

ДИНАМИКА ВАЛКОВОЙ ПАРЫ ПРИ ПОДАЧЕ ПЛОСКОГО МАТЕРИАЛА В ЗОНУ ОБРАБОТКИ

Основные проблемы решаемые легкой промышленностью в первую очередь состоят из удовлетворения потребителей качественными товарами. Развитие рыночных отношений в стране непосредственно связана с улучшением качества продукта, повышением конкурентоспособности товаров и продуктивностью их производства. Это в основном зависит от улучшения технологических возможностей оборудований, а именно создание технологических машин обрабатывающие кожевенные материалы многофункционального назначения [1].

Итак, рассмотрим динамику валковой пары технологической машины для обработки плоского материала при подаче последнего в зону обработки в горизонтальном направлениях.

Для технологической машины обрабатывающей плоский материал в горизонтальном направлении валковой парой в качестве обобщенной координаты выбираем угол захвата α . В этом случае, плоский материал в зону захвата валковой парой подается посредством транспортирующего устройства.

Для составления уравнения движения валов, рассчитаем кинетическую энергию плоского материала и валов. Плоский материал перемещается поступательно и его кинетическая энергия T_1 равна следующему:

$$T_1 = \frac{1}{2} m_1 \dot{x}^2, \quad (1)$$

здесь, m_1 – масса плоского материала.

Из рисунка 1 видно, что валы перемещаются плоскопараллельно и их кинетическая энергия равна следующему:

$$T_2 = T_3 = \frac{1}{2} m_2 \dot{y}^2 + \frac{1}{2} J_2 \omega_2^2, \quad (2)$$

здесь $T_2 = T_3$ – кинетическая энергия валов, $m_2 = m_3$ – масса валов; J_2 – момент инерции вала.

В рассматриваемой системе координат для угла захвата α получа-

ем следующее выражение:

$$x = \left(R + \frac{t_0}{2}\right) \sin\alpha, \quad y = \left(R + \frac{t_0}{2}\right) \cos\alpha. \quad (3)$$

Если получить производное от выражения (3) получится следующее.

$$\dot{x} = \left(R + \frac{t_0}{2}\right) \dot{\alpha} \cos\alpha, \quad \dot{y} = -\left(R + \frac{t_0}{2}\right) \dot{\alpha} \sin\alpha. \quad (4)$$

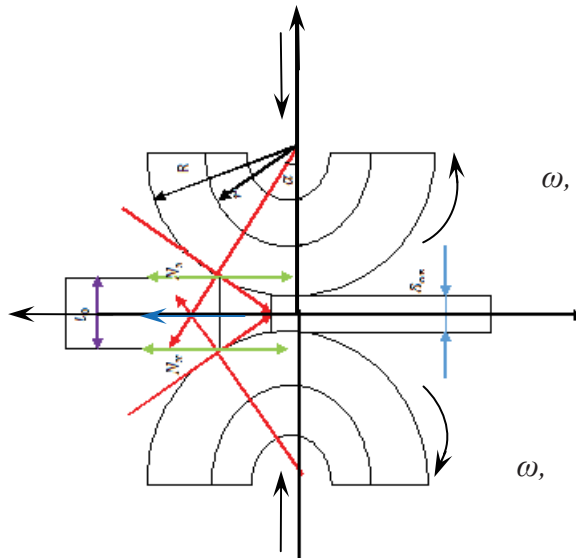


Рисунок 2 – Схема подачи плоского материала между валковой парой в горизонтальном направлении

Для составления уравнения движения валов воспользуемся уравнением движения Лагранжа второго рода:

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{\alpha}} - \frac{\partial T}{\partial \alpha} = Q_{\alpha}, \quad (5)$$

здесь Q_{α} - обобщенная сила.

Учитывая выражения (1), (2) и (4), рассчитаем общую кинетическую энергию.

$$\begin{aligned} T = T_1 + T_2 + T_3 &= \frac{1}{2} m_1 \dot{x}^2 + 2 \left(\frac{1}{2} m_2 \dot{y}^2 + \frac{1}{2} J_2 \omega_2^2 \right) = \\ &= \frac{1}{2} m_1 \dot{\alpha}^2 \left(R + \frac{t_0}{2} \right)^2 \cos^2 \alpha + m_2 \dot{\alpha}^2 \left(R + \frac{t_0}{2} \right)^2 \sin^2 \alpha + J_2 \omega_2^2. \end{aligned} \quad (6)$$

Откуда, частное и полное производное общей кинетической энергии

$$\frac{\partial T}{\partial \dot{\alpha}} = m_1 \dot{\alpha} \left(R + \frac{t_0}{2} \right)^2 \cos^2 \alpha + 2 m_2 \dot{\alpha} \left(R + \frac{t_0}{2} \right)^2 \sin^2 \alpha, \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{\alpha}} = & m_1 \left(R + \frac{t_0}{2} \right)^2 \cos^2 \alpha \ddot{\alpha} - 2m_1 \left(R + \frac{t_0}{2} \right)^2 \sin \alpha \cos \alpha \dot{\alpha}^2 + \\ & + 2m_2 \left(R + \frac{t_0}{2} \right)^2 \sin^2 \alpha \ddot{\alpha} + 4m_2 \left(R + \frac{t_0}{2} \right)^2 \sin \alpha \cos \alpha \dot{\alpha}^2, \end{aligned} \quad (8)$$

$$\frac{\partial T}{\partial \alpha} = -m_1 \left(R + \frac{t_0}{2} \right)^2 \cos \alpha \sin \alpha \dot{\alpha}^2 + 2m_2 \left(R + \frac{t_0}{2} \right)^2 \sin \alpha \cos \alpha \dot{\alpha}^2. \quad (9)$$

Для расчета обобщенной силы, определим работу втягивающей силы с учетом принципа возможных перемещений [2].

$$\delta A_\alpha = Q_\alpha \delta \alpha. \quad (10)$$

Пользуясь выражением (10) для определения обобщенной силы, определим выполненную работу.

$$\delta A_\alpha = 2M_{вр} \delta \alpha - 2Q \delta y - P \delta y - F \delta x. \quad (11)$$

Перемещения валов δx и δy в выражение (11) будут равны следующему:

$$\delta x = \left(R + \frac{t_0}{2} \right) \cos \alpha \delta \alpha, \quad \delta y = - \left(R + \frac{t_0}{2} \right) \sin \alpha \delta \alpha. \quad (12)$$

Подставляя выражение (12) в (11), получим следующее выражение для определения обобщенной силы

$$Q_\alpha = (2Q + P) \left(R + \frac{t_0}{2} \right) \sin \alpha - F \left(R + \frac{t_0}{2} \right) \cos \alpha + 2M_{вр}, \quad (13)$$

здесь P - сила тяжести валов и плоского материала; $Q=Q_2=Q_3$ - сила давления валов; F - сила сопротивления; $M_{вр}$ - вращающий момент валов. Подставляя выражения (8), (9) и (13) в уравнение (5), получаем уравнение движения валов:

$$\begin{aligned} & \left(m_1 \cos^2 \alpha + 2m_2 \sin^2 \alpha \right) \left(R + \frac{t_0}{2} \right)^2 \ddot{\alpha} + \left(m_2 - \frac{m_1}{2} \right) \sin 2\alpha \left(R + \frac{t_0}{2} \right)^2 \dot{\alpha}^2 = \\ & = (2Q + P) \left(R + \frac{t_0}{2} \right) \sin \alpha - F \left(R + \frac{t_0}{2} \right) \cos \alpha + 2M_{вр}. \end{aligned} \quad (14)$$

На основе уравнений движения (14) приведенных выше из условий подачи плоского материала между валковой парой в горизонтальном направлениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Моисеев, Е.Ю. Исследование и разработка технологического оборудования для механической обработки кожевенных и обувных материалов: дис. ... канд. техн. наук / Е. Ю. Моисеев – М., 2005. – 179 л.
2. Бухгольц, Н.Н. Основной курс теоретической механики. Ч. 1. Кинематика, статика, динамика материальной точки: учеб. пособие / Н. Н. Бухгольц. - СПб.: Лань. - 2009. - 480 с.