

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ВЕРХНЕГО ВАЛКА РИФЛЕННОЙ ПАРЫ ПРИ ПРОМИНЕ ЛЬНА

С.Е.МАЯНСКИЙ, А.А.БАРИНОВ, Е.Л.ПАШИН

(Костромской государственный технологический университет,
Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке лубяных культур)

В процессе промина льна верхние валки мяльных пар мяльной машины совершают вынужденные колебания. При этом наблюдаются как прямолинейные [1], [2], так и угловые их перемещения [3]. Причинами, вызывающими эти колебания, являются неровнота по толщине стеблевого слоя, статическая и динамическая неуравновешенность, биения рифлей верхнего и нижнего валков и др.

В работе [4] проведена оценка влияния кинематических возмущений валков при промине льняной тресты на глубину захождения рифлей и на изменение структурных параметров слоя. Рассмотрим теперь,

как влияют на перемещения верхнего валка его линейные и угловые колебания. Используем формулы для вычисления амплитуд вынужденных прямолинейных A и угловых B колебаний валка [3]:

$$A = \frac{C_{\text{сл}} e^{(-J_c \omega^2 + b)} - d C_{\text{сл}} \left(\frac{L}{2} - x \right) e}{(-m\omega^2 + a)(-J_c \omega^2 + b) - d^2}, \quad (1)$$

$$B = \frac{(-m\omega^2 + a) C_{\text{сл}} \left(\frac{L}{2} - x \right) e - C_{\text{сл}} e d}{(-m\omega^2 + a)(-J_c \omega^2 + b) - d^2}, \quad (2)$$

где

$$\Delta(\omega^2) = (-m\omega^2 + a)(-J_c\omega^2 + b) - d^2 \neq 0; \quad (3)$$

$$a = C_1 + C_2 + C_{сл};$$

$$b = \frac{C_1 L^2}{4} + \frac{C_2 L^2}{4} + C_{сл} \left(\frac{L}{2} - x \right)^2;$$

$$d = \frac{C_1 L}{2} - \frac{C_2 L}{2} + C_{сл} \left(\frac{L}{2} - x \right), \quad (4)$$

C_1 и C_2 – жесткости пружин, прижимающих верхний валок к нижнему через стеб-

$$k_{1,2} = \sqrt{\frac{mb + J_c a}{2J_c m}} \pm \sqrt{\frac{(mb + J_c a)^2}{4J_c^2 m^2} - \frac{(ab - d^2)}{J_c m}}. \quad (5)$$

Максимальные перемещения концов верхнего валка для каждой частоты возмущения будут определяться по формуле:

$$A_{1,2} = A \pm \frac{L}{2} B. \quad (6)$$

Расчеты амплитуд колебаний при реальных параметрах технологического процесса показали, что частоты свободных колебаний находятся в области рабочих частот вращения валков. Следствием данного обстоятельства может быть работа системы в режиме резонанса при значительных амплитудах. Это существенным образом скажется на величине захождения рифлей валков и на линейной скорости перемещения комлевых и вершинных участков слоя [7].

Проведенные расчеты выявили еще одно важное обстоятельство: на изменение амплитуды колебаний валка может влиять толщина слоя, а именно ее случайное изменение в процессе перемещения стеблевого потока. В работе [6] было показано, что толщина слоя случайным образом (по нормальному закону) изменяется по его длине и ширине. В этой связи представляет интерес оценка изменения амплитуды отклонения верхнего валка в условиях случайного изменения коэффициента жесткости стеблевого слоя $C_{сл}$ и расстояния x от левого торца валка до утолщения.

левой слой; $C_{сл}$ – жесткость слоя в месте его контакта с валком; x – расстояние от левого торца валка до утолщения; m – масса валка; L – длина валка; J_c – момент инерции валка относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно оси вращения валка; e – максимальная величина биения валка.

Значения двух частот свободных колебаний находятся из биквадратного уравнения [5]:

Был проведен машинный расчет амплитуды вынужденных прямолинейных A и угловых B колебаний валка, которые могут проявиться при случайном изменении величин $C_{сл}$ и x при определенной частоте вращения валка. В качестве значений математического ожидания были выбраны значения $C_{сл} = 5,26 \cdot 10^5$ Н/м; $x = 0,3$ м. В качестве значений стандартных отклонений (СО) были приняты значения $\sigma_C = 1 \cdot 10^5$ Н/м; $\sigma_x = 0,1$ м. Количество случайных комбинаций при расчете принято равным 1000. Дисбаланс валка $e = 2$ мм.

Было реализовано два варианта расчетов. Первый из них основывался на случайном изменении только коэффициента жесткости слоя $C_{сл}$, во втором варианте случайными величинами одновременно являются $C_{сл}$ и x . Частоту вращения валков приняли равной 135 рад/с.

Картина изменения суммарной амплитуды колебаний верхнего валка по первому варианту расчетов приведена на рис. 1 (плотность распределения суммарных амплитуд колебаний верхнего валка при случайном изменении $C_{сл}$).

Из анализа полученной графической зависимости следует, что случайное изменение жесткости стеблевого слоя приводит к случайному изменению суммарной амплитуды колебаний. Ее математическое ожидание составляет 14 мм, СО равно

61 мм. При этом вероятность возникновения амплитуды более 20 мм (примерная высота рифлей валка) находится в пределах 38%.

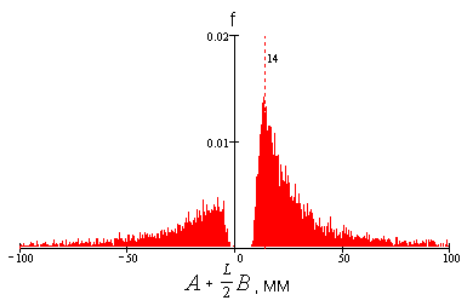


Рис. 1

При втором варианте расчета, когда случайным образом изменялись обе величины $C_{сл}$ и x , были получены иные результаты (рис. 2 – плотность распределения суммарных амплитуд колебаний верхнего валка при случайном совместном изменении $C_{сл}$ и x).

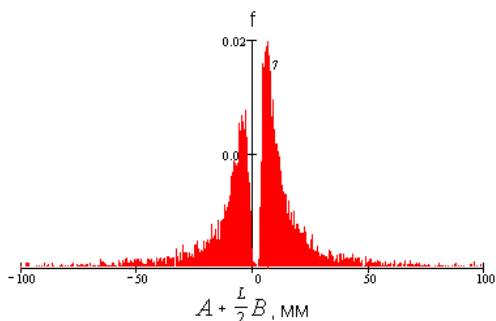


Рис. 2

Установлено также случайное изменение суммарных амплитуд колебаний. Однако их значения меньше, чем в первом варианте. Математическое ожидание составляет 7 мм, СО составляет 31 мм. Вероятность возникновения амплитуды более 20 мм составляет $\approx 15\%$. Снижение доли возникновения указанных амплитуд, вероятно, связано с компенсирующим действием угловых колебаний.

Полученные результаты расчетов подтверждают факт о возможности случайного изменения глубины захождения рифлей за счет возрастания амплитуды колебаний верхнего валка. При этом изменение параметра x , в основном определяющего долю угловых перемещений валка, существен-

ным образом влияет на величину его колебаний. Неучет последствий этих колебаний по [1] будет приводить к ошибкам при определении характеристик динамических явлений при промине. Заметим, что из-за этих же колебаний может случайным и существенным образом меняться периметр излома стебля. Это будет вызывать неопределенное смещение слоя тресты при выходе ее из мяльной машины по отношению к линии зажимного транспортера трепальной машины. Такой результат согласно [7] в конечном итоге будет способствовать снижению выхода длинного волокна.

ВЫВОДЫ

1. Интегрированный учет прямолинейных и угловых перемещений верхнего валка мяльной пары при его колебаниях приводит к меньшей вероятности возникновения амплитуд колебаний, равных и больших по величине высоты рифлей валков, в сравнении с вариантом учета только прямолинейных перемещений.

2. Прямолинейные и угловые перемещения верхнего валка, вызываемые неровнотой по толщине слоя льна и биениями самого валка, могут приводить к значительному росту амплитуды колебаний и, как следствие, к случайному изменению величины периметра излома стеблей, влияющего на их пригодность к трепанию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дьячков В.А., Корабельников Р.В. Динамические явления при изломе стеблей в мяльной паре // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003, № 5. С. 19...23.
2. Маянский С.Е. Влияние биений рифлей нижнего валка на амплитуду колебаний верхнего валка мяльной пары // Вестник КГТУ. – 2007, № 15. С. 55...57.
3. Маянский С.Е. Прямолинейные и угловые перемещения верхнего валка мяльной пары при колебаниях // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, № 6.
4. Маянский С.Е., Баринов А.А., Пашин Е.Л. Влияние кинематических возмущений валков при промине льняной тресты на глубину захождения рифлей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, № 4С.

5. *Маянский С.Е.* Свободные колебания верхнего вальца мяльной пары // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 4С. С. 84...88.

6. *Трегубова Е.В., Пашин Е.Л.* Анализ особенностей структуры слоя льняной тресты после слоеугонения // Вестник ВНИИЛК. – 2005, №2. С. 45...48.

7. *Пашин Е.Л., Лапшин А.Б., Маянский С.Е.* Механическая подготовка льна для получения трепаного волокна (проблемы и направления совершенствования): монография. – Кострома: ВНИИЛК, 2006.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов КГТУ. Поступила 20.03.08.
