

3. Ахажанов С.Б. Серпімділі негіздегі арқалықты есептеу әдісі: монография. – Қарағанды: «Полиграфист» ЖШС баспасы, 2020. - 166 бет.

4. Bogomolov A.N., Ushakov A.N. Stress-strain state of an elastic half-plane at a linear shift of a part of its boundary // Vestnik MGSU. — 2017. — Vol. 12, No. 2. — P. 184–192.

5. Moore M., Ramesh R., Hills D., et al. Half-plane partial slip contact problems with a constant normal load subject to a shear force and differential bulk tension // J. Mech. Phys. Solids. — 2018. — Vol. 118. — P. 245–253.

6. Kratochvil J., Becker W. Asymptotic analysis of stresses in an isotropic linear elastic plane or half-plane weakened by a finite number of holes // Arch. Appl. Mech. — 2012. — Vol. 82. — P. 743–754.

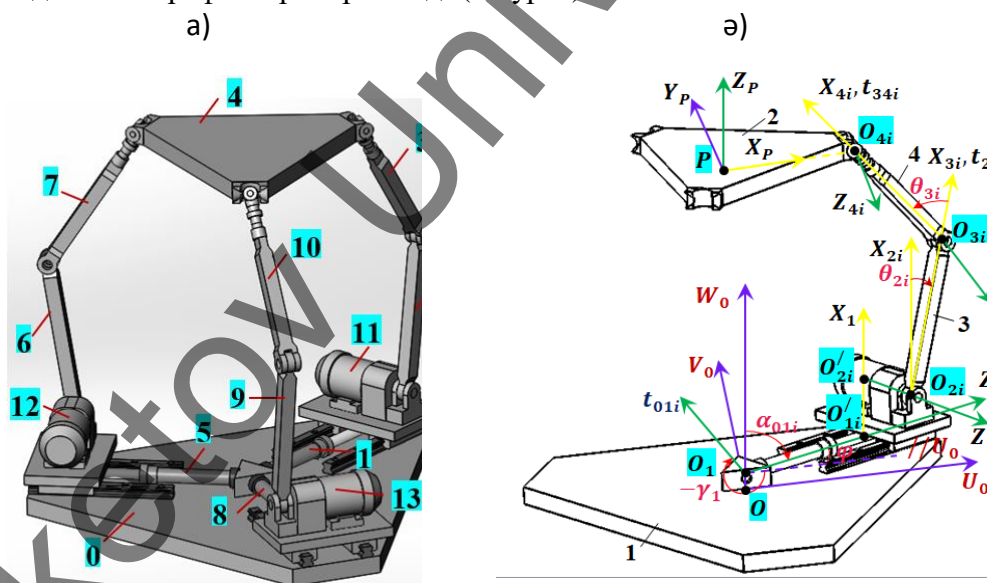
ЖАҢА ТРИПОД ТҮРДЕГІ 3-PRRS ПАРАЛЛЕЛЬ МАНИПУЛЯТОРДЫҢ ЖҰМЫС АЙМАҒЫ

Кайыров Р.А.

Академик Е. А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, Қарағанды, Қазақстан

E-mail: kairov.rustem@mail.ru

Мақалада жаңа 3-PRRS трипод түрдегі параллель манипулятордың (1-сурет) жұмыс аймағын анықтау әдісі сипатталды. Параллель манипулятордың қозғалмалы және бекітілген платформаларының арасындағы байланыс үш PRRS түрдегі түйік кинематикалық тізбектер арқылы жасалған. Механизм 1, 5, 8 және 2, 6, 9 белсенді түйіндер арқылы қозғалысқа келтіріледі. Манипулятордың аяқтары шеңберлер бойынша, ал қозғалмалы платформаның центрі сфераға тиісті шеңбер доғасы бойынша қозғалатындығы анықталып, олардың теңдеулері алынды және графиктері көрсетілді (2-сурет).



Сурет 1. – Жаңа трипод түрдегі 3-PRRS параллель манипулятордың 3D моделі

Сфералық топсалардың координаталары келесі түрде анықталады

$$\left. \begin{aligned} U_{O_{4,i}} &= -bc\gamma_i + s_i s \gamma_i - fs \gamma_i s \theta_{2,i} - gs \gamma_i s(\theta_{23,i}) \\ V_{O_{4,i}} &= -bs \gamma_i - s_i c \gamma_i + fc \gamma_i s \theta_{2,i} + gc \gamma_i s(\theta_{23,i}) \\ W_{O_{4,i}} &= c + a + fc \theta_{2,i} + gc(\theta_{23,i}) \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

мұнда a, b, c, f, g – тұрақты параметрлер, $s_i, \theta_{2,i}, \theta_{3,i}$ – қозғалтқыштардың орналасуларын анықтайтын айнымалы параметрлер, $\theta_{23,i} = \theta_{2,i} + \theta_{3,i}, i = 1, 2, 3$.

Айналмалы кинематикалық жұптардың шектеулеріне байланысты манипулятордың аяқтары ($O_{2,i}, O_{3,i}, O_{4,i}$ диадалары) келесі жазықтықтар бойынша қозғалады

$$c\gamma_i \cdot U_{O_{4,i}} + s\gamma_i \cdot V_{O_{4,i}} + b_i = 0, (i = 1, 2, 3). \quad (2)$$

(2)-жазықтықтарда жататын келесі шеңберлердің теңдеулері манипулятордың аяқтарының жұмыс аймақтары болып табылады

$$\left. \begin{aligned} (U_0 - O_{2,ix})^2 + (V_0 - O_{2,iy})^2 + (W_0 - O_{2,iz})^2 &= (g_i - f_i)^2 \\ (U_0 - O_{2,ix})^2 + (V_0 - O_{2,iy})^2 + (W_0 - O_{2,iz})^2 &= (g_i + f_i)^2 \end{aligned} \right\}, \quad (3)$$

мұнда $O_{2,ix}, O_{2,iy}, O_{2,iz}$ – шеңберлердің центрларының координаталары.

Қозғалмалы платформаның центрінің координаталарын келесі теңдіктер бойынша анықтауға болады

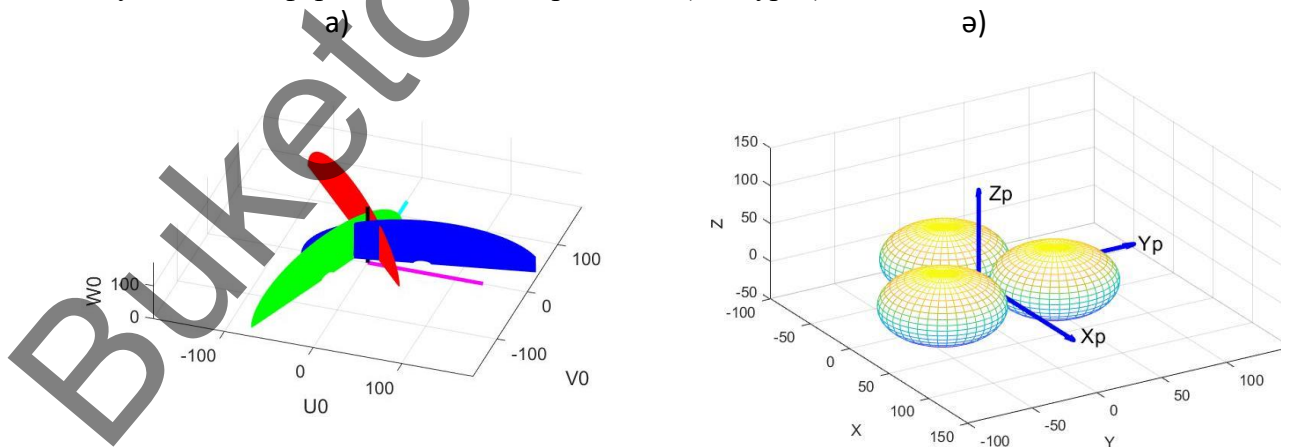
$$\left. \begin{aligned} X_P &= U_{O_{4,i}} - U_{O_{4,Pi}} \cdot s\gamma_i \cdot s\theta_{23,i} - V_{O_{4,Pi}} \cdot s\gamma_i \cdot c\theta_{23,i} - W_{O_{4,Pi}} \cdot c\gamma_i \\ Y_P &= V_{O_{4,i}} + U_{O_{4,Pi}} \cdot c\gamma_i \cdot s\theta_{23,i} + V_{O_{4,Pi}} \cdot c\gamma_i \cdot c\theta_{23,i} - W_{O_{4,Pi}} \cdot s\gamma_i \\ Z_P &= W_{O_{4,i}} + U_{O_{4,Pi}} \cdot c\theta_{23,i} - V_{O_{4,Pi}} \cdot s\theta_{23,i} \end{aligned} \right\}, \quad (4)$$

мұнда $U_{O_{4,Pi}}, V_{O_{4,Pi}}, W_{O_{4,Pi}}$ – жергілікті $O_{4,i}X_{4,i}Y_{4,i}Z_{4,i}$ координаттар жүйесіне қатысты қозғалмалы платформаның центрінің координаталары.

Жоғарыдағы (1), (2) және (4)-теңдеулерді пайдаланып бірқатар түрлендірулер жасағаннан кейін келесі теңдеулерді аламыз

$$(X_P - U_{O_{4,i}})^2 + (Y_P - V_{O_{4,i}})^2 + (Z_P - W_{O_{4,i}})^2 = h^2, \quad (5)$$

бұл үш сфераның теңдеулері абсолюттік $O_0U_0V_0W_0$ координаттар жүйесіне қатысты қозғалмалы платформаның центрінің, яғни P нүктесінің қозғалыс теңдеулері болып табылады. Ендеше берілген параллель манипулятордың аяқтары абсолюттік координаттар жүйесіне қатысты шеңберлер бойынша (2,а-сурет), ал сфералық топсаларға $O_{4,i}$ қатысты (5)-ші теңдеуге сәйкес сфераға тиісті шеңбер доғасы (2,ә-сурет) бойынша қозғалыс жасайды.



Сурет 2. – Параллель манипулятордың жұмыс аймағы

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Tsai L.W. Robot Analysis: The Mechanics of Serial and Parallel Manipulators. - John Wiley & Sons, Inc., New York /Chichester/Weinheim/ Brisbane/ Singapore /Toronto. 1999. – P. 505
2. Zhumadil Baigunchekov et. al. Kinematics of the Parallel Manipulators with Functionally Independent Drives (Part I, Part II) // Proceeding of the 11th World Congress on Mechanism and Machine Science, April 1-4, – 2004, Tianjin, China, –pp. 16647 - 1655.

3. M.A. Laribi, L. Romdhane, S. Zeghloul., “Analysis and dimensional synthesis of the DELTA robot for a prescribed workspace”, Mechanism and Machine Theory 42 (2007) 859–870.

4. Кайыров Р.А., Жаңа трипод түрдегі 3-PRRS параллель манипулятордың кинематикалық талдауы, КазҰУ хабаршысы, математика, механика, информатика сериясы, 108 том, №4, 58-71 б.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ДИНАМИКИ ЖИДКОСТЕЙ В ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТАХ

Курманова Д.Е., Джайчибеков Н.Ж.

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

E-mail: jaich@mail.ru

Для трубопроводной транспортировки нефти и нефтепродуктов используется подход, основанный на регулировании реологических свойств нефти, например, при помощи нагрева нефти с ее последующей транспортировкой по трубопроводу с повышенной теплоизоляцией (горячая перекачка нефти). В некоторых случаях увеличение вязкости нефти при понижении температуры приводит к недопустимым напряжениям на стенках трубы и остановке транспортировки. В работе [1] проведены исследования зависимости кинематической вязкости нефти и смесей нефти от температуры, а также проанализированы существующие формулы для расчета кинематической вязкости нефти в магистральных трубопроводах.

Настоящая работа посвящена исследованию гидродинамики теплоносителей в теплообменных аппаратах. В качестве теплоносителей используются вода («горячий» теплоноситель) и нефть («холодный» теплоноситель), между которыми происходит теплообмен через твердую поверхность трубопровода, являющейся границей между теплоносителями. Для численного моделирования гидродинамики теплоносителей применялись осредненные по Рейнольдсу уравнения Навье–Стокса, замкнутые при помощи модели турбулентности.

В литературе применяются различные зависимости вязкости от температуры. В нефтяной отрасли при расчете кинематической вязкости, зависящей от температуры, применяется формула Вальтера [1]

$$\lg[\lg(\nu + 0.8)] = a + b \lg T,$$

где a и b – эмпирические коэффициенты, определяемые для данной жидкости экспериментальным путем. Коэффициенты a и b в формуле находятся из соотношений

$$a = \lg[\lg(\nu_1 + 0.8)] - b \lg T$$

$$b = \frac{\lg[\lg(\nu_1 + 0.8)] - \lg[\lg(\nu_2 + 0.8)]}{\lg T_1 - \lg T_2}$$

Здесь ν_1 и ν_2 – значения кинематической вязкости жидкости при температурах T_1 и T_2 .

Сравнение результатов расчетов по формуле Вальтера с экспериментальными значениями динамической вязкости для нефти показано на рис. 1.