

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕНОСА ТЕПЛА И ВЛАГИ В ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНОМ БРИКЕТЕ ПРИ ПЬЕЗОТЕРМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

В. В. ТУЛЕЙКО, В. Б. СНОПКОВ

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Беларусь

**Введение.** Горячее прессование древесностружечных плит при некоторых допущениях представляет собой процесс чисто контактного нагрева влажного капиллярно-пористого тела. Такие процессы характеризуются сложными явлениями переноса тепла и массы. В данном конкретном случае это – наложение массопереноса на теплоперенос, фазовые переходы влаги, обусловленные разностью температур и неоднородностью древесностружечного скелета с точки зрения его пористости и проницаемости, непостоянство состава образующейся парогазовой смеси и др.

Изучением явлений тепло- и массопереноса в период горячего прессования ДСтП занималось большое количество исследователей [1–3]. Полученные результаты позволили определить основные закономерности протекания процессов переноса тепла и влаги при пьезотермическом воздействии на стружечный брикет и определить пути интенсификации прессования. Однако имеющиеся знания имеют существенный недостаток – они относятся к плитам с относительно узким диапазоном толщин 16–20 мм. Степень их применимости при разработке режимов горячего прессования плит увеличенной толщины (25 мм и более) не определена. Очевидна необходимость проведения дополнительных исследований в данной области.

**Постановка задачи.** При проведении исследовательской работы авторами была поставлена задача изучить процессы прогрева, перемещения влаги, образования и удаления парогазовой смеси в условиях пьезотермического воздействия на стружечный брикет, выявить различия в характере протекания данных процессов с изменением толщины прессуемого материала, определить направления интенсификации режима прессования плит увеличенной толщины.

**Методика исследований.** В экспериментах была использована стружка, изготовленная на заводе ДСтП АО “Мостовдрев”. Породный состав стружки характеризовался преобладанием лиственных пород (60–70 %) над хвойными (30–40 %). Средняя толщина стружки для внутреннего слоя и наружных слоев составляла соответственно 0,8 и 0,1 мм. Изготавливали плиты трехслойной конструкции со следующими параметрами: средняя плотность – 620 кг/м<sup>3</sup>; массовая доля стружки внутреннего и наружных слоев соответственно 65 % и 35 %; влажность стружки перед осмолением – 5–7 %; процент добавления связующего по сухим веществам для внутреннего слоя составлял 10 %, для наружных – 13 %; формат – 200×280 мм; толщина – 16 и 28 мм. Прессование проводили на лабораторном прессе П-100. Режим прессования был принят на основании результатов ранее проведенных исследований: температура – 190 °С, максимальное давление – 2,8 МПа [4].

Измерения температуры в различных точках стружечного брикета и давления образующейся парогазовой смеси осуществляли с помощью специально разработанной экспериментальной установки, представленной на рис. 1.

Принцип действия установки следующий. При формировании стружечного брикета в него производится закладка капилляра (4) и термодпары (5). Сформированный брикет помещают между нагревательными плитами (7) лабораторного пресса. Капилляр подключают к датчику давления ДМ5007У2 (3), термодпару к потенциометру ЭПП-09 М3 (1). К потенциометру подключают также датчик давления. Питание датчика давления осуществляется от электросети напряжением 220 В через выпрямитель (2). Потенциометр запитывается напрямую от электросети. Во время горячего прессования внутри стружечного брикета развиваются повышенные температура и давление. Тер-

мопара и датчик давления передают соответствующие сигналы на потенциометр, который их преобразует и регистрирует самописцем.

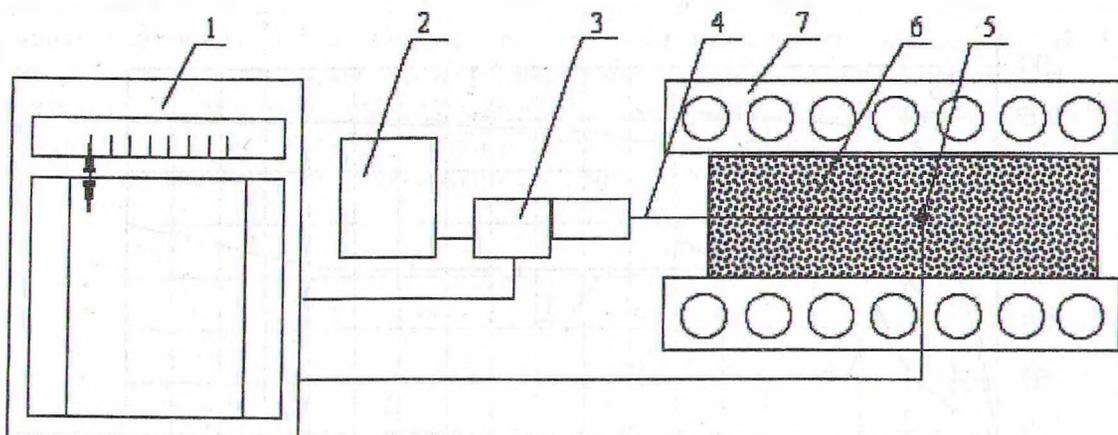


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 — потенциометр; 2 — источник напряжения постоянного тока; 3 — датчик давления; 4 — капилляр; 5 — термопара; 6 — стружечный брикет; 7 — нагревательные плиты пресса

После завершения каждого опыта капилляр и термопара извлекаются из стружечного брикета при его разрушении и могут быть использованы в следующем эксперименте.

Влажность стружки в местах закладки термопар определяли весовым методом. При этом через определенные интервалы времени (2 мин) прессование прекращали и извлекали из прессуемого брикета навески стружки. Схема закладки термопар, капилляра и отбора навесок стружки приведена на рис. 2.

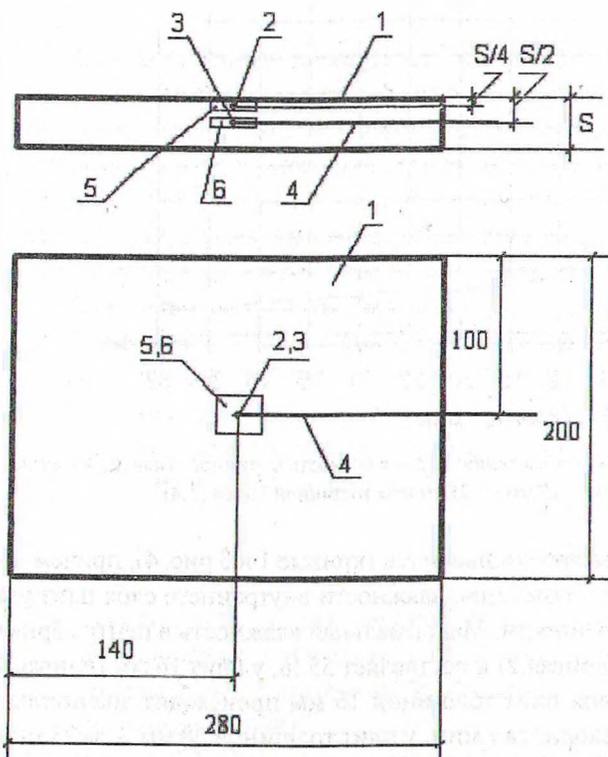


Рис. 2. Схема закладки термопар, капилляра и отбора навесок стружки: 1 — стружечный брикет; 2, 3 — термопары соответственно наружного и внутреннего слоя; 4 — капилляр отбора давления; 5, 6 — образцы влажности соответственно наружного и внутреннего слоя; S — толщина плиты

#### Результаты эксперимента и их обсуждение.

В результате экспериментальных исследований получены графические зависимости температуры (рис. 3), влажности (рис. 4) и давления парогазовой смеси (рис. 5) внутри стружечного брикета от продолжительности пьезотермического воздействия.

Характер кривых 1 и 2 рис. 3, отображающих изменение температуры в середине наружного слоя, говорит о подобии процессов прогрева поверхностных слоев плит обеих толщин. Более пологий ход кривой 1 (плита толщиной 28 мм) по сравнению с кривой 2 (плита толщиной 16 мм) объясняется лишь изменением расстояния термопары от нагревательной плиты пресса, которое происходит из-за естественного увеличения толщины наружного слоя при использовании одной и той же конструкции плиты.

Анализ кривых 3 и 4 рис. 3 показывает, что с увеличением толщины стружечного брикета скорость прогрева внутреннего слоя заметно снижается. У плит толщиной 28 мм температура в середине внутреннего слоя достигает 100 °С через 6 мин, а у плит толщиной 16 мм — через 1,7 мин. Продолжительность сушки (период стабилизации тем-

пературы в центре брикета на уровне 105–107 °С) плит увеличенной толщины значительно больше, чем плит толщиной 16 мм и составляет соответственно 20 мин и 6 мин.

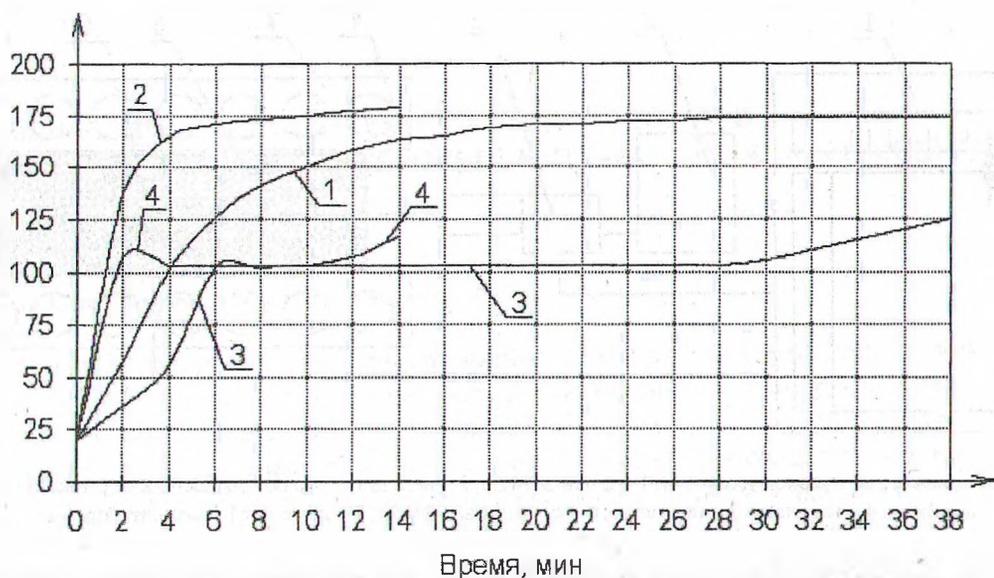


Рис. 3. Изменение температуры стружечного брикета во время прессования: 1, 2 – температура наружного слоя, 3, 4 – температура внутреннего слоя; для плиты толщиной 28 мм (1, 3), плиты толщиной 16 мм (2, 4)

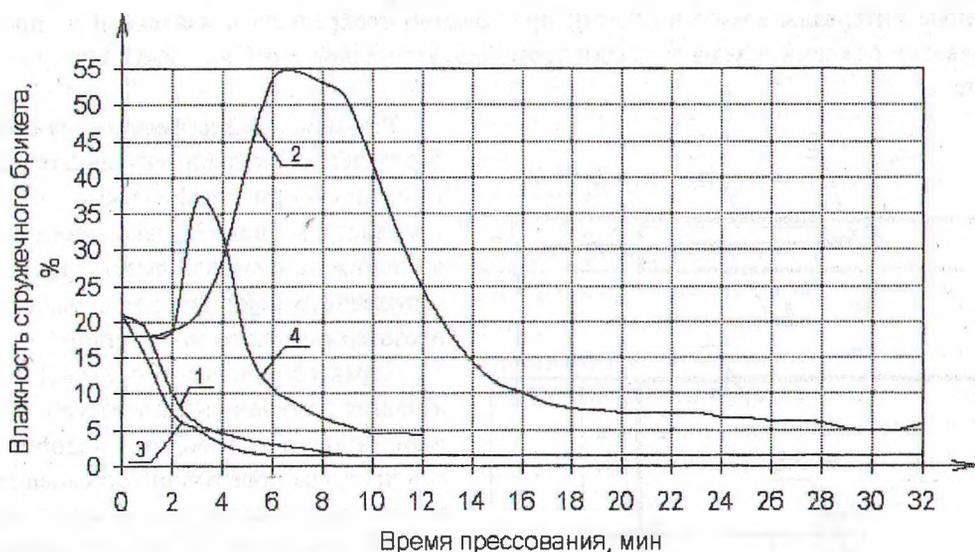


Рис. 4. Изменение влажности стружечного брикета во время прессования: 1, 3 – влажность наружного слоя, 2, 4 – влажность внутреннего слоя; для плиты толщиной 28 мм (1, 2); плиты толщиной 16 мм (3, 4)

Влажность наружного слоя в обоих случаях быстро уменьшается (кривые 1 и 3 рис. 4), причем интенсивность сушки тонких плит несколько выше. Изменение влажности внутреннего слоя плит увеличенной толщины имеет свои характерные особенности. Максимальная влажность в центре брикета толщиной 28 мм достигается на 7-ой минуте (кривая 2) и составляет 55 %, у плит 16 мм (кривая 4) – 37,5 % на 3-ей минуте. Сушка внутреннего слоя плит толщиной 16 мм происходит значительно быстрее. Снижение влажности до 5 % здесь происходит за 7 мин, у плит толщиной 28 мм – за 23 мин.

Графики изменения давления парогазовой смеси в период горячего прессования плит толщиной 16 и 28 мм представлены на рис. 5. Кривые характеризуются двумя пиками: первый показывает величину давления воздуха, защемленного при уплотнении стружечного брикета, второй – максимальное давление парогазовой смеси. Практическую значимость при разработке режима горячего прессования имеет, главным образом, информация о развитии и релаксации давления парогазовой смеси, поэтому при обсуждении результатов эксперимента уделим этому вопросу особое вни-

мание. Ввиду того, что продолжительность прогрева тонких плит меньше (кривая 1), давление парогазовой смеси достигает максимального значения 0,114 МПа уже через 3 минуты после начала прессования. В то же время в плитах увеличенной толщины (кривая 2) это происходит на 8-9-ой минуте и величина максимального давления при этом составляет чуть больше 0,11 МПа. Некоторое увеличение максимального давления парогазовой смеси внутри плит толщиной 16 мм скорее всего объясняется более высокой интенсивностью процессов переноса тепла и влаги по сравнению с плитами толщиной 28 мм. Релаксации давления до атмосферного (0,101 МПа) происходит через приблизительно одинаковый промежуток времени для обеих толщин — около 8—9 мин.

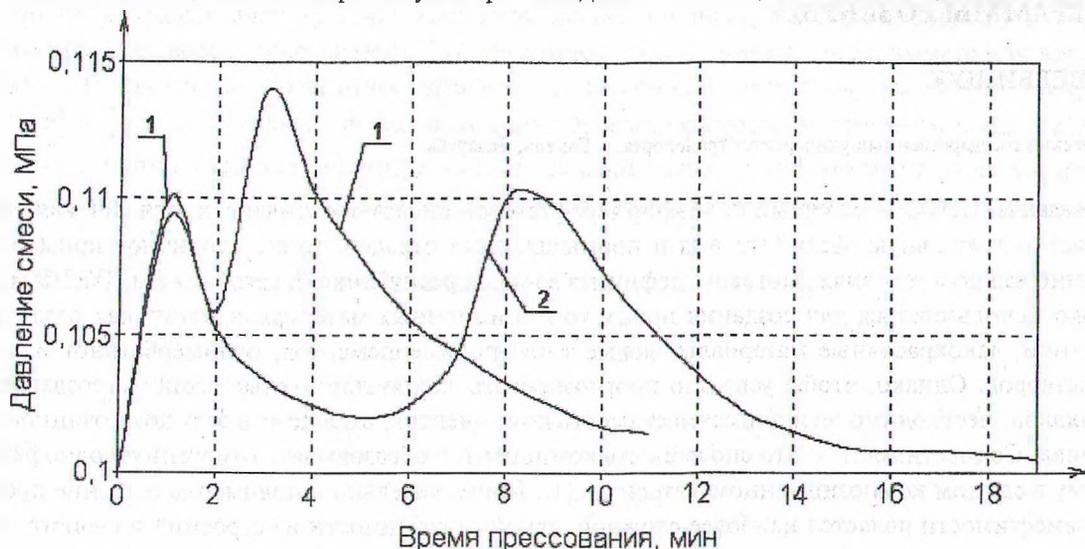


Рис. 5. Изменение давления парогазовой смеси внутри стружечного брикета во время прессования: 1 и 2 — толщина плиты соответственно 16 мм и 28 мм

**Выводы и рекомендации.** Процессы переноса тепла и влаги при пьезотермическом воздействии на стружечный брикет увеличенной толщины качественно подобны на аналогичные процессы, протекающие в плитах толщиной 16 мм. Что касается количественных различий, то они особенно заметны во внутреннем слое брикетов различных толщин. С увеличением толщины прессуемых плит снижается скорость прогрева их внутреннего слоя до  $100^{\circ}\text{C}$  и, что не менее важно — повышается показатель максимальной влажности в центре плиты. Все это значительно замедляет процесс прессования таких плит и вызывает заметное снижение их прочностных свойств.

Для интенсификации процесса прессования ДСтП увеличенной толщины необходимо сократить периоды прогрева и сушки древесностружечного брикета. Одним из способов решения этой задачи, по мнению авторов, может быть использование новой диаграммы прессования, предусматривающей снижение внешнего давления до значения 0—0,2 МПа в середине цикла прессования. Это позволяет сократить процесс сушки, а также, повысить показатель предела прочности готовых плит при изгибе на 10—15 %.

### Литература

1. Обливин А.Н., Воскресенский А.К., Семенов Ю.П. Тепло- и массоперенос в производстве древесностружечных плит. — М.: Лесная пром-сть, 1978.
2. Соснин М.И., Климова М.И. Физические основы прессования древесностружечных плит. — Новосибирск, 1981.
3. Щедро Д.А. Физические основы и направления интенсификации процесса прессования древесностружечных плит.: Обзорн.информ. — М.: ВНИПИЭИлеспром, 1988.
4. Тулейко В.В., Снопков В.Б. Исследование процесса прессования древесностружечных плит увеличенной толщины. // Труды Белорусского государственного технологического университета. Выпуск VII, Сер II. Лесная и деревообрабатывающая промышленность — Минск: БГТУ, 1999. — С. 115—122.