

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ  
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

---

---

ФАРҒОНА ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ

**FarDU.  
ILMIY  
XABARLAR-**

1995 йилдан нашр этилади  
Йилда 6 марта чиқади

3-2018  
ИЮНЬ

**НАУЧНЫЙ  
ВЕСТНИК.  
ФерГУ**

Издаётся с 1995 года  
Выходит 6 раз в год

Аниқ ва табиий фанлар

МАТЕМАТИКА

**А.ЮСУПОВА, М.РАҲМОНҚУЛОВА**

Вазифаларни баҳолаш учун функцияларнинг хусусиятларидан фойдаланиш ..... 5

**М.АБДУМАННОПОВ**

Иккинчи тартибли оддий дифференциал тенглама учун Бицадзе-Самарский ва биринчи тур интеграл шартли масала..... 10

ФИЗИКА, ТЕХНИКА

**Р.Х.МАКСУДОВ, Ш.ШУХРАТОВ, Ш. ХОЛДОРОВ**

Чўзилувчан камарли узатувчи механизм таранглигини ҳисоблашнинг бир усули ҳақида ..... 14

КИМЁ

**Л.ИЛЬИНА, Г.ЛАПТЕВ, Е.ЙИЛДИРИМ, С.ЗАЙЦЕВ**

Кортекснинг ишлов берилмаган микроорганизмларини молекуляр генетик таҳлил қилиш учун ДНКни изоляциялаш ва тозалаш усулларини оптималлаштириш..... 20

**Х.ХАЙТБАЕВ, Б.БАБАЕВ, И.ЮЛДАШЕВ, А.ХАЙТБАЕВ**

Трифенилфосфин бромидли комплекс туз синтези ..... 24

БИОЛОГИЯ, ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИ

**Б.ШЕРАЛИЕВ, З.ПЕНГ**

Сирдарёдан тутилиб ўрганилган оддий қора балиқнинг *Schizothorax curvifrons* (Heckel, 1838) тана массаси ва тана узунлиги ўртасидаги боғлиқлик ҳамда нисбий тўйинганлик коэффициенти..... 27

ГЕОГРАФИЯ, ТУПРОҚШУНОСЛИК

**Р.ПИРНАЗАРОВ**

Ўрта Осиёдаги тўғонли қўллар ва уларнинг генезиси ҳақида..... 32

Ижтимоий-гуманитар фанлар

ИҚТИСОДИЁТ

**М.АДҲАМОВ**

Сифат – иқтисодий ўсиш омилларидан бири ..... 36

**А.ҒОФУРОВ, Г.ХАЛМАТЖАНОВА**

Кимё саноатини модернизация қилиш ва уни самарали ишлатишнинг инновацион жараёнига оид халқаро тажриба..... 40

ТАРИХ

**С.ХОШИМОВ**

Шўро ҳокимиятининг Бухородаги куч ишлатиш органлари тарихидан ..... 45

**Б.УСМОНОВ**

Чуқалак жанги ..... 49

**Х.ЖЎРАЕВ**

Россия империясининг Фарғона водийсига рус аҳолисини кўчириб келтириш сиёсати тарихидан. (“Туркистон тўплами” манбалари асосида)..... 53

**С.ИУЛДОШЕВ**

Халқ ўйинлари- маънавий тафаккур омили..... 56

ФАЛСАФА, СИЁСАТ

**У.НАЗИРОВ**

Этномаданият ривожда анъананинг ўрни..... 60

УДК: 608+511.54

## ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ РАСЧЕТА НАТЯЖЕНИЯ ПЕРЕДАТОЧНОГО МЕХАНИЗМА С РАСТЯЖИМЫМ РЕМНЕМ

Р.Х.Максудов, Ш.Шухратов, Ш.Холдоров

### Аннотация

Айланиш пайтида ўтказувчи механизмларга тушадиган юк кучи юқори бўлиб, бу камар материали чўзилувчанлигининг ҳисобга олинишини тақозо этади. Мақолада берилган тезликда стационар режимда айланадиган иккита ички ва иккита ташқи шкивли ўтказувчи механизм камарининг айланишига оид қўйилган масала ечими келтирилган.

### Аннотация

При вращении передаточные механизмы испытывают большие нагрузки, что требует учета растяжения материала ремня. В статье приводится постановка и решение задачи о вращении ремня передаточного механизма с двумя внутренними и двумя наружными шкивами, вращающимися в стационарном режиме с заданной скоростью.

### Annotation

When rotating, the transmission mechanisms are subjected to high loads, which requires taking into account the stretching of the belt material. The article presents the formulation and solution of the problem of rotation of a transmission belt with two internal and two external pulleys rotating in a stationary mode at a given speed.

**Таянч сўз ва иборалар:** чўзилиш, айланиш, таранглик, шкив, транцендент, деформация, камар, ўқ, реактив куч, босим, бир хил таъсир этувчи кучлар, мутлақ тиним (ҳаракатсизлик).

**Ключевые слова и выражения:** растяжение, вращение, натяжение, шкив, транцендентный, деформация, ремень, ось, реактивная сила, давление, равнодействующие силы, абсолютный покой.

**Keywords and expressions:** tension, rotation, tightening, pulley, transcendent, deformation, belt, axis, reactive force, pressure, resultant forces, absolute immobility.

Как известно [1-4], в случаях, когда передаточные механизмы при вращении испытывают относительно большие нагрузки, то при расчетах приходится учитывать растяжение материала ремня. Ниже приводится постановка и решение задачи о вращении ремня передаточного механизма с двумя внутренними и двумя наружными шкивами, вращающимися в стационарном режиме с заданной скоростью. В наиболее общем случае задача сведена к численному решению системы четырех транцендентных уравнений относительно деформаций четырех ветвей ремня. Для случая отсутствия начальных деформаций в ветвях ремня и малых значений текущих деформаций получено аналитическое решение задачи.

**Постановка задачи.** Внутренние шкивы вращаются по часовой стрелке, а наружные – в противоположном направлении. Начало неподвижной системы координат  $(x, y)$  расположим в центре первого шкива. Вертикальная ось  $y$  проходит через центры первого и четвертого шкивов, а ось  $x$  – перпендикулярно к оси  $y$ , как показано на рис. 1. В зависимости от величины диаметров  $d_1, d_2, d_3, d_4$  и координаты расположения центров второго и третьего шкивов, реактивные силы  $R_1, R_2, R_3$  и  $R_4$ , а также свойства материала ремня, векторы реактивных сил могут образовать с горизонтальной осью  $x$  соответственно углы  $\beta_1, \beta_2, \beta_3$  и  $\beta_4$  (рис. 2– 5):–

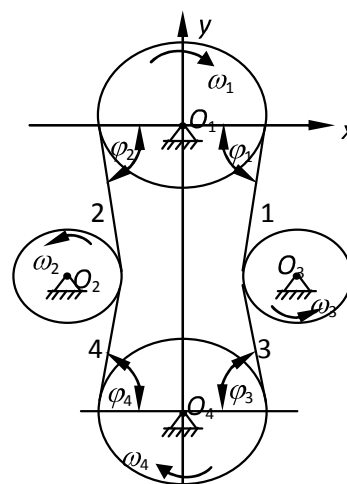


Рис. 1. Схема движения ремня механизма с двумя наружными шкивами.

Р.Х.Максудов – ректор ФерГУ, доктор технических наук, профессор.  
Ш.Шухратов – ФерГУ, преподаватель кафедры физики.  
Ш.Холдоров – ассистент ТИТЛП.

реактивная сила  $R_1$

$$\beta_1 = \begin{cases} \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} & \text{при } \varphi_1 > \varphi_2 \quad (\text{рис. 2, а}) \\ 0 & \text{при } \varphi_1 = \varphi_2 \\ \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2} & \text{при } \varphi_1 < \varphi_2 \quad (\text{рис. 2, б}) \end{cases} ;$$

– реактивная сила  $R_2$

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

– реактивная сила  $R_3$

$$\beta_3 = \begin{cases} \frac{\varphi_3 - \varphi_1}{2} & \text{при } \varphi_3 > \varphi_1 \quad (\text{рис. 4, а}) \\ 0 & \text{при } \varphi_3 = \varphi_1 \\ \frac{\varphi_1 - \varphi_3}{2} & \text{при } \varphi_3 < \varphi_1 \quad (\text{рис. 4, б}) \end{cases} ;$$

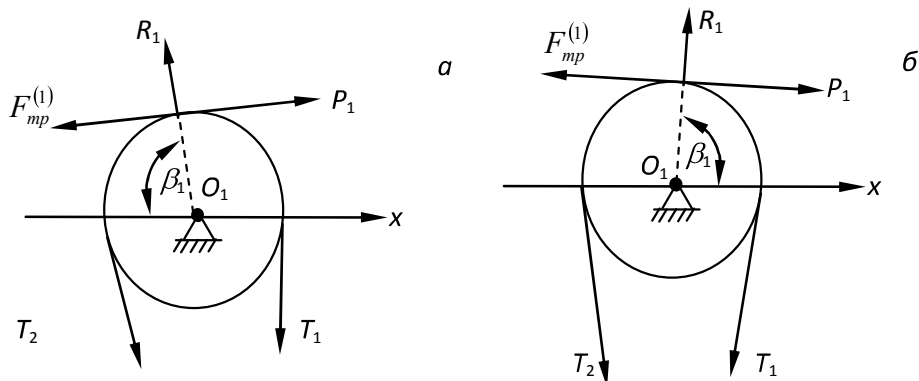


Рис. 2. Схема действия сил на ремень на поверхности первого шкива.

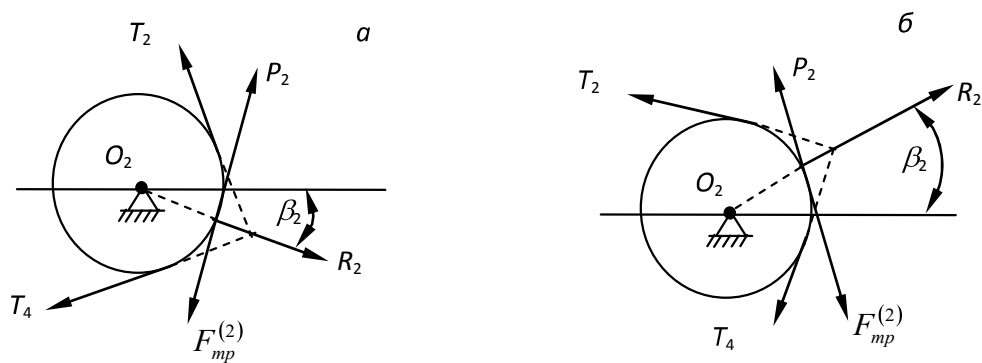


Рис. 3. Схема действия сил на ремень на поверхности второго шкива.

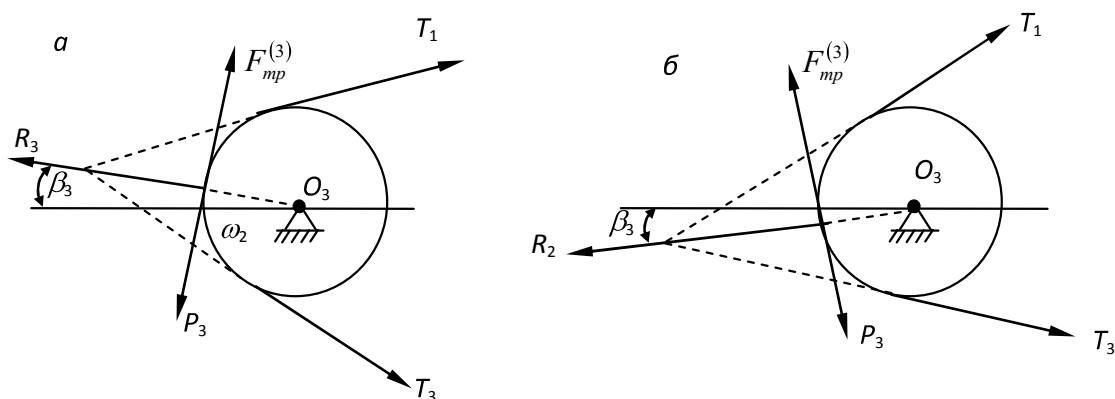
– реактивная сила  $R_4$

$$\beta_4 = \begin{cases} \frac{\pi}{2} - \frac{\varphi_3 - \varphi_4}{2} & \text{при } \varphi_3 > \varphi_4 \quad (\text{рис. 5, а}) \\ 0 & \text{при } \varphi_3 = \varphi_4 \\ \frac{\pi}{2} - \frac{\varphi_4 - \varphi_3}{2} & \text{при } \varphi_3 < \varphi_4 \quad (\text{рис. 5, б}) \end{cases} .$$

Пусть при  $t < 0$  механизм находится в состоянии абсолютного покоя, а при  $t \geq 0$  вращается в стационарном режиме. На участках контакта на ремень действуют распределенные в плоскости  $(x, y)$  силы давления  $R_1, R_2, R_3, R_4$ , трения  $F_{TP}^{(1)}, F_{TP}^{(2)}, F_{TP}^{(3)}, F_{TP}^{(4)}$ , ведущие и полезные силы  $P_1, P_2, P_3, P_4$  (рис. 2-5). В дальнейшем силы  $P_1, P_2, P_3, P_4$  условно будем называть ведущими силами.

Линии действия равнодействующих сил давления совпадают с биссектрисами углов обхвата поверхности соответствующих шкивов. Линии действия сил трения и ведущих сил шкивов перпендикулярны линиям действия соответствующих сил давления. Равнодействующие силы давления и трения связаны между собой с помощью закона Кулона.

Предположим, что относительные проскальзывания ремня на поверхности контакта и холостые вращения шкивов отсутствуют.



4. Схема действия сил на ремень на поверхности третьего шкива.

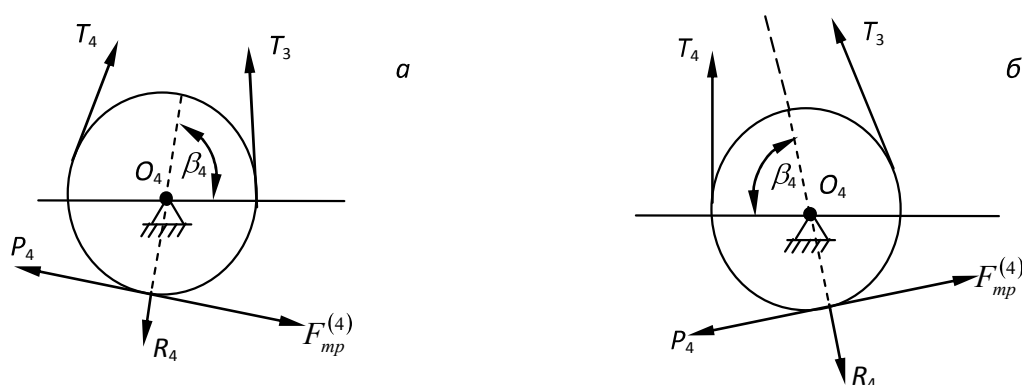


Рис. 5. Схема действия сил на ремень на поверхности четвертого шкива.

Параметрам растяжимого ремня будем присуждать индексы 1, 2, 3, 4, в соответствии с принятым на схемах движения нумерациям возмущенных областей движения, а параметрам нерастяжимого ремня в состоянии абсолютного покоя и движения в

стационарном режиме, кроме того, будем присваивать индексы  $00$  и  $0$  соответственно. Области 1-4 ремня (рис. 1) в состоянии покоя ( $t < 0$ ) имеют постоянные по времени относительные деформации  $\varepsilon_{001}$ ,  $\varepsilon_{002}$ ,  $\varepsilon_{003}$  и  $\varepsilon_{004}$ , а в состоянии движения в стационарном режиме  $\varepsilon_{01}$ ,  $\varepsilon_{02}$ ,  $\varepsilon_{03}$  и  $\varepsilon_{04}$  соответственно.

Из условия непрерывности движения, закона сохранения массы и определения относительной деформации растяжения имеем [1-4]

$$ds_{00i} = (1 + \varepsilon_{00i})ds_{00}, \quad \rho_{00i}F_{00i} = \frac{\rho_{00}F_{00}}{1 + \varepsilon_{00i}}, \quad ds_{0i} = (1 + \varepsilon_{0i})ds_{00i}, \quad \rho_{0i}F_{0i} = \frac{\rho_{00i}F_{00i}}{1 + \varepsilon_{0i}},$$

$$ds_{0i} = (1 + \varepsilon_{0i})(1 + \varepsilon_{00i})ds_{00}, \quad \rho_{0i}F_{0i} = \frac{\rho_{00}F_{00}}{(1 + \varepsilon_{0i})(1 + \varepsilon_{00i})}, \quad ds_i = (1 + \varepsilon_i)ds_{00i},$$

$$\rho_i F_i = \frac{\rho_{00i}F_{00i}}{1 + \varepsilon_i}, \quad ds_i = (1 + \varepsilon_i)(1 + \varepsilon_{00i})ds_{00}, \quad \rho_i F_i = \frac{\rho_{00}F_{00}}{(1 + \varepsilon_i)(1 + \varepsilon_{00i})}, \quad i = 1, 2, 3, 4.$$

Условия непрерывности движения рассматриваемого ремня таковы:

$$x_1^* dt = -\cos \varphi_1 ds_1, \quad y_1^* dt = -\sin \varphi_1 ds_1; \quad x_2^* dt = -\cos \varphi_2 ds_2, \quad y_2^* dt = \sin \varphi_2 ds_2;$$

$$x_3^* dt = \cos \varphi_3 ds_3, \quad y_3^* dt = -\sin \varphi_3 ds_3; \quad x_4^* dt = \cos \varphi_4 ds_4, \quad y_4^* dt = \sin \varphi_4 ds_4,$$

$$ds_1 = |u_1| dt, \quad ds_2 = |u_2| dt, \quad ds_3 = |u_3| dt, \quad ds_4 = |u_4| dt.$$

Здесь минус означает, что направления составляющих скоростей  $x_1^*$ ,  $x_2^*$  и  $y_1^*$ ,  $y_3^*$  противоположны направлениям соответственно горизонтальной и вертикальной оси.

Закон сохранения количества движения:

– на поверхности первого шкива

$$\rho_1 F_1 ds_1 (x_1^* - x_2^*) = (-T_1 \cos \varphi_1 + T_2 \cos \varphi_2 \mp R_1 \cos \beta_1 - fR_1 \sin \beta_1 + P_1 \sin \beta_1) dt,$$

$$\rho_1 F_1 ds_1 (y_1^* - y_2^*) = (-T_1 \sin \varphi_1 - T_2 \sin \varphi_2 + R_1 \sin \beta_1 \mp fR_1 \cos \beta_1 \pm P_1 \cos \beta_1) dt,$$

верхние знаки берутся при  $\varphi_1 > \varphi_2$  (рис. 2а), нижние – при  $\varphi_1 < \varphi_2$  (рис. 2б);

– на поверхности второго шкива

$$\rho_2 F_2 ds_2 (x_2^* - x_4^*) = (-T_2 \cos \varphi_2 - T_4 \cos \varphi_4 + R_2 \cos \beta_2 \mp fR_2 \sin \beta_2 \pm P_2 \sin \beta_2) dt,$$

$$\rho_2 F_2 ds_2 (y_2^* - y_4^*) = (T_2 \sin \varphi_2 - T_4 \sin \varphi_4 \mp R_2 \sin \beta_2 - fR_2 \cos \beta_2 + P_2 \cos \beta_2) dt,$$

верхние знаки берутся при  $\varphi_2 > \varphi_4$  (рис. 3а), нижние знаки – при  $\varphi_2 < \varphi_4$  (рис. 3б);

– на поверхности третьего шкива

$$\rho_3 F_3 ds_3 (x_3^* - x_1^*) = (T_1 \cos \varphi_1 + T_3 \cos \varphi_3 - R_3 \cos \beta_3 \pm fR_3 \sin \beta_3 \mp P_3 \sin \beta_3) dt,$$

$$\rho_3 F_3 ds_3 (y_3^* - y_1^*) = (T_1 \sin \varphi_1 - T_3 \sin \varphi_3 \pm R_3 \sin \beta_3 + fR_3 \cos \beta_3 - P_3 \cos \beta_3) dt,$$

верхние знаки берутся при  $\varphi_3 > \varphi_1$  (рис. 4а), нижние знаки – при  $\varphi_3 < \varphi_1$  (рис. 4б);

– на поверхности четвертого шкива

$$\rho_4 F_4 ds_4 (x_4^* - x_3^*) = (T_4 \cos \varphi_4 - T_3 \cos \varphi_3 \mp R_4 \cos \beta_4 + fR_4 \sin \beta_4 - P_4 \sin \beta_4) dt,$$

$$\rho_4 F_4 ds_4 (y_4^* - y_3^*) = (T_4 \sin \varphi_4 + T_3 \sin \varphi_3 - R_4 \sin \beta_4 \mp fR_4 \cos \beta_4 \pm P_4 \cos \beta_4) dt,$$

верхние знаки берутся при  $\varphi_3 > \varphi_4$  (рис. 5а), нижние знаки – при  $\varphi_3 < \varphi_4$  (рис. 5б).

Таким образом, в зависимости от размеров и координаты расположения центров второго и третьего шкивов, в уравнениях закона сохранения количества движения берутся либо верхние, либо нижние знаки.

Интегралы Римана принимают вид [1]

$$u_1 = a_0 \varepsilon_1, \quad u_2 = a_0 \varepsilon_2, \quad u_3 = -a_0 \varepsilon_3, \quad u_4 = -a_0 \varepsilon_4.$$

Осуществляя несложные математические преобразования, уравнения закона сохранения количества движения представим в виде:

$$\begin{aligned} \frac{-\varepsilon_2}{\lambda_{11}} \left[ \frac{\varepsilon_1}{(1+\varepsilon_{001})(1+\varepsilon_1)} - 1 \right] \pm \hat{P}_1 \frac{\cos(\varphi_1 \mp \beta_1)}{\lambda_{11} \sin(\varphi_2 + \varphi_1)} &= \frac{\varepsilon_1}{\lambda_{12}} \left[ \frac{\varepsilon_1}{(1+\varepsilon_{001})(1+\varepsilon_1)} - 1 \right] \pm \hat{P}_1 \frac{\cos(\varphi_2 \mp \beta_1)}{\lambda_{12} \sin(\varphi_2 + \varphi_1)}, \\ \frac{-\varepsilon_4}{\lambda_{21}} \left[ \frac{\varepsilon_2}{(1+\varepsilon_{002})(1+\varepsilon_2)} + 1 \right] + \hat{P}_2 \frac{\cos(\varphi_2 \mp \beta_2)}{\lambda_{21} \sin(\varphi_2 + \varphi_4)} &= \frac{\varepsilon_2}{\lambda_{22}} \left[ \frac{\varepsilon_2}{(1+\varepsilon_{002})(1+\varepsilon_2)} - 1 \right] - \hat{P}_2 \frac{\cos(\varphi_4 \pm \beta_2)}{\lambda_{22} \sin(\varphi_2 + \varphi_4)}, \\ \frac{\varepsilon_1}{\lambda_{31}} \left[ \frac{\varepsilon_3}{(1+\varepsilon_{003})(1+\varepsilon_3)} - 1 \right] + \hat{P}_3 \frac{\cos(\varphi_3 \mp \beta_3)}{\lambda_{31} \sin(\varphi_1 + \varphi_3)} &= \frac{-\varepsilon_3}{\lambda_{32}} \left[ \frac{\varepsilon_3}{(1+\varepsilon_{003})(1+\varepsilon_3)} + 1 \right] - \hat{P}_3 \frac{\cos(\varphi_1 \pm \beta_3)}{\lambda_{32} \sin(\varphi_1 + \varphi_3)}, \\ \frac{-\varepsilon_3}{\lambda_{41}} \left[ \frac{\varepsilon_4}{(1+\varepsilon_{004})(1+\varepsilon_4)} + 1 \right] \mp \hat{P}_4 \frac{\cos(\varphi_4 \mp \beta_4)}{\lambda_{41} \sin(\varphi_4 + \varphi_3)} &= \frac{\varepsilon_4}{\lambda_{42}} \left[ \frac{\varepsilon_4}{(1+\varepsilon_{004})(1+\varepsilon_4)} + 1 \right] \pm \hat{P}_4 \frac{\cos(\varphi_3 \pm \beta_4)}{\lambda_{42} \sin(\varphi_4 + \varphi_3)} \end{aligned}$$

где

$$\begin{aligned} \eta_{11} &= \mp \cos \beta_1 - f \sin \beta_1, & \eta_{12} &= \sin \beta_1 \mp f \cos \beta_1, & \eta_{21} &= \cos \beta_2 \mp f \sin \beta_2, \\ \eta_{22} &= \mp \sin \beta_2 - f \cos \beta_2, & \eta_{31} &= \cos \beta_3 \mp f \sin \beta_3, & \eta_{32} &= \pm \sin \beta_3 + f \cos \beta_3, \\ \eta_{41} &= \mp \cos \beta_4 + f \sin \beta_4, & \eta_{42} &= \sin \beta_4 \pm f \cos \beta_4, & \lambda_{11} &= \eta_{11} \sin \varphi_1 - \eta_{12} \cos \varphi_1, \\ \hat{R}_i &= \frac{R_i}{\rho_{00} F_{00} a_0^2}, & \hat{P}_i &= \frac{P_i}{\rho_{00} F_{00} a_0^2}, & \lambda_{42} &= \eta_{41} \sin \varphi_3 - \eta_{42} \cos \varphi_3, & \lambda_{12} &= \eta_{11} \sin \varphi_2 + \eta_{12} \cos \varphi_2, \\ \lambda_{21} &= \eta_{21} \sin \varphi_3 + \eta_{22} \cos \varphi_3, & \lambda_{22} &= \eta_{21} \sin \varphi_4 - \eta_{22} \cos \varphi_4, & \lambda_{31} &= \eta_{31} \sin \varphi_3 - \eta_{32} \cos \varphi_3, \\ \lambda_{32} &= \eta_{31} \sin \varphi_1 + \eta_{32} \cos \varphi_1, & \lambda_{41} &= \eta_{41} \sin \varphi_4 + \eta_{42} \cos \varphi_4, & i &= 1, 2, 3, 4. \end{aligned}$$

Пусть

$$\varepsilon_{001} = 0, \quad \varepsilon_{002} = 0, \quad \varepsilon_{003} = 0 \quad \text{и} \quad \varepsilon_{004} = 0.$$

В этом случае последние уравнения легко привести к виду

$$\begin{aligned} \lambda_{12} \varepsilon_2 + \lambda_{11} \varepsilon_1 &= (1 + \varepsilon_1) \gamma_1, & -\lambda_{22} \varepsilon_4 + \lambda_{21} \varepsilon_2 &= (1 + \varepsilon_2) \gamma_2, & (1) \\ -\lambda_{32} \varepsilon_1 + \lambda_{31} \varepsilon_3 &= (1 + \varepsilon_3) \gamma_3, & -\lambda_{42} \varepsilon_3 + \lambda_{41} \varepsilon_4 &= (1 + \varepsilon_4) \gamma_4, & (2) \end{aligned}$$

где

$$\begin{aligned} \gamma_1 &= \frac{\hat{P}_1}{\sin(\varphi_2 + \varphi_1)} [\pm \lambda_{11} \cos(\varphi_2 \mp \beta_1) \mp \lambda_{12} \cos(\varphi_1 \mp \beta_1)], \\ \gamma_2 &= \frac{\hat{P}_2}{\sin(\varphi_2 + \varphi_4)} [-\lambda_{21} \cos(\varphi_4 \pm \beta_2) - \lambda_{22} \cos(\varphi_2 \mp \beta_2)], \\ \gamma_3 &= \frac{\hat{P}_3}{\sin(\varphi_1 + \varphi_3)} [-\lambda_{31} \cos(\varphi_1 \pm \beta_3) - \lambda_{32} \cos(\varphi_3 \mp \beta_3)], \\ \gamma_4 &= \frac{\hat{P}_4}{\sin(\varphi_4 + \varphi_3)} [\pm \lambda_{41} \cos(\varphi_3 \pm \beta_4) \pm \lambda_{42} \cos(\varphi_4 \mp \beta_4)]. \end{aligned}$$

При малых относительных деформациях данные уравнения приобретают вид

$$\lambda_{12} \varepsilon_2 + (\lambda_{11} - \gamma_1) \varepsilon_1 = \gamma_1, \quad -\lambda_{22} \varepsilon_4 + (\lambda_{21} - \gamma_2) \varepsilon_2 = \gamma_2, \quad (3)$$

$$-\lambda_{32} \varepsilon_1 + (\lambda_{31} - \gamma_3) \varepsilon_3 = \gamma_3, \quad -\lambda_{42} \varepsilon_3 + (\lambda_{41} + \gamma_4) \varepsilon_4 = \gamma_4. \quad (4)$$

Последние уравнения имеют решение

$$\varepsilon_1 = \frac{(\lambda_{31} - \gamma_3)(\lambda_{41} + \gamma_4)[\gamma_1(\lambda_{21} - \gamma_2) - \lambda_{12} \gamma_2] + \lambda_{12} \lambda_{22} [\lambda_{42} \gamma_3 + (\lambda_{31} - \gamma_3) \gamma_4]}{(\lambda_{11} - \gamma_1)(\lambda_{21} - \gamma_2)(\lambda_{31} - \gamma_3)(\lambda_{41} + \gamma_4) - \lambda_{12} \lambda_{22} \lambda_{32} \lambda_{42}},$$

$$\varepsilon_2 = \frac{\lambda_{42}\lambda_{22}[\lambda_{32}\gamma_1 + (\lambda_{11} - \gamma_1)\gamma_3] - (\lambda_{31} - \gamma_3)(\lambda_{11} - \gamma_1)[\gamma_2(\lambda_{41} + \gamma_4) - \lambda_{22}\gamma_2]}{-(\lambda_{11} - \gamma_1)(\lambda_{21} - \gamma_2)(\lambda_{31} - \gamma_3)(\lambda_{41} + \gamma_4) + \lambda_{12}\lambda_{22}\lambda_{32}\lambda_{42}},$$

$$\varepsilon_3 = \frac{(\lambda_{21} - \gamma_2)(\lambda_{41} + \gamma_4)[\gamma_3(\lambda_{11} - \gamma_1) + \lambda_{32}\gamma_1] - \lambda_{12}\lambda_{32}[-\lambda_{22}\gamma_4 + (\lambda_{41} + \gamma_4)\gamma_2]}{(\lambda_{11} - \gamma_1)(\lambda_{21} - \gamma_2)(\lambda_{31} - \gamma_3)(\lambda_{41} + \gamma_4) - \lambda_{12}\lambda_{22}\lambda_{32}\lambda_{42}},$$

$$\varepsilon_4 = \frac{\lambda_{42}\lambda_{32}[-\lambda_{12}\gamma_2 + (\lambda_{21} - \gamma_2)\gamma_1] + (\lambda_{21} - \gamma_2)(\lambda_{11} - \gamma_1)[\gamma_4(\lambda_{31} - \gamma_3) + \lambda_{42}\gamma_3]}{-(\lambda_{11} - \gamma_1)(\lambda_{21} - \gamma_2)(\lambda_{31} - \gamma_3)(\lambda_{41} + \gamma_4) + \lambda_{12}\lambda_{22}\lambda_{32}\lambda_{42}}.$$

Как отмечено выше, силы  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  и  $P_4$  позволяют учитывать в основных уравнениях и решениях задачи влияния полезных (инерционных) сил шкивов и рассматривать любого из первого или второго шкивов ведущим, а другого ведомым. Если, например, первый шкив является ведущим и мощность двигателя достаточно превосходит сопротивление остальных шкивов, то можно допустить, что  $P_1 \gg P_2 > P_3 > P_4$ . Предположим, что последние условия выполняются и влиянием силы  $P_3$  и  $P_4$  можно пренебречь по сравнению с силами  $P_1$  и  $P_2$ , то есть можно положить  $P_3 = P_4 = 0$ . Тогда в последних уравнениях  $\gamma_3 = 0$  и  $\gamma_4 = 0$ . При этом  $\varepsilon_3 \neq -1$ ,  $\varepsilon_4 \neq -1$ , так как решения  $\varepsilon_3 = -1$  и  $\varepsilon_4 = -1$  не имеют физического смысла.

Второе и четвертое уравнения последней системы преобразуем так:

$$\varepsilon_3 = -\frac{\lambda_{41}\varepsilon_4}{\lambda_{42}}, \quad \varepsilon_1 = -\frac{\lambda_{31}\lambda_{41}}{\lambda_{32}\lambda_{42}}\varepsilon_4\left(1 - \frac{2\lambda_{41}}{\lambda_{42}}\varepsilon_4\right), \quad \varepsilon_2 = \frac{\gamma_2 + \lambda_{22}\varepsilon_4}{-2\lambda_{22}\varepsilon_4 + \lambda_{21} - \gamma_2}.$$

Подставляя данные выражения в первое уравнение системы (3), будем иметь

$$\frac{\lambda_{12}(\gamma_2 + \lambda_{22}\varepsilon_4)}{\lambda_{21} - 2\lambda_{22}\varepsilon_4 - \gamma_2} - \frac{(\lambda_{11} - \gamma_1)\lambda_{31}\lambda_{41}}{\lambda_{32}\lambda_{42}}\left(1 - \frac{2\lambda_{41}}{\lambda_{42}}\varepsilon_4\right)\varepsilon_4 = \gamma_1$$

Отсюда

$$\xi_3\varepsilon_4^3 + \xi_2\varepsilon_4^2 + \xi_1\varepsilon_4 + \xi_0 = 0,$$

где

$$\xi_0 = \lambda_{12}\lambda_{32}\lambda_{42}^2\gamma_2 - \lambda_{42}^2\lambda_{22}\gamma_1\gamma_{22}, \quad \xi_3 = -4\lambda_{22}\lambda_{41}^2\lambda_{31}\gamma_{11}, \quad \xi_2 = 2\lambda_{31}\lambda_{41}^2\gamma_{11}\gamma_{22},$$

$$\xi_1 = \lambda_{12}\lambda_{22}\lambda_{32}\lambda_{42}^2 - \lambda_{31}\lambda_{41}\lambda_{42}\gamma_{11}\gamma_{22} + 2\lambda_{22}\lambda_{42}(\lambda_{31}\lambda_{41}\gamma_{11} + \lambda_{32}\lambda_{42}\gamma_1).$$

Таким образом, задача сведена к решению алгебраического уравнения третьей степени относительно неизвестной деформации  $\varepsilon_4$ .

#### Литература:

1. Эргашов М., Максудов Р.Х., Усманкулов А. К. Теория расчета натяжения передаточного механизма. – Т.: Фан, 2004.
2. Эргашов М., Жуманиязов К., Максудов Р.Х. Методика расчета натяжения ремня передаточного механизма с тремя шкивами ( $d_1 < d_2$ ) // Проблемы текстиля. -2003. -№ 3.
3. Эргашов М., Максудов Р. Х., Усманкулов А. К., Курбанова З.М. Определение натяжения композитного ремня передаточного механизма с тремя шкивами // Композиционные материалы. -2003. -№ 3.
4. Эргашов М., Максудов Р.Х., Набижонова Н.Н., Курбанова З.М. Методика расчета натяжения ремня передаточного механизма с тремя шкивами ( $d_1 < d_2$ ) // Проблемы текстиля. -2003. -№ 3.