

АНАЛИЗ КОЛЕБАНИЙ КОЛОСНИКА НА УПРУГОМ ОСНОВАНИИ С НЕЛИНЕЙНОЙ ЖЕСТКОСТЬЮ

ДЖ.Ю. МИРАХМЕДОВ, А. ДЖУРАЕВ, А.В. АБДУЛЛАЕВ

(Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности)

Для снижения поврежденности хлопковых волокон и семян хлопка-сырца целесообразным является снижение кратности взаимодействия рабочих органов с хлопком в процессе его первичной обработки. При этом особо важно повышение эффективности взаимодействия хлопка с рабочими органами за счет совершенствования последних. Нами рекомендуется новая конструкция колосниковой решетки очистителя хлопка от крупного сора [1].

При протаскивании хлопка происходят соударения материала с поверхностью колосников; при этих соударениях выделяются сорные примеси, выпадающие через межколосниковые зазоры. В процессе работы хлопок, протаскиваемый в крайних боковых зонах через коническую поверхность колосника, соударяется с конической поверхностью. При этом за счет горизонтальной составляющей ударной силы происходит сдвиг хлопка к центру колосника. В то же время за счет упругих опор, установленных в боковинах, колосник совершает определенные вибрации (колебания). Эти колебания колосника делают более

интенсивным движение хлопка к центру колосника по конической поверхности.

Следует отметить, что упругая опора имеет нелинейную жесткость, и восстанавливающая сила определяется из выражения

$$P_b = cx_1 + c_1 x_1^3, \quad (1)$$

где c , c_1 – значения коэффициента жесткости упругой опоры; x_1 – перемещения колосника в вертикальном направлении.

Колебания колосника описываются следующим дифференциальным уравнением:

$$m\ddot{x} + cx + c_1 x^3 = F_0 \sin \omega t, \quad (2)$$

где m – приведенная масса колосника; $F_0 \sin \omega t$ – возмущающая сила от протаскиваемого хлопка-сырца.

Учитывая, что колебания колосника происходят с незначительной амплитудой, уравнение (2) перепишем в виде:

$$m\ddot{x} + m\omega^2 x = (m\omega^2 - c)x - c_1 x^3 + F_0 \sin \omega t. \quad (3)$$

Используя метод Дuffинга [2], примем в качестве первого приближения величину

$$x_1 = x_0 \sin \omega t. \quad (4)$$

$$m\ddot{x}_2 + m\omega^2 x = \left[(m\omega^2 - c)x_0 - \frac{3}{4}c_1 x_0^3 + F_0 \right] \sin \omega t + \frac{1}{2}c_1 x_0^3 \sin 3\omega t. \quad (5)$$

Нас интересуют только периодические колебания колосника. Чтобы исключить второй член необходимо условие

$$(m\omega^2 - c)x_0 - \frac{3}{4}c_1 x_0^3 + F_0 = 0. \quad (6)$$

Тогда имеем

$$m\ddot{x}_2 + m\omega^2 x = \frac{1}{4}c_1 x_0^3 \sin 3\omega t. \quad (7)$$

Решением дифференциального уравнения (7) является:

$$x_2 = A \sin \omega t + B \cos \omega t - \frac{c_1 x_0^3}{32\omega^2 m} \sin 3\omega t.$$

Постоянные интегрирования определим из начальных условий:

$$t = \frac{T}{4}; \quad T = \frac{2\pi}{\omega}; \quad x_2 = 0; \quad \ddot{x}_2 = 0.$$

При этом

$$A = x_0 - \frac{c_1 x_0^3}{32\omega^2 m}; \quad B = 0.$$

Окончательно приближенное решение имеет вид

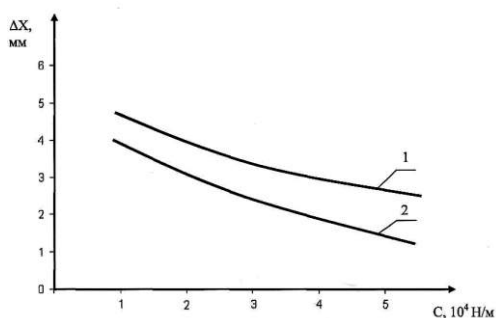


Рис. 1

Анализ графиков показывает, что с увеличением жесткости упругой опоры Δx уменьшается по нелинейному закону, причем с уменьшением ω снижение Δx становится интенсивнее (рис.1). При увеличении массы колосника влияние ω на уменьшение Δx становится незначительным. Это объясняется тем, что при большей массе колосника повышается его инерционность и значение Δx стремится к постоянной величине (2,0...2,4 мм). Именно при этих значениях Δx очистительный эффект становится ощутимым.

Таким образом, используя предложенный метод, можно обосновать необходи-

$$x = x_0 \sin \omega t - \frac{c_1 x_0^3}{32\omega^2 m} (\sin \omega t - \sin 3\omega t). \quad (8)$$

При этом значение x_0 определяется из уравнения (6).

С учетом исходных значений параметров системы были получены закономерности колебательного движения колосников на упругих опорах с нелинейной жесткостью. На основе обработки полученных результатов построены графические зависимости размаха колебаний колосника при вариации среднего значения коэффициента жесткости упругой опоры, массы колосника при $\omega = 65$ рад/с и $\omega = 40$ рад/с (рис. 1 – зависимости изменения размаха колебаний колосника в функции коэффициента жесткости упругой опоры очистителя хлопка: 1 – при $\omega = 65$ 1/с; 2 – при $\omega = 40$ 1/с и рис. 2 – зависимости изменения размаха колебаний колосника в зависимости его массы: 1 – $\omega = 65$ 1/с; 2 – при $\omega = 40$ 1/с).

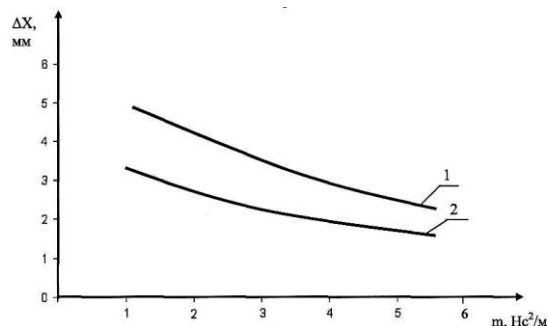


Рис. 2

мые параметры системы, обеспечивающие повышение очистителей хлопка-сырца.

ЛИТЕРАТУРА

1. Джуряев А. и др. Колосниковая решетка очистителя волокнистого материала. Патент №FAP00344. – Оpubл. 2008. Бюл. №2.
2. Светлицкий В.А., Стасенко И.В. Сборник задач по теории колебаний. –М.: Высшая школа, 1973.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и деталей машин. Поступила 16.02.08.