

1. Шварцман Г.М., Двойрина Г.Я. Способ гидрофобизации древесностружечных плит парафиновыми эмульсиями. – Деревообрабатывающая пром-сть, 1978, № 3, с. 10–12.
2. Эльберт А.А., Двойрина Г.Я., Солечник Н.Я. Влияние вида эмульгатора на свойства парафина и древесностружечных плит. Фанера и плиты: Реф. информ. – М.: ВНИПИЭИлеспром, 1973, № 10, с. 8–9.
3. Бучнева Е.А. Изыскание возможности усиления эффекта гидрофобизации древесностружечных плит при использовании парафина. – В кн.: Механическая технология древесины. Мн.: Выш. шк., 1982, вып. 12, с. 20–25.
4. Эльберт А.А. Отверждение карбамидоформальдегидных смол при изготовлении древесностружечных плит: Обзор. – М.: ВНИПИЭИлеспром, 1980. – 46 с.

УДК 674.817

Б.Л. ИОДО (БТИ)

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛИТ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСНЫХ ОПИЛОК И НЕВУЛКАНИЗОВАННОЙ РЕЗИНОВОЙ СМЕСИ

Производство плит из древесных опилок основано на использовании в качестве связующих карбамидоформальдегидных или фенолоформальдегидных смол. Известно, что опилки обладают большой удельной поверхностью – около $5,5 \text{ м}^2$ на 100 г абсолютно сухой древесины против $1,5 \text{ м}^3$ у нарезанной стружки, что вызывает повышенный расход связующего при их осмолении. Наличие большого количества боковых поверхностей требует значительного давления прессования. Это приводит к тому, что из опилок прочные плиты могут быть получены только высокой (более 1000 кг/м^3) плотности при значительном (около 30 %) содержании связующего.

В настоящее время химия синтетических полимеров предлагает большой ассортимент полимерообразующих и полимерных веществ, которые можно использовать в производстве древесно-полимерных материалов.

В литературе [1] имеются сведения по использованию в качестве связующего бесстирольной полиэфирной смолы марки НПС-605-21 М (терморезактивный полимер) и поливинилацетата (термопласт). При высоком показателе предела прочности при статическом изгибе (21,5–31,5 МПа) плиты на этих связующих имеют значительное водопоглощение (40,5–73,2 %) и разбухание (37,1–64,2 % за 24 ч). Введение в состав массы парафина незначительно снижает водостойкость. Плитный материал на известных связующих обладает высокой жесткостью и твердостью.

Исследована возможность применения в качестве связующего для получения прессованных материалов из опилок водоразбавляемого латекса бутадиенстирольного карбоксилсодержащего сополимера БСК-65/3 [2]. Анализ полученных результатов показал, что на границе полимер–древесина между компонентами древесины и каучукового латекса БСК-65/3 образуются сложнэфирные и водородные связи, которые придают достаточно высокую прочность и гидрофобность прессованному материалу.

Для получения эластичного, высокопрочного и водостойкого прессованного материала из древесных опилок в качестве связующего мы использовали невулканизованную резиновую смесь. Исследования проводились на резиновых смесях, которые готовились по типовым рецептам шинных резин из синтетического каучука.

Смешивание эластомера — невулканизованной резиновой смеси с древесными частицами производили на смесительных вальцах для резины. При механической обработке под действием сдвиговых напряжений и из-за частичной деструкции полимера происходит образование свободных радикалов в системе. В результате воздействия рабочих органов вальцов на компоненты происходит их взаимное упорядоченное распределение. На границе контакта древесины с эластомером, находящимся в вязкотекучем состоянии, возможно протекание диффузионных процессов и проникновение резины в капилляры и поры древесины, что приводит к более полному контакту совмещаемых материалов и увеличению межмолекулярного взаимодействия между ними. В результате каждая древесная частица обволакивается полимерной пленкой и тем самым исключается возможность контакта ее с влагой. Возникающие между частицами древесины и связующего (эластомера) силы адгезии обеспечивают прочность образующейся резиноопилочной смеси и прессованному материалу. Прослойка эластомера между частицами древесины придает эластичность и гибкость прессованному плитному материалу. Изменяя толщину прослойки, т.е. степень насыщения резиновой смеси опилками, можно регулировать упругопрочностные свойства и получать материалы с заранее заданными показателями механических и физических свойств.

Высказанные предположения подтверждены экспериментально. Показатели физико-механических свойств прессованного материала — древесноопилочных плит — определялись при различной степени насыщения эластомера древесными опилками. В резиновую смесь вводилось 70 %, 60, 50, 40 и 30 % (по массе) древесных опилок. Исследования проводились на опилках лиственных пород древесины (березы) фракции 2/0 мм влажностью 8 ± 2 %.

В работе не дается анализа зависимости свойств древесно-опилочных плит от режимов их прессования. Все показатели приведены для плит, полученных по оптимальным режимам, а именно: давление прессования — 5 МПа, температура плит пресса — 423 К, время выдержки под давлением — 0,7 мин/мм толщины плиты.

По методикам испытания древесностружечных плит, пластмасс и резины определяли плотность, водопоглощение и разбухание, упругопрочностные свойства, ударную вязкость, сжатие, истирание и коэффициент теплопроводности.

Плотность образцов определяли в соответствии с ГОСТ 267—73 гидростатическим методом. Установлено, что для изучаемого состава компонентов она всегда больше единицы и от степени наполнения резиновой смеси опилками зависит незначительно. В исследуемом диапазоне соотношения резиновой смеси и опилок плотность получаемых плит равна 1260—1140 кг/м³.

Важным показателем, определяющим возможные области применения плитного материала, является водопоглощение и разбухание по толщине. Наиболее приемлемым методом их определения является способ, изложенный в ГОСТ 10634—78 "Плиты древесностружечные. Методы определения физиче-

Динамика водопоглощения и разбухания
древесноопилочных плит в зависимости от содержания
связующего в них

Содержание связующего, %	Водопоглощение, % за суток						Разбухание, % за суток					
	1	5	10	15	20	30	1	5	10	15	20	30
30	3,61	6,76	9,58	11,68	13,30	15,40	2,31	5,79	8,50	10,39	11,70	12,96
40	2,12	5,16	7,74	9,61	11,40	14,30	1,42	4,01	6,72	8,89	10,38	12,19
50	1,56	3,19	4,41	5,42	6,21	7,74	1,15	2,48	3,68	4,52	5,39	6,06
60	1,04	2,01	2,65	3,32	3,79	4,88	0,98	1,50	2,54	2,98	3,42	3,58
70	0,55	1,20	1,58	1,89	2,12	2,76	0,34	0,81	1,56	1,80	1,96	2,28

ских свойств". Из анализа полученных результатов видно, что плиты из опилок и резиновой смеси водостойки и незначительно разбухают. Эти свойства сохраняются и при длительном нахождении материалов в воде. В табл. 1 приведены результаты исследования динамики водопоглощения и разбухания по толщине за 30 суток при различном наполнении резиновой смеси древесными опилками.

После 30 суток пребывания в воде ни одного случая разрушения образцов или изменения внешнего вида не произошло. Аналогичная картина наблюдалась и после 180 суток вымачивания в воде с периодической выдержкой на воздухе.

Степень наполнения резиновой смеси древесными опилками позволяет получать жесткие или эластичные (гибкие) плиты. При введении в резиновую смесь 60–70 % (по массе) древесных опилок плиты под действием ударных нагрузок разрушаются. В этом случае прочность плит характеризуется показателем ударной вязкости, которую определяем по ГОСТ 4647–69 на образцах без надреза при скорости молота в момент удара 2,9 м/с. Численное значение показателя при данном состоянии компонентов соответственно равно $22,4 \cdot 10^3$ и $17,9 \cdot 10^3$ Дж/м². С уменьшением степени насыщения резиновой смеси древесными опилками начинают преобладать упругие свойства резины. Под действием ударной нагрузки образцы плит не разрушаются, а изгибаются. В данном случае определяем гибкость плиты. Метод испытания изложен в ГОСТ 16914–71 "Линолеум резиновый многослойный – релин". Плиты с наполнением резиновой смеси опилками 50 % (по массе) и менее выдерживают гибкость на стержне диаметром 40 мм.

Истирание плит определяли по ГОСТ 426–66 с некоторыми изменениями на машине МИ-2. Метод, установленный стандартом, заключается в определении износостойкости при скольжении образцов, прижатых к истирающей поверхности вращающегося диска при постоянном прижимном усилии.

Истирающим материалом служит шлифовальная шкурка на бумажной основе марки БШ-140 из нормального электрокорунда зернистостью 8 по ГОСТ 6456–68.

Зависимость истирания плит от содержания связующего в них

Содержание связующего в плите, % (по массе)	Статистические показатели истирания				
	среднее арифметическое M , кг/м ²	среднее квадратичное, σ , кг/м ²	вариационный коэффициент, V , %	средняя ошибка среднего арифметического, m , кг/м ²	показатель точности P , %
30	0,0011	0,001	9	0,0004	3,0
40	0,0011	0,001	9	0,0004	3,6
50	0,0015	0,001	11,1	0,0004	4,4
60	0,0017	0,001	5,8	0,0004	2,3
70	0,0018	0,0017	9,4	0,0008	4,4

Стабилизацию шкурки осуществляли при давлении 0,0325 МПа за 350 оборотов диска.

Испытание осуществлялось на образцах размером 20x10x12 мм при нагрузке 0,0325 МПа. Одновременно истиралась пара образцов, взятых от одной плиты. Предварительно производилась притирка образцов в условиях испытания до появления следов износа на всей рабочей поверхности образцов. В наших условиях притирку заканчивали после 40 оборотов диска. Испытание образцов проводили за 100 оборотов.

Одним кругом шлифовальной шкурки истиралось 6 пар образцов. Истирание ΔG в кг/м² представляет собой убыль массы образцов с единицы истираемой поверхности и вычисляется по формуле

$$\Delta G = \frac{G - G_1}{F},$$

где G — масса пары образцов до истирания, кг; G_1 — масса той же пары образцов после истирания, кг; F — площадь пары образцов, м².

Исследовалась зависимость истирания плит от степени наполнения резиновой смеси древесными опилками. Результаты испытания плит на истирание представлены в табл. 2.

Из приведенных данных видно, что истираемость уменьшается с увеличением содержания в резиновой смеси древесных частиц. Объяснить наблюдающуюся закономерность можно следующим. В процессе приготовления прессовочной массы на древесные частицы действуют значительные сжимающие усилия. В результате этого древесина уплотняется, в поры и капилляры попадает резиновая смесь. В дальнейшем под действием температуры и давления во время прессования происходят термохимические реакции между компонентами древесины и резины. Модифицированная таким образом древесина приобретает большую плотность, а материал в целом — повышенную устойчивость к истиранию.

Коэффициент теплопроводности плит λ с увеличением степени наполнения резиновой смеси древесными опилками уменьшается. Так, при введении 30 % (по массе) опилок в резиновую смесь $\lambda = 0,279$ Вт/(м·К), а 70 % — $\lambda = 0,231$ Вт/(м·К). Снижение коэффициента теплопроводности с увеличением содержания в массе древесных частиц вызвано самой природой древесины, имеющей хорошие теплофизические характеристики. В частности, с увеличением плотности опилок от 104 до 220 кг/м³ коэффициент теплопроводности изменяется соответственно с 0,044 до 0,086 Вт/(м·К). Методика определения коэффициента теплопроводности изложена в [3].

Твердость и восстанавливаемость определяли по ГОСТ 12729—67. Стандарт устанавливает метод определения твердости и восстанавливаемости (упругости) полимерных рулонных и плиточных материалов для полов посредством вдавливания стального индентора цилиндрической формы с плоским концом в лицевую поверхность образцов этих материалов.

Твердость образца характеризуется значением полной деформации под воздействием нагрузки и остаточной деформации после снятия нагрузки.

Восстанавливаемость (упругость) образца (E) в процентах вычисляется с точностью до 1 % по формуле

$$F = \frac{h - h_1}{h},$$

где h — полная деформация образца после приложения общей нагрузки, мм; h_1 — остаточная деформация образца после снятия основной нагрузки, мм.

Анализ полученных результатов показывает, что с увеличением степени наполнения резиновой смеси опилками полная деформация после приложения силы уменьшается в среднем с 39 до 26 мм, а остаточная — возрастает с 4 до 7 мм. Восстанавливаемость (упругость) в этом случае уменьшается с 85 до 70 %. Объясняется это большей твердостью и жесткостью вводимых в резиновую смесь древесных частиц.

Таким образом, на основе древесных опилок создан эластичный и водостойкий плитный материал. Изменяя соотношение наполнителя и эластомера, можно регулировать твердость и восстанавливаемость (упругость) материала, его теплопроводность и истирание.

ЛИТЕРАТУРА

1. Твердые плиты из опилок/И.А.Гамова, Т.С.Коромыслова, Л.Н.Наткина и др. — Плиты и фанера, 1976, № 3, с. 10—11. 2. Прессованные материалы из опилок и каучуковых синтетических латексов/И.Н.Гамова, Л.И.Лихачева, Л.А.Юдинцева, Л.Н.Афанасьева. — Лесн. журн. 1980, № 2, с. 80—82. 3. И о д о Б.Л., Ш и р и н а Т.Л. Исследование теплофизических свойств древесноопилочных плит. — В кн.: Механическая технология древесины. Мн.: Выш.шк., 1981, вып. 11, с. 46—50.