

3-сурет. Фазалық траектория және маятниктің ауытқу бұрышының графигі.
 Мәжбүрлі тербелістер: а) $\omega = 1 \text{ рад/с}$, $\theta_0 = 54^\circ$, $\beta = 0,4$, $\varphi_0 = 0^\circ$;
 б) $\omega = 1 \text{ рад/с}$, $\theta_0 = 12^\circ$, $\beta = 0,04$, $\varphi_0 = 0^\circ$.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

4. Пановко Я.Г. Введение в теорию механических колебаний. М.: Наука, 1991, 256 с.
5. Бутиков Е.И. Необычное поведение маятника при синусоидальным внешним воздействием // Компьютерные инструменты в образовании. – 2008. - №1. – С.30-42.
6. Bersugir M., Ibrayev A. Modeling of a cylindrical body motion on a vibrating surface // Scientific technical union of mechanical engineering – Industry 4.0, International scientific journal «Mathematical modeling», Year III, Issue 4/2019, ISSN (PRINT) 2535-0986, ISSN (WEB) 2603-2929 – Sofia, Bulgaria, 2019, pp.105-108.

ӘОК 531.312(075.8)

ЖҮКШЫҒЫРЫНЫҢ КӨТЕРІП-ТҮСІРУ РЕЖИМІ

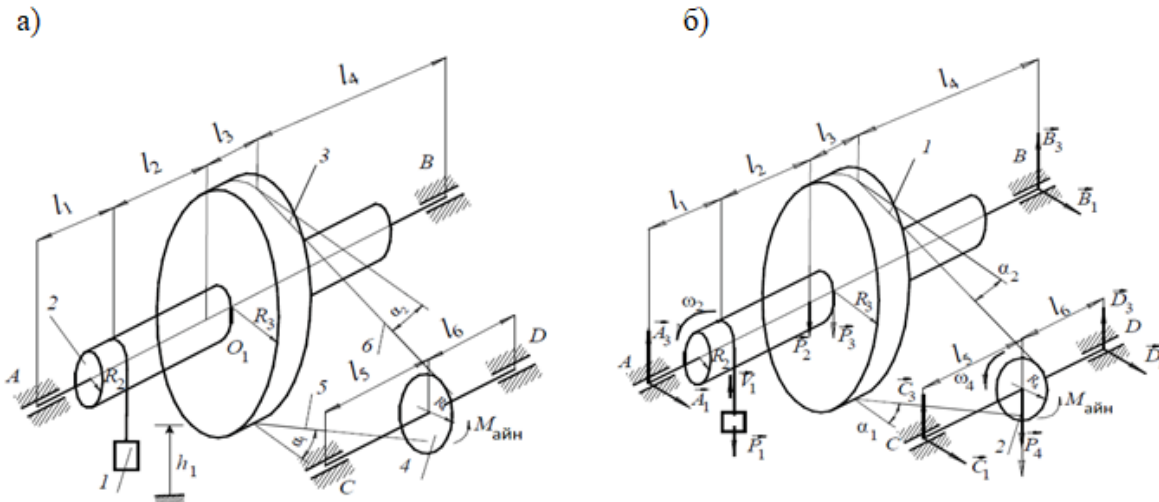
Сұлтан Бекбау Ғаббасұлы, Ахатаев Сержан Асхатұлы

bekasultan54@gmail.com, serzhantkl@gmail.com

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті механика-математика факультетінің 4-курс студенттері, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Ғылыми жетекші – тех.ғ.к. Бостанов Б.О.

Құрылыста, халық шаруашылығының басқа да салаларында жүктерді тасымалдау, бір жерден екінші жерге орын ауыстыру күнделікті атқарылатын жұмыс. Жүкті жоғарыға көтеру не төмен түсіру үшін көп жағдайда жүк көтергіш құрылғы – жүкшығыр пайдаланылады. Біз (1) жүкті тігінен (вертикаль) көтеріп-түсіруге арналған механизм – жүкшығырды қарастырамыз (1a-суреті).



1-сурет. Вертикаль көтеруге арналған жүкшығыр

Көлденең (горизонталь) (2)-білікке (3)-барабан орнатылған, ол (4)-шкивпен белдік арқылы жалғасады. Ал (4)-шкив қозғалтқыштың білігімен байланысып тұр.

Мұндағы (1)- жүктің массасы - m_1 , (2)-біліктің массасы - m_2 , оның радиусы - R_2 (білік – біртекті дөңгелек цилиндр), (3)-барабанның массасы - m_3 , оның радиусы- R_3 (біртекті дөңгелек диск), (4)-шкивтің массасы - m_4 , радиус - R_4 (біртекті дөңгелек диск). $M_{\text{айн}}$ - қозғалтқыштың айналу моменті; $l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6$ – белгілі геометриялық өлшемдер; 5,6 – жетекші және жетектегі белдік тармақтары. Жетекші тармақ кернеуі жетектегі тармақ кернеуіне қарағанда екі есе көп (эксперименталды түрде анықталады және әр түрлі мәнге ие болуы мүмкін). Ал α_1, α_2 – белдіктің жетекші және жетектегі тармақтарының көлбеулік бұрыштары; h_1 – (1)-жүкті көтеру биіктігі.

Инженерлік тұрғыдан практикалық қызығушылық танытатын әрі маңызы бар мәселе - жүкті көтеру және түсіру режимін анықтауды қарастырамыз.

Көтеру режимін қарастырамыз (1б-сурет).

Жүкшығыр механизміндегі денелер арасындағы кинематикалық байланыстарды анықтап аламыз [1-5]. Құрылғыдағы (1)-жүк V_1 жылдамдығымен көтеріледі деп есептейік. Сонда

айналыстағы (2)-білік пен (1)-барабанның бұрыштық жылдамдықтары $\omega_2 = \omega_3 = \frac{V_1}{R_2}$ өрнегімен

анықталады. Белдік арқылы байланысқан барабан мен шкив арасында мынадай кинематикалық

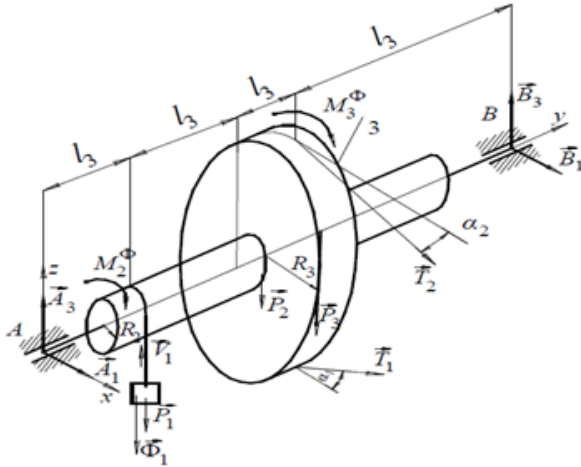
қатынас орын алады: $\frac{\omega_3}{\omega_4} = \frac{R_4}{R_3}$.

Осы қатынастарды пайдалана отырып, шкивтің бұрыштық жылдамдығын жүктің көтерілу жылдамдығы арқылы сипаттаймыз:

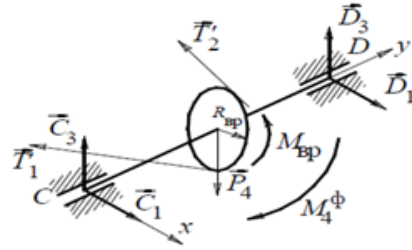
$$\omega_4 = \frac{V_1}{R_2} \frac{R_3}{R_4}$$

Барабан білікке орнатылған, екеуі бірге айналады. Оларға түсірілген инерция күштерін анықтаймыз (2а-суреті).

а)



б)



2-сурет. Жүкшығыр барабаны мен шкивіне әсер етуші күштер

Көтерілетін (1)-жүк ілгерілемелі қозғалыс жасайды, сондықтан $\Phi_1 = m_1 a_1$. Мұндағы a_1 - жүктің көтерілу үдеуі. Білік айналмалады, сол себепті инерция күштері моментке келтіріледі, демек

$$M_2^\phi = J_{2z} \varepsilon_2 = \frac{m_2 R_2^2}{2} \frac{a_1}{R_2} = \frac{m_2 a_1 R_2}{2}.$$

Барабан да білік секілді айналмалы қозғалыс жасайды, сондықтан келтірілген инерция моменті

$$M_3^\phi = J_{3z} \varepsilon_3 = \frac{m_3 R_3^2}{2} \frac{a_1}{R_2} = \frac{m_3}{2} \left(\frac{R_3}{R_2} \right) R_3 a_1$$

өрнегімен анықталады.

Қозғалтқыш білігімен бірге айналатын шкивке әсер етуші күштен де инерция моментіне келтіріледі:

$$M_4^\phi = J_{4z} \varepsilon_4 = \frac{m_4 R_4^2}{2} \frac{a_1}{R_2} = \frac{m_4}{2} \left(\frac{R_3}{R_2} \right) R_4 a_1.$$

Даламбер қағидатына негізделген кинетостатика теңдеуін құрамыз. Барабан орнатылған білік бойымен Ау осін бағыттаймыз және осы оське қатысты күш моменттерін есептеп, қосындысын нольге теңестіреміз (2а-суреті), сонда

$$\sum m_y = 0; \quad P_1 R_2 - T_1 R_3 + T_2 R_3 + \Phi_1 R_2 + M_2^\phi + M_3^\phi = 0.$$

Біз $T_1 = 2T_2$ екенін ескере отырып, инерция күштерінің шамасын теңдеуге қоямыз

$$P_1 R_2 - T_2 R_3 + m_1 a_1 R_2 + \frac{1}{2} m_2 a_1 R_2 + \frac{1}{2} m_3 \left(\frac{R_3}{R_2} \right) R_3 a_1 = 0,$$

немесе

$$P_1 - T_2 \left(\frac{R_3}{R_2} \right) + m_1 a_1 + \frac{1}{2} m_2 a_1 + \frac{1}{2} m_3 \left(\frac{R_3}{R_2} \right)^2 a_1 = 0 \quad (1)$$

Енді шкивті қарастырамыз (2б-суреті). Қозғалтқыш білігі бойымен S_y осін бағыттаймыз. Айналатын шкив үшін кинетостатиканың S_y осіне қатысты моменттер теңдеуін құрамыз [1-4]:

$$\sum m_y = 0; \quad -M_{\text{айн}} + T_1' R_4 - T_2' R_4 + M_4^\phi = 0.$$

Инерция күштерінің шамаларын теңдеуге қойсақ, шығатыны

$$-M_{\text{айн}} + T_2 R_4 + \frac{1}{2} m_4 \left(\frac{R_3}{R_2} \right) R_4 a_1 = 0,$$

немесе

$$-M_{\text{айн}} \frac{1}{R_4} + T_2 + \frac{1}{2} m_4 \left(\frac{R_3}{R_2} \right) a_1 = 0. \quad (2)$$

Мұнда

$$Q = M_{\text{айн}} \frac{R_3}{R_2 R_4} - P_1 = M_{\text{айн}} \frac{R_3}{R_2 R_4} - m_1 g,$$

$$m_{np} = \frac{1}{2} \left[2m_1 + m_2 + (m_3 + m_4) \left(\frac{R_3}{R_2} \right)^2 \right]$$

деп белгілеп аламыз.

Жүктің үдеуін анықтау үшін (1) және (2) теңдеулерді бірге шешеміз, сонда

$$a_1 = \frac{Q}{m_{np}}.$$

Жүктің бірқалыпты қозғалу шарты:

$$M_{\text{сп}} \frac{R_3}{R_2 R_4} - m_1 g = 0,$$

немесе

$$M_{\text{сп}} = m_1 g \frac{R_2 R_4}{R_3}.$$

Жүктің жылдамдығын анықтаймыз. Ол үшін $\frac{dV_1}{dt} = \frac{dV_1}{dx} \frac{dx}{dt}$ алмастыруын жасаймыз. Сонда

$$m_{np} \frac{dV_1}{dx} \frac{dx}{dt} = Q \quad \text{немесе} \quad m_{np} V_1 \frac{dV_1}{dx} = Q.$$

Интегралдап анықтаймыз

$$m_{np} \frac{V_1^2}{2} = Qh_1.$$

Сонда жүктің жылдамдығы

$$V_1 = \sqrt{2 \frac{Q}{m_{np}} h_1}.$$

Белдіктің керілуін анықтау үшін (2) теңдеуді пайдаланамыз, одан

$$T_2 = M_{айн} \frac{1}{R_4} - \frac{1}{2} m_4 \left(\frac{R_3}{R_2} \right) a_1$$

$$T_1 = 2T_2 = 2M_{айн} \frac{1}{R_4} - m_4 \left(\frac{R_3}{R_2} \right) a_1$$

анықтаймыз.

Жүкті бірқалыпты көтерген кезінде оның үдеуі $a_1 = 0$ болады. Бұл жағдайда белдіктің жетектегі тармағының керілуі:

$$T_2 = M_{айн} \frac{1}{R_4} = m_1 g \frac{R_2}{R_3}.$$

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Жолдасбеков Ө.А., Сағитов М.Н. Теориялық механика. Алматы: 2002. — 575 б. — ISBN 9965-13-355-7.
2. А. Ф. Ибраев, Т. Е. Санкибаев. Теориялық механика. Алматы : Нұр-Принт, 2016. - 287 б.
3. Е.С. Темірбеков, О.Т. Абдрахимов, С. Жунисбеков. Теориялық механиканың негіздері. Кинематика. Алматы: АТУ, 2016. 80 б. ISBN 978-601-263-384-9.
4. Темирбеков Е.С., Бостанов Б.О. Теоретические основы комбинированного вибровозбудителя с беговой дорожкой непрерывной кривизны. / ИММаш, Алматы, 2013. -168 с. ISBN 978-601-280-514-7.
5. Касабеков М. Теориялық механика. Алматы: Алаш, 2006. - 216 с. ISBN 9965-669-55-4