

## К ОПРЕДЕЛЕНИЮ УСИЛИЙ В МУФТЕ СВОБОДНОГО ХОДА

ДЖУМАТАЕВ М.С., БАБАЕВА А.Х.  
[izvestiya@ktu.aknet.kg](mailto:izvestiya@ktu.aknet.kg)

*В статье рассматриваются вопросы разработки методики расчета и выбора параметров, упругих элементов уфт свободного хода импульсных вариаторов.*

В инженерной практике представляет интерес определение сил на поверхности роликов муфты свободного хода (МСХ). Особенно необходимо определить усилия, действующие на пружины, установленные в трех или четырех точках ролика муфты свободного хода.

Наличие этих пружин способствует улучшению работы ролика, муфты свободного хода импульсного вариатора типа «ИВА». Таким образом, ниже определим приведенные к точкам (узлам пружины) периметра ролика муфты свободного хода усилия, действующие при вращении ведомого вала. В пружинном механизме, установленном в роликах муфты свободного хода импульсного вариатора и совершающее импульсное движение, рабочий ход  $S$  осуществляется силой сжатия пружины  $P$ . Сила сжатия пружины, перемещающая часть массы « $m$ », приведенная к одному пружинному механизму задается известной зависимостью:

$$P = P_0 \left( 1 - \frac{S}{S} \right) \quad (1)$$

где:  $P_0$  – начальная величина силы сжатия пружины;  
 $S$  – перемещение наконечника пружины (рис. 1).

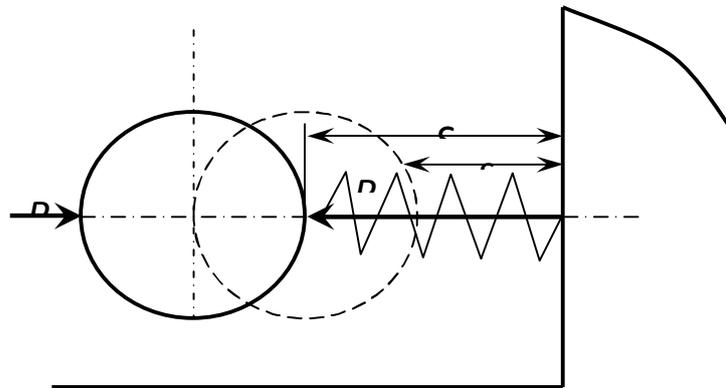


Рис. 1. К расчету пружинного устройства муфты свободного хода

Движение пружинного узла начинается из состояния покоя, т.е. когда:

$$S = 0 \text{ и } \frac{dS}{dt} = 0$$

Силами сопротивления в пазах направляющих пружинного узла пренебрегаем.

Для решения задачи используем уравнение кинетической энергии. Так как сила  $P$  есть величина переменная, то работа движущихся сил (от сил  $P$ ) будет равна сумме элементарных работ на отдельных перемещениях элементарной массы ролика по оси пружин. Обозначим отдельные перемещения элементарной массы ролика муфты свободного хода по оси пружин через « $x$ », тогда работа будет равна:

$$\int P dx = \int P_0 \cdot \left( 1 - \frac{x}{S} \right) dx \quad (2)$$

и уравнение кинетической энергии получит вид:

$$\int P_0 \cdot \left(1 - \frac{x}{S}\right) dx = \frac{mV^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} \quad (3)$$

Так как по условию

$$V_0 = 0 \quad (4)$$

то уравнение примет вид:

$$\int P_0 \cdot \left(1 - \frac{x}{S}\right) dx = \frac{mV^2}{2} \quad (5)$$

Взяв интеграл в левой части уравнения и произведя несложные преобразования, получим:

$$2P_0x - \frac{P_0x^2}{S} = mV^2 \quad (6)$$

Из (7) определим скорость перемещения ролика муфты свободного хода по оси пружин:

$$V^2 = \frac{2P_0x}{m} - \frac{P_0x^2}{mS} = \frac{P_0}{m} \left(2x - \frac{x^2}{S}\right)$$

или

$$V = \sqrt{\frac{P_0}{m}} \cdot \sqrt{2x - \frac{x^2}{S}} \quad (7)$$

Принимая  $V = \frac{dx}{dt}$  из уравнения (7) получим:

$$dx = \sqrt{\frac{P_0}{m}} \cdot \sqrt{2x - \frac{x^2}{S}} dt \quad (8)$$

Разделяя обе части уравнения (8) на  $\sqrt{2x - \frac{x^2}{S}}$ , получим:

$$\frac{dx}{\sqrt{2x - \frac{x^2}{S}}} = \sqrt{\frac{P_0}{m}} \cdot dt$$

или

$$\frac{dx}{\sqrt{-\frac{x^2}{S} + 2x}} = \sqrt{\frac{P_0}{m}} \cdot dt \quad (9)$$

Обе части выражения (9) проинтегрируем:

$$\int \frac{dx}{\sqrt{-\frac{x^2}{S} + 2x}} = \int \sqrt{\frac{P_0}{m}} \cdot dt \quad (10)$$

Интеграл левой части выражения (10) имеет известное характерное решение:

$$-\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{S}}} \cdot \arcsin\left(\frac{-2 \cdot \frac{1}{S} \cdot x + 2}{\sqrt{2^2}}\right) = \sqrt{\frac{P_0}{m}}t + C_1 \quad (14)$$

Постоянную интегрирования  $C_1$  найдем по начальным условиям при  $t = 0$ ,  $x = 0$

$$-\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{S}}} \cdot \arcsin 1 = C_1 \quad (15)$$

Известно, что  $\arcsin 1 = \frac{\pi}{2}$ , тогда выражение (15) перепишем в виде:

$$C_1 = -\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{S}}} \cdot \frac{\pi}{2} \quad (16)$$

С учетом (16) уравнение (12) примет вид:

$$-\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{S}}} \cdot \arcsin\left(\frac{-2 \cdot \frac{1}{S} \cdot x + 2}{2}\right) = \sqrt{\frac{P_0}{m}}t - \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{S}}} \cdot \frac{\pi}{2} \quad (17)$$

При  $x = 1$  и  $t = t_{cp}$ , выражение (17) примет вид:

$$\left(-\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{S}}} \cdot \arcsin\left(\frac{-2 \cdot \frac{1}{S} + 2}{2}\right)\right) = \sqrt{\frac{P_0}{m}}t_{cp} - \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{S}}} \cdot \frac{\pi}{2} \quad (18)$$

Здесь  $\arcsin\left(\frac{-2 \cdot \frac{1}{S} + 2}{2}\right) = 0$ , поэтому выражение (18) перепишем в виде:

$$0 = \sqrt{\frac{P_0}{m}}t_{cp} - \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{S}}} \cdot \frac{\pi}{2} \text{ или}$$

$$\sqrt{\frac{P_0}{m}}t_{cp} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{S}}} \cdot \frac{\pi}{2} \quad (19)$$

Произведя несложные преобразования, имеем:

$$P_0 = \frac{Sm\pi^2}{4t_{cp}^2} \quad (20)$$

Тогда учитывая (20) из выражения (1) получаем:

$$P = \frac{Sm\pi^2}{4t_{cp}^2} \cdot \left(1 - \frac{s}{S}\right) \quad (22)$$

Суммарная сила, действующая на все пружинные механизмы со стороны ролика муфты свободного хода, очевидно равна силе, действующей на один пружинный механизм и умноженный на количество пружинных механизмов, установленных по всему периметру ролика муфты свободного хода «ИВА», т.е.

$$P_{св} = \frac{Sm\pi^2}{4t_{cp}^2} \cdot \left(1 - \frac{s}{S}\right) \cdot n_{np} \quad (23)$$

где:  $S$  – полный ход наконечника пружины у ролика муфты свободного хода;

$s$  – текущее перемещение наконечника пружинного механизма;

$m$  – приведенная к одной пружине наконечника масса ролика;

$t_{cp}$  – среднее время перемещения наконечника пружины;

$n_{cp}$  – число пружинных механизмов (узлов) на периферии ролика муфты свободного хода;

Выполненная работа по настоящей части свидетельствует, что процесс можно стабилизировать за счет дифференциации роликов муфты свободного хода в зависимости от физико - механических свойств хлопка. В частности при переработке хлопка высоких сортов необходимо увеличить число пружин у роликов муфты свободного хода.

#### Литература

1. Мальцев Б.Ф. Механические импульсные передачи. Изд. 3-е, переработанное и дополненное. М., Машиностроение, 1978.
2. Бобоева 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, Таджикского технического университета им. академика М.С. Осими, Душанбе, 1999 год.
3. Бабаева А.Х., Саидов Х. К расчету составных винтовых пружин круглого сечения. Доклад на международную практическую конференцию посвященную 10-летию 16 сессии Шурои Оли Республики Таджикистан (12 созыва). Душанбе, 2002.