УДК 621.01

МЕТОДИКА РАСЧЕТА НАТЯЖЕНИЯ РЕМНЯ ПЕРЕДАТОЧНОГО МЕХАНИЗМА

М. ЭРГАШОВ, Д. З. СУЛТОНОВ, М. М. САЛИМОВА

(Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности)

Совершенствование методов расчета натяжения ремня передаточного механизма представляет большой научный и практический интерес. Нами разработана методика расчета натяжения, основанная на применении основных законов и теорем динамики к стационарному процессу вращения ремня передаточного механизма.

Предположим, что диаметр d_1 ведущего шкива 1 не больше, чем диаметр d_2 ведомого шкива 2, то есть $d_1 \le d_2$ (рис.1).

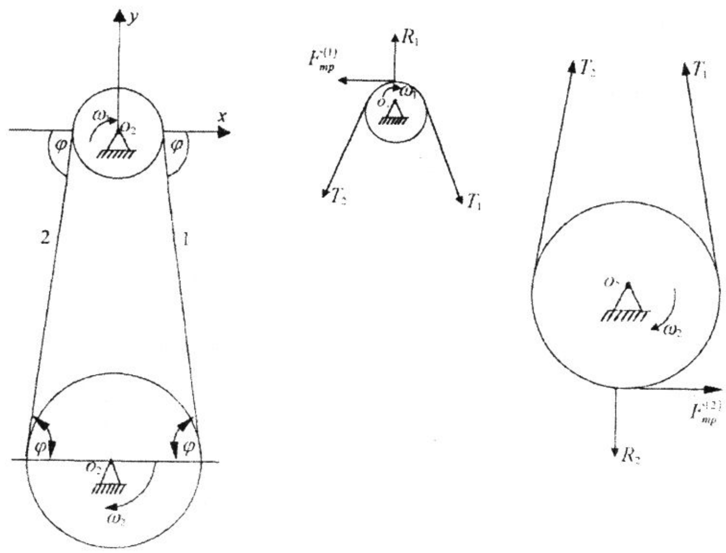

Рис. 1

Пусть s – Лагранжева координата, отсчитываемая от точки [0,0] Декартовой системы координат (xy); $\dot{x}, \dot{y}$ – составляющие скорости движения поперечных сечений ремня на оси x и y соответственно; T – натяжение; F_0 – площадь поперечного сечения; ϱ_0 – плотность материала ремня; φ – угол, образованный между касательной к данной точке ремня и осью x; ds – длина рассматриваемого элемента ремня; f – коэффициент трения; R – сила давления.

Неизвестные параметры движения будем обозначать в соответствии с принятой на рис.1 нумерации рассматриваемых областей ремня индексами. Индекс 0 соответствует начальным параметрам материала ремня.

Основные законы и теоремы динамики принимают вид:

– условия непрерывности смещения поперечных сечений ремня

$$\dot{x}_1 dt = \cos\varphi ds_1, \quad \dot{y}_1 dt = -\sin\varphi ds,$$
$$\dot{x}_2 dt = \cos\varphi ds_2, \quad \dot{y}_2 dt = \sin\varphi ds_2; \quad (1)$$

– закон сохранения масс элемента ремня

$$\varrho_0 F_0 ds_0 = \varrho_1 F_1 ds_1 = \varrho_2 F_2 ds_2,$$
$$ds_1 = ds_2;$$

– закон сохранения количества движения:

– на шкиве o_1

$$ds_1 \varrho_0 F_0 (\dot{x}_1 - \dot{x}_2) = (T_1 \cos\varphi - T_2 \cos\varphi - fR_1) dt, \quad (2)$$
$$ds_1 \varrho_0 F_0 (\dot{y}_1 - \dot{y}_2) = (-T_1 \sin\varphi - T_2 \sin\varphi + R_1) dt; \quad (3)$$

– на шкиве o_2

$$ds_2 \varrho_0 F_0 (\dot{x}_2 - \dot{x}_1) = (-T_1 \cos\varphi + T_2 \cos\varphi + fR_2) dt, \quad (4)$$
$$ds_2 \varrho_0 F_0 (\dot{y}_2 - \dot{y}_1) = (T_1 \sin\varphi + T_2 \sin\varphi - R_2) dt. \quad (5)$$

Уравнения (1…5) служат для определения следующих неизвестных параметров: $\dot{x}_1$, $\dot{x}_2$, $ds_1 = ds_2$, $\dot{y}_1$, $\dot{y}_2$, T_1, T_2, R_1, R_2.

Используя выражения (1), уравнения (2…5) приведем к виду

$$T_1^* \cos\varphi - T_2^* \cos\varphi - fR_1^* = 0\,, \qquad (6)$$

$$-T_1^* \sin\varphi - T_2^* \sin\varphi + R_1^* = -2u^2 \sin\varphi\,, \qquad (7)$$

$$-T_1^* \cos\varphi + T_2^* \cos\varphi + fR_2^* = 0\,, \qquad (8)$$

$$T_1^* \sin\varphi + T_2 \sin\varphi - R_2^* = 2u^2 \sin\varphi\,. \qquad (9)$$

Последние уравнения эквивалентны следующим двум уравнениям:

$$T_1^* - T_2^* = \frac{fR_1^*}{\cos\varphi}\,,$$

$$(10)$$

$$T_1^* + T_2^* = 2u^2 + \frac{R_1^*}{\sin\varphi}\,,$$

где

$$T_1^* = \frac{T_1}{\varrho_0 F_0}\,, \quad T_2^* = \frac{T_2}{\varrho_0 F_0}\,,$$

$$R_1^* = \frac{R_1}{\varrho_0 F_0}\,, \quad R_2^* = \frac{R_2}{\varrho_0 F_0}\,.$$

Отсюда

$$T_1 = \frac{R_1^*}{2}\left(\frac{f}{\cos\varphi} + \frac{1}{\sin\varphi}\right) + u^2\,,$$

$$(11)$$

$$T_2 = u^2 + \frac{R_1^*}{2}\left(\frac{1}{\sin\varphi} - \frac{f}{\cos\varphi}\right).$$

Если $R_1^* \ge 0$, то, как это следует из (10), $T_1^* \ge T_2^*$.

В случае $R_2^* = 0$ имеем

$$T_1 = T_2 = T = 2\varrho_0 F_0 u^2\,.$$

При технических расчетах, полагая $R_1^* > 0$, принимаем $2T_2^* \le T_1^* \le 3T_2^*$.

Предположим, что $T_1^* = \alpha T_2^*$, где $2 \le \alpha \le 3$. Уравнения (10) в этом случае имеют вид

$$(\alpha - 1)T_2^* = \frac{fR_1^*}{\cos\varphi}\,,$$

$$(\alpha + 1)T_2^* = \frac{fR_1^*}{\sin\varphi} + 2u^2\,.$$

Отсюда

$$R_1^* = \frac{2u^2}{\dfrac{(\alpha+1)f}{(\alpha-1)\cos\varphi} - \dfrac{1}{\sin\varphi}}\,,$$

$$T_2^* = \frac{f}{(\alpha-1)\cos\varphi}\,\frac{2u^2}{\dfrac{(\alpha+1)f}{(\alpha-1)\cos\varphi} - \dfrac{1}{\sin\varphi}}\,,$$

$$T_1^* = \frac{\alpha f}{(\alpha-1)\cos\varphi}\,\frac{2u^2}{\dfrac{(\alpha+1)f}{(\alpha-1)\cos\varphi} - \dfrac{1}{\sin\varphi}}\,.$$

Таблица 1

№	Случаи	T_1^*	T_2^*	R_1^*
1	$T_1^* = 2T_2^*$	$\dfrac{4fu^2}{\left(\dfrac{3f}{\cos\varphi} - \dfrac{1}{\sin\varphi}\right)\cos\varphi}$	$\dfrac{2fu^2}{\left(\dfrac{3f}{\cos\varphi} - \dfrac{1}{\sin\varphi}\right)\cos\varphi}$	$\dfrac{2u^2}{\dfrac{3f}{\cos\varphi} - \dfrac{1}{\sin\varphi}}$
2	$T_1^* = \dfrac{3}{2}T_2^*$	$\dfrac{10fu^2}{3\left(\dfrac{7f}{3\cos\varphi} - \dfrac{1}{\sin\varphi}\right)}$	$\dfrac{4fu^2}{3\left(\dfrac{7f}{3\cos\varphi} - \dfrac{1}{\sin\varphi}\right)\cos\varphi}$	$\dfrac{2u^2}{\dfrac{7f}{3\cos\varphi} - \dfrac{1}{\sin\varphi}}$
3	$T_1^* = 3T_2^*$	$\dfrac{3fu^2}{\left(\dfrac{2f}{\cos\varphi} - \dfrac{1}{\sin\varphi}\right)\cos\varphi}$	$\dfrac{fu^2}{\left(\dfrac{2f}{\cos\varphi} - \dfrac{1}{\sin\varphi}\right)\cos\varphi}$	$\dfrac{2u^2}{\dfrac{2f}{\cos\varphi} - \dfrac{1}{\sin\varphi}}$

В табл. 1 приведены решения задачи для случаев $T_1^* = 2T_2^*$, $T_1^* = \frac{3}{2}T_2^*$ и $T_1^* = 3T_2^*$.

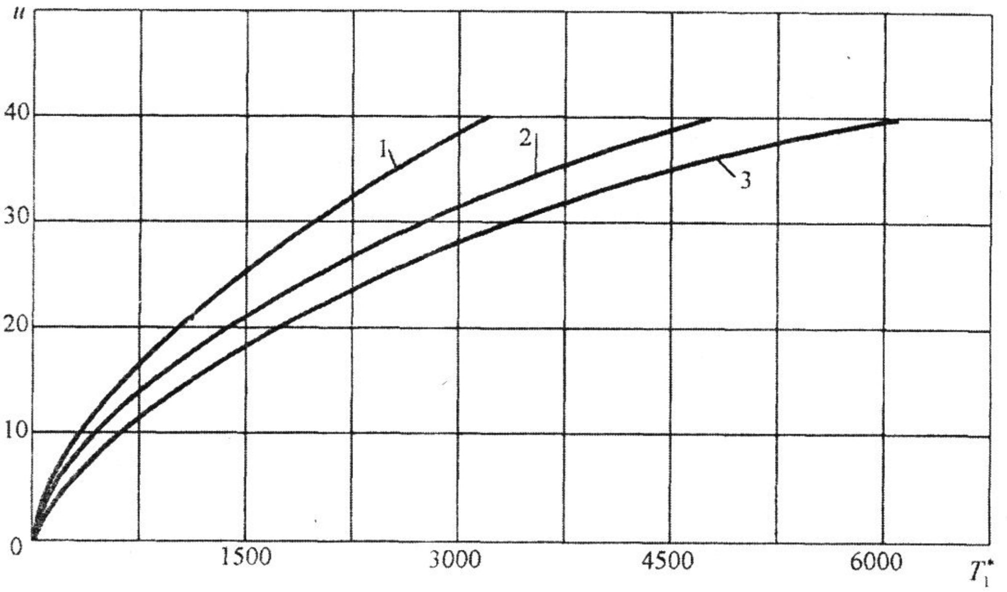

Рис. 2

На рис. 2 приведены зависимости натяжения T_1^* от скорости u вращения вала, полученные при $\varphi = 70°$, f = 0,3 и $T_1^* = 2T_2^*$ (кривые 1): $T_1^* = \frac{5}{2}T_2^*$ (кривые 2) и $T_1^* = 3T_1$ (кривые 3).

Очевидно, что с ростом скорости u натяжения T_1^* во всех рассмотренных случаях возрастают.

ВЫВОДЫ

Получено аналитическое решение, устанавливающее функциональные зависимости натяжения ветвей ремня от скорости вращения вала, коэффициента трения, угла φ и параметра α.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Эргашов М.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1991, №2. С.98…101.

2. *Алимова Х., Эргашов М., Саидова Р.А.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1998, №4. С.85…89.

3. *Турсунов Х.К., Алимова Х., Эргашов М.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1996, №4. С.21…24.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 06.02.03.