

УДК 647.817-14

В. В. Тулейко, аспирант;
В. Б. Снопков, доцент

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ УВЕЛИЧЕННОЙ ТОЛЩИНЫ

The researches of the process of pressing particleboard of high thickness have been given.

В последнее время мебельные и строительные предприятия Республики Беларусь проявляют все большую заинтересованность в использовании древесных плитных материалов увеличенной толщины (24-32 мм). Это позволяет им значительно расширить ассортимент и повысить конкурентоспособность производимой продукции. К сожалению, отечественные заводы древесностружечных плит (ДСтП) выпускают плиты преимущественно толщиной 16 мм и практически не выходят за пределы диапазона 14-19 мм. Это существенно ограничивает сферу их возможного применения, а следовательно, снижает объемы реализации. Главная причина сложившейся ситуации – отсутствие отработанных технологических режимов, обеспечивающих стабильный выпуск высококачественных ДСтП увеличенной толщины. Сказанное в первую очередь относится к прессованию – наиболее сложному и ответственному технологическому процессу в производстве ДСтП.

Изучением прессования древесноклеевых композиций занимались многие отечественные и зарубежные исследователи [1-4]. Они установили, что во время пьезотермического воздействия в прессуемом брикете происходят сложные процессы, связанные с перемещением теплоты и влаги. Выделены факторы, оказывающие первостепенное влияние на характер тепломассопереноса (температура и давление прессования, размеры древесных частиц, начальная влажность древесноклеевой композиции), определены их оптимальные значения. Однако вся имеющаяся информация относится к ДСтП с узким диапазоном толщин (16-19 мм). Аналогичных сведений для плит увеличенной толщины в научно-технической литературе нет.

Целью настоящей работы было исследование влияния параметров горячего прессования на свойства ДСтП увеличенной толщины, а также изучение изменения температуры внутри стружечного брикета в период горячего прессования.

Для изучения влияния параметров прессования на физико-механические показатели ДСтП было решено применить планирование эксперимента. В качестве факторов были выбраны температура (t), давление (p) и продолжительность (τ) прессования. Матрица плана (B_3) в явном виде представлена в таблице. В эксперименте были использованы стружка, полученная в промышленных условиях цеха ДСтП АО "Ивацевичдрев" с влажностью 2-3 %, карбамидоформальдегидная смола марки КФ-НП и, в качестве отвердителя, хлористый аммоний. Расход связующего составлял 13 % для наружных слоев и 10 % для внутреннего слоя по сухим веществам. Изготавливали трехслойные плиты толщиной 28 мм со средней плотностью 620 кг/м³. Результаты определения физико-механических показателей опытных ДСтП в каждой точке плана также приведены в таблице.

Таблица

План эксперимента и результаты испытаний ДСтП

Номер опыта	t , °C	τ , мин	P , МПа	Предел прочности при изгибе $\sigma_{и}$, МПа	Предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти σ_p , МПа	Разбухание по толщине Δh , %
1	190	10	1.8	8.6	0.24	25.8
2	160	10	1.8	8.0	0.19	24.4
3	190	14	1.8	9.9	0.23	24.0
4	160	14	1.8	7.8	0.22	25.9
5	190	10	2.8	10.2	0.30	18.1
6	160	10	2.8	8.7	0.20	22.9
7	190	14	2.8	9.6	0.26	20.4
8	160	14	2.8	10.1	0.23	24.3
9	190	12	2.3	11.1	0.26	19.6
10	160	12	2.3	9.0	0.21	24.3
11	175	10	2.3	8.1	0.23	24.0
12	175	14	2.3	8.9	0.24	24.3
13	175	12	1.8	9.2	0.22	19.7
14	175	12	2.8	9.4	0.25	17.4
15	175	12	2.3	11.0	0.24	19.2

Экспериментальные данные были обработаны на ЭВМ. Получены адекватные математические зависимости физико-механических показателей от параметров прессования:

$$\sigma_{и} = 15.2726 - 0.642 \cdot t + 6.881 \cdot \tau + 3.714 \cdot p + 0.00194 \cdot t^2 - 0.2813 \cdot \tau^2 - 0.5964 \cdot p^2;$$

$$\sigma_p = 1.0626 - 0.026786 \cdot t + 0.194132 \cdot \tau + 0.164876 \cdot P + 0.000081103 \cdot t^2 - 0.0080888 \cdot \tau^2 - 0.029321 \cdot P^2;$$

$$\Delta h = 304.605 - 2.1656 \cdot t - 20.783 \cdot \tau + 35.3624 \cdot P + 0.0059625 \cdot t^2 + 0.869291 \cdot \tau^2 - 8.5049 \cdot P^2.$$

Выполнив двумерные сечения поверхностей отклика, мы получили графические зависимости предела прочности при изгибе, при растяжении перпендикулярно пласти плиты и разбухания по толщине от параметров прессования, некоторые из которых представлены на рис. 1 и 2. Отметим, что все исследуемые параметры прессования оказывают существенное, хотя и неоднозначное, влияние на физико-механические показатели ДСтП.

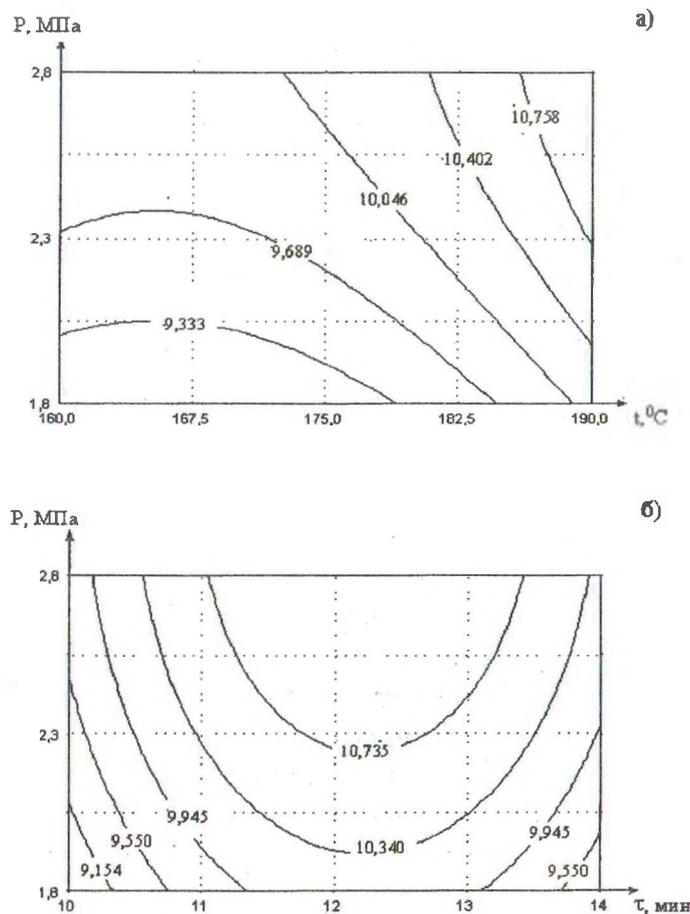


Рис. 1. Зависимость предела прочности при изгибе от параметров прессования: а) $\sigma_n = f(P, t)$ при $\tau = 12$ мин.; б) $\sigma_n = f_1(P, \tau)$ при $t = 190^\circ\text{C}$

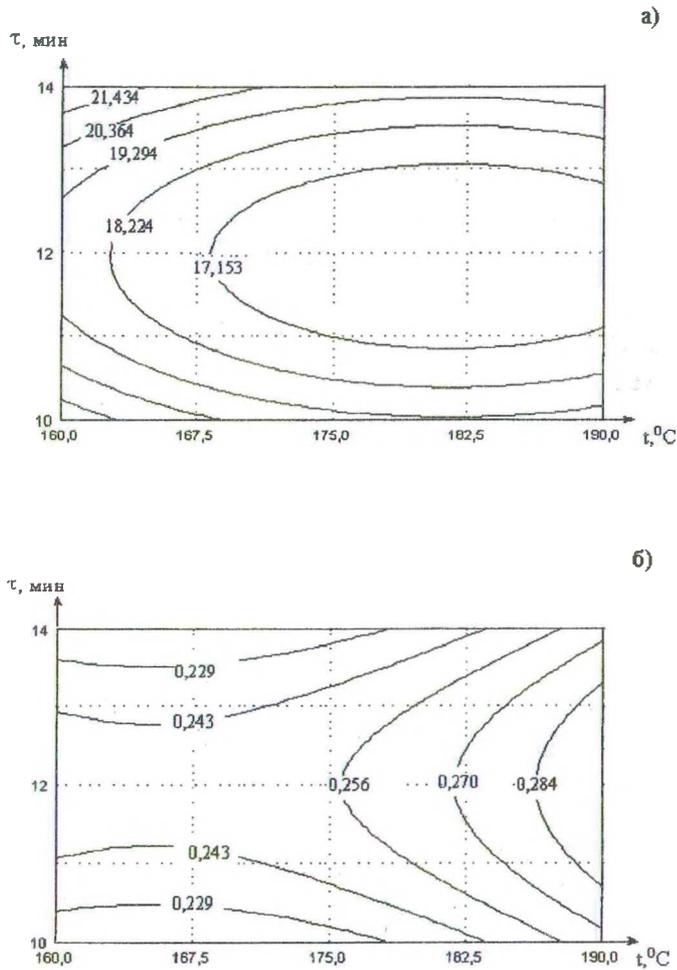


Рис. 2. Зависимость разбухания по толщине и предела прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты от температуры и продолжительности прессования при $P = 2.8$ МПа: а) $\Delta h = f(\tau, t)$; б) $\sigma_p = f(\tau, t)$

Из рис. 1_б, 2_а и 2_б видно, что наиболее высокие значения прочностных показателей и водостойкости достигаются при продолжительности прессования 12 мин, что составляет 0,43 мин на миллиметр толщины готовых плит. Отклонение от этой величины как в большую, так и в меньшую сторону приводит к заметному снижению качества получаемых ДСтП.

Повышение температуры и давления прессования способствует возрастанию показателей прочности ДСтП. Максимальные значения $\sigma_n = 11,1-11,5$ МПа и $\sigma_p = 0,29-0,31$ МПа достигаются на границе исследуемой области при $t = 190^\circ \text{C}$ и $p = 2,8$ МПа. Для получения наи-

большей водостойкости плит давление прессования также должно быть максимальным, а температура прессования должна находиться в пределах 180-182° С.

На следующем этапе наших исследований мы изучали изменение температуры внутри стружечного брикета на протяжении цикла прессования. Для измерения температуры использовали хромель-капельные термопары с диапазоном измерения 0-300° С и самопишущий прибор КСП-4. Схема установки термопар внутри стружечного брикета показана на рис.3.

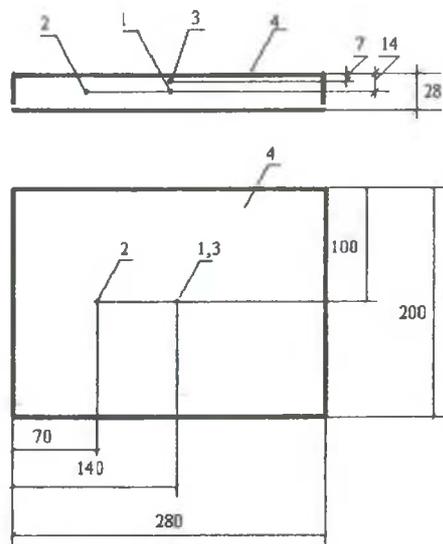


Рис. 3. Схема установки термопар: 1,2,3 – термопары №№ 1,2 и 3; 4 – стружечный брикет

В различных опытах стружечный брикет формировали: трехслойным, однослойным из мелкой стружки (наружного слоя) и однослойным из крупной стружки (внутреннего слоя). Режим прессования был принят с учетом ранее проведенных исследований: $t = 190^\circ \text{C}$, $p = 2,8 \text{ МПа}$, $\tau = 12 \text{ мин}$. Толщина готовых ДСтП составляла 28 мм, плотность – 620 кг/м^3 .

Изменение температуры в различных точках трехслойного стружечного брикета во время прессования показано на рис. 4.

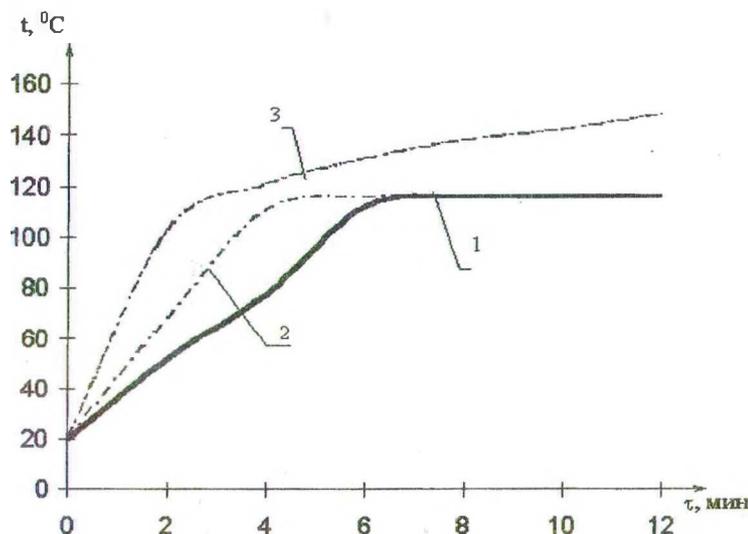


Рис. 4. Изменение температуры трехслойного стружечного брикета во время прессования: 1 – термопара №1; 2 - №2; 3 - №3

Температура среднего слоя (термопары 1 и 2) в течение первых 4-6 мин возрастает до 118°C , после чего стабилизируется и остается неизменной до конца цикла прессования. Причем чем ближе к краю плиты расположена контролируемая точка, тем быстрее она прогревается. В изменении температуры наружного слоя (термопара № 3) также можно выделить два периода. Первый продолжается в течение первых 2-х минут. За это время температура быстро и по линейному закону возрастает от начальных 20 до 110°C . Второй период продолжается все оставшееся время цикла прессования и характеризуется также линейным увеличением температуры, но со значительно меньшей скоростью. За 10 мин температура возрастает от 110 до 148°C .

Объяснить полученные зависимости можно, если допустить, что прогрев стружечного брикета осуществляется за счет теплопроводности и перемещения из наружных слоев во внутренний образующегося водяного пара. В начале цикла прессования доминирующим процессом является теплопроводность. Температура наружного слоя увеличивается до 110°C , при которых начинается процесс парообразования. Скорость прогрева после этого снижается, так как значительная часть теплоты, поступающей от нагревательных плит пресса, расходуется на испарение влаги, имеющейся в наружных слоях. Образующийся пар перемещается вглубь брикета, что вызывает некоторое увеличение скорости прогрева внутреннего слоя (кривая 1) на 5-й минуте прессо-

вания. После достижения внутренним слоем брикета температуры 118°C , последняя стабилизируется на длительное время. Мы считаем, что это связано с началом порообразования во внутреннем слое и постепенным выходом его наружу через торцы. Значение температуры (118°C) говорит о том, что этот процесс происходит при давлении внутри брикета, равном $0,19\text{ МПа}$. Неизменность температуры внутреннего слоя до конца цикла прессования говорит о том, что он завершается до полного удаления влаги из брикета.

Интересны графические зависимости, представленные на рис. 5.

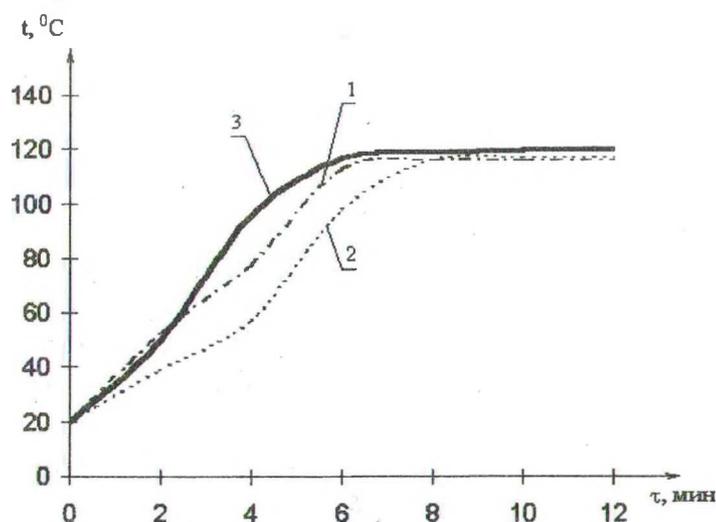


Рис. 5. Изменение температуры в середине стружечного брикета (термопара № 1) во время прессования: 1 – трехслойный стружечный брикет; 2 – брикет из крупной стружки; 3 – брикет из мелкой стружки

Здесь показано изменение температуры в точке 1 стружечных брикетов, изготовленных из стружки разных размеров. Мы видим, что брикет, сформированный из мелкой стружки, прогревается быстрее, чем трехслойный, и значительно быстрее, чем полученный из крупной стружки. Это подтверждает значимость перемещения водяного пара в прогреве стружечного брикета. Чем крупнее стружка, тем менее плотным получается брикет и тем больше пара выходит через его торцы, не участвуя в прогреве внутреннего слоя. При использовании крупной стружки процесс парообразования внутри брикета происходит при температуре 118°C ($p = 0,19\text{ МПа}$), а мелкой - 120°C ($p = 0,20\text{ МПа}$). Это также свидетельствует о том, что влага из более плотного брикета удаляется медленнее.

Авторы считают, что итогом проделанной работы является следующее:

1. Определены зависимости физико-механических показателей ДСтП увеличенной толщины от параметров режима прессования.

2. Показано, что наилучшее качество ДСтП достигается при следующих значениях параметров прессования: температура - 190° С, давление – 2,8 МПа, продолжительность – 0,43 мин/мм.

3. Установлен характер изменения температуры стружечного брикета во время прессования. Выдвинуто предположение о том, что значительную роль в прогреве стружечного брикета играет перемещение водяного пара.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обливин А. Н., Воскресенский А. К., Семенов Ю. П. Тепло- и массоперенос в производстве древесностружечных плит. – М.: Лесная промышленность, 1978.
2. Соснин М. И., Климова М. И. Физические основы прессования древесностружечных плит. – Новосибирск: Наука, 1981.
3. Шварцман Г. М. Об определении продолжительности прессования древесностружечных плит // Деревообрабатывающая промышленность. 1973. №4. С.7–10.
4. Щедро Д. А. Исследование и разработка новых интенсифицированных режимов производства древесностружечных плит с построением оптимальных диаграмм прессования. Автореф. канд. дис. – Л., 1967.

УДК 647.817-14

И. А. Пикулин, аспирант ;
В. Б. Снопков, доцент;
М. В. Михайлова, ст.н.с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЯГКИХ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБОТКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

The use of the soft waste in the production of particleboard is investigated. The optimal ballance of the components is founded.

Известно, что стоимость связующего во многом определяет себестоимость древесностружечных плит (ДСтП). В настоящее время существует целый ряд способов, позволяющих уменьшить содержание связующего в ДСтП. Однако, как правило, все эти способы либо