

## ВЛИЯНИЕ УПРУГИХ ПАРАМЕТРОВ НА ПЕРЕДАЧУ НАГРУЗОК МУФТОЙ СВОБОДНОГО ХОДА

БАБАЕВА А.Х.

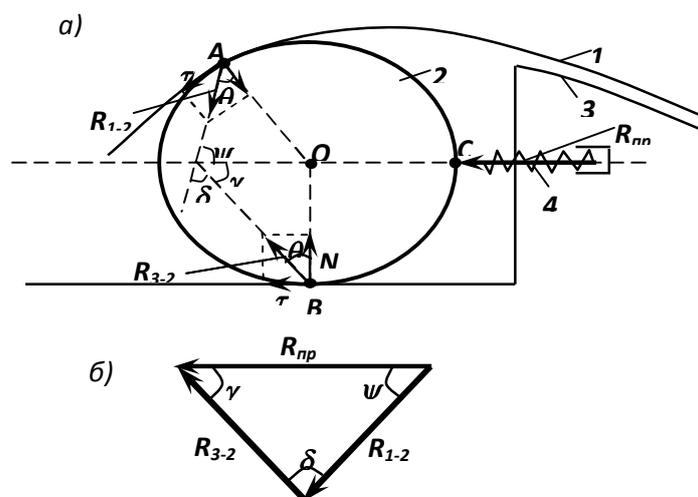
[izvestiya@ktu.aknet.kg](mailto:izvestiya@ktu.aknet.kg)

*В статье рассматриваются зависимости нагрузок, передаваемых муфтами свободного хода импульсных вариаторов от упругих свойств пружин, используемых в их конструкциях.*

Импульсные вариаторы и муфты свободного хода (МСХ) нашли широкое применение в технике как регулятор питания в машинах, как пусковой механизм в автомашинах и в тракторах и, как регулятор движения в велосипедах, и в других отраслях техники.

Изучению некоторых вопросов конструкции, кинематики и динамики этих механизмов, а также применению составных пружин уроликах этих и других механизмов были посвящены наши работы [2] и [3].

Для определения крутящего момента составим расчетную схему (рис. 1а), а также план сил (рис. 1б), действующие на ролик от пружины, звездочки и обоймы МСХ. На данной расчетной схеме обозначены: 1-обойма МСХ, 2-ролик МСХ, 3-звездочка МСХ и 4-пружина у ролика МСХ (прижимная). Также  $R_{np}$ -упругая сила пружины у ролика МСХ,  $R_{1-2}$ -результатирующая сила от обоймы к ролику,  $R_{3-2}$ -результатирующая сила от звездочки к ролику и  $N$  и  $\tau$ -нормальные и касательные усилия воздействия обоймы и звездочки на ролик,  $\gamma$ ,  $\psi$ ,  $\delta$ -углы между векторами сил и  $Q$ -угол трения,  $f$ -коэффициент трения.



**Рис. 1. Расчетная схема для определения крутящего момента на валу МСХ импульсного вариатора**

К плану сил применим теорему синусов и запишем:

$$\frac{R_{np}}{\sin \delta} = \frac{R_{3-2}}{\sin \psi} = \frac{R_{1-2}}{\sin \gamma}$$

Отсюда значения  $R_{np}$  равно

$$R_{np} = \frac{(R_{1-2} \cdot \sin \delta)}{\sin \gamma}, \quad (1)$$

или

$$R_{np} = \frac{(R_{3-2} \cdot \sin \delta)}{\sin \psi}, \quad (2)$$

здесь

$$\bar{R}_{3-2} = \bar{R}_{3-2}^n + \bar{R}_{3-2}^\tau = \bar{N}_{3-2} + \bar{R}_{3-2}^\tau \quad (3)$$

Известно, что

$$R_{3-2} = \sqrt{(N_{3-2})^2 + (R_{3-2}^\tau)^2} \quad (4)$$

Нормальная реакция от звездочки определяется как [1]:

$$N_{3-2} = N = \frac{M_k}{Z(c+r) \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} \quad (5)$$

здесь:  $a$  - угол заклинивания ролика,  $a < 7,5^\circ$ ,

$Z$  - число роликов,  $r$  - радиус ролика;

$c$  - расстояние между центрами роликов и обоймы.

Сила трения скольжения ролика о пластинку звездочки определяется формулой Кулона как:

$$R_{3-2}^\tau = F = fN \quad (6)$$

с учетом (6) выражение (4) имеет вид:

$$R_{3-2} = \sqrt{N^2 + F^2} = \sqrt{N^2 + (fN)^2} = N\sqrt{1 + f^2} \quad (7)$$

Известно, что  $f = \operatorname{tg} \theta$ . Тогда учитывая (5) имеем

$$R_{3-2} = \frac{(M_{kp} \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \theta})}{Z(c+r) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} \quad (8)$$

здесь:  $M_{kp}$  - крутящий момент на валу МСХ.

Таким образом, усилия пружины у ролика муфты свободного хода из выражения [2] с учетом [8] определяются как:

$$R_{np} = \frac{M_{kp} \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \theta} \cdot \sin \delta}{\left[ Z \cdot (c+r) \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \right] \cdot \sin \psi} \quad (9)$$

здесь:

$$\operatorname{tg}^2 \theta = f^2.$$

Из (9) определяем крутящий момент на валу муфты свободного хода:

$$M_{kp} = \frac{R_{np} \cdot \left[ Z \cdot (c+r) \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \right] \cdot \sin \psi}{\sqrt{1 + f^2} \cdot \sin \delta} \quad (10)$$

Из формулы (10) следует, что на величину передаваемого вариатором крутящего момента существенно влияет и упругие свойства пружин у роликов муфты свободного хода (МСХ). Безусловно, влияние упругости пружин на крутящий момент в литературе известно, но результат, указывающий существенное изменение крутящего момента, за счет применения так называемых

составных пружин у роликов муфты свободного хода (МСХ) является новым и имеет теоретическое и практическое значение. Установлено, что применение составных пружин заметно уменьшает явление проскальзывание ролика и тем самым, к уменьшению потери крутящего момента.

Формула (10) из-за наличия углов  $\psi, \gamma, \delta$  неудобна в применении. Рассмотрим расчетную схему, представляющую взаимодействие ролика 2, обоймы муфты свободного хода 1, пружины и звездочки 3 (рис.2). Рассмотрим равновесие ролика под действием приложенных к нему сил.

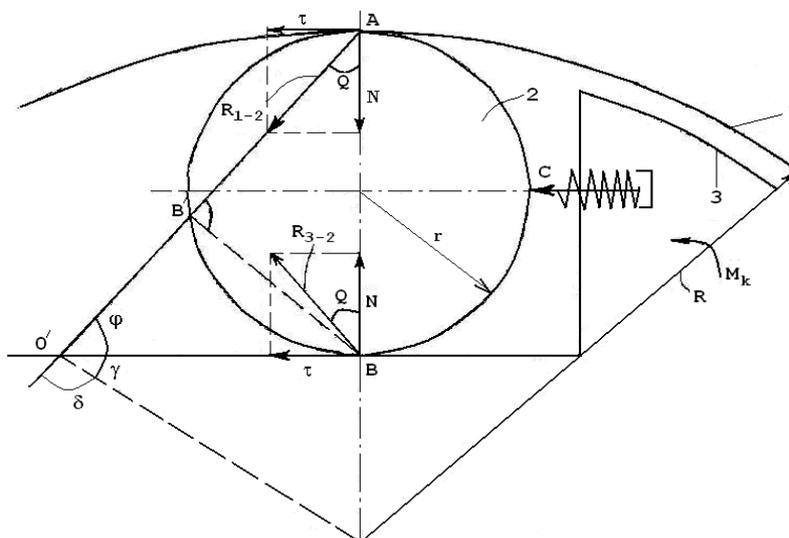


Рис. 2. К определению крутящего момента.

$$\sum M_{(p)_B} = 0, \text{ т.е. } R_{np-2} \cdot r + R_{1-2} \cdot BB' = 0 \quad (11)$$

Из рис.2 имеем  $BB' = 2r \cdot \sin \theta$ , тогда из выражения (11) имеем

$$R_{1-2} = \frac{R_{np-2}}{2 \sin \theta} \quad (12)$$

Здесь знак «-» показывает, что силы направлены в обратном направлении.

В выражении (12) значения реакции  $R_{1-2}$  можно выразить через крутящий момент, т.е.:

$$M_{кр} = R_{1-2} \cdot OO' = R_{1-2} \cdot AO \sin \theta = R_{1-2} R \sin \theta \text{ или}$$

$$M_{кр} = R_{1-2} R \sin \theta \quad (23)$$

Первую часть выражения (23) умножим на число роликов «z», тогда крутящий момент по вариатору определяют как

$$M_{кр} = z \cdot R_{1-2} \cdot R \sin \theta \quad (24)$$

где,  $M_{кр}$  – крутящий момент по вариатору.

Значение  $R_{1-2}$  из выражения (22) подставив в выражение (24) получим:

$$M_{кр} = \frac{1}{2} z \cdot R_{np-2} \cdot R \quad (25)$$

где,  $z$  – число роликов,  $R_{np-2}$  – упругая сила пружины,  $R$  – радиус обоймы,

Из выражения (25) видно, что увеличение упругих свойств (жесткости) пружин у упорного элемента муфты свободного хода вызывает увеличение крутящего момента на валу муфты свободного хода.

Нами проводились испытания импульсного вариатора существующей конструкции марки «ИВА» с составными пружинами одинакового диаметра.

Анализ результатов опытов показывает правильность наших теоретических выводов о возможности увеличения крутящего момента муфты свободного хода в зависимости от упругости пружин у упорного элемента. Причем эта зависимость с увеличением числа пружин (т.е. заходов) имеет прогрессивно-возрастающий характер.

### Литература

1. Мирошниченко Г.И. Основы проектирование машин первичной обработки хлопка. Москва, 1972 год.
  2. Бабаева А.Х. и Саидов Х.С. Аналитическое определение крутящего момента на валу муфты свободного хода импульсного вариатора с учетом характеристики пружин у роликов. Сборник научных трудов сотрудников кафедры ТММ и ДМ, ТТУ им. академика М.С. Осими, Душанбе, 1999.
- Бабаева А.Х. Работа импульсного вариатора на составных пружинах. Журнал «Естественные и технические науки» №3(29). ISSN1684-2626. –М.:Изд-во «Компания Спутник+», 2007.