

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОТБОЯ КЛУППОВ НА ВВОДНОМ ПОЛЕ ШИРИЛЬНОЙ ЦЕПНОЙ МАШИНЫ

А.С. ТАРАСОВ, С.А. ТАРАСОВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

Механизм отбоя клуппов, служащий для освобождения или заправки ткани в клуппные цепи ширильных машин, имеет диск, опирающийся на ось звездочки цепи [1]. При движении цепи клапан клуппа, встречая на своем пути диск отбойного механизма, ударяется в него и, поворачиваясь на своей оси, позволяет кромке ткани при заправке войти в зев клуппа.

В процессе контактного взаимодействия клуппов с диском возникают ударные нагрузки, отрицательно влияющие на его опоры и клуппы цепи, поэтому для определения этих нагрузок необходимо знать величину ударного импульса и изменение угловой скорости диска отбойного механизма за время удара.

Рассмотрим взаимодействие ножевых клуппов, имеющих двуплечие клапаны, с диском отбойного механизма при заправке ткани на вводном поле ширильной машины, когда диск свободно вращается на оси под действием ударного импульса. При этом известно [2], что в результате соударения тел между ними развиваются ударные импульсы не только вдоль линии удара, но и в плоскости, касательной к соударяющимся поверхностям в точке контакта.

Таким образом, рассмотрим случай косоугольного удара с трением, который реально происходит в системе диск – клупп.

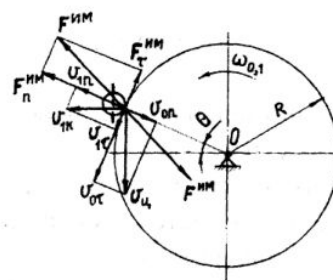
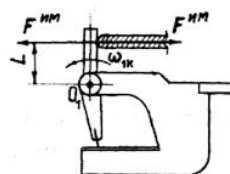


Рис. 1

На рис. 1 изображена схема взаимодействия клуппа с диском отбойного механизма на вводном поле машины при заправке ткани в клуппные цепи.

Предположим, что клапан клуппа и диск сталкиваются в одной точке и поверхности их будут иметь в ней одну и ту же касательную плоскость в момент удара. При этом ударные импульсы для клапана и диска одинаковы и имеют противоположные направления.

По теореме об изменении кинетического момента при ударе [3] для клапана клуппа имеем

$$J_{01}(\omega_{1к} - \omega_{0к}) = F^ИМ L, \quad (1)$$

где J_{01} – момент инерции клапана относительно оси вращения O_1 ; $\omega_{1к}$ – угловая скорость клапана после удара; $\omega_{ок}$ – угловая скорость клапана до удара; $F^{им}$ – ударный импульс; L – расстояние от оси клапана до точки приложения ударного импульса.

До удара угловая скорость клапана клуппа $\omega_{ок}=0$.

Тогда выражение (1) принимает вид

$$J_{01}\omega_{1к} = F^{им}L. \quad (2)$$

Угловую скорость клапана после удара представим в виде

$$\omega_{1к} = \frac{v_{1к}}{L},$$

где $v_{1к}$ – линейная скорость клапана после удара, а именно его точки, расположенной на расстоянии L от оси вращения.

Допуская применимость закона Ньютона, имеем (рис. 1):

$$v_{1н} = kv_{0н},$$

где $v_{1н}$ – нормальная составляющая линейной скорости клапана после удара; k – коэффициент восстановления при ударе; $v_{0н}$ – нормальная составляющая линейной скорости клапана до удара.

Из схемы (рис.1) взаимодействия клапана клуппа с диском:

$$v_{0н} = v_{ц} \sin \theta,$$

где $v_{ц}$ – скорость клуппной цепи; θ – угол, определяющий положение клапана клуппа относительно диска в момент удара.

Полагая, что $v_{1н} = v_{1к} \cos \theta$, и учитывая полученное выше значение $v_{1н}$, получим выражение $v_{1к} \cos \theta = kv_{ц} \sin \theta$, из которого линейная скорость клапана после удара

$$v_{1к} = kv_{ц} \operatorname{tg} \theta.$$

Окончательно угловую скорость клапана после удара представим как

$$\omega_{1к} = \frac{kv_{ц} \operatorname{tg} \theta}{L}. \quad (3)$$

После некоторых преобразований на основании выражения (2) найдем значение ударного импульса:

$$F^{им} = \frac{J_{01}kv_{ц} \operatorname{tg} \theta}{L^2}. \quad (4)$$

Для диска отбойного механизма по теореме об изменении кинетического момента при ударе имеем (рис. 1):

$$J_0(\omega_1 - \omega_0) = F^{им}_\tau R, \quad (5)$$

где J_0 – момент инерции диска относительно оси вращения O ; ω_1 – угловая скорость диска после удара; ω_0 – угловая скорость диска до удара; $F^{им}_\tau$ – касательная составляющая ударного импульса; R – радиус диска.

По гипотезе Рауса [2], согласно которой связь между величинами касательного $F^{им}_\tau$ и нормального $F^{им}_н$ ударных импульсов формируется подобно закону Кулона для трения, запишем

$$F^{им}_\tau = fF^{им}_н,$$

где f – динамический коэффициент трения.

Учитывая, что $F^{им2} = F^{им2}_\tau + F^{им2}_н$, и получив после преобразований выражение

$$F^{им}_\tau = \frac{F^{им}}{\sqrt{1 + \frac{1}{f^2}}}, \quad \text{из формулы (5) находим}$$

значение ударного импульса:

$$F^{им} = \frac{J_0(\omega_1 - \omega_0) \sqrt{1 + \frac{1}{f^2}}}{R}. \quad (6)$$

При приложении ударного импульса в опорах диска возникают импульсивные реакции. Для определения этих реакций необходимо знать изменение угловой скорости диска за время удара [3].

Приравняем выражения (4) и (6) и, учитывая, что момент инерции диска равен $J_0=0,5mR^2=0,5F_{гд}R^2/g$, где $F_{гд}$ – сила тяжести диска; g – ускорение свободного падения, получим формулу для определения изменения угловой скорости диска отбойного механизма при однократном ударе:

$$\omega_1 - \omega_0 = \frac{J_0 k v_u \operatorname{tg} \theta g}{0,5 F_{гд} R L^2 \sqrt{1 + \frac{1}{f^2}}}. \quad (7)$$

ВЫВОДЫ

1. Получены аналитические зависимости для определения величины ударного импульса при контактном взаимодействии клуппа с диском отбойного механизма на вводимом поле ширильной машины.

2. Установлена зависимость изменения угловой скорости диска за время удара при однократном взаимодействии клуппа с отбойным механизмом, дающая возможность найти импульсивные реакции в его опорах.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Коньков А.И. и др.* Оборудование отделочного производства текстильной промышленности. – М.: Гизлегпром, 1964.
2. *Пановко Я.Г.* Введение в теорию механического удара. – М.: Наука, 1977.
3. *Тарг С.М.* Краткий курс теоретической механики. – М.: Наука, 1970.

Рекомендована кафедрой проектирования машин для производства химических волокон и красильно-отделочного оборудования. Поступила 24.10.03.