

Результаты исследований объясняют физическую сущность дополнительной операции по подготовке к работе новых ленточных пил, рекомендуемой рядом зарубежных фирм, а также внедренной на Нововятском лыжном комбинате. Эта операция предусматривает обкатку пил вхолостую в течение 1...2 ч при уменьшенной силе натяжения и обеспечивает перераспределение напряжений в полотнах пил, невозможное из-за упругих деформаций.

Данные экспериментов позволяют объяснить случаи выпиливания пиломатериалов с большими отклонениями от прямолинейности при нефорсированных режимах распиловки одной и той же заготовки, случаи потери устойчивости ленточными пилами и т. д. Начальная установка пильных шкивов в позиции, соответствующей противофазам зон максимальных радиальных биений, не исключает возникновения динамических нагрузок в механизме натяжения ленточной пилы.

При имеющемся определенном проскальзывании пил на шкивах возможно рассогласование фаз максимальных радиальных биений шкивов, что может повлечь за собой резкие изменения силы натяжения ΔN_0 из-за суммирования биений. Вероятностью возникновения такого рассогласования при прочих равных условиях могут объяснены дефекты распиловки древесины при щадящих режимах пиления. Это обстоятельство осложняет эксперименты, диктуя необходимость оперативной перенастройки всей системы и проведения сопоставимых опытов в минимально возможный промежуток времени.

В целом результаты опытов показали возможность демпфирования изменения динамических нагрузок в механизме натяжения ленточных пил, но не оправдали гарантий эффективности подобных устройств, выдвигаемых в работах [6, 7]. Однако окончательные выводы будут сделаны после анализа следующего этапа экспериментальных исследований при пилении древесины.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Веселков В. И. Разработать техническое задание на модернизацию узла резания ленточнопильного станка модели ЛБ-150: Науч. отчет № 80020887 / АЛТИ: Архангельск, 1981.— 118 с. [2]. Веселков В. И., Веселкова Б. А. Особенности влияния наклона пильных шкивов ленточнопильных станков на напряженное состояние и устойчивость ленточных пил // Лесн. журн.— 1982.— № 3.— С. 79—83.— (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Веселков В. И., Исупова Т. С. Экспериментальная установка для исследования динамики механизмов резания ленточнопильных станков // Лесн. журн.— 1981.— № 3.— С. 78—82.— (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Веселков В. И., Коновалов В. В., Веселкова Б. А. Работоспособность механизмов натяжения пил ленточнопильных станков // Деревообработ. пром-сть.— 1988.— № 11.— С. 7—9. [5]. Веселков В. И., Шолин Г. В. О подготовке ленточных пил к работе // Деревообработ. пром-сть.— 1981.— № 9.— С. 5—6. [6]. Исупова Т. С. Стабилизация усиления натяжения полотна ленточной пилы // Лесн. журн.— 1982.— № 3.— С. 76—79.— (Изв. высш. учеб. заведений). [7]. Пат. 1071978 Канада, кл. 143—11, В 27: в 13/00. Механизм управления положением ленточной пилы / В. Томас (Канада).— № 292599; Заявлено 7.12.77; Опубл. 19.02.80. [8]. Феоктистов А. Е. Ленточнопильные станки.— М.: Лесн. пром-сть, 1976.— 156 с.

Поступила 31 января 1989 г.

УДК 674.815—41

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ СМЫКАНИЯ ПЛИТ ПРЕССА

С. М. ПЛОТНИКОВ, М. С. ЛУРЬЕ

Сибирский технологический институт

При изготовлении древесных плит и изделий из стружечно-клеевой смеси интенсивность смыкания прессов ограничена предельно допусти-

мой скоростью воздушного потока, выходящего из пространства между прессующей плитой и верхней поверхностью прессуемого материала. Этот воздушный поток разрушает верхние слои стружечных пакетов, состоящие, как правило, из наиболее мелких частиц. Поэтому смыкание осуществляют с низкой скоростью, что увеличивает вспомогательное время в цикле прессования и снижает производительность прессов.

Рассмотрим процесс выдувания воздуха из межплитного пространства пресса с верхней плитой произвольной формы, поверхность которой описывается некоторой функцией $f(x, z)$. Такие прессы используют для прессования изделий сложной формы из стружечно-клеевой смеси. При анализе процесса приняты следующие допущения: 1) поскольку ход подвижной плиты значительно меньше ее длины и ширины, то краевыми эффектами выдувания, возникающими на углах плит, пренебрегаем; 2) время разгона плит t_p до рабочих скоростей смыкания принимаем близким к нулю.

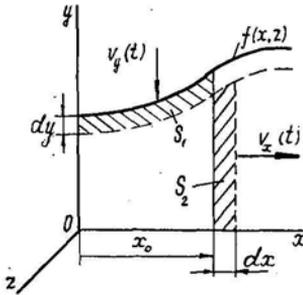


Рис. 1. Схема межплитного пространства для верхней прессующей плиты произвольной формы

Считая, что пресс смыкается на малую величину dy со скоростью $v_y(t)$, а выдуваемый из межплитного пространства воздух перемещается на величину dx со скоростью $v_x(t)$, определим объем вытесненного воздуха, который пропорционален площадям S_1 и S_2 (рис. 1).

Изменение площади dS_1 за время dt составляет

$$dS_1 = dy x_0 = v_y(t) dt dx, \quad (1)$$

где x_0, z_0 — текущие координаты соответственно по ширине и длине плиты.

За время t

$$S_1 = \int_0^t dS_1 dt = x_0 \int_0^t v_y(t) dt dt. \quad (2)$$

Изменение площади dS_2 в пределах промежутка dx составляет

$$dS_2 = [f(x_0, z_0) - dy] dx = [f(x_0, z_0) - v_y(t) dt] dx. \quad (3)$$

Здесь $f(x_0, z_0)$ — расстояние от верхней поверхности прессуемого тела до прессующей плиты в точке x_0, z_0 .

Площадь S_2 найдем интегрированием (3)

$$S_2 = \int_0^t dS_2 dt = f(x_0, z_0) \int_0^t dx dt - \int_0^t v_y(t) dt dx dt. \quad (4)$$

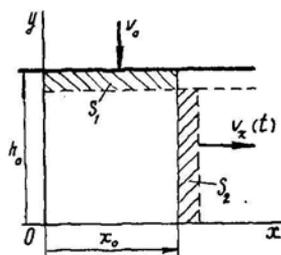
Приравняв (2) и (4), после преобразований получим дифференциальное уравнение, описывающее процесс выдувания воздуха из межплитного пространства:

$$\frac{dv_x(t)}{dt} - \frac{v_x(t)}{f(x_0, z_0)} v_x(t) = \frac{x_0}{f(x_0, z_0)} \frac{dv_y(t)}{dt}. \quad (5)$$

Рассмотрим частный случай решения (5), когда прессующие плиты имеют плоскую поверхность, т. е. $f(x, z) = h_0$, а подвижная плита перемещается с постоянной скоростью $v_y(t) = v_0$ (рис. 2). Из уравнения (5) получим

$$\frac{dv_x(t)}{dt} - \frac{v_0}{h_0} v_x(t) = 0. \quad (6)$$

Рис. 2. Схема межплитного пространства для прессующих плит плоской формы



Решая это уравнение, определим изменение скорости выдувания воздуха из межплитного пространства толщиной h_0 при смыкании плоских плит со скоростью v_0 :

$$v_x(t) = \frac{v_0 x_0}{h_0} e^{\frac{v_0}{h_0} t} = \frac{x_0}{t_k} e^{t/t_k}. \quad (7)$$

Здесь $t_k = \frac{h_0}{v_0}$ — время смыкания плит.

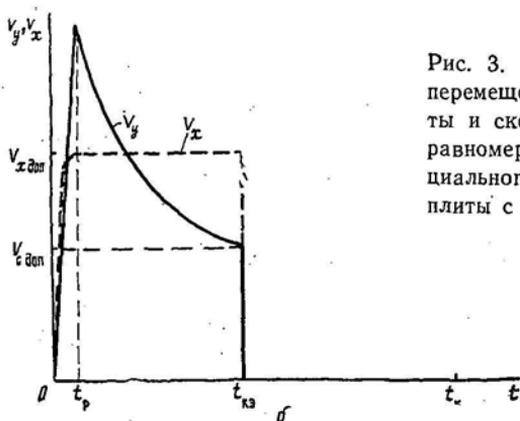
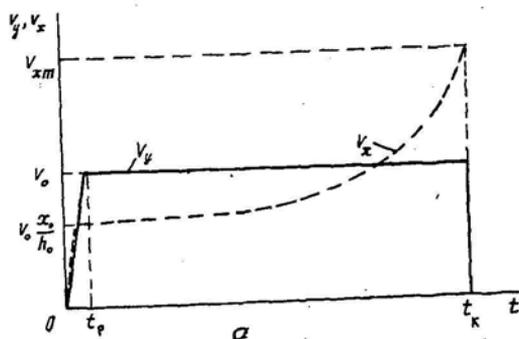


Рис. 3. Диаграммы скорости перемещения подвижной плиты и скорости выдувания для равномерного (а) и экспоненциального (б) перемещения плиты с учетом конечного времени разгона

Зависимость (7) представлена на рис. 3, а. По мере уменьшения просвета между плитами скорость воздушного потока возрастает и в момент соприкосновения прессующей плиты с поверхностью прессуемого материала t_k будет максимальной, т. е.:

$$v_x(t_k) = v_{xm} = \frac{x_0}{t_k} e^{t_k/t_k} = \frac{x_0}{t_k} e. \quad (8)$$

Следовательно, в момент смыкания пресса скорость выхода воздуха из межплитного пространства в $e = 2,73$ раза превысит начальную скорость. Если скорость выдувания ограничить до некоторой предельно допустимой величины $v_{x \text{ доп}}$, то, согласно (8), время смыкания пресса:

$$t_{\text{к}} \leq e \frac{x_0}{v_{x \text{ доп}}}. \quad (9)$$

Отсюда видно, что время смыкания прессующих плит определяется только их шириной, а также допустимой величиной скорости выдувания воздуха из межплитного пространства и не зависит от просвета между плитами.

Например, при ширине плит $x_0 = 1,0$ м, просвете между прессующей плитой и верхней поверхностью прессуемого материала $h_0 = 0,1$ м и ограничении скорости выдувания $v_{x \text{ доп}}$ до 0,2 м/с время смыкания $t_{\text{к}} = 2,73 \frac{1,0}{0,2} = 11,85$ с, а подвижная плита перемещается со скоростью $v_0 = h_0/t_{\text{к}} = \frac{0,1}{11,85} = 0,0084$ м/с.

Время смыкания пресса может быть значительно сокращено, если скорость выдувания поддерживать на уровне $v_{x \text{ доп}}$ в течение всего периода смыкания, управляя движением подвижной плиты $v_y(t)$ по определенной зависимости. Найдем эту зависимость.

Из всего многообразия решений дифференциального уравнения (5) выберем такое, при котором $v_x(t) = v_{x \text{ доп}} = \text{const}$. Так как в этом случае $\frac{dv_x(t)}{dt} = 0$, то для случая плоских прессующих плит.

$$\frac{dv_y(t)}{dt} - \frac{v_{x \text{ доп}}}{x_0} v_y(t) = 0. \quad (10)$$

Решение (10) имеет вид

$$v_y(t) = A e^{-\frac{v_{x \text{ доп}}}{x_0} t}, \quad (11)$$

т. е. для постоянства скорости выдувания $v_{x \text{ доп}}$ в течение периода смыкания пресса необходимо уменьшать скорость подвижной плиты по экспоненциальному закону. Допуская, что скорость движения прессующей плиты в момент ее соприкосновения с поверхностью прессуемого материала (скорость схлопывания) одинакова для любого закона движения плиты и не должна превышать некоторой допустимой величины $v_{c \text{ доп}}$, определяем коэффициент A :

$$A = v_{c \text{ доп}} e^{\frac{v_{x \text{ доп}}}{x_0} t_{\text{кэ}}}, \quad (12)$$

где $t_{\text{кэ}}$ — время смыкания пресса при перемещении подвижной плиты по экспоненциальному закону.

Исходя из того, что подвижная плита перемещается за время $t_{\text{кэ}}$ на расстояние h_0 , получим:

$$h_0 = \int_0^{t_{\text{кэ}}} v_y(t) dt = \int_0^{t_{\text{кэ}}} A e^{-\frac{v_{x \text{ доп}}}{x_0} t} dt = \frac{Ax_0}{v_{x \text{ доп}}} \left(1 - e^{-\frac{v_{x \text{ доп}}}{x_0} t_{\text{кэ}}}\right). \quad (13)$$

Из (12) и (13) определим время

$$t_{\text{кэ}} = \frac{x_0}{v_{x \text{ доп}}} \ln \left(1 + \frac{h_0}{v_0} \frac{v_{x \text{ доп}}}{v_{c \text{ доп}}}\right). \quad (14)$$

Сравнивая величины $t_{кэ}$ и $t_k = v_0/h_0$, можно оценить, во сколько раз сократится время смыкания пресса при перемещении подвижной плиты по закону (11) при одинаковых $v_{х доп}$ и $v_{с доп}$:

$$\gamma = \frac{t_k}{t_{кэ}} = \frac{e}{\ln(1+e)} = 2,074.$$

Величина $v_{с доп}$ ограничена динамическими нагрузками на пресс и на прессуемый материал, и при ее увеличении может быть получен еще больший выигрыш во времени смыкания.

Для условий предыдущего примера время смыкания пресса

$$t_{кэ} = \frac{t_k}{\gamma} = \frac{11,83}{2,074} = 5,7 \text{ с},$$

т. е. получим выигрыш во времени более 6 с, что при цикле прессования 300 с составит более 2 % повышения производительности пресса, которая определяет производительность всей линии.

Диаграммы смыкания пресса представлены на рис. 3.

Трудность реализации экспоненциального закона регулирования заключается в необходимости быстрого разгона подвижной плиты до величины, в несколько раз превышающей скорость ее перемещения при равномерном законе движения. Желательно, чтобы при этом время разгона t_p для обоих случаев было минимально. Технически данную задачу можно решить, используя вспомогательные гидроцилиндры или аккумуляторы с низким давлением в гидросистеме пресса*.

Таким образом, экспоненциальный закон перемещения прессующих плит позволяет повысить производительность линий по производству древесных плит более чем на 2 %. При оптимизации смыкания по предложенному критерию просвет между плитами не оказывает влияния на производительность пресса. Наибольшие преимущества данного способа смыкания сказываются при прессовании широкоформатных плит с мелкоструктурной поверхностью.

Поступила 13 марта 1989 г.

УДК 539.4 (045)

ДАВЛЕНИЕ НАБУХАНИЯ ВО ВТУЛКАХ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ

Ю. Ф. ЧЕРНЫШЕВ, Л. П. ШАТОХИНА

Красноярский политехнический институт

В формировании механических и физических свойств древесины важное значение имеет ее влажность. Давление набухания находят как внешнее давление, которое необходимо приложить к увлажняемому материалу, чтобы ограничить его разбухание. С достаточной степенью точности за давление набухания можно принять контактное давление в системе ортотропная втулка — металлическая обойма при изменении влажности втулки.

Рассмотрим осесимметричную задачу в полярных координатах по определению контактного давления в граничной поверхности анизотропной втулки. Модуль упругости ее — переменная величина, зависящая от влажности древесины.

* Мелони Т. Современное производство древесностружечных и древесноволокнистых плит / Пер. с англ. — М.: Лесн. пром-сть, 1982. — 416 с.