

Из данных, приведенных в табл. 2, видно, что плиты опытных выработок, полученные из древесной щепы с добавкой льняной костры в количестве 7%, по физико-механическим показателям удовлетворяют требованиям ГОСТа 4598-74 для марки Т-400.

УДК 678.06-405:666.189

Н.Н.Цыбулько, Ф.С.Мартинovich, канд.техн. наук,  
В.М.Сацура, канд.техн. наук, Т.Г.Витко,  
А.И.Мандрикова

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖЕСТКИХ ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВ В КАЧЕСТВЕ СВЯЗУЮЩЕГО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

В настоящее время в качестве связующего для производства древесностружечных плит используют мочевиноформальдегидные или фенолоформальдегидные смолы. Однако плиты, полученные на основе этих смол, имеют повышенное водопоглощение и линейное разбухание, а также сравнительно узкий диапазон плотности.

В последнее время в литературе появились данные об использовании в качестве связующего для получения композиционных материалов жесткого пенополиуретана [1...3].

Использование их в качестве связующего для изготовления древесностружечных плит позволит расширить диапазон плотности плит и получить их с заданными свойствами.

Однако все существующие рецептуры получения пенополиуретанов (ППУ) имеют высокую реакционную способность. Время до начала вспенивания составляет 15-30 с, а продолжительность полимеризации - 2-5 мин. Естественно, что за такое короткое время до начала вспенивания практически невозможно нанести полимер на древесные частицы, сформировать ковер и загрузить его в пресс. Поэтому при применении ППУ в качестве связующего для производства древесных плит в первую очередь необходимо замедлить реакцию пенообразования. Это и явилось целью данной работы.

Пенополиуретаны получали на основе малофункциональных полиэфиров лапрола 503 М и лапромола 294, полиизоцианата, пенообразователя, вспенивающих агентов и каталитических добавок.

Т а б л и ц а 1. Влияние неорганических солей и элементоорганических соединений на скорость реакции и физико-механические свойства жесткого пенополиуретана

Концентрация катализатора, вес.ч.	Время индукции, с	Время подъема пены, с	Время отлипа, с	Кажущаяся плотность, кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности при сжатии, кгс/см <sup>2</sup>	Предел прочности при изгибе, кгс/см <sup>2</sup>	Стрела прогиба, мм	Удельная ударная вязкость, кгс-см/см <sup>2</sup>	Водопоглощение, кг/м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5,4 хлорида лития +2,5 трихлорэтилфосфата	30	55	75	30,1	1,61	13,55	19,62	0,34	0,0017
0,233 хлорида магния	165	490	615	69,26	4,74	11,56	—	0,79	0,0016
15 мл 2М р-ра хлорида магния в диметилформамиде	180	540	550	39,4	2,15	13,66	9,5	0,47	0,0026
3,22 гипохлорида церия + +8,94 триэтанолamina +0,6 дибутилдималеиновокислого олова	65	210	210	40,17	3,13	5,72	10	0,46	0,0026
2,08 хлорида кобальта	105	250	320	64	4,12	13,6	12,08	0,75	0,0019
2,233 перхлората магния	240	750	750	68,28	5,72	10,92	14,26	0,94	0,0017
10 мл 1/6 М р-ра в бутиловом спирте перхлората магния +2,5 трихлорэтилфосфата	120	200	315	54,3	3,7	10,59	11,83	0,46	0,0013
10 мл 1/6 М р-ра в этиловом спирте перхлората магния + + 2,5 трихлорэтилфосфата	90	235	235	66,32	4,83	12,18	12,8	0,88	0,0013
10 мл 1/6 М р-ра в диметилформамиде перхлората магния +2,5 трихлорэтилфосфата	310	480	650	60,4	3,96	12,1	12,06	0,56	0,0025
5 натриевая соль нафталиндисульфокислоты	40	75	75	44,8	2,64	11,33	12,82	0,37	0,0015
10 мл 0,1 М р-ра пальмитинового кобальта в пропиловом спирте +7,2 акриловой кислоты	100	270	270	47,6	2,96	11	15,8	0,52	0,0017
10 мл 0,1 М р-ра пальмитинового кобальта в пропиловом спирте +7,2 масляной кислоты	70	420	600	53,9	3,1	11,2	15,4	0,62	0,0015
0,2 пентаэритрита	70	320	320	62,2	5,91	17,39	13,88	0,81	0,0017
2 лимонной кислоты	60	260	280	58,72	4,29	11,91	13,7	0,84	0,0017

Наилучшие результаты по замедлению реакции пенообразования были получены у композиций, содержащих соли органических и неорганических кислот марки "ч.д.а." и "х.ч.". В качестве катализаторов применяли хлориды: лития, кобальта, гипохлорид церия, магния, перхлорат магния а также натриевую соль нафталиндисульфокислоты, пальмантиновый кобальт, пентаэритрит, лимонную, масляную, акриловую кислоты. Соли вводили в полиэфирную смесь как в порошкообразном состоянии, так и в виде растворов. В качестве растворителей использовали бутиловый и этиловый спирты, диэтиленгликоль и диметилформамид ("х.ч.") Трихлорэтилфосфат использовали с целью снижения хрупкости ППУ.

Результаты исследований приведены в табл. 1.

Каталитическая активность определялась по изменению времени индукции, подъема и отлипа пены.

Из табл. 1 видно, что для солей неорганических кислот время индукции изменялось от 30 до 310 с, а для элементоорганических соединений - 30-100 с. На скорость реакции большое влияние оказывает растворитель. Композиции, содержащие раствор солей хлорида магния в диметилформамиде, имеют время индукции 180 с, а с применением перхлората магния - 310 с. Таким образом, реакцию уретанообразования можно замедлить за счет применения хлорида и перхлората магния. В системе полиизоцианат-полиэфир перхлорат магния происходит замедление за счет уменьшения действующей концентрации полиэфира, т.е. реагента-лиганда в реакции образования уретана, поскольку этот же реагент участвует и в процессе комплексообразования. При введении перхлората магния на первой стадии вязкость смолы уменьшается, что объясняется наличием в системе неассоциированных комплексных частиц, образование которых возможно за счет монодентатной координации простых полиэфиров.

Выделенные устойчивые комплексы не являются соединениями, тормозящими реакцию пенообразования. Существование и устойчивость этих комплексов говорит о том, что в композиции находятся и другие комплексы со средой, в которых степень связанности гидроксильных групп полиэфира достаточна для замедления реакции. Если предположить, что реакционная способность гидроксильных групп в смеси полиэфиров неравноценна из-за наличия внутримолекулярной водородной связи, а комплексообразование происходит преимущественно за счет более

активных гидроксидов, то сразу становится понятным замедление процесса на начальной стадии уретанообразования.

Наибольшее замедление реакции пенообразования наблюдается у композиций, содержащих пальметиновый кобальт с малеиновой и акриловой кислотами. У этих композиций, по-видимому, происходит частичная сополимеризация пальметинового кобальта с кислотами, а при глубокой сополимеризации пальметинового кобальта с кислотами можно управлять реакцией пенообразования.

Композиции, содержащие пентаэритрит и лимонную кислоту, имеют время индукции 60–70 с. На замедление реакции по всей вероятности большое влияние оказывают стерические препятствия и структура.

Время отлипа пенопласта изменяется в пределах от 55 до 540 с в зависимости от катиона солей металлоорганических соединений и неорганических кислот. Скорость реакции для исследованных композиций заканчивается одновременно с гелеобразованием.

Из табл. 1 видно, что кажущаяся плотность зависит от концентрации катализатора и природы растворителя.

Предел прочности при сжатии пенопласта изменяется от 1,61 до 5,91 кгс/см<sup>2</sup>. На величину данного показателя влияет макроструктура и кажущаяся плотность пенопласта. Пенопласты, содержащие наибольшее количество пор в виде фибрилл, имеют более высокие показатели при сжатии. ППУ с элементоорганическими катализаторами имеют большую плотность нешивки, чем пенопласты, полученные с применением солей неорганических кислот.

Из приведенных данных видно, что предел прочности при изгибе изменяется от 5,72 до 17,39 кгс/см<sup>2</sup>. На величину данного показателя большое влияние оказывают размеры пор и надмолекулярная структура.

Удельная ударная вязкость изменяется от 0,34 до 0,94 кгс·см/см<sup>2</sup>. Этот показатель в большой степени зависит от надмолекулярной структуры пенопласта, частоты полимерной сетки и ориентации макромолекул пенопласта.

Величина водопоглощения ППУ за 7 суток не превышает 0,0026 кг/м<sup>2</sup>.

Экспериментальными исследованиями установлено, что введение в пенополиуретановую композицию в качестве катализаторов раствора солей хлорида магния и перхлората магния в диметилформамиде позволяет замедлить реакцию пенообразова-

ния соответственно до 180 и 310 с. При определенных условиях этого времени достаточно для нанесения ППУ на древесные частицы и формирования древесностружечной плиты.

Применение в качестве катализаторов раствора солей хлорида магния и перхлората магния в диметилформамиде позволяет не только замедлить реакцию пенообразования, но и улучшить физико-механические свойства пенопласта.

#### Л и т е р а т у р а

1. Патент Франции № 2193351. 2. Заявка Франции № 2276922. 3. Древесностружечные плиты с пенопластом. — "Деревообрабатывающая промышленность", 1969, № 2.

УДК 536.51

Г.М.Шутов, канд.техн.наук,  
Е.Б.Шалькевич, А.С.Гальперин

### ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ МАТЕРИАЛА, НАГРЕВАЕМОГО ЭНЕРГИЕЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ СВЕРХВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

В последнее время большое внимание уделяется вопросам интенсификации технологических процессов различными физическими методами, в том числе воздействием энергии электромагнитного поля сверхвысоких частот (СВЧ) [1, 2]. Данный метод используется в том случае, когда требуется быстрый и эффективный нагрев обрабатываемого материала. В результате СВЧ-нагрева вследствие диэлектрических потерь происходит выделение энергии в объеме материала в виде тепла. Данная тепловая энергия может использоваться в деревообрабатывающей промышленности для ускоренного склеивания древесины, отверждения и сушки модифицированной древесины [3]. Измерение температуры в электромагнитном поле СВЧ не может быть произведено термомпарами и типовыми термометрами, поскольку на их показания заметное влияние оказывает электромагнитное поле.

Для качественного наблюдения распределения температуры в материале может быть использовано свойство фенолоформальдегидных клеев (КБ-3, ВИАМ-Б-3) изменять свою окраску под действием температуры. После воздействия энергии СВЧ окраска клеевой прослойки изменяет свой черный цвет на цвет от розового до бордового. По изменению окраски клея можно