



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ТҰҢҒЫШ ПРЕЗИДЕНТІ - ЕЛБАСЫНЫҢ ҚОРЫ

«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ – 2017»

студенттер мен жас ғалымдардың
XII Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

XII Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ – 2017»

PROCEEDINGS

of the XII International Scientific Conference
for students and young scholars
«SCIENCE AND EDUCATION - 2017»



14th April 2017, Astana



**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**«Ғылым және білім - 2017»
студенттер мен жас ғалымдардың
XII Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XII Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«Наука и образование - 2017»**

**PROCEEDINGS
of the XII International Scientific Conference
for students and young scholars
«Science and education - 2017»**

2017 жыл 14 сәуір

Астана

УДК 378

ББК 74.58

Ғ 96

Ғ 96

«Ғылым және білім – 2017» студенттер мен жас ғалымдардың XII Халықаралық ғылыми конференциясы = The XII International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2017» = XII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2017». – Астана: <http://www.eni.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2017. – 7466 стр. (қазақша, орысша, ағылшынша).

ISBN 978-9965-31-827-6

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 378

ББК 74.58

ISBN 978-9965-31-827-6

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2017

относительное возвратно-поступательное движение по ней.

Список использованных источников

1. Никитин Н.Н. Курс теоретической механики. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1990. - 607 с.
2. Козловский М.З. Динамика машин. - Л.: «Машиностроение», Ленингр. отд., 1989. - 262 с.
3. Иманбаев Л.Х. Частный случай движения твердого тела вокруг неподвижной точки // Материалы I-Респ. съезда по теоретической и прикладной механике (часть-1). - Алматы, 1996. - С. 23-24.
4. Ахметов С.М. Обоснование параметров движения ротора с центробежным упругим рычажно-ползунным механизмом // Материалы I-Респ. съезда по теоретической и прикладной механике (часть-1). - Алматы, 1996. - С. 61-62.

УДК 621:05

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ИССЛЕДОВАНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕДАТОЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ С ЭЛЕМЕНТАМИ ГИБКОЙ СВЯЗИ

Шәріпханов Асхат Масығұтұлы

sharipkhanov.askhat@gmail.com

Магистрант механико-математического факультета

ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

Научный руководитель – С.М. Ахметов

В отечественной, так и зарубежной литературе методика расчета передаточных механизмов с гибкой связью хорошо освещена, и можно сказать, что уравнения и формулы для определения силовых параметров с учетом упругости гибкой связи и трения с достаточной точностью описывают процесс взаимодействия элементов кинематической связи [1, 2]. В практике же, они составляют один из важных элементов машинных агрегатов, и широко известны как ременная передача [3, 4].

Однако, существующая методика расчета ременных передач требует проведения дальнейших исследований, которые должны способствовать выявлению и изучению новых свойств. В частности, до сих пор не рассмотрен случай, где для определения кинематических и динамических параметров ременной передачи учитывают геометрическое место взаиморасположения шкивов (ведущего, ведомого и натяжного). В данной работе рассмотрены особенности методики расчета натяжения ремня и сил реакции в ременной передаче с тремя шкивами, в зависимости от их геометрического расположения относительно друг друга. Следует отметить, что клиноременные передачи с тремя и более шкивами нашли широкое применение в качестве главного привода газораспределительных механизмов (ГРМ) в двигателях внутреннего сгорания (ДВС). На рис. 1 показаны примеры ГРМ ДВС.

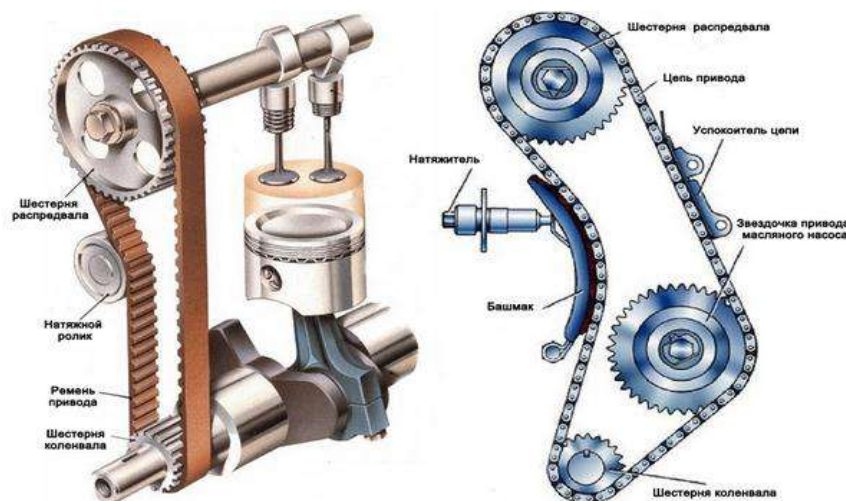


Рис. 1. Примеры компоновки ременной передачи с плоским зубчатым ремнем

Для демонстрации особенности предложенной методики расчета нами был рассмотрен один из нескольких случаев взаиморасположения шкивов: натяжной шкив расположен правее остальных шкивов.

Начало системы координат (x, y) расположим в центре первого шкива. Ось y проходит через центры первого и второго шкивов, а ось x – проходит перпендикулярно к последней. Третий шкив радиусом r_3 расположен правее первого и второго шкивов с радиусами r_1 и r_2 соответственно (рис. 2). При этом рассмотрим случай, когда $d_1 < d_2$.

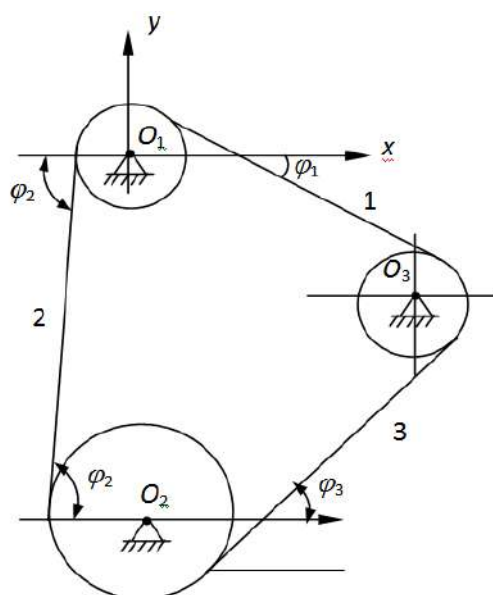


Рис. 2. Общая схема передаточного механизма с гибкой связью.

На участках контакта на ремень действуют распределенные в плоскости (x, y) силы давления R_i , $F_{tr}^{(i)}$ и ведущие силы P_i , где $i = 1, 2, 3$ (рис. 3 и 4).

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

Предположим, что углы обхвата, скорость u , коэффициент трения, частоты вращения и

ведущие силы шкивов известны. Найдём выражения для натяжения T_i и силы давления R_i . Относительные проскальзывания ремня на поверхности шкивов (холостые вращения) отсутствуют.

Угол φ_2 зависит от поперечных размеров первого и второго шкивов. Увеличение диаметра первого шкива приводит к возрастанию угла φ_2 , а увеличение диаметра второго шкива – наоборот, приводит к уменьшению данного угла.

Значения углов φ_1 и φ_3 зависят от поперечных размеров всех шкивов и координаты расположения третьего шкива (x_3, y_3) в плоскости (x, y) , т.е.:

- увеличение диаметра d_1 приводит к возрастанию угла φ_1 ;
- увеличение диаметра d_2 приводит к возрастанию угла φ_2 ;
- возрастание координаты x_3 при $y_3 = \text{const}$ приводит к уменьшению углов φ_1 и φ_3 ;
- возрастание координаты y_3 при $x_3 = \text{const}$ приводит к увеличению угла φ_3 и уменьшению угла φ_1 .

Силы R_1 и R_2 с вертикальной осью y образуют углы θ_1 и θ_2 соответственно (рис. 3 и 4):

$$\theta_1 = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2}; \quad \theta_2 = \frac{\pi}{2} - \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}.$$

Сила R_3 , в зависимости от углов φ_1 и φ_3 может образовать положительный или отрицательный угол θ_3 (рис. 4)

$$\theta_3 = \begin{cases} \frac{1}{2}(\varphi_3 - \varphi_1) & \text{при } \varphi_1 < \varphi_3 \\ 0 & \text{при } \varphi_1 = \varphi_3 \\ \frac{1}{2}(\varphi_1 - \varphi_3) & \text{при } \varphi_1 > \varphi_3 \end{cases}$$

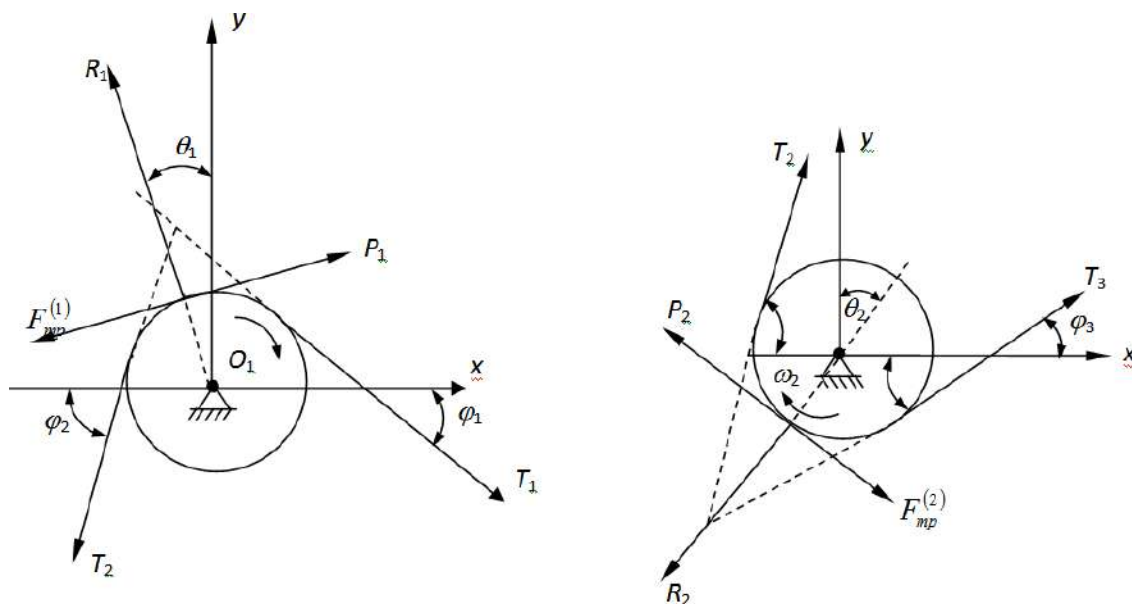


Рис. 3. Схема действия сил на поверхности первого и второго шкивов.

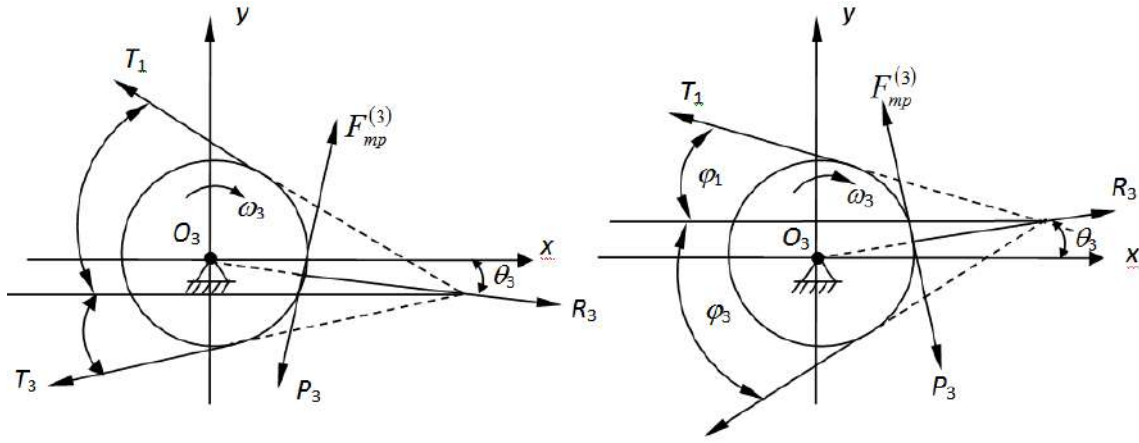


Рис. 4. Схема действия сил на поверхности третьего шкива.

Кинематические условия и выражения, характеризующие эти условия, в данном случае принимают вид

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= u_1 \cos \varphi_1, & \dot{y}_1 &= -u_1 \sin \varphi_1, & \dot{x}_2 &= u_2 \cos \varphi_2, \\ \dot{y}_2 &= u_2 \sin \varphi_2, & \dot{x}_3 &= -u_3 \cos \varphi_3, & \dot{y}_3 &= -u_3 \sin \varphi_3, \\ u_1 &= -a_0 \varepsilon_1, & u_2 &= -a_0 \varepsilon_2, & u_3 &= a_0 \varepsilon_3. \end{aligned}$$

Уравнения закона сохранения количества движения принимают вид:

- на поверхности первого шкива

$$\begin{aligned} \rho_1 F_1 ds_1 (\dot{x}_1 - \dot{x}_2) &= (T_1 \cos \varphi_1 - T_2 \cos \varphi_2 - R_1 \cos \beta_1 - f R_1 \sin \beta_1 + P_1 \sin \beta_1) dt, \\ \rho_1 F_1 ds_1 (\dot{y}_1 - \dot{y}_2) &= (-T_1 \sin \varphi_1 - T_2 \sin \varphi_2 + R_1 \sin \beta_1 - f R_1 \cos \beta_1 + P_1 \cos \beta_1) dt; \end{aligned}$$

- на поверхности второго шкива

$$\begin{aligned} \rho_2 F_2 ds_2 (\dot{x}_2 - \dot{x}_3) &= (T_2 \cos \varphi_2 + T_3 \cos \varphi_3 - R_2 \cos \beta_2 + f R_2 \sin \beta_2 - P_2 \sin \beta_2) dt, \\ \rho_2 F_2 ds_2 (\dot{y}_2 - \dot{y}_3) &= (T_2 \sin \varphi_2 + T_3 \sin \varphi_3 - R_2 \sin \beta_2 - f R_2 \cos \beta_2 + P_2 \cos \beta_2) dt; \end{aligned}$$

- на поверхности третьего шкива

$$\begin{aligned} \rho_3 F_3 ds_3 (\dot{x}_3 - \dot{x}_1) &= (-T_1 \cos \varphi_1 - T_3 \cos \varphi_3 + R_3 \cos \beta_3 \pm f R_3 \sin \beta_3 \mp P_3 \sin \beta_3) dt, \\ \rho_3 F_3 ds_3 (\dot{y}_3 - \dot{y}_1) &= (T_1 \sin \varphi_1 - T_3 \sin \varphi_3 \mp R_3 \sin \beta_3 + f R_3 \cos \beta_3 - P_3 \cos \beta_3) dt, \end{aligned}$$

где

$$\beta_1 = \frac{\pi}{2} - \theta_1, \quad \beta_2 = \frac{\pi}{2} - \theta_2, \quad \beta_3 = \theta_3.$$

Здесь и в дальнейшем верхние знаки берутся, когда сила R_3 образует с осью x положительный угол, а нижние знаки – отрицательный угол θ_3 (рис. 4).

Далее, поступая как в предыдущем случае, уравнения закона сохранения количества движения приводим к виду

$$\begin{aligned} \frac{\rho_{00} F_{00} |u_1|}{(1 + \varepsilon_{001})(1 + \varepsilon_1)} (u_1 \cos \varphi_1 - u_2 \cos \varphi_2) &= T_1 \cos \varphi_1 - T_2 \cos \varphi_2 - R_1 (\cos \beta_1 + f \sin \beta_1) + P_1 \sin \beta_1, \\ \frac{\rho_{00} F_{00} |u_1|}{(1 + \varepsilon_{001})(1 + \varepsilon_1)} (-u_1 \sin \varphi_1 - u_2 \sin \varphi_2) &= -T_1 \sin \varphi_1 - T_2 \sin \varphi_2 + R_1 (\sin \beta_1 - f \cos \beta_1) + P_1 \cos \beta_1, \\ \frac{\rho_{00} F_{00} |u_2|}{(1 + \varepsilon_{002})(1 + \varepsilon_2)} (u_2 \cos \varphi_2 + u_3 \cos \varphi_3) &= T_2 \cos \varphi_2 + T_3 \cos \varphi_3 - R_2 (\cos \beta_2 - f \sin \beta_2) - P_2 \sin \beta_2, \end{aligned}$$

$$\frac{\rho_{00}F_{00}|u_2|}{(1+\varepsilon_{002})(1+\varepsilon_2)}(u_2 \sin \varphi_2 + u_3 \sin \varphi_3) = T_2 \sin \varphi_2 + T_3 \sin \varphi_3 - R_2 (\sin \beta_2 + f \cos \beta_2) + P_2 \cos \beta_2$$

$$\frac{\rho_{00}F_{00}|u_3|}{(1+\varepsilon_{003})(1+\varepsilon_3)}(-u_3 \cos \varphi_3 - u_1 \cos \varphi_1) = -T_1 \cos \varphi_1 - T_3 \cos \varphi_3 + R_3 (\cos \beta_3 \pm f \sin \beta_3) \mp P_3 \sin \beta_3$$

$$\frac{\rho_{00}F_{00}|u_3|}{(1+\varepsilon_{003})(1+\varepsilon_3)}(-u_3 \sin \varphi_3 + u_1 \sin \varphi_1) = T_1 \sin \varphi_1 - T_3 \sin \varphi_3 - R_3 (\pm \sin \beta_3 - f \cos \beta_3) - P_3 \cos \beta_3$$

или

$$\frac{\varepsilon_1}{(1+\varepsilon_{001})(1+\varepsilon_1)}(-\varepsilon_1 \cos \varphi_1 + \varepsilon_2 \cos \varphi_2) = \varepsilon_1 \cos \varphi_1 - \varepsilon_2 \cos \varphi_2 - R_1 \eta_{11} + P_1 \sin \beta_1, \quad (1)$$

$$\frac{\varepsilon_1}{(1+\varepsilon_{001})(1+\varepsilon_1)}(-\varepsilon_1 \sin \varphi_1 - \varepsilon_2 \sin \varphi_2) = \varepsilon_1 \sin \varphi_1 + \varepsilon_2 \sin \varphi_2 - R_1 \eta_{12} - P_1 \cos \beta_1, \quad (2)$$

$$\frac{\varepsilon_2}{(1+\varepsilon_{002})(1+\varepsilon_2)}(-\varepsilon_2 \cos \varphi_2 + \varepsilon_3 \cos \varphi_3) = \varepsilon_2 \cos \varphi_2 + \varepsilon_3 \cos \varphi_3 - R_2 \eta_{21} - P_2 \sin \beta_2, \quad (3)$$

$$\frac{\varepsilon_2}{(1+\varepsilon_{002})(1+\varepsilon_2)}(-\varepsilon_2 \sin \varphi_2 + \varepsilon_3 \sin \varphi_3) = \varepsilon_2 \sin \varphi_2 + \varepsilon_3 \sin \varphi_3 - R_2 \eta_{22} + P_2 \cos \beta_2 \quad (4)$$

$$\frac{\varepsilon_3}{(1+\varepsilon_{003})(1+\varepsilon_3)}(\varepsilon_3 \cos \varphi_3 - \varepsilon_1 \cos \varphi_1) = \varepsilon_1 \cos \varphi_1 + \varepsilon_3 \cos \varphi_3 - R_3 \eta_{31} \pm P_3 \sin \beta_3, \quad (5)$$

$$\frac{\varepsilon_3}{(1+\varepsilon_{003})(1+\varepsilon_3)}(-\varepsilon_3 \sin \varphi_3 - \varepsilon_1 \sin \varphi_1) = \varepsilon_1 \sin \varphi_1 - \varepsilon_3 \sin \varphi_3 - R_3 \eta_{32} - P_3 \cos \beta_3 \quad (6)$$

где

$$R_i = \frac{R_i}{\rho_{00}F_{00}a_0^2}, \quad P_i = \frac{P_i}{\rho_{00}F_{00}a_0^2}, \quad i = 1, 2, 3,$$

$$\begin{aligned} \eta_{11} &= \cos \beta_1 + f \sin \beta_1, & \eta_{12} &= \sin \beta_1 - f \cos \beta_1, \\ \eta_{21} &= \cos \beta_2 - f \sin \beta_2, & \eta_{22} &= \sin \beta_2 + f \cos \beta_2, \\ \eta_{31} &= \cos \beta_3 \pm f \sin \beta_3, & \eta_{32} &= \pm \sin \beta_3 - f \cos \beta_3. \end{aligned}$$

Решая уравнения (1) – (6) относительно геометрических параметров, а также введя соответствующие обозначения нами получены уравнения для определения сил натяжений ветвей ременной передачи для того варианта схемы, которая приведена на рис. 2:

$$\begin{aligned} T_{01} &= \frac{(-B\alpha_{32} + C\alpha_{22})\alpha_{12} + A\alpha_{21}\alpha_{32}}{\alpha_{11}\alpha_{21}\alpha_{32} + \alpha_{12}\alpha_{22}\alpha_{31}}, & T_{02} &= \frac{A\alpha_{31}\alpha_{22} - C\alpha_{11}\alpha_{22} + B\alpha_{11}\alpha_{32}}{\alpha_{11}\alpha_{21}\alpha_{32} + \alpha_{12}\alpha_{22}\alpha_{31}}, \\ T_{03} &= \frac{-A\alpha_{21}\alpha_{31} + C\alpha_{11}\alpha_{21} + B\alpha_{12}\alpha_{31}}{\alpha_{32}\alpha_{11}\alpha_{21} + \alpha_{12}\alpha_{22}\alpha_{31}}. \end{aligned} \quad (7)$$

Найдены также выражения, описывающие реактивные силы:

$$\begin{aligned} R_{01} &= \frac{T_{01} \sin(\varphi_{01} + \varphi_{02}) - A_1 \sin \varphi_{02} - A_2 \cos \varphi_{02}}{\eta_{11} \sin \varphi_{02} + \eta_{12} \cos \varphi_{02}}, \\ R_{02} &= \frac{T_{02} \sin(\varphi_{03} - \varphi_{02}) - B_1 \sin \varphi_{03} + B_2 \cos \varphi_{03}}{\eta_{21} \sin \varphi_{03} - \eta_{22} \cos \varphi_{03}}, \\ R_{03} &= \frac{T_{01} \sin(\varphi_{03} + \varphi_{01}) - C_1 \sin \varphi_{01} + C_2 \cos \varphi_{01}}{\eta_{31} \sin \varphi_{01} - \eta_{32} \cos \varphi_{01}}. \end{aligned} \quad (8)$$

Уравнения (7) и (8), описывающие силы натяжения ветвей ремня в ременной передаче, а также силы реакции на осях шкивов показывают насколько важное значение имеют на

величину этих параметров гемотерическое взаиморасположение ведущего, ведомого и натяжного шкивов. В связи с ограниченностью объема статьи выводы, а также методика получения уравнений (7) и (8) нами не были приведены, а даны только их окончательные решения. Задачей следующего этапа исследования должна быть рассмотрение других вариантов взаиморасположения шкивов: например, когда натяжной шкив расположен левее остальных шкивов, который, кстати может быть также расположен не внутри замкнутой гибкой связи, а снаружи.

При этом одним из вариантов геометрического расположения шкивов может быть также и случай когда, $d_1 \geq d_2$.

Следует отметить, что последний случай, может иметь место практически во всех случаях взаиморасположения шкивов.

Список использованных источников

1. Бать М.И., Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С. Теоретическая механика в примерах и задачах. / Под ред. Д.Р. Меркина. - Том II. Динамика. - М.: Наука, 1985. - 560 с.
2. Светлицкий В.А. Упругие элементы машин. - М.: Машиностроение, 1989. - 260 с.
3. Коловский М.З. Динамика машин. - Л.: Машиностроение, Ленингр. отд., 1989. - 262 с.
4. Воробьев И.И. Ременные передачи. - 2-е изд. - М.: Машиностроение, 1979. - 168 с.

УДК 532.529: 533.6.01

МЕЖФАЗНЫЙ МАССООБМЕН ПРИ ДВУХФАЗНОМ ТЕЧЕНИИ В ТРУБАХ

Шишов Р.А.

sh.r.a_93@mail.ru

Магистрант ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

Научный руководитель – Н.Ж. Джайчибеков

Расчет течений газа и жидкости в трубах и каналах осложняется при наличии межфазного массообмена. Это может быть испарение жидкости или, наоборот, конденсация газа, а, кроме того, возможно образование твердых газогидратных отложений на стенках трубопровода при соединении газа с водой.

1. Испарение и конденсация

Процесс испарения (конденсации) регулируется тремя факторами: молекулярной кинетикой межфазного перехода, диффузией вблизи межфазной поверхности раздела и теплообменом.

Известно, что динамическое равновесие между жидким и газообразным состоянием вещества может быть при равенстве парциального давления газа давлению насыщенного пара P^* , которое является функцией температуры межфазной поверхности T_i . Зависимость $P^*(T_i)$ является свойством испаряющегося вещества и приводится в справочниках. В случае отсутствия равновесия поток массы через единицу площади межфазной поверхности определяется по разности парциального давления газа у поверхности P_i и P^* :

$$I_v = \alpha \frac{P^*(T_i) - P_i}{\sqrt{2\pi RT_i}}, \quad (1)$$

где R – газовая постоянная, I_v – масса испарившегося вещества в единицу времени с единицы площади поверхности, индексом i отмечаются параметры на межфазной поверхности. Коэффициент α – вероятность перехода в жидкость молекулы газа, ударившейся о поверхность жидкости. Стационарным процесс будет, если испарение уравновешивается диффузией газа, поток которой обычно записывают в виде