

УДК 677. 11.021

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОПЕРЕЧНЫХ УСКОРЕНИЙ ВОЛОКНИСТОГО СЛОЯ
МЕЖДУ СОСЕДНИМИ ПАРАМИ
РИФЛЕННЫХ ВАЛКОВ МЯЛЬНОЙ МАШИНЫ***

С.Е.МАЯНСКИЙ, А.Б.ЛАПШИН

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

В волокнистом слое, проходящем между соседними парами валков, при промине стеблей льна возможно возникновение механических колебаний различного вида.

Поперечные ускорения слоя, вызванные взаимодействием концов участка слоя с рифлями валков, рассмотрены в [1]. При этом жесткость и масса слоя в полученной формуле отсутствуют. Кроме этого, в [1] не учитывалось, что при колебаниях слой совершает сложное движение, которое нужно рассматривать в двух системах координат: подвижной и условно неподвижной [2]. Наибольший интерес с позиций повышения эффективности удаления костры из слоя представляют ускорения слоя при его малых колебаниях, происходящих по отношению к подвижным осям координат (относительное движение).

Поперечные перемещения слоя при его переносном движении зависят от расположения рифлей и их конструкции в соседних парах валков по отношению друг к другу.

При приводе верхнего валка от нижнего посредством зубчатой передачи можно отметить два случая: симметричное и несимметричное расположение рифлей между соседними рифлеными парами [1]. Эти случаи отличаются тем, что слой в направлении, перпендикулярном его продольно-

му движению, будет перемещаться по-разному.

Малые поперечные колебания слоя при симметричном расположении рифлей рассмотрены в [3]. В результате получено уравнение для определения максимальных ускорений любой точки слоя в зависимости от конструктивных и технологических параметров валковых пар.

Однако на практике с целью интенсификации процесса промина применяют такую установку валков, при которой рифли в соседних парах располагаются несимметрично.

Используя допущения и методику, принятую в [3], рассмотрим малые поперечные колебания слоя и найдем ускорения точек слоя для схемы с несимметричным расположением рифлей.

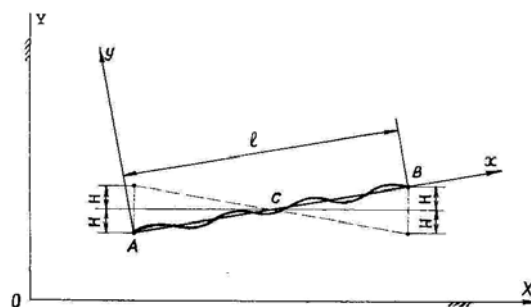


Рис. 1

* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук Е.Л.Пашина.

В отличие от [3] в этом случае слой совершает плоскопараллельное движение: концы слоя перемещаются параллельно оси y в противоположных направлениях, а сам слой поворачивается относительно некоторой точки, примерно совпадающей с его центром масс (рис.1 – схема движения слоя АВ между соседними мяльными парами при несимметричном расположении рифлей). При этом возникают ускорения:

$$\left. \begin{aligned} W_{AY} = \ddot{y}_B = -H\omega^2 \sin \omega t, \\ \varepsilon = \frac{\ddot{y}_B}{\frac{\ell}{2}} = \frac{2\ddot{y}_B}{\ell} = -\frac{2H\omega^2}{\ell} \sin \omega t, \end{aligned} \right\} (1)$$

где H – максимальная амплитуда перемещения конца слоя [1]:

$$H = \frac{d}{2} \sin \frac{\pi}{2Z} \sqrt{1 - \left(\frac{d-i}{d \cos \frac{\pi}{2Z}} \right)^2}. \quad (2)$$

В этих выражениях: W_{Ay} – проекция ускорения точки А слоя на ось y ; \ddot{y}_B – проекция ускорения точки В слоя на ось y ; ε – угловое ускорение слоя; ω – угловая скорость валка; ℓ – длина слоя; i – глубина захождения рифлей; d – диаметр валка по вершинам рифлей; Z – число рифлей.

Дифференциальное уравнение движения слоя примет вид:

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} + H\omega^2 \sin \omega t + \frac{H\omega^2}{\Delta} x \sin \omega t, \quad (3)$$

где $\Delta = \frac{\ell}{2}$; $a = \sqrt{T/\mu}$ – скорость распространения поперечных волн в слое; T – натяжение слоя; μ – линейная плотность слоя.

Решая (3) аналогично решению подобного уравнения в [3], получим формулу для определения максимального ускорения слоя в рассматриваемом случае:

$$\left| \ddot{y}(x) \right|_{\max} = H\omega^2 \left[\frac{1 + \frac{\ell}{\Delta} - \cos \frac{\omega \ell}{a} \sin \frac{\omega x}{a}}{\sin \frac{\omega \ell}{a}} + \cos \frac{\omega x}{a} - \frac{x}{\Delta} - 1 \right]. \quad (4)$$

Используя (4), можно найти ускорение любой точки слоя в зависимости от конструктивных и технологических параметров валковых пар при несимметричном расположении рифлей.

Формула (4) и подобная зависимость в [3] справедливы для натянутого слоя ($T > 0$).

Если $T=0$, то из (3) следует:

$$\left| \ddot{y}(x) \right|_{\max} = 3H\omega^2,$$

или в безразмерном виде:

$$K = \frac{\left| \ddot{y}(x) \right|_{\max}}{d\omega^2} = 3 \frac{H}{d}. \quad (5)$$

Аналогичный критерий, но для схемы с симметричным расположением рифлей [3], представляется в виде:

$$K = \frac{\left| \ddot{y}(x) \right|_{\max}}{d\omega^2} = \frac{H}{d}. \quad (6)$$

Безразмерный комплекс (критерий подобия) K является функцией двух переменных Z и $\frac{i}{d}$ и может, в первом приближении, характеризовать интенсивность поперечных колебаний слоя.

Сравнивая (5) и (6), заключаем, что интенсивность поперечных колебаний в схеме с несимметричным расположением рифлей может быть в 3 раза больше, чем в схеме с симметричным расположением рифлей.

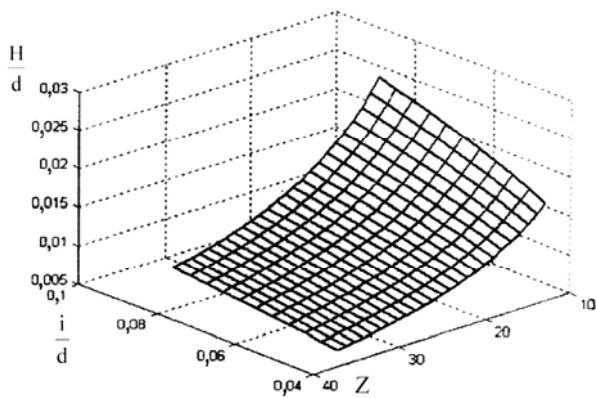


Рис. 2

На рис.2 представлена зависимость критерия подобия N/d от параметров i/d и Z . Ее использование позволяет проводить сравнительные анализы различных мяльных машин с точки зрения оценки максимальных поперечных ускорений слоя (а, значит, интенсивности обескостривания) в процессе промина стеблей. В частности, увеличение Z и i и уменьшение d должно способствовать лучшему обескостриванию слоя.

ВЫВОДЫ

1. Получено уравнение для определения максимального поперечного ускорения любой точки волокнистого слоя между соседними парами рифленых валков при

несимметричном расположении рифлей в зависимости от конструктивных и технологических параметров валковых пар.

2. Установлено, что увеличение Z и i и уменьшение d должно способствовать лучшему обескостриванию слоя.

3. С использованием введенного в рассмотрение безразмерного критерия подобия установлено, что интенсивность поперечных колебаний слоя в схеме с несимметричным расположением рифлей может быть в 3 раза больше, чем в схеме с их симметричным расположением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дьячков В.А. Определение поперечных ускорений участка слоя материала, расположенного между соседними парами рабочих органов, в процессе мятья и трепания в куделеприготовительных машинах // Межвуз. сб. научн. тр.: Новое в технике и технологии льна. – Ярославль, 1984. С.47...50.
2. Якубовский Ю.В и др. Основы механики нити. – М.: Легкая индустрия, 1973.
3. Маянский С.Е., Лапшин А.Б., Пашин Е.Л. Малые поперечные колебания волокнистого слоя при его движении между мяльными парами // Вестник КГТУ. – Кострома, 2006, № 13. С.61...63.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов КГТУ. Поступила 29.11.06.