

ПОЛУЧЕНИЕ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ В ФОРМЕ ПОЛОГИХ ОБОЛОЧЕК

Показано, что можно задавать такой температурный режим прессования, при котором готовая древесная плита будет иметь конструктивный изгиб заданной формы и величины. Определены зоны дисбаланса температур прессующих поверхностей.

Ключевые слова: *древесная плита, пологая оболочка, заданный изгиб, температурный дисбаланс.*

Yu.V. Zakharov, S.M. Plotnikov, A.V. Pashkovsky

PRODUCING OF THE WOOD BOARD IN THE FORM OF DEPRESSED SHELLS

It is shown that it is possible to set such a temperature mode of pressing, in which the finished wood board will have a constructive bend of a given shape and size. The zones of the temperature imbalance of the pressing surfaces are determined.

Key words: *wood board, depressed shell, specified bending, temperature imbalance.*

Равномерность нагрева прессующих поверхностей прессов для изготовления древесных плит (древесностружечных, MDF, OSB и др.) является необходимым условием производства. Согласно установленным на сегодняшний день нормам, отклонение температуры плит пресса в пределах одной плиты не должно превышать $\pm 5^{\circ}\text{C}$ [1]. Прессы постоянно совершенствуются с целью улучшения равномерности нагрева: снабжаются специальной конструкцией каналов теплоносителя, в них используют теплоемкие органические теплоносители, позволяющие снизить перепад температур на входе и выходе пресса, и т.д.

Несмотря на это, за счет скапливания конденсата в каналах теплоносителя пресса существует дисбаланс температур верхней и нижней прессующих поверхностей до 8°C [2]. Данный дисбаланс, а также другие неизбежные технологические погрешности вызывают коробление изготавливаемых древесных плит, при котором середина плиты изгибается в сторону менее нагретой прессующей поверхности. Такое направление изгиба обуславливается тем, что связующий агент (например, фенолформальдегидная смола) при остывании и отверждении расширяется, и возникают механические напряжения, приводящие к такому изгибу.

Так называемый «активный» способ устранения покоробленности древесных плит, т.е. способ, реализованный непосредственно в процессе производства, рассмотрен в [3]. Для осуществления способа пресс оснащается регуляторами теплоносителя в продольных и поперечных каналах, а на участке обрезки или кондиционирования устанавливаются датчики стрелы прогиба плиты. В зависимости от величины и направления прогиба создается определенный дисбаланс температур нагревательных поверхностей при прессовании, в результате которого покоробленность готовых плит устраняется независимо от причин ее возникновения. При этом отпадает необходимость длительной выдержки готовых древесных плит в штабелях для придания им плоской формы, за счет чего экономятся производственные площади и сокращается производственный цикл.

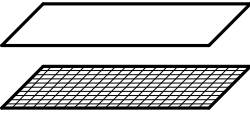
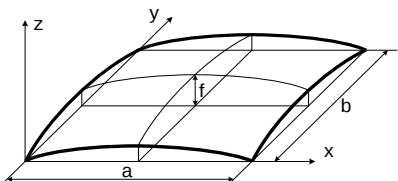
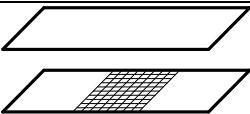
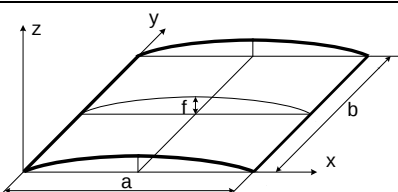
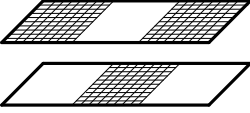
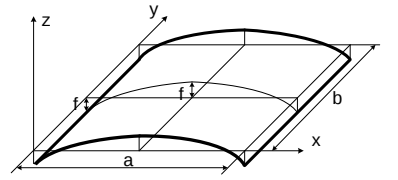
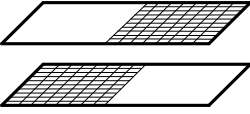
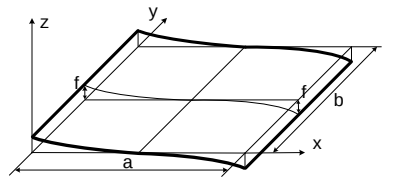
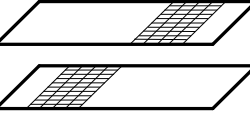
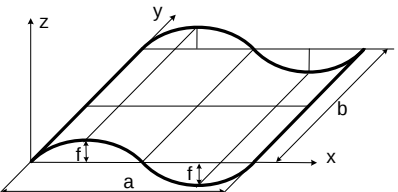
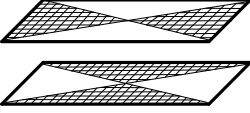
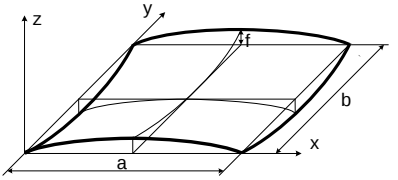
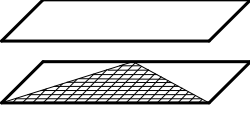
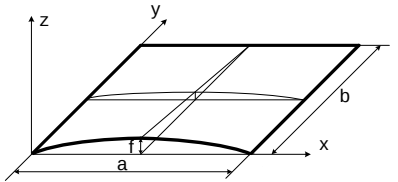
Располагая данным оборудованием, такой дефект, как покоробленность древесных плит, можно превратить в достоинство, т.е. целенаправленно использовать явление коробления для получения на оборудовании для плоского прессования древесных плит заданной формы – пологих оболочек с ограниченным изгибом. Преимущество такого способа: вместо трудоемкого изготовления и замены пресс-форм применяется достаточно просто реализуемое регулирование температуры прессующих поверхностей. При этом количество произведенных древесных плит с конструктивно заданным изгибом (тираж) никак не сказывается на себестоимости продукции.

При симметричном строении стружечного пакета и равномерном распределении температур по всей площади нагревательных плит, но при наличии дисбаланса температур верхней и нижней нагревательных поверхностей, как показали измерения, готовая древесная плита после остывания приобретает форму, близкую к эллиптическому параболоиду (строка 1 в таблице). Расстояние произвольной точки такого параболоида до плоскости плана определяется выражением

$$z = f \left[1 - \frac{(2x-a)^2}{2a^2} - \frac{(2y-b)^2}{2b^2} \right], \quad (1)$$

где a, b – соответственно длина и ширина плиты;
 f – стрела прогиба плиты.

Температурный дисбаланс прессующих плит и форма плит

Зона повышенной температуры прессующих плит	Форма пологой оболочки	Название и формула поверхности ДСП
		Эллиптический параболоид $z = f \left[1 - \frac{(2x-a)^2}{2a^2} - \frac{(2y-b)^2}{2b^2} \right]$
		Эллиптический цилиндр $z = f \left[1 - \frac{(2x-a)^2}{a^2} \right], \quad 0 \leq y \leq b$
		Эллиптический цилиндр $z = f \left[1 - \frac{2(2x-a)^2}{a^2} \right], \quad 0 \leq y \leq b$
		Цилиндрическая поверхность $z = \frac{8f}{a^3} \left(\frac{a}{2} - x \right)^3, \quad 0 \leq y \leq b$
		S-образная цилиндрическая поверхность $z = f \left[1 - \frac{(4x-a)^2}{a^2} \right], \quad 0 \leq x \leq \frac{a}{2}$ $z = f \left[-1 + \frac{(4x-3a)^2}{a^2} \right], \quad \frac{a}{2} \leq x \leq a$ $0 \leq y \leq b$
		Гиперболический параболоид $z = f \left[-\frac{(2x-a)^2}{a^2} + \frac{(2y-b)^2}{b^2} \right]$
		Поверхность с параболоми в сечениях $z = f \left[1 - \frac{(2x-a)^2}{a^2} \right] \left(1 - \frac{y}{b} \right)$

Такая форма древесной плиты в полной мере подходит под определение пологой оболочки [4], т.е. оболочки, у которой стрела прогиба f не превышает одной пятой наименьшего линейного размера плана a или b .

В результате экспериментальных исследований на образцах $400 \cdot 400$ мм² толщиной 19 мм при средней температуре электрообогреваемых прессующих плит $T_{CP} = 170$ °С для стрелы прогиба плиты f (мм) получено регрессионное уравнение в виде степенной зависимости

$$f = K_L \cdot 0,012 \cdot \Delta T^{0,734} \cdot \rho^{-3,139}, \quad (2)$$

где ΔT – варьируемый параметр;

ρ – плотность плиты, г/см³;

$K_L = 1$ – масштабирующий коэффициент.

В эксперименте создавали температуру верхней T_B и нижней T_H прессующих поверхностей соответственно

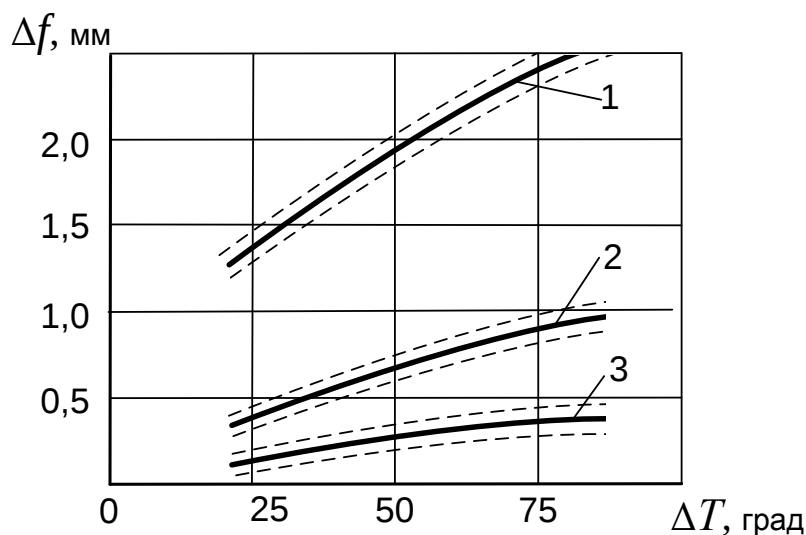
$$T_B = T_{CP} + \frac{\Delta T}{2}, \quad T_H = T_{CP} - \frac{\Delta T}{2}, \quad (3)$$

т.е. дополнительно нагревали верхнюю прессующую плоскость и охлаждали нижнюю и наоборот (для исключения влияния веса исследуемой плиты). При этом средняя температура прессования оставалась неизменной, равной примерно 170 °С

$$T_{CP} = \frac{1}{2}(T_B + T_H). \quad (4)$$

Экспериментальные исследования показали, что величина стрелы прогиба f подчиняется условию подобия, т.е. для квадратной плиты с длиной сторон L (мм) стрела прогиба отличается в $L/400$ от стрелы прогиба плиты, для которой получено уравнение (2), т.е. для плиты с длиной сторон 400 мм. Поэтому поправка на формат плиты (масштабирующий коэффициент) составляет: $K_L = 400/L$. Для плиты неквадратной формы вместо L следует подставлять среднее арифметическое между длиной и шириной плиты.

Результаты эксперимента представлены на рисунке.



Значения стрелы прогиба плиты и их доверительных интервалов в зависимости от разности температур верхней и нижней плит пресса. Плотность плит: 1 – 0,5 г/см³; 2 – 0,7 г/см³; 3 – 0,9 г/см³

Таким образом, путем целенаправленного создания дисбаланса прессующих поверхностей можно не только устранять покоробленность готовой древесной плиты, но и получать ее определенную форму.

Для получения древесной плиты в виде эллиптического цилиндра может использоваться либо различие температур в части поперечных каналов прессующих плит (при расположении дуги цилиндра вдоль направления изготовления), либо различие температур в части продольных каналов (при расположении дуги цилиндра поперек направления изготовления). При этом стрелу прогиба f эллиптического цилиндра регулируют величиной дисбаланса температур сегментов верхней и нижней прессующих поверхностей.

Для получения других форм древесных плит необходимо создавать более сложную асимметрию нагревательных поверхностей: чем сложнее форма оболочки, тем сложнее должен быть температурный дисбаланс. Зоны повышенных и, соответственно, пониженных температур прессующих поверхностей и получающиеся при этом формы пологих оболочек представлены в таблице. Здесь повышенная температура показана более темным фоном.

Форма древесных плит в виде гиперболического параболоида могла бы быть получена при диагональном перепаде температур прессующих поверхностей, который нельзя получить в действующих прессах с использованием имеющихся каналов для теплоносителя (например, перегретого пара). При необходимости получения изделий со сложными поверхностями пресс должен быть оснащен соответствующими электронагревательными элементами.

Формы плит в виде оболочек могут представлять интерес для строительства, в частности при изготовлении опалубки для куполообразных железобетонных оболочек, у которых минимизированы напряжения изгиба. В безизгибных железобетонных оболочках может быть значительно уменьшена опасность возникновения трещин, а кривизна таких оболочек может придать им дополнительную жесткость и устойчивость.

Различные формы древесных плит могут представлять интерес также при изготовлении оригинальных мебельных элементов, например для получения S-образных боковых элементов столов, слегка выпуклых дверей кухонной мебели и т.д. Трудность обработки таких плит (шлифование, каширование, ламинирование) может быть компенсирована простотой их изготовления.

Таким образом, активные способы устранения покоробленности древесных плит могут позволить расширить технологические возможности их изготовления и получать на традиционном оборудовании плиты с оригинальным декоративным качеством. За счет целенаправленного регулирования температуры верхней и нижней прессующих поверхностей можно задавать такой режим прессования, при котором готовая плита будет иметь изгиб заданной формы и величины. Это может позволить производить древесные плиты в виде пологих оболочек на традиционном оборудовании для плоского прессования.

Литература

1. Справочник по производству древесностружечных плит / И.А. Отлев [и др.]. – 2-е изд., перераб и доп. – М.: Лесн. пром-сть, 1990. – 384 с.
2. Гулимов В.Г. Оборудование для прессования древесноволокнистых плит. – М.: Лесн. пром-сть, 1983. – 56 с.
3. Плотников С.М. Устранение покоробленности древесностружечных плит температурной асимметрией прессования // Деревообрабатывающая пром-сть. – 2008. – № 2. – С. 6–8.
4. Колкунов Н.В. Основы расчета упругих оболочек: учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 1987. – 256 с.

