

Опишем сформулированные функции более подробно. Для оптимизации раскroя на основе сплайновых моделей сырья необходимо прежде всего определить его параметры: длину и координаты точек поверхности раскраиваемого объекта через определенные промежутки его длины. Для получения такой информации требуются измерительные системы с точностью порядка  $\pm 1$  мм, которые в настоящее время разработаны. Полученные данные передаются в блок 2, где осуществляется синтез математической модели объекта и моделирование различных вариантов раскroя. Эти операции выполняются компьютерной системой на основе программного обеспечения, содержащего реализацию соответствующих математических моделей и алгоритмов. Далее с учетом задаваемых критериев оптимальности программным путем выбирается оптимальный вариант. Для осуществления раскroя ЭВМ трансформирует оптимальные решения в командные инструкции (программу раскroя) на ориентацию, базирование объекта и установку пильного оборудования и передает их блоку 3. В блоке 3 технологическое оборудование с программным управлением осуществляет распиловку сырья в соответствии с переданной программой раскroя.

Таким образом, одним из путей увеличения выхода продукции из сырья для производства строганого шпона является разработка и внедрение систем автоматизированного раскroя. При этом увеличение выхода достигается, во-первых, за счет использования оптимального раскroя и, во-вторых, путем повышения точности его осуществления. Это обеспечивается измерительным и технологическим оборудованием, функционирующим на основе математического и программного обеспечения системы автоматизированного раскroя.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Яковлев М.К., Янушкевич А.А., Кулак М.И. Применение сплайнов в математических моделях хлыстов и бревен // Технология и оборудование заготовки и переработки древесины. Мн., 1988. Вып. 3. С. 97–103.
- Янушкевич А.А., Кулак М.И., Яковлев М.К. Автоматизированное проектирование раскroя пиловочного сырья на основе сплайновых моделей // Технология и оборудование заготовки и переработки древесины. Мн., 1989. Вып. 4. С. 145–150.

УДК 674.815

А.Б. ЯХЬЯЕВ, Е.А. БУЧНЕВА, канд.техн.наук (БТИ)

#### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФОСФОГИПСА В ИЗГОТОВЛЕНИИ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Для ряда отраслей народного хозяйства требуются огнезащищенные древесностружечные плиты. Однако существующий ассортимент антиприренов для их изготовления ограничен, что связано с влиянием антиприренов на скорость и глубину отверждения полимерного связующего.

Преобладающее большинство известных антиприренов содержит фосфорные соединения или их комбинацию с различными добавками.

В наших исследованиях в качестве антипирена был использован фосфогипс, который является отходом производства фосфорного ангидрида из апатитового концентрата. При получении 1 т фосфорного ангидрида образуется 4–5 т фосфогипса, который концентрируется в больших количествах, нарушая экологию окружающей среды [1].

Фосфогипс – порошкообразное вещество светло-серого цвета, содержит свыше 90 % дигидрата сульфата кальция, а также фосфаты, кремнефтористые соединения и соединения, включающие окислы алюминия, магния, титана. Содержание свободной влаги в нем около 20 %, pH изменялось в пределах 4–4,5.

Фосфогипс исследовали в композиции древесностружечных плит, изготавляемых по широко известной технологии с применением карбамидоформальдегидных смол. Его вносили в стружку во время ее осмоления: 7 % – во внутренний слой и 10, 20, 30, 35 и 40 % – к абсолютно сухой стружке наружных слоев плит. Установлено, что наиболее рациональным количеством фосфогипса является 30 % и 7 % к абсолютно сухой стружке соответственно наружных и внутреннего слоев плит.

Чтобы исключить возможность отрицательного влияния повышения температуры и времени прессования на свойства плит, были проведены две серии опытов. В первой из них плиты толщиной 10 мм прессовали при температуре 130–190 °С и времени 0,30 мин/мм толщины плиты, во второй – при температуре 160 °С изменяли время прессования в диапазоне от 0,25 до 0,45 мин/мм толщины плиты.

В целях установления закономерностей в изменении физико-механических свойств плит в соответствии с методиками, изложенными в ГОСТе на испытания древесностружечных плит, определяли их влажность, плотность, пределы прочности при изгибе  $\sigma_u$  и растяжении перпендикулярно пласти плиты  $\sigma_p^\perp$ . Эффект огнезащиты плит фосфогипсом проверяли в соответствии с ГОСТ 16363–76 (СТ СЭВ 4686 – 84) по потере массы образцов плит ( $\Delta m$ ), Параллельно для определения эффективности огнезащиты плит фосфогипсом были проведены исследования с включением в композицию плиты аналогичных количеств нефелинового антипирена.

Нефелиновый антипирен – это мелкодисперсный порошок светло-серого цвета, с влажностью до 3 %, pH 3,9–4,2, с содержанием  $P_2O_5$  не менее 46 %. Он состоит в основном из нерастворимых в воде поликонденсированных металлоаммонийных фосфатов и рекомендуется для огнезащиты древесноволокнистых плит [2].

Наиболее рациональным количеством нефелинового антипирена в композиции плит является 25 % и 7 % к абсолютно сухой стружке соответственно наружных и внутреннего слоев. Увеличение содержания антипирена в композиции плит приводит к преждевременному отверждению связующего.

Показатели свойств плит, влажность которых соответствовали требованиям ГОСТ 10632–77, обрабатывали на ЭВМ ЕС-1033.

Изменение свойств плит от времени прессования  $t$  и температуры плит пресса  $t$  описывается следующими уравнениями:

$$\Delta m(\sigma_u, \sigma_p^\perp) = A + Bt + Ct^2 + Dt^3;$$

$$\Delta m(\sigma_u, \sigma_p^\perp) = E + Ft + Lt^2 + Mt^3.$$

Таблица 1. Значения коэффициентов уравнений

Исследуемый параметр	Значения коэффициентов							
	A	B	C	D	E	K	L	M
<i>Экспериментальные плиты, включающие фосфогипс</i>								
$\Delta m$	-1,1	83,7	-322,8	451,7	-50,62	1,17	$-8,1 \cdot 10^{-3}$	$1,9 \cdot 10^{-5}$
$\sigma_n$	-12,94	243,7	-628	499,4	93,2	-1,9	0,02	$-3,5 \cdot 10^{-5}$
$\sigma_p^{\perp}$	-2,97	34,6	-113,3	121,3	-8,1	0,16	$-1 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-6}$
<i>Экспериментальные плиты, включающие нефелиновый антиприрен</i>								
$\Delta m$	9,35	-53,02	260,34	-304,2	-48,7	1,24	$-9,1 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-5}$
$\sigma_n$	28,1	-155,3	624,1	-795,8	-67,2	1,4	$-7,7 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-5}$
$\sigma_p^{\perp}$	1,66	-18,9	79,9	-100,7	-1,3	0,03	$-1,6 \cdot 10^{-4}$	$3,6 \cdot 10^{-7}$
<i>Контрольные плиты</i>								
$\Delta m$	41,02	-181,6	283,7	60,6	302,9	-5,2	0,03	$-5,7 \cdot 10^{-5}$
$\sigma_n$	-15,3	339,4	-1125,6	1180	12,84	-0,3	$4,4 \cdot 10^{-3}$	$-1,4 \cdot 10^{-5}$
$\sigma_p^{\perp}$	-1,11	13,22	-34,8	29	-18,5	0,36	$-2,2 \cdot 10^{-3}$	$4,6 \cdot 10^{-6}$

Значения коэффициентов представлены в табл. 1.

Среднее относительное отклонение опытных и аппроксимационных значений изменилось в пределах 0,35–3,17 %.

Изменения потери массы образцов плит в зависимости от температуры и времени прессования представлены на рис. 1, а, б.

Анализ полученных результатов исследований показал, что наименьшая потеря массы образцов при горении, равная 6,01 %, достигается включением в композицию плит фосфогипса и прессованием их при температуре 130 °С и времени 0,25 мин/мм толщины плиты. Основную роль антиприрена при этом выполняет кристаллогидрат  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , составляющий основу фосфогипса. Данный кристаллогидрат при температурах, соответствующих активному разложению целлюлозных материалов, способствует огнезащите и усиливает ее за счет дополнительного поглощения тепла [3]. Кроме того, положительное влияние оказывает присутствие фосфатов, кремнефтористых соединений и других компонентов. Однако прочность таких плит при изгибе ниже контрольных и плит, содержащих нефелиновый антиприрен, соответственно на 12,7 и 9,2 %.

С увеличением температуры при данном времени прессования прочность плит возрастает. Особенно существенно изменяется прочность склеивания, которая характеризуется показателем предела прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты. Предел прочности для плит, включающих фосфо-

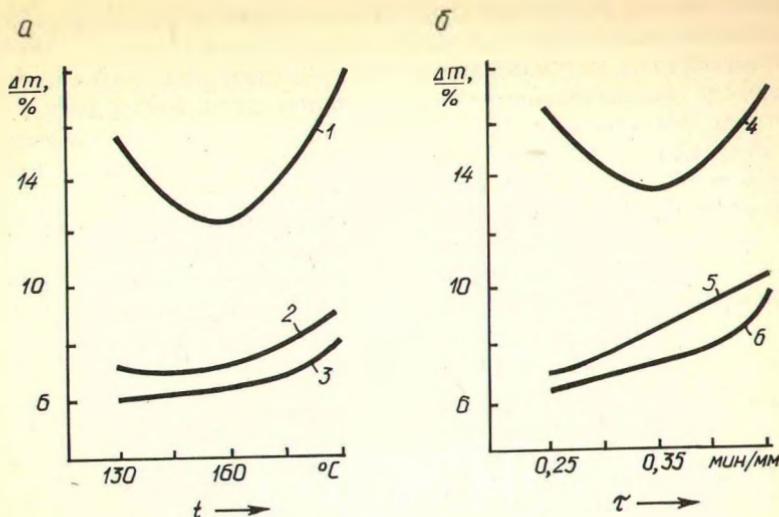
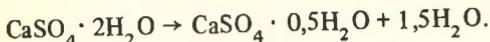


Рис. 1. Зависимость потери массы плит от температуры (а) и времени прессования (б): 1, 4 – контрольные плиты; 2, 5 – плиты, включающие нефелиновый антиприрен; 3, 6 – плиты, включающие фосфогипс

гипс, в сравнении с контрольными плитами и плитами с нефелиновым антиприреном возрастает соответственно на 21,6 % и 25,2 %.

Однако увеличение температуры прессования плит приводит к тому, что потеря массы их при горении возрастает (см. рис. 1, б). Для плит, включающих фосфогипс, это вызвано тем, что при температуре около 190 °С двухводный гипс подвергается дегидратации в соответствии со следующей реакцией [4]:



В то же время потеря массы при горении этих плит в сравнении с контрольными и содержащими нефелиновый антиприрен была ниже соответственно в 2,15 и 1,13 раза. Поскольку необходимо получить плиты не только повышен-

Таблица 2. Рациональный режим прессования древесностружечных плит с добавками

Вид плиты	Режимы прессования		Показатели свойств		
	температура, °С	время, мин/мм	Δm, %	$\sigma_{iz}$ , МПа	$\sigma_p$ , МПа
Контрольная Плита, включающая нефелиновый анти- прирен	160	0,30	12,1	17,7	0,49
	160	0,25	7,7	16,5	0,36
Плита, включающая фосфогипс	165	0,30	7,1	17,7	0,48

ной огнестойкости, но и достаточной для эксплуатации прочности, наиболее рациональными можно считать режимы, представленные в табл. 2.

Таким образом, на основании результатов исследований была установлена возможность использования для огнезащиты древесностружечных плит фосфогипса. При этом наряду с улучшением свойств плит себестоимость 1 м<sup>3</sup> плиты в сравнении с плитой, включающей нефелиновый антипирен, снижается в среднем на 50 р.

На основе фосфогипса разработан более совершенный состав, который защищен авторским свидетельством. Применение его не вызывает снижения прочности плит. При плотности 830 кг/м<sup>3</sup> и влажности 8 % потеря массы при горении составила 4,2 %, время самогорения — 2 с и время тления — 41 с.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. П р о м ы ш л е н н о е производство гипсостружечных плит в Финляндии: Экспресс-информация (Зарубеж. опыт) // ВНИПИЭИлеспром, 1987. Вып. 7: Плиты и фанера. С. 14–17.
2. М е р с о в Е., Ш е в ы р е в В. Огнезащитные древесные плиты // Пожарное дело. ВНИИПО, 1975. С. 27.
3. Т а у б к и н С.И. Основы огнезащиты целлюлозных материалов. М., 1960.
4. Г и п с о с т р у ж е ч н ы е плиты: Экспресс-информация (Зарубеж. опыт) // ВНИПИЭИлеспром. М., 1987. Вып. 1: Плиты и фанера. С. 10–15.