

УДК 647.815-41

***В.В. Тулейко, В.Б. Снопков***

Тулейко Валерий Валентинович родился в 1975 г., окончил в 1997 г. Белорусский государственный технологический университет, младший научный сотрудник лаборатории огнезащиты строительных конструкций и материалов при кафедре технологии клееных материалов и плит БГТУ. Имеет 14 печатных работ в области исследования процессов тепломассопереноса при пьезотермическом воздействии на древесно-клеевые композиции и древесные слоистые материалы, а также разработки режимов их изготовления.



Снопков Василий Борисович родился в 1952 г., окончил в 1974 г. Белорусский технологический институт, кандидат технических наук, заведующий кафедрой технологии клееных материалов и плит Белорусского государственного технологического университета. Имеет 125 печатных работ в области технологии древесных плит и пластиков, гидротермической обработки и защиты древесины.



**ПРЕССОВАНИЕ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ  
УВЕЛИЧЕННОЙ ТОЛЩИНЫ. 4. УДАЛЕНИЕ ПАРОГАЗОВОЙ  
СМЕСИ ИЗ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНОГО БРИКЕТА**

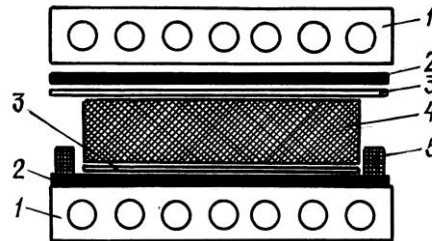
Установлено, что влага при прессовании покидает древесностружечный брикет не только через торцы, но и через пласти; предложен способ интенсификации сушки брикета, предусматривающий кратковременное снижение внешнего давления до нуля в середине цикла прессования.

древесностружечный брикет, горячее прессование, способы прессования, парогазовая смесь, давление смеси.

Ранее было установлено, что на процессы склеивания стружечного брикета во время прессования древесностружечных плит (ДСтП) увеличенной толщины большое влияние оказывает влажность склеиваемой древесины. Образование клеевых соединений начинается после снижения влажности до 12 ... 22 %, а максимальная их прочность достигается при влажности 4 ... 10 % [2]. Таким образом, испарение избыточной влаги и удаление парогазовой смеси из брикета увеличенной толщины является важнейшей задачей прессования ДСтП.

Выяснение механизма удаления парогазовой смеси из брикета и разработка способов интенсификации этого процесса – цели настоящей работы.

Рис. 1. Схема прессуемого пакета:  
 1 – нагревательные плиты пресса;  
 2 – стальные прокладки; 3 – резиновые прокладки (сетки); 4 – стружечный брикет; 5 – дистанционные планки



При проведении исследований контролировали следующие параметры: влажность, температура, давление парогазовой смеси внутри стружечного брикета. Экспериментальная установка и методика приведены в статье [1]. Опыты, реализованные в данной работе, отличались от описанных ранее тем, что между стальными прокладками и стружечным брикетом размещали дополнительные прокладки из тонкой термостойкой резины или стальной сетки № 8. Схема прессования изображена на рис. 1.

В ходе эксперимента необходимо было установить: выходит ли пар из стружечного брикета только через торцы или часть его покидает брикет через пласти, а далее через зазор между брикетом и стальными прокладками пресса. Расчет делался на то, что резина, плотно прилегая к пласти брикета, должна была перекрыть второй возможный путь движения пара. Напротив, использование сетки максимально облегчило бы удаление пара через пласти брикета.

Влияние резиновых прокладок на изменение температуры внутреннего и наружных слоев стружечного брикета показано на рис. 2, а. Там же приведены аналогичные зависимости, полученные при прессовании без прокладок.

Анализируя зависимости на рис. 2, а, отметим, что увеличение температуры как наружных, так и внутреннего слоев в начальный период прессования происходит намного быстрее в случае использования резиновых прокладок. Так, например, температура наружных слоев достигает 100 °С за 2,5 мин, а внутреннего – за 3,5 мин. Разогрев до такой же температуры, но без резиновых прокладок, соответственно происходит за 4 и 6 мин, т. е. почти в 2 раза медленнее. Еще одно выявленное отличие: с прокладками температура наружных слоев, достигнув 103 °С, стабилизируется и остается постоянной в течение 7 мин (с 3-й по 10-ю минуту). Без резиновых прокладок такое явление не наблюдается. Отметим, что прокладки способствуют более быстрому установлению постоянной температуры внутреннего слоя (на 4-й минуте вместо 7-й) и на более продолжительный период времени (30 мин против 21 мин).

Из графических зависимостей на рис. 2, б видно, что при использовании резиновых прокладок влажность наружных слоев уменьшается медленнее, чем без них (сравниваем кривые 1 и 4). Так, влажности 5 % стружка наружных слоев в первом случае достигает за 4 мин, во втором – за 3 мин. Напротив, влажность промежуточного и внутреннего слоев при наличии

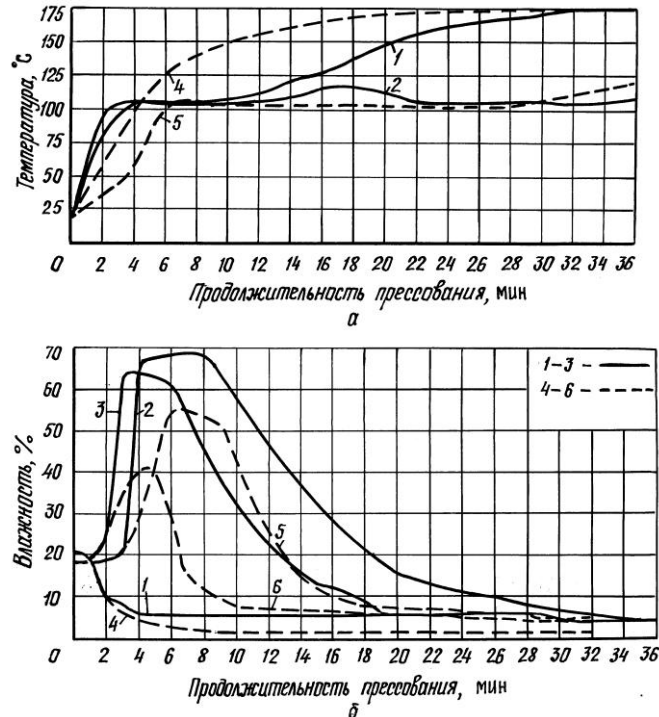


Рис. 2. Изменение температуры (а) и влажности (б) во время прессования с резиновыми прокладками (1 – 3) и без них (4 – 6): 1, 4 – наружный слой; 2, 5 – внутренний слой; 3, 6 – промежуточный слой

прокладок возрастает гораздо быстрее и до большей величины, чем без них (кривые 2 и 3, 5 и 6). Промежуточный слой приобретает влажность 64 % за 3 мин (без прокладок – 41 % за 4 мин), а внутренний – 68 % за 4 мин (без прокладок – 55 % за 6 мин). Резиновые прокладки приводят также к более длительному удержанию влаги в стружечном брикете. Так, средней влажности 12 % брикет с прокладками достигает за 13 мин, без них – за 11 мин.

С описанными изменениями влажности древесностружечного брикета хорошо согласуется графическая зависимость, полученная при измерении давления парогазовой смеси в брикете (рис. 3). Анализируя ход кривых 1 и 2, отмечаем, что при наличии резиновых прокладок давление начинает расти раньше (на 4-й минуте) и достигает большей величины (0,114 МПа), чем в случае прессования без прокладок (на 9-й минуте; 0,111 МПа). Еще одна особенность прессования с резиновыми прокладками состоит в том, что высокое давление парогазовой смеси внутри брикета снижается медленно, длительное время сохраняя величину более 0,105 МПа.

Обобщая сделанные наблюдения, отмечаем, что резиновые прокладки, проложенные при прессовании по обе стороны брикета, затрудняют выход влаги. С одной стороны, это способствует более быстрому прогреву всего объема брикета до температуры, когда происходит отверждение связую-

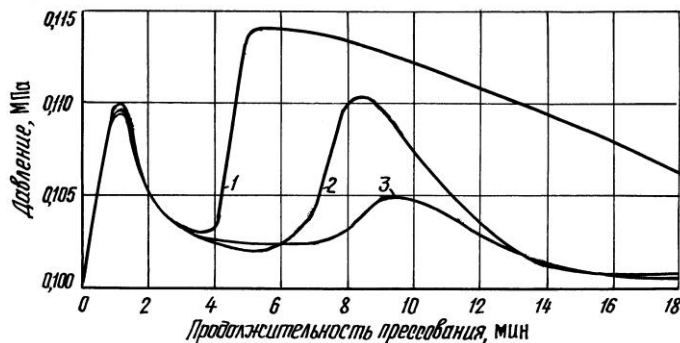
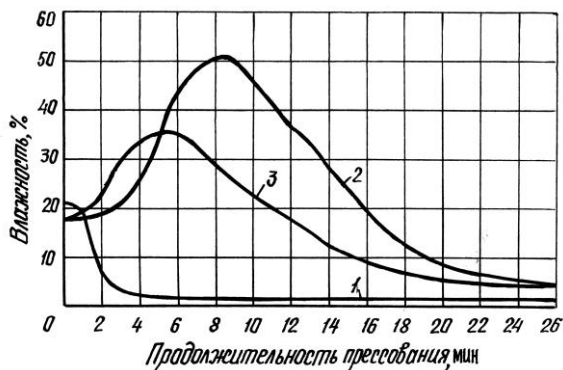


Рис. 3. Влияние прокладок на изменение давления пара газовой смеси внутри древесностружечного брикета: 1 – резиновые прокладки; 2 – без прокладок; 3 – сетчатые прокладки

щего (100 ... 105 °С), с другой – увеличивается время сушки брикета до влажности 12 %, установленной действующими стандартами. Кроме того, выявлено, что влага при прессовании покидает брикет не только через торцы, но и через его пласти.

Изменение влажности стружечного брикета во время прессования с прокладками из стальной сетки показано на рис. 4. При сравнении полученных графических зависимостей с рис. 2, б (кривые 4, 5 и 6) установлено, что в период прогрева стружечного брикета влажность промежуточного и внутреннего слоев при использовании сеток возрастает медленнее и достигает максимума на более низком уровне. Так, наибольшая влажность внутреннего слоя получена на 8-й минуте с начала цикла прессования и составляет 51 %, для промежуточного слоя – 36 % на 5-6-й минуте. При прессовании без сеток для внутреннего слоя имеем 6 ... 7 мин и 55 %, для промежуточного слоя – 4 мин и 41 %. Возвращаясь к рис. 3, необходимо отметить, что использование сеток приводит к значительному уменьшению второго пика на графике изменения давления пара газовой смеси во время прессования (кривая 3). Давление в этом случае составляет лишь 0,105 МПа против 0,111 МПа при прессовании без сеток.

Рис. 4. Изменение влажности стружечного брикета во время прессования с сетчатыми прокладками: 1 – наружный слой; 2 – внутренний слой; 3 – промежуточный слой



Отмеченные различия находят следующее объяснение. Одна часть водяного пара, образующегося при прогреве наружных слоев, уходит из брикета через пласти, другая его часть в результате возникновения градиента давления проникает в более глубокие слои брикета, прогревая и увлажняя их. Выход этой влаги из брикета происходит через его торцы. Использование сетчатых прокладок приводит к тому, что количество пара, выходящего через пласти, увеличивается, а проникающего в глубь брикета – уменьшается. В результате этого внутренние слои, увлажняясь в меньшей степени, прогреваются медленнее.

Ранее нами было установлено [3], что на показатели физико-механических свойств плит положительное влияние оказывает кратковременное снижение удельного давления в середине цикла прессования. При этом наилучшие результаты достигаются, если сброс давления происходит через 9 мин после начала прессования. В связи с этим представляло интерес рассмотреть каким образом указанный сброс удельного давления влияет на изменение температуры и влажности стружечного брикета, а также давления парогазовой смеси внутри него. Температурные кривые, полученные при проведении этих исследований, в данной статье не приведены, так как по сравнению с кривыми 3 и 4 (рис. 2, а) имеют очень небольшие отличия. Одно из них состоит в том, что после 9-й минуты прессования наблюдаются небольшие колебания температуры внутреннего слоя в пределах 100 ... 110 °С. Вероятно, они связаны с явлениями фазового перехода влаги из газообразного состояния в жидкое и наоборот в условиях резкого снижения давления внутри стружечного брикета. Еще одно отличие – это начало повышения температуры внутреннего слоя после периода стабилизации на 24-й минуте прессования, т.е. на 4 мин раньше, чем в ранее рассматриваемом случае. Мы объясняем это тем, что промежуточный сброс удельного давления прессования приводит к значительному разовому выбросу пара из брикета. В результате влажность внутреннего слоя уменьшается, и при продолжении прессования он высыхает быстрее.

Интересная информация была получена при определении послойной влажности стружечного брикета при его прессовании с промежуточным сбросом давления. На рис. 5, а приведены кривые изменения влажности в середине стружечного брикета, на рис. 5, б – около его кромки. Анализ указанных графических зависимостей проведен при сравнении с аналогичными кривыми, полученными при прессовании брикета без промежуточного сброса давления (рис. 2, б, кривые 4–6).

Сопоставляя кривую 1 на рис. 5, б с кривой 4 на рис. 2, б, отмечаем, что они тождественны, т. е. промежуточный сброс давления на 9-й минуте прессования не сказывается на изменении влажности наружных слоев стружечного брикета. Иная картина наблюдается для внутреннего и промежуточного слоев: различия в ходе кривых влажности очень велики, но они имеют место только после 9-й минуты. Следовательно, причина их возникновения – кратковременный сброс удельного давления прессования в середине цикла. Это подтверждается тем, что влажность внутреннего слоя в

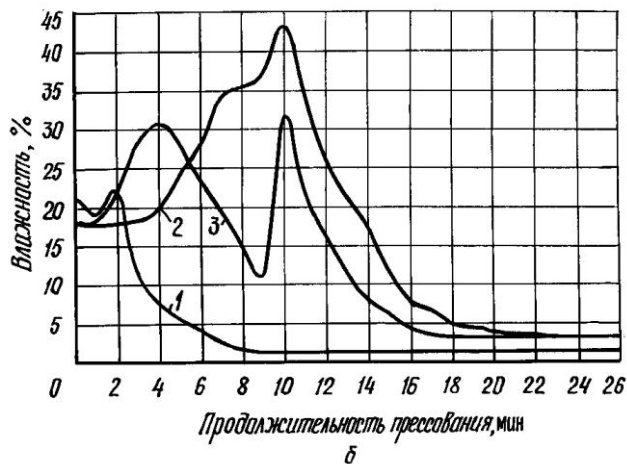
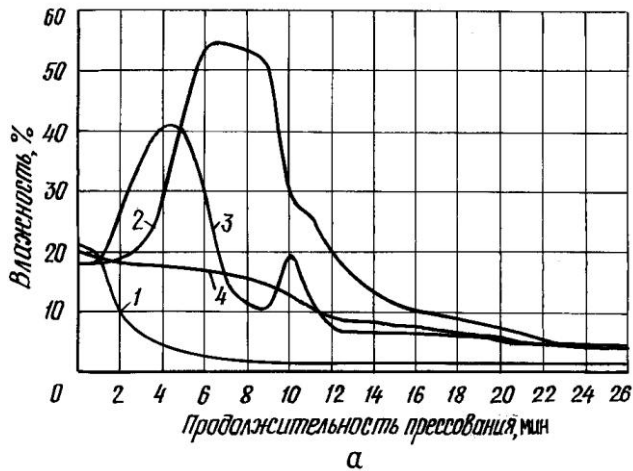


Рис. 5. Изменение влажности внутри (а) и около кромки (б) стружечного брикета во время прессования с промежуточным сбросом давления: 1 – наружный слой; 2 – внутренний слой; 3 – промежуточный слой; 4 – средняя влажность

этом случае (кривая 2, рис. 5, а) в период с 9-й по 10-ю минуту уменьшается очень быстро (с 52 до 27 %). В сравниваемом случае (кривая 5, рис. 2, б) это происходит гораздо медленнее (с 52 до 42 %). Кроме того, сброс удельного давления прессования способствует увеличению влажности промежуточного слоя на 10-й минуте до 19 % (кривая 3, рис. 5, а). При использовании традиционной диаграммы прессования к этой минуте влажность внутреннего слоя составляла лишь 8 %.

Еще большие различия отмечены при измерении влажности около кромки стружечного брикета. Как видно на рис. 5, б, прессование с промежуточным сбросом давления приводит к тому, что влажность внутреннего (кривая 2) и промежуточного (кривая 3) слоев резко увеличивается, достигая

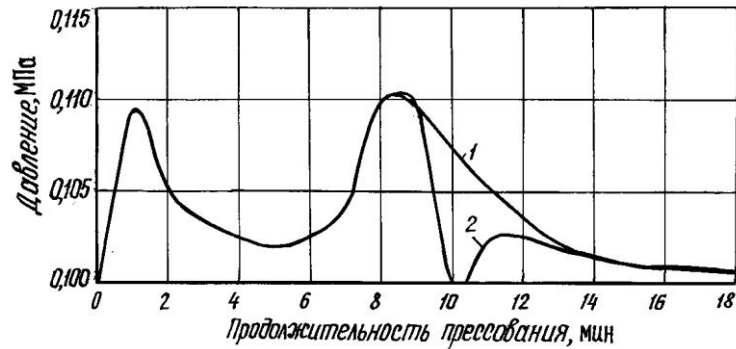


Рис. 6. Влияние промежуточного сброса давления прессования на изменение давления пара газовой смеси внутри древесностружечного брикета: 1 – без сброса давления; 2 – снижение давления до нуля на 9-й минуте

соответственно 43 и 32 %. Однако указанное увеличение влажности внутреннего и промежуточного слоев около кромки брикета носит кратковременный характер. Необходимо отметить еще один факт. Средняя влажность брикета после прессования по традиционной диаграмме в течение 12 мин составляет 12 %, а по диаграмме с промежуточным сбросом давления – 9 %. Таким образом, промежуточный сброс давления обеспечивает более эффективное удаление влаги из брикета во время прессования.

Изменение давления пара газовой смеси внутри стружечного брикета при прессовании с промежуточным сбросом на 9-й минуте внешнего давления до нуля показано на рис. 6 (кривая 2), здесь же для сравнения приведена кривая 1, полученная при использовании одноступенчатой диаграммы прессования. Отметим, что уменьшение внешнего давления до нуля приводит к быстрому (в течение 1 мин) падению внутреннего давления в брикете до атмосферного. После возобновления процесса прессования давление пара газовой смеси внутри брикета увеличивается, хотя еще 4 мин остается более низким, чем в случае прессования по традиционной диаграмме.

Анализ рис. 5, 6 позволил предложить следующее объяснение процессам, происходящим в стружечном брикете при кратковременном сбросе давления прессования. К 9-й минуте цикла большая часть влаги, содержащейся в стружечном брикете, находится в газообразном состоянии во внутреннем слое. В результате этого создается избыточное давление водяного пара. Возникший при этом градиент давления является движущей силой для молекулярного (диффузионного) переноса водяного пара в направлении уменьшающегося давления, т. е. в направлении кромок стружечного брикета. Снижение в этот момент внешнего давления прессования приводит к резкому уменьшению сопротивления стружечного брикета указанному молекулярному переносу. Происходит «хлопок» – очень быстрое перемещение пара в направлении уменьшающегося давления, т.е., главным образом, в направлении к кромкам стружечного брикета и, частично, из внутреннего слоя

– в промежуточные. Этот процесс сопровождается резким снижением средней влажности стружечного брикета.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тулейко В.В., Снопков В.Б. Прессование древесностружечных плит увеличенной толщины. 1. Явления тепло- и массопереноса в древесностружечном брикете // Лесн. журн. – 2001. – № 3. – С. 95–101. – (Изв. высш. учеб. заведений).

2. Тулейко В.В., Снопков В.Б. Прессование древесностружечных плит увеличенной толщины. 3. Склеивание внутри древесностружечного брикета // Лесн. журн. – 2001. – № 4. – С. 68–72. – (Изв. высш. учеб. заведений).

3. Тулейко В.В., Снопков В.Б. Разработка диаграммы прессования древесностружечных плит увеличенной толщины // Тр. БГТУ. Сер. II, Лесн. и деревообработ. пром-сть. – 2000. – Вып. VIII. – С. 156–164.

Белорусский государственный  
технологический университет

Поступила 12.03.01

*V.V. Tuleiko, V.B. Snopkov*

**Pressing of Particle Boards of Enlarged Thickness.**

**4. Extraction of Gas-vapor Mixture from Particle Briquet**

It is found out that under pressing the particle briquet moisture is extracted not only through butt ends but seams as well. Method of enhancing the briquet drying is suggested providing short-term reduction of external pressure to zero in the middle of pressing cycle.

---