

МЕТОДИКА РАСЧЕТА НАЧАЛЬНЫХ НАТЯЖЕНИЙ ПЕРЕДАТОЧНОГО МЕХАНИЗМА

Махаматрасул Эргашов

Профессор, Ташкентского института текстильного и легкого промышленности

Иродахон Аъзамжан кизи Салимжонова

Студентка, Ташкентского института текстильного и легкого промышленности

Гулжахон Турдимурод кизи Каримова

Студентка, Ташкентского института текстильного и легкого промышленности

ARTICLE INFO.

Ключевые

технологические механизмы, очистка хлопка, ременная передача, передаточный механизм, натяжение, ремень, шкив.

слова:

машины, хлопок, передаточный ремень, шкив.

Аннотация

Разработана методика теоретического решения задачи и алгоритм расчета с целью установления зависимости напряженного состояния ремня от конструктивных параметров передаточного механизма с тремя внутренними и одним наружным шкивами. Предлагается решение задачи расчета рациональных начальных (наладочных) параметров, устанавливаемых при подготовке механизма к работе.

<http://www.gospodarkainnowacje.pl/> © 2023 LWAB.

Постановка задачи. Рассмотрим передачу, состоящая из трех внутренних и одного наружного шкива (рис. 1). Начало неподвижной системы координат (x, y) расположим в центре первого шкива. Горизонтальная ось x проходит через центр первого шкива, а ось y – перпендикулярно к оси x , как показано на рис. 1. Внутренние шкивы с диаметрами d_1 , d_3 и d_4 вращаются в направлении по часовой стрелке, а наружный шкив с диаметром d_2 – в противоположном направлении.

На участках контакта ремня со шкивами, распределенные по длине ремня, силы давления R_1, R_2, R_3, R_4 и трения $F_{TP}^{(1)}, F_{TP}^{(2)}, F_{TP}^{(3)}, F_{TP}^{(4)}$. В зависимости от величины диаметров d_1, d_2, d_3, d_4 и координата расположения центров шкивов силы давления R_1, R_2, R_3 и R_4 (рис. 2– 5), а также свойства материала ремня векторы реактивных сил могут образовать с горизонтальной осью x соответственно углы $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ и β_4 [1-4].

Параметры, учитывающие конструкцию рассматриваемого механизма. Реактивные силы R_1 и R_4 с горизонтальной осью x образуют соответственно углы β_1 и β_4 (рис. 2 и 3):

$$\beta_1 = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}; \quad \beta_4 = \frac{\varphi_3 + \varphi_4}{2}.$$

В зависимости от диаметров d_2 , d_3 и координаты расположения центров второго и третьего шкивов реактивные силы R_2 и R_3 могут образовать с горизонтальной осью x различные углы β_2 и β_3 (рис. 4 и 5):

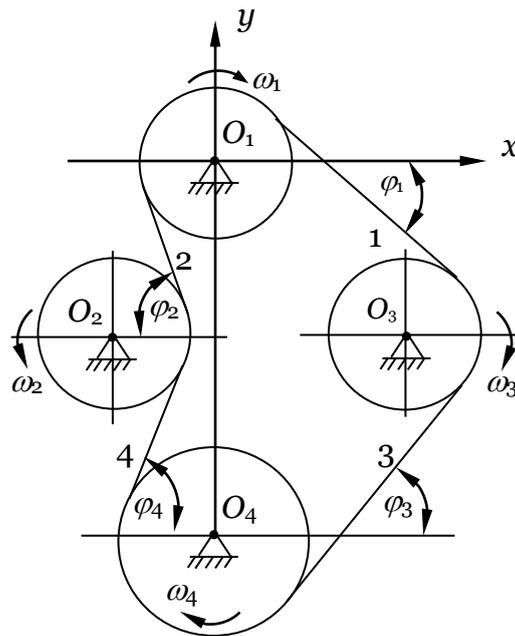


Рис. 1. Схема расположения шкивов и направления вращения ремня.

– реактивная сила R_2

$$\beta_2 = \begin{cases} \frac{\varphi_4 - \varphi_2}{2} & \text{при } \varphi_4 > \varphi_2 \text{ (рис. 4, а)} \\ 0 & \text{при } \varphi_4 = \varphi_2 \\ \frac{\varphi_2 - \varphi_4}{2} & \text{при } \varphi_4 < \varphi_2 \text{ (рис. 3, б)} \end{cases};$$

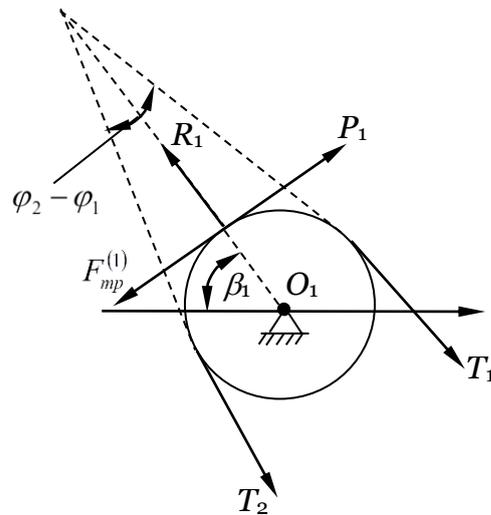


Рис. 2. Схема действия сил на ремень на поверхности первого шкива.

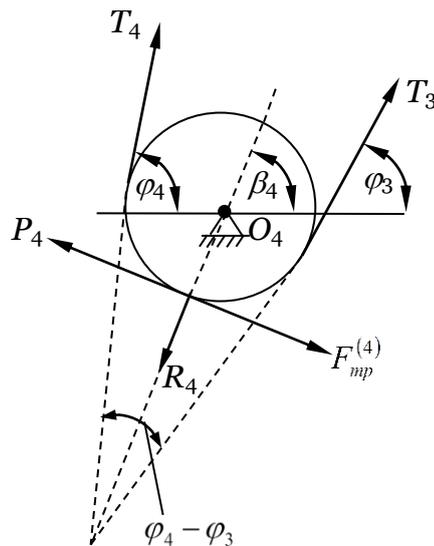


Рис. 3. Схема действия сил на ремень на поверхности четвертого шкива.

– реактивная сила R_3

$$\beta_3 = \begin{cases} \frac{\varphi_3 - \varphi_1}{2} & \text{при } \varphi_3 > \varphi_1 \text{ (рис. 5, а)} \\ 0 & \text{при } \varphi_3 = \varphi_1 \\ \frac{\varphi_1 - \varphi_3}{2} & \text{при } \varphi_3 < \varphi_1 \text{ (рис. 5, б)} \end{cases} .$$

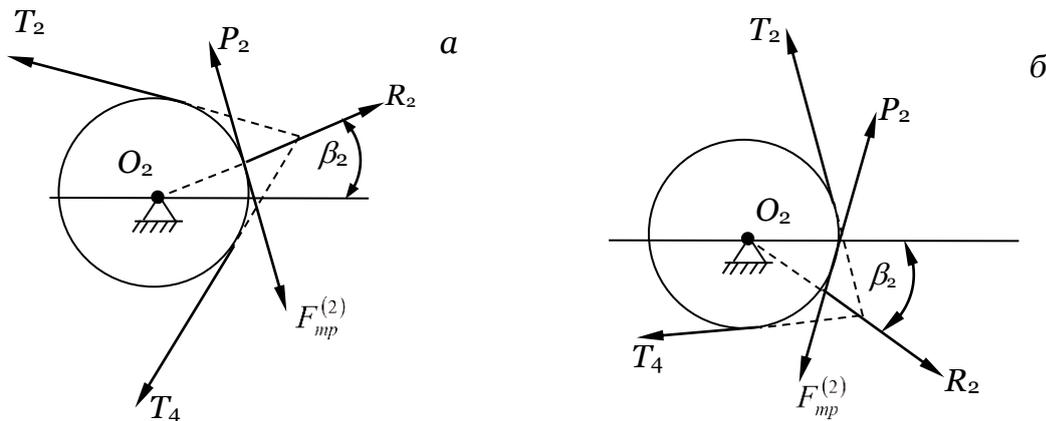


Рис. 4. Схема действия сил на ремень на поверхности второго шкива.

Полученные выражения углов β_1 , β_2 , β_3 и β_4 войдут в основные уравнения движения и решения рассматриваемых задач.

Определение начального натяжения ремня. Условия равновесия сил, действующих на ремень приводятся к виду [1-4]:

– на поверхности первого шкива

$$T_{001} \cos \varphi_{001} + T_{002} \cos \varphi_{002} - R_{001} (\cos \beta_{001} + f \sin \beta_{001}) = -P_{001} \sin \beta_{001},$$

$$T_{001} \sin \varphi_{001} + T_{002} \sin \varphi_{002} - R_{001} (\sin \beta_{001} - f \cos \beta_{001}) = P_{001} \cos \beta_{001};$$

– на поверхности второго шкива

$$T_{002} \cos \varphi_{002} + T_{004} \cos \varphi_{004} - R_{002} (\cos \beta_{002} \pm f \sin \beta_{002}) = \mp P_{002} \sin \beta_{002},$$

$$-T_{002} \sin \varphi_{002} + T_{004} \sin \varphi_{004} - R_{002} (\pm \sin \beta_{002} - f \cos \beta_{002}) = P_{002} \cos \beta_{002};$$

– на поверхности третьего шкива

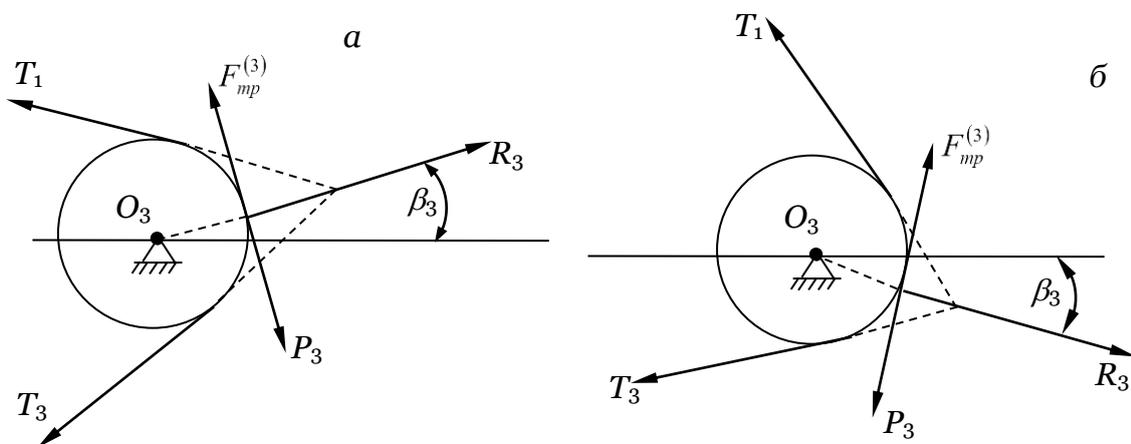


Рис. 5. Схема действия сил на ремень на поверхности третьего шкива.

$$T_{001} \cos \varphi_{001} + T_{003} \cos \varphi_{003} - R_{003} (\cos \beta_{003} \mp f \sin \beta_{003}) = \pm P_{003} \sin \beta_{003},$$

$$-T_{001} \sin \varphi_{001} + T_{003} \sin \varphi_{003} - R_{003} (\pm \sin \beta_{003} + f \cos \beta_{003}) = -P_{003} \cos \beta_{003};$$

– на поверхности четвертого шкива

$$T_{003} \cos \varphi_{003} + T_{004} \cos \varphi_{004} - R_{004} (\cos \beta_{004} - f \sin \beta_{004}) = P_{004} \sin \beta_{004},$$

$$T_{003} \sin \varphi_{003} + T_{004} \sin \varphi_{004} - R_{004} (\sin \beta_{004} - f \cos \beta_{004}) = -P_{004} \cos \beta_{004}.$$

Исключая неизвестные реактивные силы, получаем

$$T_{001} (\eta_{12} \cos \varphi_{001} - \eta_{11} \sin \varphi_{001}) + T_{002} (\eta_{12} \cos \varphi_{002} - \eta_{11} \sin \varphi_{002}) = M_1 \eta_{12} - M_2 \eta_{11},$$

$$T_{002} (\eta_{22} \cos \varphi_{002} + \eta_{21} \sin \varphi_{002}) + T_{004} (\eta_{22} \cos \varphi_{004} - \eta_{21} \sin \varphi_{004}) = N_1 \eta_{22} - N_2 \eta_{21},$$

$$T_{001} (\eta_{32} \cos \varphi_{001} + \eta_{31} \sin \varphi_{001}) + T_{003} (\eta_{32} \cos \varphi_{003} - \eta_{31} \sin \varphi_{003}) = K_1 \eta_{32} - K_2 \eta_{31},$$

$$T_{004} (\eta_{42} \cos \varphi_{004} - \eta_{41} \sin \varphi_{004}) + T_{003} (\eta_{42} \cos \varphi_{003} - \eta_{41} \sin \varphi_{003}) = E_1 \eta_{42} - E_2 \eta_{41},$$

где

$$M_1 = P_{001} \sin \beta_{001}, \quad M_2 = P_{001} \cos \beta_{001}; \quad N_1 = \mp P_{002} \sin \beta_{002}, \quad N_2 = P_{002} \cos \beta_{002};$$

$$K_1 = \pm P_{003} \sin \beta_{003}, \quad K_2 = -P_{003} \cos \beta_{003}; \quad E_1 = P_{004} \sin \beta_{004}, \quad E_2 = -P_{004} \cos \beta_{004},$$

$$M_1 = P_{001} \sin \beta_{001}, \quad M_2 = P_{001} \cos \beta_{001}; \quad N_1 = \mp P_{002} \sin \beta_{002}, \quad N_2 = P_{002} \cos \beta_{002};$$

$$K_1 = \pm P_{003} \sin \beta_{003}, \quad K_2 = -P_{003} \cos \beta_{003}; \quad E_1 = P_{004} \sin \beta_{004}, \quad E_2 = -P_{004} \cos \beta_{004},$$

$$\eta_{11} = \cos \beta_{001} + f \sin \beta_{001}, \quad \eta_{12} = \sin \beta_{001} - f \cos \beta_{001}, \quad \eta_{21} = \cos \beta_{002} \pm f \sin \beta_{002},$$

$$\eta_{22} = \mp \sin \beta_{002} - f \cos \beta_{002}, \quad \eta_{31} = \cos \beta_{003} \mp f \sin \beta_{003}, \quad \eta_{32} = \pm \sin \beta_{003} + f \cos \beta_{003},$$

$$\eta_{41} = \cos \beta_{004} - f \sin \beta_{004}, \quad \eta_{42} = \sin \beta_{004} - f \cos \beta_{004}.$$

Отсюда

$$T_{001} = \frac{(M\alpha_{21} - N\alpha_{12})\alpha_{41}\alpha_{32} - (K\alpha_{42} - E\alpha_{32})\alpha_{22}\alpha_{12}}{\alpha_{11}\alpha_{21}\alpha_{41}\alpha_{32} - \alpha_{31}\alpha_{42}\alpha_{22}\alpha_{12}};$$

$$T_{002} = \frac{M}{\alpha_{12}} - \frac{\alpha_{11}}{\alpha_{12}} \frac{(M\alpha_{21} - N\alpha_{12})\alpha_{41}\alpha_{32} - (K\alpha_{42} - E\alpha_{32})\alpha_{22}\alpha_{12}}{\alpha_{11}\alpha_{21}\alpha_{41}\alpha_{32} - \alpha_{31}\alpha_{42}\alpha_{22}\alpha_{12}};$$

$$T_{003} = \frac{E}{\alpha_{42}} - \frac{\alpha_{41}}{\alpha_{42}} \frac{(M\alpha_{21} - N\alpha_{12})\alpha_{31}\alpha_{42} - (K\alpha_{42} - E\alpha_{32})\alpha_{11}\alpha_{21}}{-\alpha_{22}\alpha_{12}\alpha_{31}\alpha_{42} + \alpha_{41}\alpha_{32}\alpha_{11}\alpha_{21}};$$

$$T_{004} = \frac{(M\alpha_{21} - N\alpha_{12})\alpha_{31}\alpha_{42} - (K\alpha_{42} - E\alpha_{32})\alpha_{11}\alpha_{21}}{-\alpha_{22}\alpha_{12}\alpha_{31}\alpha_{42} + \alpha_{41}\alpha_{32}\alpha_{11}\alpha_{21}},$$

$$M = M_1 \eta_{12} - M_2 \eta_{11}, \quad N = N_1 \eta_{22} - N_2 \eta_{21}, \quad K = K_1 \eta_{32} - K_2 \eta_{31}, \quad E = E_1 \eta_{42} - E_2 \eta_{41},$$

$$\alpha_{11} = \eta_{12} \cos \varphi_{001} - \eta_{11} \sin \varphi_{001}, \quad \alpha_{12} = \eta_{12} \cos \varphi_{002} - \eta_{11} \sin \varphi_{002}, \quad \alpha_{21} = \eta_{22} \cos \varphi_{002} + \eta_{21} \sin \varphi_{002},$$

$$\alpha_{22} = \eta_{22} \cos \varphi_{004} - \eta_{21} \sin \varphi_{004}, \quad \alpha_{31} = \eta_{32} \cos \varphi_{001} + \eta_{31} \sin \varphi_{001}, \quad \alpha_{32} = \eta_{32} \cos \varphi_{003} - \eta_{31} \sin \varphi_{003},$$

$$\alpha_{41} = \eta_{42} \cos \varphi_{004} - \eta_{41} \sin \varphi_{004}, \quad \alpha_{42} = \eta_{42} \cos \varphi_{003} - \eta_{41} \sin \varphi_{003}.$$

Полученное решение позволяет устанавливать зависимости начальных натяжений от свойства материала, конструкции рассматриваемого механизма и внешней силы натяга. С помощью полученных выражений можно вести поиск рациональных значений начальных натяжений и закона распределения натяжения ветвей ремня. Очевидно, что наиболее рациональным является случай, когда значения натяжения всех ветвей будут наиболее близкими.

Выводы

Полученные решения могут быть использованы при проектировании новых и прогнозирования рациональных конструктивных и технологических параметров заданного механизма передачи, выявления причин появления и мер устранения различных пороков, возникающих при работе механизмов передачи и технологических машин. Проведенный анализ показал, что изменения величин сил P_1 , P_2 , P_3 , P_4 приводят к существенным изменениям значения и закона распределения натяжения между ветвями ремня.

Использованная Литература

1. Эргашов М., Максудов Р.Х., Усманкулов А. К. Теория расчета натяжения передаточного механизма. Ташкент, Фан. 2004. 265 с.
2. Эргашов М., Максудов Р.Х. Методы исследования натяжения ремня приводных механизмов технологических машин. Т.: Фан. 2009. 257 с.
3. Эргашов М., Дремова Н.В., Нуруллаева Х.Т., Ахунбабаев О.А. Расчет зависимости напряженного состояния материала ремня от конструктивных параметров передачи и силы сопротивления технологических машин/ European Journal of Interdisciplinary Research and Development. Volume-07 Sep. – 2022. Poland. Website: www.ejird.journalspark.org ISSN (E): 2720-5746.
4. Эргашов М., Каримова Г.Т., Салимжонова И.А. Методика расчета наладочных натяжений ветвей ремня заданного передаточного механизма. J. Science and education. Scientific journal. Volume 3, Issue 6. June 2022. ISSN 2181-0842. Impact Factor 2020. SJI factor 3.567/ www.OPenscience.uz