

## Литература

1. Куличихин С.Г. Реологические закономерности гелеобразования реакционноспособных олигомеров// Механика композитных материалов. 1992. № 3. С. 140-141.
2. Malkin A.Y., Kulichikhin S.G. Rheokinetics of Curing// Adv. Polimer Sci. 1991. № 101. P. 217-257.
3. Реологические характеристики отверждающихся меламиноформальдегидных смол/ С.Г. Куличихин, Э.Д. Абенова, Н.И. Башта, В.А. Кожина, О.П. Блинкова, Н.М. Романов, Г.С. Матвелашвили, А.Я.Малкин//Высокомолекулярные соединения. А. 1. 1989. Т. 31. № 11. С. 2372-2377.
4. Глухих В.В., Бурындин В.Г., Войт В.Б., Лобанова Э.Б. Влияние старения карбамидных смол на их свойства и свойства древесностружечных плит// Технология древесных плит и пластиков: Межвуз. сб. науч.тр. Екатеринбург: УГЛТА, 1995. С. 26-33.
5. Robitschen P., Christensen R.L. Hydrolitic Degradation of Cured Urea-Formaldehyde Resin//Duteiwiez Your. Y. Apple. Polym. Sci., 1983. V. 28. №11. P. 3313-3320.

УДК 674.815-41

Н.М. Мухин, Н.В. Холмогорова, Т.В. Трохова  
(Уральская государственная лесотехническая академия)

### ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЛИГНОСУЛЬФОНАТОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНЫХ ПРЕСС-МАСС НА ОСНОВЕ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ СВЯЗУЮЩИХ

Изложены результаты исследований по получению древесных пресс-масс на основе карбамидных связующих с применением лигносульфонатов. Показано, что введение 3...5% ЛСТ повышает технологические свойства пресс-масс, но снижает их жизнеспособность.

Технические лигносульфонаты (ЛСТ) широко применяются в производстве композиционных древесных материалов (КДМ), особенно древесностружечных плит, с целью снижения расхода карбами-

доформальдегидного связующего и повышения качества материалов (снижения токсичности).

Ниже приводятся результаты исследований по влиянию технических лигносульфонатов на свойства другого класса КДМ - масс древесных прессовочных, в частности марки МДПС-М (ГОСТ 11368-89), получаемой на основе карбамидоформальдегидных смол. Основной целью работы ставилось прежде всего повышение технологических свойств (текучести) пресс-масс и возможности прессования из них сложнопрофильных изделий. Известно, что МДПС-М имеют низкую текучесть и недостаточную водостойкость.

В работе были использованы ЛСТ Камского ЦБК (ТУ 13-0281036-029-94). В качестве связующего применена карбамидоформальдегидная смола КФ-О (концентрация 65,5%); наполнитель - древесный опил фракции 5,0/1,5 мм от механической обработки древесины лиственных и хвойных пород с влажностью 6...8%.

Изучали влияние расхода ЛСТ и способа его введения на свойства пресс-массы. Первый способ заключался в приготовлении совмещенного раствора КФ-О и ЛСТ с последующим смешением с опилом. Второй - в раздельном введении лигносульфонатов и смолы. Вначале древесный опил пропитывали разбавленным раствором ЛСТ (концентрация 25%) и подсушивали до влажности менее 10%, а затем смешивали с 55%-м раствором КФ-О. Был применен полный факторный эксперимент (ПФЭ)  $N=2^3$ . Определяющими факторами приняты расход смолы  $X_1$  (в % от а. с. м. МДП), расход ЛСТ  $X_2$ , выбранный по отношению к расходу КФ-О (в % от а.с. м.  $X_1$ ) и способ введения лигносульфонатов в пресс-массу  $X_3$ . За нижний уровень по матрице планирования (-1) принято введение ЛСТ по первому способу (с), за верхний (+1) - по второму способу (р). Пресс-массы подсушивались до влажности 6...8%. Параметрами оптимизации  $Y$  выбраны технологические свойства (текучесть и предел текучести, определенные по методу деформирования плоского образца между плоскопараллельными плитами [1; 2]) и физико-механические свойства (водопоглощение и прочность при изгибе стандартных образцов).

Результаты испытаний представлены в табл.1. Учитывая, что ЛСТ имели  $pH = 4,5$  и они могут влиять на жизнеспособность карбамидного связующего, испытания полученных пресс-масс проводили через сутки после их приготовления и через 7 суток.

Таблица 1

Матрица планирования ПФЭ и результаты испытаний

№ опыта по матрице	Определяющие факторы в натуральном выражении $Z_1$			Параметры оптимизации Y			
				Текущность D, мм	Предел текучести $\tau_{сд}$ , МПа	Водопоглощение за 24 ч $B_0$ , %	Прочность при изгибе $\sigma_n$ , МПа
	$Z_1$ , %	$Z_2$ , %	$Z_3$				
1	11	5	с	71,4/53,7	3,28/11,00	18,5/64,7	53,6/28,6
2	15	5	с	73,3/53,7	2,91/11,00	19,2/44,4	50,1/25,5
3	11	10	с	72,4/52,6	3,07/11,40	21,2/82,0	41,5/24,8
4	15	10	с	72,3/53,6	3,09/11,10	18,4/59,1	37,6/29,7
5	11	5	р	69,8/54,2	3,96/10,62	25,0/40,6	26,7/34,1
6	15	5	р	68,4/54,2	3,95/10,62	12,8/41,8	32,4/40,8
7	11	10	р	72,1/52,8	3,13/11,72	17,6/70,9	30,7/32,0
8	15	10	р	78,8/52,7	2,10/11,30	9,0/76,4	30,0/38,1
Коб	15	-	-	55,7/-	9,74/-	25,3/-	45,6/-

Примечание. К<sub>об</sub> - контрольные образцы без ЛСТ; в числителе - результаты испытаний через сутки после приготовления пресс-массы, в знаменателе - через 7 суток.

На основании статистической обработки результатов эксперимента (испытания через сутки) и регрессионного анализа на ПЭВМ получены экспериментально-статистические модели зависимости параметров оптимизации от определяющих факторов с учетом значимости коэффициентов регрессий по критерию F.

Уравнения регрессий в кодированных переменных  $X_1$ :

$$Y(D) = 72,3 + 0,9X_1 + 1,6X_2 + 0,8X_1X_2 + 0,4X_1X_3 + 1,6X_2X_3 + 1,3X_1X_2X_3; \quad (1)$$

$$Y(\tau_{сд}) = 3,14 - 0,13X_1 - 0,3X_2 - 0,12X_1X_2 - 0,29X_2X_3 - 0,22X_1X_2X_3; \quad (2)$$

$$Y(B_0) = 17,7 - 2,9X_1 - 1,2X_2 - 1,6X_3 - 2,3X_2X_3 - 1,6X_2X_3; \quad (3)$$

$$Y(\sigma_n) = 37,8 - 2,9X_2 - 7,9X_3 + 1,6X_1X_3 + 3,3X_2X_3. \quad (4)$$

Проведен анализ результатов эксперимента и графических зависимостей параметров оптимизации от расхода ЛСТ и способа его введения при содержании КФ-О 15% ( $X_1=1$ ), полученных с применением ПЭВМ на основании уравнений регрессий (1)...(4). На рис. 1 в качестве примера представлена такая поверхность отклика для прочности при изгибе.

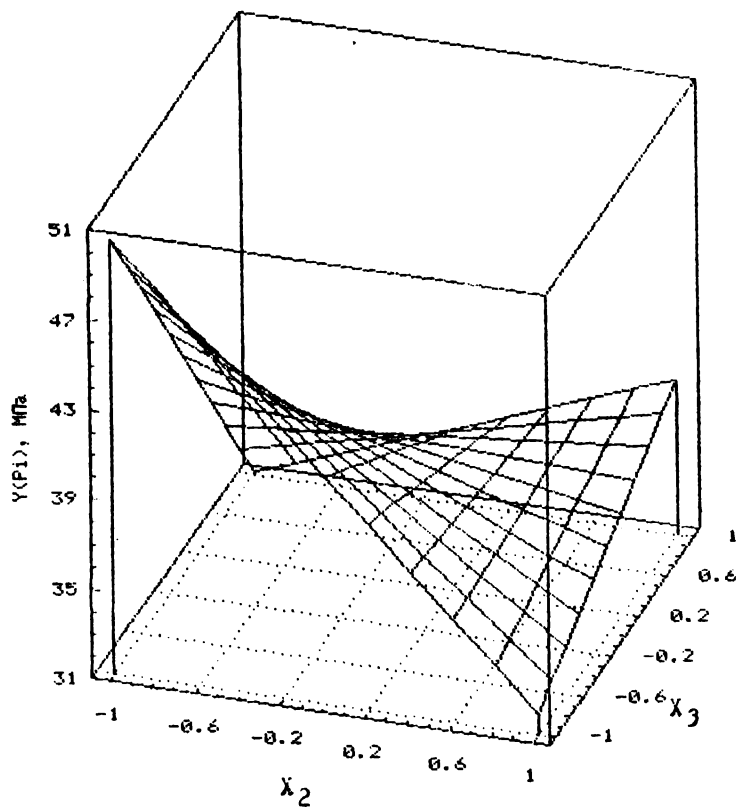


Рис. 1. Зависимость прочности при изгибе КДМ от содержания ЛСТ ( $\chi_2$ ) и способа введения ( $\chi_3$ )

Полученные поверхности отклика показывают, что при максимальном содержании ЛСТ ( $X_2=1$ ) и раздельном его введении ( $X_2=1$ ) пресс-масса имеет максимальные текучесть и водостойкость, но низкую прочность при изгибе (в исследуемом интервале факторов). Однако с технологической точки зрения раздельное введение лигносульфонатов малопривлекательно. Приведенные в табл. 1 экспериментальные данные позволяют предположить, что ЛСТ существенно влияют на жизнеспособность пресс-масс на основе карбамидных смол. Через 7 суток после приготовления пресс-композиций как на совмещенном связующем, так и при раздельном введении лигносульфонатов, они практически не обладают текучестью, а водостойкость снижается в 3,2...3,5 раза. Однако прочность при изгибе при раздельном введении ЛСТ повышается на 20% (опыты 5...8, табл. 1), но все же меньше, чем у контрольных образцов.

Определен оптимальный расход лигносульфонатов (на ПЭВМ с применением соответствующего пакета прикладных программ) для приготовления совмещенного раствора карбамидного связующего. Для модификации пресс-масс на древесном опиле аналогов МДПС-М достаточно введения  $3 \pm 0,5\%$  ЛСТ, чтобы масса имела текучесть ( $D$ ) не менее 70 мм, водопоглощение не более 15% и прочность при изгибе не менее 45 МПа.

В работе также изучено влияние введения в пресс-массу дополнительно карбамида, который применяется как пластификатор древесного наполнителя при производстве КДМ [2]. Был применен ПФЭ  $N=2^3$ , в котором в качестве третьего определяющего фактора принят расход карбамида, выбранный по отношению к расходу древесного наполнителя  $X_3$  (в % от а.с. м. древесины). Опил пропитывали 20%-м водным раствором карбамида и высушивали до влажности менее 10%, а затем смешивали с совмещенным раствором карбамидной смолы и ЛСТ. Результаты испытаний представлены в табл. 2.

На основании регрессионного анализа получены следующие уравнения регрессий (в кодированных переменных  $X_i$ ) с учетом значимости коэффициентов по критерию  $F$ :

$$Y(D) = 78,0 + 1,1X_1 + 1,4X_2 - 2,2X_1X_2; \quad (5)$$

$$Y(\tau_{сд}) = 2,24 - 0,17X_1 - 0,21X_2 + 0,3X_1X_2 - 0,1X_1X_2X_3; \quad (6)$$

$$Y(B) = 21,2 - 5,8X_1 + 1,9X_2 - 4,6X_1X_2 - 3,6X_1X_2X_3; \quad (7)$$

$$Y(\sigma) = 43,7 + 2,2X_1 - 2,2X_2 + 1,3X_3 + 1,3X_1X_2 - 3,8X_1X_2X_3. \quad (8)$$

На рис. 2 представлена графическая зависимость прочности при изгибе от расхода ЛСТ и карбамида (8) при содержании КФ-О 15% ( $X_1=1$ ). Аналогичную поверхность отклика имеет и водопоглощение (7). Полученные поверхности отклика показывают, что при

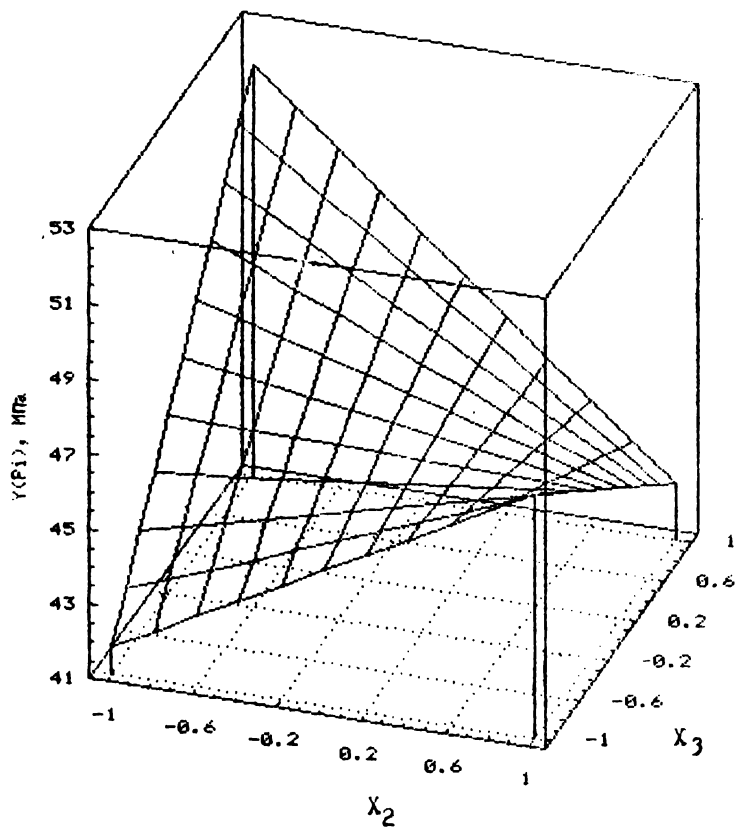


Рис. 2. Зависимость прочности при изгибе КДПМ от содержания ЛСТ ( $X_2$ ) и карбамидаа ( $X_3$ )

Таблица 2

Матрица планирования ПФЭ и результаты испытаний

№ опыта по матрице	Определяющие факторы в натуральном выражении $Z_i$			Параметры оптимизации Y			
				Текучесть D, мм	Предел текучести $\tau_{ед}$ , МПа	Водопоглощение за 24 ч $V_0$ , %	Прочность при изгибе $\sigma_{из}$ , МПа
	$Z_1$ , %	$Z_2$ , %	$Z_3$				
1	11	5	4	71,4/53,6	3,28/11,10	24,8/60,2	47,7/23,3
2	15	5	4	80,0/55,5	1,95/9,80	13,9/36,7	42,9/24,2
3	11	10	4	78,8/53,4	2,10/11,30	30,7/80,4	31,7/26,0
4	15	10	4	76,0/54,4	2,46/10,50	15,8/72,9	47,2/32,7
5	11	5	8	77,0/54,0	2,33/10,80	16,9/89,4	42,1/29,5
6	15	5	8	81,7/56,1	1,78/9,60	22,9/67,0	50,6/26,4
7	11	10	8	80,2/53,6	1,94/11,10	37,2/60,2	44,2/27,4
8	15	10	8	78,8/52,7	2,10/11,30	10,3/69,2	43,0/31,9

минимальном содержании ЛСТ ( $X_2=-1$ ) и максимальном - карбамида ( $X_3=1$ ) (в исследуемом интервале) имеет место увеличение прочности при изгибе и снижение водостойкости.

Также на ПЭВМ проведена оптимизация расходов лигносульфонатов и карбамида для модификации пресс-масс, аналогичных МДПС-М. Можно рекомендовать введение  $5\pm 0,5\%$  ЛСТ и  $7,5\pm 0,5\%$  карбамида. При этом МДП на древесном опиле фракции 5,0/1,5 мм будет иметь текучесть (D) не менее 80 мм, водопоглощение не более 15% и прочность при изгибе более 45 МПа.

Таким образом, модификация древесных пресс-масс на основе карбамидоформальдегидных смол техническими лигносульфонатами дает возможность повысить их текучесть и водостойкость. Дополнительного эффекта увеличения текучести материала можно достичь совместной модификацией ЛСТ и карбамидом. Однако следует учитывать, что необходимая жизнеспособность таких пресс-масс составляет не более 24 часов.

## Литература

1. Ставров В.П., Дедюхин В.Г., Соколов А.Д. Технологические испытания реактопластов. М.: Химия, 1981. 248 с.
2. Щербаков А.С., Гамова И.А., Мельникова Л.В. Технология древесных композиционных материалов: Учебное пособие для вузов. М.: Экология, 1992. 192 с.

УДК 674.815-041

В.Г. Дедюхин, Н.М. Мухин, Н.В. Конева,  
И.В. Пичугин  
(Уральская государственная лесотехническая  
академия)

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛИГНОСУЛЬФОНАТА ТЕХНИЧЕСКОГО ПОРОШКООБРАЗНОГО В КАЧЕСТВЕ ДСВАВКИ К КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЕ

Исследованы несколько партий ЛСТП Камского ЦБК. Определена способность к таблетированию ЛСТП, зависимость вязкости и липкости от концентрации.

Путем прессования плитки облицовочной из МДП на основе смолы КФ-МТ-15, модифицированной ЛСТП, определены оптимальное количество ЛСТП в связующем (10%), температура прессования (150°C), время выдержки (7 мин).

С целью изучения возможности замены части карбамидоформальдегидной смолы лигносульфонатом при получении масс древесных прессовочных исследовано несколько партий лигносульфоната технического порошкообразного (ЛСТП) ТУ 13-0281036-15-90, полученных с Камского ЦБК.

Проведены определения сыпучести и таблетированности ЛСТП. Сыпучесть определялась по ГОСТ 11234-81 на трех партиях с исходной влажностью 5,3; 6,3; 7,4%. В результате средний угол откоса (сыпучесть) получился равным 37°.

Насыпная плотность материала определялась по ГОСТ 11035 и получилась равной 300 кг/м<sup>3</sup>.