

УДК.677.021.21.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УХОДА СОРИНОК ИЗ СОСТАВА ЛЕТУЧКИ В ПРОЦЕССЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЕЕ С ПОВЕРХНОСТЬЮ СЕТКИ

Э.Берданов, О.Қосимов, А.Остонов

Maqolada chigitli paxta bo'lakchalarini setkali yuza bo'ylab harakatlanishi, qoziqchali baraban qoziqchalari bilan paxta bo'lakchalariga berilgan zarbalar natijasida iflosliklarni harakat qonuniyatlari o'rganilgan. Iflosliklarni tolali massa yuza qismida joylashgan bo'lib, setkali yuza bilan bevosita o'zaro munosabatda bo'lishi va iflosliklarni tolali massa tarkibi bilan birgalikda harakatlanish qonuniyatlari o'rganilgan.

Статья посвящено теоретических исследований по изучению движения соринки после удара о сетчатую поверхность, которая находящейся на поверхности летучки и контактирующие с сетчатой поверхностью и соринки, которые находятся в составе волокнистой массы на некоторые расстоянии от центра барабана, и получены уравнение движения соринки в летучке хлопка-сырца.

The article is devoted basic researches on study of the motion trash after blow about net surface, which residing on surfaces of the leaflet cotton and contacting with net surface and trash, which are found in composition of the filament mass on some distance from the centre of the drum and equation of the motion trash are received in leaflet of the cotton.

Пусть летучка содержит соринку массой m_c , которая связана с ней упругим элементом и силой сухого трения. В зависимости от места нахождения в составе летучки, разделяем соринки на два вида. Первый вид соринки находящиеся на поверхности летучки и контактирующие с сетчатой поверхностью. Такие соринки под действием центробежной силы преимущественно совершают движение через отверстия сетки в радиальном направлении от центра. Расстояние от центра до соринки обозначим через $r(t)$. Полагаем, что соринка связана с летучкой массой через упругий элемент с переменной жесткостью и записываем уравнение движение соринки:

$$m_c \ddot{r} = -m_c g \cos\theta + m_c \dot{r}^2 / R - k_c (r - R), \quad (1)$$

где k - коэффициент жесткости связки соринки с волокнами и зависит от перемещения $r - R$, т.е. $k_c = k_c(r - R)$, где функция $k_c(z)$ определяется экспериментально и имеет монотонно убывающий характер, причем после

отрыва соринки от волокнистой массы она обращается в нуль, т.е. следует принимать $k_c(z) = 0$ при $z > z_0$. В частности, эту функцию можно выбрать в виде кусочно-постоянной $k = k_0$ при $z < z_0$ и $k = 0$ при $z > z_0$ или кусочно-линейной $k_c = k_1(z_0 - z)$ при $z \leq z_0$ и $k = 0$ при $z \geq z_0$.

После обращения функции $k(z)$ и нуль соринка покидает поверхность летучки и будет находиться в состоянии свободного полета. В уравнении (1) угол θ является функцией времени и является решением уравнения (2.1) и определяется по условию когда летучка начинается совершить совместное движение с колком. Перемещение $r(t)$ удовлетворяет следующим начальным условиям:

$$r = R, \dot{r} = R\omega_0^2 \text{ при } t = 0$$

Из уравнения (2.4) следует, что движение в радиальном направлении может начинаться с момента времени $t = 0$, если имеет место неравенство

$$\omega_0 > \sqrt{\frac{g}{R}} \cos \theta_0$$

Если это условие не выполняется, то движение соринки начинается с момента времени $t = t_0$, где t_0 определяется из уравнения:

$$g \cos \theta(t_0) - \dot{\theta}^2(t_0)R = 0$$

При этом время ухода $t = t_k$ соринки поверхности сетки определяется из уравнения:

$$k[r(t_k) - R] = 0$$

Если $t_0 \leq t_k$, то соринка успевает покинуть поверхность сетки за время контакта клочка с поверхностью сетки, если же $t_0 > t_k$, то соринка после взаимодействия клочка с сетчатой поверхностью не покидает клочок и продолжает совершать движение совместно с ним.

Ко второму виду относятся соринки, которые находятся в составе волокнистой массы на расстоянии r_1 от центра барабана, причем $r_1 < R$. В этом случае такие виды соринки некоторое время совершают движение в внутри области волокнистой массы, причем перемещение соринки относительно клочка имеет преимущественно в радиальное направление. Для составления уравнения движения соринки, полагаем, что на соринку действует сила связи между соринкой и волокнами, а также сила трения на поверхности их контакта в результате движения соринки относительно волокнистой массы. Считаем, что сила трения направлена по касательной к траектории движения соринки, причем соринки совершают угловое перемещение совместно с клочком волокнистой

массы. Начало координат установим в центре барабана и положение соринки определяем координатами (x, y) в плоскости xOy :

$$x = r(t) \sin \theta, \quad y = r(t) \cos \theta \quad (2)$$

Определяем кинетическую энергию соринки:

$$T = \frac{m_c}{2} (\dot{x}^2 + \dot{y}^2) = \frac{m_c}{2} (\dot{r}^2 + r^2 \dot{\theta}^2) \quad (3)$$

На соринку действуют следующие силы с проекциями по осям Ox и Oy :

1. Сила тяжести соринки

$$X_1 = 0, \quad Y_1 = -m_c g. \quad (4)$$

2. Сила связки соринки с волокнами, зависящая от расстояния $r - R$

$$X_2 = -k_c (r - R)(r - R) \sin \theta, \quad Y_2 = -k_c (r - R)(r - R) \cos \theta. \quad (5)$$

3. Сила сухого трения на поверхности контакта соринки с волокнистой массой:

$$X_3 = -mgf \frac{\dot{x}}{\sqrt{\dot{r}^2 + r^2 \dot{\theta}^2}}, \quad Y_3 = -mgf \frac{\dot{y}}{\sqrt{\dot{r}^2 + r^2 \dot{\theta}^2}}. \quad (6)$$

Принимаем координату r в качестве обобщенной и находим обобщенную силу:

$$Q_r = (X_1 + X_2 + X_3) \frac{\partial x}{\partial r} + (Y_1 + Y_2 + Y_3) \frac{\partial y}{\partial r}.$$

Пользуясь выражением (6), получаем

$$Q_r = -k_c (r - R)(r - R) - \frac{mgf \dot{r}}{\sqrt{\dot{r}^2 + r^2 \dot{\theta}^2}} - mg \cos \theta. \quad (7)$$

Составим теперь уравнение Лагранжа II – рода

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{r}} \right) - \frac{\partial T}{\partial r} = Q_r$$

Поставляя выражения кинетической энергии (3) и обобщенной силы (7), составляем уравнение для определения переменной r

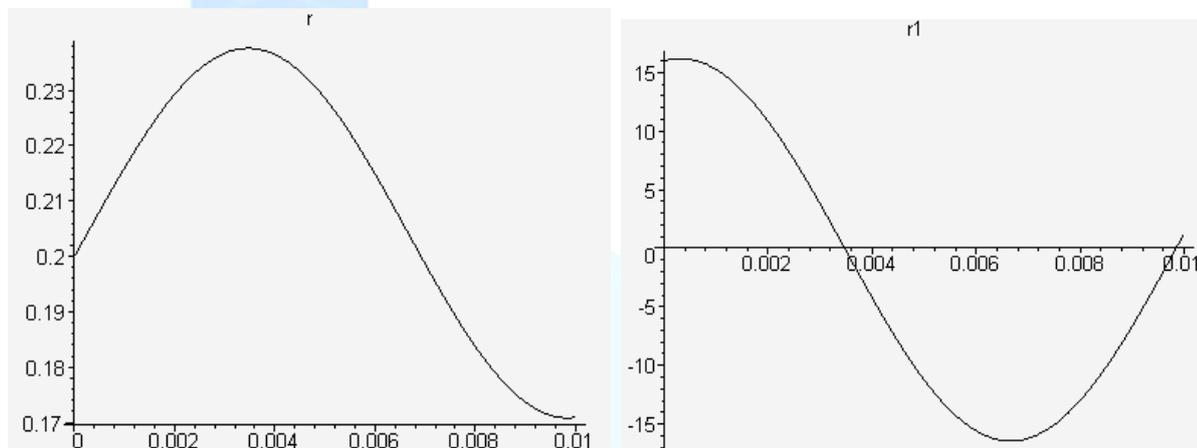
$$m_c \ddot{r} = m_c \dot{\theta}^2 r^2 - k_c (r - R)(r - R) - \frac{m_c g f \dot{r}}{\sqrt{\dot{r}^2 + r^2 \dot{\theta}^2}} - m_c g \cos \theta. \quad (8)$$

Уравнение (8) при известном угловом перемещении клочка $\theta = \theta(t)$ интегрируется при начальных условиях $r = R, \dot{r} = R\omega_0$ при $t = 0$.

На рис.1 представлены кривые зависимости расстояния $r(t)$ (м) и скорости удаления соринки $\dot{r}(t)$ (м/с) в случае, когда $k_c = k_{c0} = const$, Расчеты производились при различных значениях параметра $\omega_{*} = \sqrt{k_c / m_c}$ (1/сек). При малых массах соринки эта величина может принимать большие значения.

Поэтому расчеты проводились для $\omega_{**} > 500$ 1/сек. В расчетах также принято $R = 0.2$ м, $\omega_0 = 80$ 1/сек, $f = 0.3$, $\theta_0 = 20^\circ$, $\sqrt{k/m} = 80$ 1/сек.

$$\omega_{**} = 500 \text{ сек}^{-1}$$



$$\omega_{**} = 1125 \text{ сек}^{-1}$$

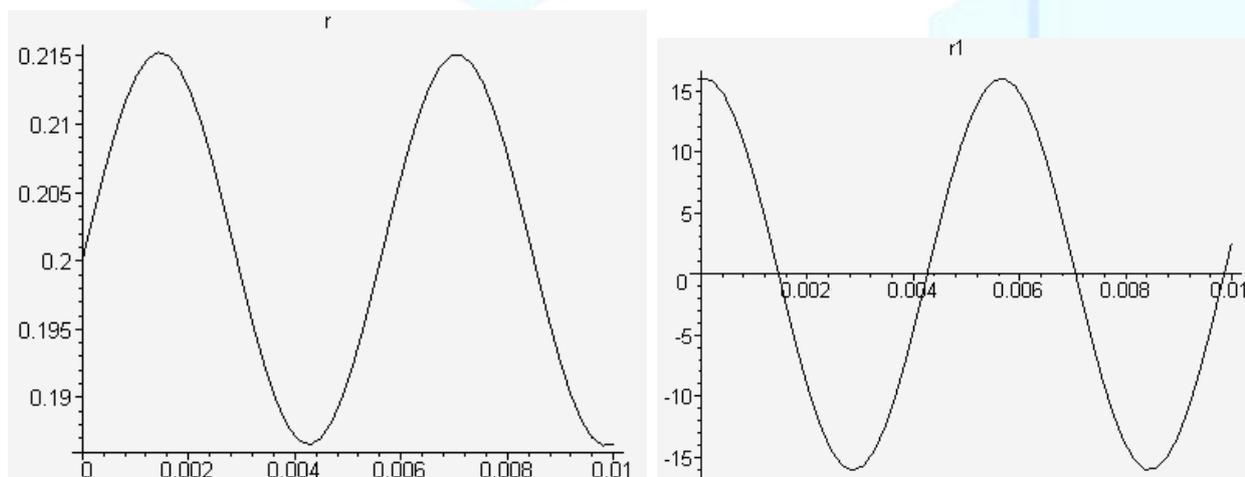


Рис.1. Зависимости перемещения $r(t)$ (м) и скорости ($\dot{r} = r_1$ м/с) от времени t (сек) для различных значений параметра ω_{**}

Видно, что этот параметр играет существенную роль в процессе удаления соринки. При малых его значениях соринка быстро удаляется из состава клочка. Так, например, если принять, что отрыв соринки из клочка происходит при достижении величины растяжения $\delta = 0.02$, то вес соринки, для которых параметр ω_{**} принимает значения $\omega_{**} < 1000 \text{сек}^{-1}$, то они удаляются из волокнистой массы. Остальные соринки, для которых $\omega_{**} > 1000 \text{сек}^{-1}$, их начальная скорость соринки будет недостаточная, чтобы они удалялись из волокнистой массы. Если скорость барабана принимать, $\omega_0 = 120 \text{сек}^{-1}$ то соринки с параметром $\omega_{**} = 1000 \text{сек}^{-1}$ также будут удалены [1].

Вывод

1. Анализ полученных результатов показывает, что при малых значениях коэффициентов упругой связи K_1 и K_2 летучки с поверхностью колка и сетки наблюдается снижение ее радиальной и относительной угловой скоростей, а также увеличение времени взаимодействия летучки с сетчатой поверхностью.

Литературы:

1. И.Д. Мадумаров, Т.О. Туйчиев, Б.М. Мардонов, А.Е.Лугачев. «Исследование движения потока хлопка сырца в клиновидной области, образованной между пальчатым барабаном и наклонной плоскостью», Международной научно-практической конференции «Наука и производство» Жетысай-2009, Республика Казахстан, 10-11 июня 2009 г.