействия не происходит, образующийся продукт гомополиконденсации должен полностью растворяться в ацетоне. В действительности же оказалось, что из запрессованного при температуре 60°C волокнистого ковра экстрагируется лишь часть смолы (параллельно был поставлен контрольный опыт и введена поправка на содержание в волокне веществ, экстрагируемых ацетоном): содержание смолы в 100 г волокна — 12,00 г, экстрагировано ацетоном — 9,68, прочно связано с древесным волокном — 2,32 г.

Таким образом, 19,3% от массы введенной смолы в данных условиях запрессовки образует прочно связанный с древесным волокном комплекс. Можно предположить возникновение химического взаимодействия между связующим и высокомолекулярными компонентами древесного волокна. Свидетельством в пользу такого предположения служат данные по увеличению выхода негидролизуемых остатков, определяемых как целлюлоза и лигнин (табл.1). Предварительно было установлено, что в применяемых для выделения негидролизуемых остатков лигнина и целлюлозы реагентах фракция продуктов поликонденсации смолы ФМ-2, экстрагируемых ацетоном, полностью растворима. На этом основании увеличение выхода не-

Т а б л и ц а 1

Изменение целлюлозы и лигнина при запрессовке  
древесного волокна, обработанного смолой ФМ-2

Образец	Содержание негидролизуемых остатков, %		Содержание общих гидроксильных групп в негидролизуемых остатках	
	целлюлозы	лигнина	целлюлозы	лигнина
Волокно, обработанное смолой ФМ-2	45,4	17,3	34,7	12,5
Волокно, обработанное смолой ФМ-2 и запрессованное при температуре 60°C	49,2	22,7	24,4	9,5

гидролизуемых остатков рассматриваем как результат взаимодействия смолы ФМ-2 с высокомолекулярными компонентами древесного волокна.

Отметим, что собственно запрессовка в принятых условиях древесного волокна без добавок не может служить причиной изменения выхода целлюлозы и лигнина, поскольку химические изменения при данной температуре не наблюдаются.

Данные по снижению содержания гидроксильных групп в негидролизуемых остатках и сопоставление их с данными по увеличению выхода этих остатков в результате запрессовки волокна, обработанного смолой ФМ-2, указывают на участие гидроксильных групп в образовании прочно связанного комплекса. Однако расчет не дает строгого совпадения между "привесом" негидролизуемых остатков и степенью снижения содержания гидроксильных групп, что делает невозможным однозначное отнесение изучаемого взаимодействия к определенному типу химической реакции.

Указанные исследования были выполнены в мягких условиях, отражающих начальную стадию превращений при образовании ДН. В случае прессования в производственных условиях процессы протекают более интенсивно, соотношение между голополиконденсацией смолы ФМ-2 и взаимодействием ее с древесным волокном может несколько измениться. В частности, процесс взаимодействия может с повышением температуры идти одновременно с поликонденсацией смолы, что увеличит долю связанного полимера. Однако из-за образования терморективного сшитого полимера раздельное

изучение процессов существенно затруднено. В любом случае процесс взаимодействия предшествует образованию шитого полимера и эта модификация древесного волокна существенна для повышения качества ДВП.

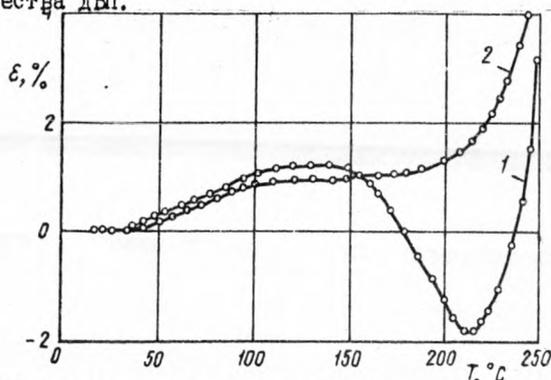


Рис.2. Термомеханические кривые образцов из исходного древесного волокна (1) и модифицированного фенолофурфуролформальдегидной смолой (2).

На рис.2 приведены термомеханические кривые образцов ДВП, модифицированного и контрольного, приготовленных запрессовкой волокна. Объяснение S-образного хода кривой 1 приведено в статье [2].

При запрессовке контрольного древесного волокна вследствие деформации клеточной стенки в образце возникают остаточные напряжения. При последующем нагревании на стадии термообработки или увлажнения ДВП эти напряжения проявляются как западающее упругое восстановление, приводящее к частичному нарушению волоконных связей. При значительных остаточных напряжениях операция термообработки не приводит к повышению прочности ДВП [5].

На термомеханической кривой модифицированного смолой ФМ-2 древесного волокна (кривая 2) участок упругого восстановления отсутствует, что относится за счет возникновения прочных меж- и внутриволоконных связей, обусловленных превращениями смолы ФМ-2, и согласуется с высокими физико-механическими показателями модифицированных ДВП. На стадии горячего прессования в основном завершаются превращения смолы ФМ-2 с

потерей ее растворимости. В табл.2 приведены данные по количеству веществ, экстрагируемых ацетоном из ДВП в зависимости от наличия смолы и продолжительности термообработки.

Т а б л и ц а 2

Изменение содержания низкомолекулярных продуктов поликонденсации смолы ФМ-2

Продолжительность дополнительной термообработки, мин	Содержание экстрагируемых веществ, %		
	Контрольные плиты	Плиты с содержанием смолы ФМ-2 в количестве	
		6,0	12,0
0	6,7	7,3	9,7
60	6,6	4,9	5,0
120	5,7	4,8	4,0
180	5,1	3,9	3,7
240	3,8	3,9	2,7

Из табл.2 следует, что выход экстрагируемых веществ из ДВП, не подвергнутых дополнительной термообработке, не существенно зависит от расхода связующего, поскольку смола ФМ-2 на стадии горячего прессования перешла в гомополимер или связалась с древесным комплексом. Последующая термообработка плит приводит к снижению выхода экстрагируемых веществ как для контрольных, так и для модифицированных ДВП. Отметим, что некоторое присутствие низкомолекулярных продуктов поликонденсации смолы ФМ-2 в ДВП, отпрессованных при температуре рабочих плит пресса 200°С, не противоречит данным рис.1. Оно связано с кратковременностью прессования и задержкой прогрева внутренних слоев прессуемой ДВП.

Косвенное свидетельство снижения гидроксильных групп было получено при изучении кинетики увлажнения термообработанных модифицированных и контрольных ДВП. Полученные со смолой ФМ-2 плиты характеризуются снижением равновесного влагосодержания по сравнению с контрольными. Время достижения равновесия существенно увеличивается. Значения констант увлажнения, найденные из уравнения

$$K = \frac{1}{\tau} \ln \frac{W_p}{W_p - W_t} ,$$

где  $W_p$  - равновесное увлажнение,  $W_i$  - увлажнение за время  $\tau$ , составили для плит с ФМ-2 0,128 и контрольных 0,184 (рис. 3).

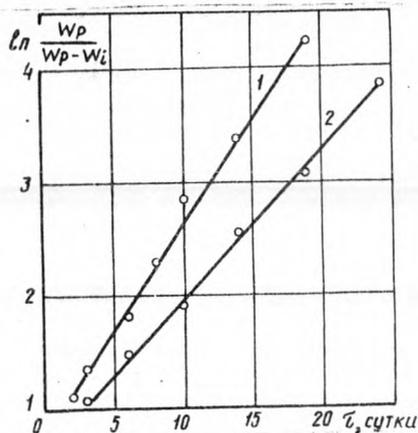


Рис. 3. Кинетика увлажнения ДВП при относительной влажности воздуха 96%:  
 1 - плиты контрольные;  
 2 - плиты модифицированные.

Следует отметить, что благодаря взаимодействию связующего с древесным комплексом достигается постоянная водостойкость и данные по увлажнению коррелируют с низкими значениями водопоглощения ДВП, полученными в стандартных условиях. В частности, водопоглощение за 24 часа составляет 4-5%.

В заключение необходимо отметить, что достаточно полное превращение смолы ФМ-2 на стадии горячего прессования объясняет ранее установленный факт незначительного влияния дополнительной термообработки на прочность модифицированных ДВП. Это позволяет в соответствии с современными требованиями отказаться от операции термообработки (закалки) плит в процессе производства. Причем расход смолы ФМ-2 для производственных условий должен быть понижен. Требуемые показатели ДВП достигаются при 1-3%-ном содержании смолы ФМ-2 [1].

## Литература

1. Леонович А. А., Бровкина В. И., Холькин Ю. И. и др. Применение фурановых смол при изготовлении древесноволокнистых плит сухим способом. - "Деревообрабатывающая промышленность", 1975, №6.
2. Леонович А. А. Изучение свойств дефибраторного волокна при нагревании. - "Лесной журнал", 1972, №5.
3. Оболенская А. В., Щеглов В. П., Аким Э. А. и др. Практические работы по химии древесины и целлюлозы. М., Леспром, 1965.
4. Эрдман М. Э., Холькин Ю. И. Изучение фракционного состава продуктов поликонденсации монофурфурилденацетона. - "Общая и прикладная химия", 1972, №5.
5. Леонович А. А., Бровкина В. И. Влияние температуры горячего прессования на эффективность закалки древесноволокнистых плит. - "Механическая обработка древесины", изд. ВНИПИЛеспром, 1971, №10.

УДК 674.84

В. Н. Романова,

Л. С. Назарова

(Сибирский технологический институт)

## ИЗДЕЛИЯ НА СУЛЬФИТНО-БАРДЯНОМ КОНЦЕНТРАТЕ И ИХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

В настоящее время в области прессованных изделий известны различные составы прессмасс, включающие измельченную древесину, связующее и различные добавки. Значительная часть стоимости таких прессмасс падает на связующее.

С целью удешевления прессованных изделий в проблемной лаборатории СТИ разработан новый способ прессования их на дешевом и недефицитном связующем — сульфитно-бардяном концентрате.

Бардяной концентрат обладает высокой адгезией к древесине. Использование его как связующего не требует дополнительных добавок. Характерной особенностью сульфитно-бардяного концентрата является то, что под действием тепла он размягчается и переходит в вязко-текучее состояние, а при понижении температуры теряет пластичность и затвердевает. Прессмасса, приготовленная на концентрате, обладает длительной жизнеспособностью, хорошей текучестью и формоуплотняемостью. Она может быть использована для прессования изделий холодным способом [1].

Существующие в настоящее время способы изготовления прессованных изделий основаны на горячем прессовании с синтетическими связующими и требуют длительной выдержки изделия под давлением. Цикл прессования включает время загрузки прессматериала в прессформу, подъема давления, выдержки под давлением при определенной температуре, время, необходимое для охлаждения прессформы, размыкания прессформы и извлечения готового изделия. В зависимости от конфигурации изделия

В целом цикл прессования на синтетических связующих составляет 20–40 мин. Существующие способы интенсификации процесса прессования не решают полностью вопроса сокращения цикла прессования.

Проведенные нами исследования показали, что при использовании в качестве связующего сульфитно-бардяного концентрата и введении новых технологических приемов можно значительно сократить время прессования. Приготовленная прессмасса предварительно подсушивается до влажности 7–8%, затем прогревается до температуры 50–60°C, что обеспечивает переход прессматериала в вязко-текущее состояние. Прессование прогретой прессмассы осуществляется в холодной прессформе при удельном давлении 20–25 МПа.

В процессе прессования вязко-текущая прессмасса хорошо формуется и при соприкосновении с холодной прессформой быстро затвердевает, превращаясь в монолитное изделие. Низкая влажность 7–8% предварительно прогретой прессмассы позволяет получить в холодной прессформе стабильное по форме изделие, без применения охлаждения и выдержки под давлением. Цикл прессования для изделий несложной конфигурации сокращается до 1,0–1,5 мин. на готовое изделие и включает время загрузки прессмассы в прессформу, время подъема давления, время размыкания прессформы и извлечения готового изделия. Выдержки под давлением не требуется.

Предлагаемый способ прессования изделий на концентрате первоначально был разработан при изготовлении пробок для ролевой бумаги. Изготовление пробок этим способом внедрено в производственных условиях на Камском ЦБК и Братском ЛПК [2].

Для прессования изделий были конструктивно разработаны и изготовлены прессформы различных конфигураций. Изделия в виде усеченного конуса со сквозным отверстием, в частности, пробки для ролевой бумаги прессовались в прессформе, конструкция которой дана на рис. 1. Изделия более сложной конфигурации, например, катушки для намотки и транспортировки проволоки и проводов мелких сечений прессовались в прессформе, изображенной на рис. 2.

Изготовление изделий производилось из прессмассы трех групп. Прессмасса первой и второй групп готовилась из смеси

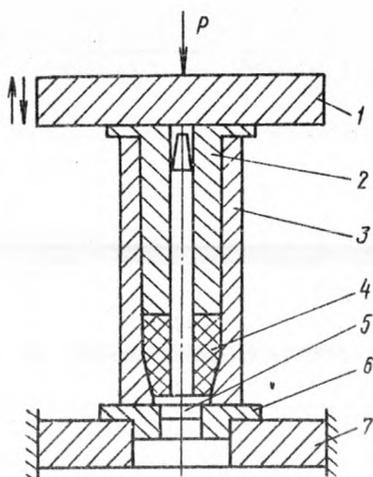


Рис.1. Прессформа для прессования пробок для ролевой бумаги:

- 1 - подвижная плита пресса;
- 2 - пуансон; 3 - матрица; 4 - изделие;
- 5 - выталкиватель; 6 - опорный диск для центровки прессформы;
- 7 - неподвижный стол пресса.

30% стружек и 70% опилок фракций 10, 7, 5, 2 мм. Третья группа прессмассы готовилась из опилок фракции 2. Связующее в смесь первой и второй групп вводилось методом пропитки, а в смесь третьей группы методом распыления в смесителе. Прессматериал второй группы после пропитки связующим и сушки до влажности 7-8% дополнительно измельчался в шаровой мельнице. Прессматериал этой группы использовался при изготовлении изделий более сложного профиля.

Для определения физико-механических свойств были разработаны специальные методики испытаний. Определение прочности при сжатии параллельно и перпендикулярно направлению прессования изделия проводилось на испытательных машинах УМ-5, УМ-50. При сжатии перпендикулярно направлению прессования применялось специальное устройство, изображенное на рис.3, а.

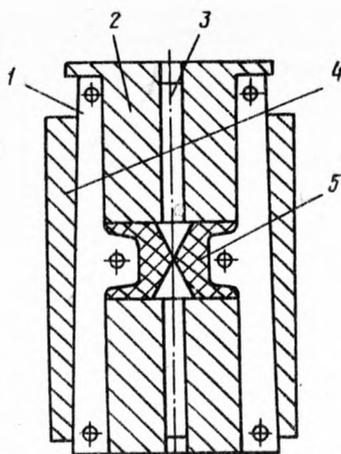


Рис.2. Прессформа для прессования катушек:  
 1 - матрица; 2 - пуансон; 3 - конус;  
 4 - vaporное кольцо; 5 - изделие.

Твердость прессованных изделий проверялась на испытательной машине УМ-5 с использованием стандартного приспособления с индикатором на сжатие. В верхнюю опорную площадку приспособления закреплялся пуансон со стальным шариком диаметром 5 мм. Нагружение прекращалось, когда стрелка индикатора показывала глубину внедрения шарика в поверхность пробки 2,5 мм.

При определении твердости боковой поверхности, для правильной установки изделий по отношению усилия, действующего перпендикулярно направлению прессования, применялось специальное устройство (рис.3,б).

Прочность при растяжении определялась по универсальной испытательной машине М-250. Растяжение пробки производилось параллельно направлению прессования. Для испытания к торцовым поверхностям пробок приклеивались на эпоксидном клее колодки из древесины твердолиственных пород. Подготовленные образцы устанавливались в специальное приспособление испытательной машины (рис.3,в).

Полученные физико-механические показатели прессованных изделий приведены в табл.1.

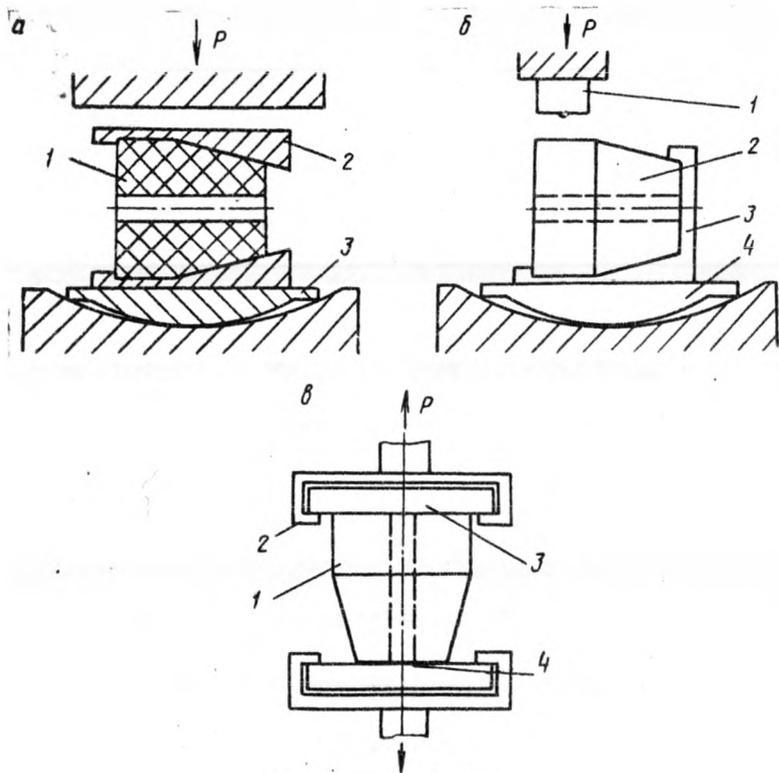


Рис.3. Схема размещения образца для испытания:

а - на прочность при сжатии:

1 - образец; 2 - металлические колодки;  
3 - самоустанавливающаяся опорная площадка;

б - на твердость:

1 - пуансон с шариком; 2 - образец; 3 - специальное приспособление, скоба; 4 - самоустанавливающаяся опорная площадка;

в - на прочность при растяжении:

1 - образец; 2 - металлические захваты;  
3 - колодки; 4 - клеевой шов.

Т а б л и ц а 1  
Физико-механические свойства прессованных изделий

Наименование показателей	Группа прессмасс			Изделия из плотной древесины
	первая	вторая	третья	
Предел прочности при сжатии, МПа:				
параллельно направлению прессования.....	44,20	34,20	70,40	-
перпендикулярно направлению прессования.....	8,20	5,16	8,67	8,59
Предел прочности при растяжении параллельно направлению прессования, МПа	0,52	0,34	0,19	-
Твердость, МПа:				
торцовая.....	0,99	0,97	0,74	0,37
боковая.....	1,07	1,10	0,68	0,16

Примечание: все физико-механические показатели приведены к одной плотности - 1280 кг/м<sup>3</sup>.

Результаты испытаний показали, что по механическим показателям прессованные изделия не уступают изделиям из цельной древесины и даже превосходят их. Разработанные группы прессмасс позволяют получать изделия с различными физико-механическими свойствами в зависимости от требований эксплуатации.

Экономическая эффективность изготовления прессованных изделий на бардяном концентрате определялась стоимостью 1000 штук пробок из цельной и измельченной древесины. Калькуляция себестоимости по данным Камского ЦБК и Братского ЛПК приведена в табл. 2.

Годовая экономическая эффективность внедрения в производство прессованных пробок на Братском ЛПК составила около 42000 руб. Кроме денежной экономии, ежегодно экономится 800 м<sup>3</sup> плотной древесины.

Т а б л и ц а 2  
Калькуляция себестоимости пробок для ролевой бумаги

Наименование статей затрат	Стоимость 1000 шт. пробок, руб.	
	из плотной древесины	из измельчен- ной древесины
Древесное сырье и материалы	39-56	0-34
Сушка сырья	3-70	0-16
Основные материалы	-	0-96
Зарплата производственных рабочих (основная и дополнительная)	3-78	9-26
Отчисления на социальное страхование	0-18	0-44
Электроэнергия	0-09	0-18
Цеховые расходы	2-89	7-99
Цеховая себестоимость	50-20	19-03

### Литература

1. Романова В. Н., Назарова Л. С. Ускоренный способ прессования изделий из древесной массы. В кн.: "Технология деревообработки", Красноярск, 1972.
2. Романова В. Н., Назарова Л. С. Технология прессования пробок для ролевых бумаг из измельченной древесины и сульфитно-бардяного концентрата. В сб.: "Древесные плиты и пластики" Свердловск, изд. УЛТИ, 1973. (Тр. УЛТИ, вып. 30).

## Р е ф е р а т ы

УДК 674.815-41

Исследование состояния стружечно-клеевой массы в процессе производства ДСтП и влияния температуры и продолжительности пропитки на прочность клеевых соединений. Жуков В.П. Технология древесных плит и пластиков. Межвузовский сборник. Свердловск, изд.УПИ им.С.М.Кирова, 1976, с.4.

В статье приводятся данные исследования температуры стружечно-клеевой массы в процессе производства, а также приводятся результаты исследований влияния температуры и продолжительности пропитки на прочность клеевых соединений.

Рис.4. Табл.1. Библ.2 назв.

УДК 674.815-41

Расход связующего в производстве древесностружечных плит с мелкоструктурной поверхностью. Жуков В.П., Филонов А.А., Белова Т.П., Щербинин А.А. Технология древесных плит и пластиков. Межвузовский сборник. Свердловск, изд.УПИ им.С.М.Кирова, 1976, с.12.

Получены оптимальные, с точки зрения прочности плит и их разбухания, значения содержания связующего в наружном и внутреннем слоях плит, изготовленных из различных пород.

Рис.2. Табл.1.

УДК 674.8-41:667

Влияние модификации сосновых опилок карбамидной смолой на свойства и условия изготовления пластиков. Кыласова Э.Н. Технология древесных плит и пластиков. Межвузовский сборник. Свердловск, изд.УПИ им.С.М.Кирова, 1976, с.19.

В статье приводятся результаты исследования возможности получения высококачественных пластиков из крупных рамных сосновых опилок, обогащенных небольшими количествами низкоконцентрированной карбамидной смолы при мягких условиях псевдотермообработки.

Табл.1. Библ.14 назв.

УДК 674.8-41:634

Связь между химическим составом сырья и свойствами плит-

ных материалов без добавления связующих. Антакова В.Н., Глушова В.А., Медведева Г.В., Луговых Ю.М. Технология древесных плит и пластиков. Межузовский сборник. Свердловск, изд.УПИ им.С.М.Кирова, 1976, с.25.

В статье показано, что условия изготовления и свойства пластиков зависят от химического состава используемого древесного сырья.

УДК 674.812:543

Исследование методом ИК-спектроскопии изменений, происходящих при горячем прессовании древесного сырья. Перехожих Г.И. Коршунова Н.И., Перехожих И.В. Технология древесных плит и пластиков. Межузовский сборник. Свердловск, изд.УПИ им.С.М.Кирова, 1976, с.31.

Методом ИК-спектроскопии исследованы изменения, происходящие при горячем прессовании осинового сырья. Проведено сравнение спектров древесины пихты и осины.

Рис.1. Табл.1. Библ.13 назв.

УДК 674.817-41

Изучение структурных изменений в древесине при псевдогерметической ее обработке. Скорняков Н.Н., Перехожих И.В. Технология древесных плит и пластиков. Межузовский сборник. Свердловск, изд.УПИ им.С.М.Кирова, 1976, с.41.

В работе проводилось исследование возможных структурных изменений при псевдогерметической обработке древесины осины и пихты.

Рис.1. Табл.3, Библ.1 назв.

УДК 674.812:634

О пластифицирующем действии коры при изготовлении древесных пластиков без добавления связующих. Тютикова Н.А., Петри В.Н. Технология древесных плит и пластиков. Межузовский сборник. Свердловск, изд.УПИ им.С.М.Кирова, 1976, с.47.

Исследованиями установлено, что введением в состав сырья осинового, соснового и лиственничной коры можно существенно снизить оптимальную влажность исходного прессматериала при изготовлении из него древесных пластиков.

Табл.2, Библ.7 назв.

УДК 674.812:634

О влиянии поражения древесного сырья пленчатым домовым грибом на качество пластиков, изготовляемых без связующих. Тютиков С.С. Технология древесных плит и пластиков. Межузовский сборник. Свердловск, изд. УПИ им. С. М. Кирова, 1976, с. 52.

Подтверждено предположение о возможности значительного улучшения качества древесных пластиков путем частичного разрушения сырья возбудителями деструктивной гнили.

Табл. 5. Библ. 2 назв.

УДК 634.0.865

Искание оптимальных режимов получения плитного материала из рисовой соломы без добавления связующих. Мельникова М.Е. Технология древесных плит и пластиков. Межузовский сборник. Свердловск, изд. УПИ им. С. М. Кирова, 1976, с. 58.

Рассмотрена возможность использования рисовой соломы для получения плитного материала путем горячего прессования без добавления связующих.

Табл. 5. Библ. 5 назв.

УДК 674.8-41:539

Некоторые закономерности деформирования измельченной древесины. Аккерман А.С., Вахрушева И.А., Волкова В.Д. Технология древесных плит и пластиков. Межузовский сборник. Свердловск, изд. УПИ им. С. М. Кирова, 1976, с. 64.

Излагаются результаты исследований зависимости относительных деформаций прессматериала от времени прессования при постоянном напряжении и различных температурах (применительно к условиям изготовления ЛУДП), а также сравнений полученных данных с основными закономерностями деформации полимеров.

Рис. 2. Библ. 4 назв.

УДК 674.8-41 (088.8)

Использование строганого шпона и бумаги в производстве древесных пластиков, облицованных одновременно с их прессованием. Карташова А.С. Технология древесных плит и пластиков. Межузовский сборник. Свердловск, изд. УПИ им. С. М. Кирова, 1976, с. 69.

В статье рассматривается возможность применения для облицовки древесных пластиков отходов строганого шпона различных

древесных пород и бумаги, смазанные карбамидной смолой без отвердителя.

Табл.1.

УДК 674.815

Способ облицовки древесных плит. Черемисин А.А., Ведерников В.М. Технология древесных плит и пластиков. Межвузовский сборник. Свердловск, изд.УПИ им.С.М.Кирова, 1976, с.73

В статье обоснована целесообразность использования рамных опилок в производстве древесных плит с одновременной облицовкой текстурной бумагой. Даны режимы пропитки текстурной бумаги.

Рис.1. Табл.2. Библ.2 назв.

УДК 674.8-41.01

Исучение стабильности физико-механических свойств изделий из древесных пластиков без связующих. Бояркина Р.А., Огоньков С.К. Технология древесных плит и пластиков. Межвузовский сборник. Свердловск, изд.УПИ им.С.М.Кирова, 1976, с.78.

В работе исследовали изменения прочности лигноуглеводных древесных пластиков, применяемых при изготовлении мебели, во времени и зависимость скорости распространения ультразвуковых колебаний от прочности при статическом изгибе испытуемого материала.

Рис.3. Табл.2. Библ.4 назв.

УДК 634.0.865.1:634.0.443

Биостойкость пластиков из частиц растительных отходов. Чернышова В.А., Меенцев А.В. Технология древесных плит и пластиков. Межвузовский сборник. Свердловск, изд.УПИ им.С.М.Кирова, 1976, с.85.

В данной работе изучена биостойкость пластиков из частиц гува-пай, костры, кенафа, дуэги подсолнечника по отношению к плесчатому домовому грибу.

Табл.2. Библ.1 назв.

УДК 678.5

Корреляционный анализ некоторых физико-химических свойств связующего фенолоформальдегидной композиции. Киселева О.А., Чарина И.В., Шубин А.С. Технология древесных плит и пластиков. Межвузовский сборник. Свердловск, изд.УПИ им.С.М.Кирова, 1976, с.88.

В целях ограничения ряда показателей связующего и выделения определяющих характеристик вычислены коэффициенты парной корреляции между показателями, показано определяющее значение показателя молекулярной массы.

Табл.2. Библ.5 назв.

УДК 674.8-41

Зависимость влажности плит от температуры горячего прессования. Желдакова В.В., Петри В.Н. Технология древесных плит и пластиков. Межвузовский сборник. Свердловск, изд.УПИ им.С.М.Кирова, 1976, с.93

В статье рассматривается вопрос о влиянии погрешности в определении оптимальной влажности сырья на точность экспресс-метода определения оптимальной температуры горячего прессования.

Рис.1. Табл.1. Библ.3 назв.

УДК 634.0865:620.178

Влияние скорости нагружения при испытаниях на изгиб и сжатие древеснослоистых пластиков из листовенничного шпона. Кулиничев А.Ф., Кулиничева И.А., Лоханько Н.Е., Брусин Н.А. Технология древесных плит и пластиков. Межвузовский сборник. Свердловск, изд.УПИ им.С.М.Кирова, 1976, с.99.

Исследовано влияние скорости нагружения на величину предела прочности при испытаниях древеснослоистых пластиков на изгиб и сжатие.

Рис.2.

УДК 674.817-41

К вопросу о температурно-временной эквивалентности гидротермической обработки древесины применительно к производству древесноволокнистых плит. Чибирев В.Е., Липцев Н.В., Солечник Н.Я. Технология древесных плит и пластиков. Межвузовский сборник. Свердловск, изд.УПИ им.С.М.Кирова, 1976, с.105.

В статье представлены результаты лабораторных исследований влияния температуры и продолжительности пропаривания сосновой древесины на изменение ее динамического модуля упругости, измеряемого методом вынужденных колебаний у образцов с поперечным направлением волокон.

Рис.5. Табл.2. Библ.13 назв.

УДК 674.817

Использование древесных опилок в качестве активного наполнителя полимердревесных материалов. Гамова И.А., Вихрева В.Н., Коромислова Т.С., Лихачева Л.И., Наткина Л.Н. Технология древесных плит и пластиков. Межузовский сборник. Свердловск, изд.УПИ им.С.М.Кирова, 1976, с.117.

Кратко обобщены основные результаты исследований последних лет по получению полимердревесных материалов путем совмещения различных полимеробразующих веществ и измельченной древесины. Рассмотрена возможность использования смолы НПС-609-21М и бутадиен-стирольного латекса марки БСК-65/8.

Табл.2. Библ.4 назв.

УДК 674.817-41:547.29

Интенсификация термоокислительного превращения высших жирных кислот для изготовления древесноволокнистых плит. Царева Г.И., Шишкина А.П. Технология древесных плит и пластиков. Межузовский сборник. Свердловск, изд.УПИ им.С.М.Кирова, 1976, с.122.

Показаны два способа ускорения процесса димеризации высших жирных кислот с помощью сиккатива - линолеата кобальта. Даны рекомендации применения каждого способа в зависимости от назначения плит.

Табл.2. Библ.4 назв.

УДК 674.817-41

Получение древесноволокнистых плит сухого формования с использованием связующих на основе мочевино-формальдегидных олигомеров. Эльберт А.А., Тиме Н.С. Технология древесных плит и пластиков. Межузовский сборник. Свердловск, изд.УПИ им.С.М.Кирова, 1976, с.127.

Иложены результаты исследования возможности получения древесноволокнистых плит с использованием в качестве связующих мочевино-формальдегидных олигомеров и их модификаций.

Табл.5. Библ.4 назв.

УДК 674.815-41

Исследование превращений фенолофурфуролформальдегидной смолы при изготовлении древесноволокнистых плит. Леонович А.А., Эрдман М.Э. Технология древесных плит и пластиков. Межузов-

ский сборник. Свердловск, изд. УПИ им. С. М. Кирова, 1976, с. 134.

Исучали процесс поликонденсации фенолофурфуролформальдегидной смолы ФМ-2 и ее взаимодействие с древесным волокном при изготовлении сверхтвердых древесноволокнистых плит.

Рис. 3. Табл. 2. Библ. 5 назв.

УДК 674.84

Иаделия на сульфитно-бардяной концентрате и их физико-механические свойства. Романова В. Н., Назарова Л. С. Технологии древесных плит и пластиков. Межвузовский сборник. Свердловск, изд. УПИ им. С. М. Кирова, 1976, с. 142

Разработан ускоренный способ прессования иаделий из отходов измельченной древесины и недефицитного связующего. Приведены физико-механические свойства прессованных иаделий. Результаты исследований внедрены на производстве.

Рис. 3. Табл. 2. Библ. 2 назв.

# Электронный архив УГЛТУ

## С о д е р ж а н и е

	Стр.
Предисловие.....	3
Жуков В.П. Исследования состояния стружечно-клеевой массы в процессе производства ДСтП и влияние температуры и продолжительности пропитки на прочность клееных соединений.....	4
Жуков В.П., Филонов А.А., Белова Т.П., Щербинин А.А. Расход связующего в производстве древесностружечных плит с мелкоструктурной поверхностью.....	12
Кыласова Э.Н. Влияние модификации сосновых опилок карбамидной смолой на свойства и условия изготовления пластиков.....	19
Антакова В.Н.; Глумова В.А., Медведева Г.В., Луговых Ю.М. Связь между химическим составом сырья и свойствами плитных материалов без добавления связующих.....	25
Перехожих Г.И., Коршунова Н.И., Перехожих И.В. Исследование методом ИК-спектроскопии изменений, происходящих при горячем прессовании древесного сырья.....	31
Скорняков Н.Н., Перехожих И.В. Изучение структурных изменений в древесине при псевдотермической ее обработке.....	41
Тютюкова Н.А., Петри В.Н. О пластифицирующем действии коры при изготовлении древесных пластиков без добавления связующих.....	47
Тютюков С.С. О влиянии поражения древесного сырья пленчатый домовым грибом на качество пластиков, изготовляемых без связующих.....	57
Мельникова М.Е. Изыскание оптимальных режимов получения плитного материала из рисовой соломы без добавления связующих.....	58
Аккерман А.С., Вахрушева И.А., Волкова В.Д. Некоторые закономерности деформирования измельченной древесины.....	64
Карташова А.С. Использование строганого шпона и бумаги в производстве древесных пластиков, облицованных одновременно с их прессованием.....	69
Черемисин А.А., Ведерников В.М. Способ облицовки древесных плит.....	73
Бояркина Р.А., Огоньков С.К. Изучение стабильности	

	Стр.
физико-механических свойств изделий из древесных пласти- ков без связующих.....	78
Чернышева В.А., Мезенцев А.В. Биостойкость пласти- ков из частиц растительных отходов.....	85
Киселева О.А., Чарина М.В., Шубин А.С. Корреляционный анализ некоторых физико-химических свойств связующего фенолформальдегидной композиции.....	88
Желдакова В.В., Петри В.Н. Зависимость влажности плит от температуры горячего прессования.....	93
Кулиничев А.Ф., Кулиничева И.А., Лоханько Н.Е., Брусин Н.А. Влияние скорости нагружения при испытаниях на изгиб и сжатие древеснослоистых пластиков из листвен- ничного шпона.....	99
Чибирев В.Е., Липцев Н.В., Солечник Н.Я. К вопросу о температурно-временной эквивалентности гидротермичес- кой обработки древесины применительно к производству древесноволокнистых плит.....	105
Гамова И.А., Вихрева В.И., Коромислова Г.С., Лиха- чева Л.И., Наткина Л.Н. Использование древесных опилок в качестве активного наполнителя полимердревесных материа- лов.....	117
Царев Г.И., Шишкина А.П. Интенсификация термоокисли- тельного превращения высших жирных кислот для изготовле- ния древесноволокнистых плит.....	122
Эльберт А.А., Тиме Н.С. Получение древесноволокнистых плит сухого формования с использованием связующих на осно- ве мочевино-формальдегидных олигомеров.....	127
Леонович А.А., Эрдман М.Э. Исследование превращений фенолофурфуролформальдегидной смолы при изготовлении дре- весноволокнистых плит.....	134
Романова В.Н., Наварова Л.С. Изделия на сульфитно- бардяном концентрате и их физико-механические свойства	142
Рефераты.....	149
Содержание.....	156

# Электронный архив УГЛТУ

Заявки посылать по адресу: 620032, Свердловск, Б-32, Сибирский тракт, 37, редакционно-издательский отдел

## ТЕХНОЛОГИЯ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ И ПЛАСТИКОВ

Выпуск III

Междувузовский сборник

Редактор - Л. И. Гинцель

Технический редактор - И. М. Олерская

---

НС 16484	Сдано в набор	Подписано к печати	17/ХП 1978 г.
Формат 60x84 $\frac{1}{16}$	Печ. л. 10	Усл. печ. л. 9,07	
Уч.-изд. л. 8,79	Тираж 1000	Заказ 3449	Цена 90 к

---

620002, Свердловск, УПИ им. С. М. Кирова, главный учебный корпус,  
редакционно-издательский отдел.

Цех №4 объединения "Полиграфист", ул. Тургенева, 20. г. СВЕРДЛОВСК

# Электронный архив УГЛТУ

# Электронный архив УГЛТУ