

5 ПРАКТИКАЛЫҚ ЖҰМЫС «ЖАЗЫҚ МЕХАНИЗМДЕРДЕГІ КҮШ ПЕН МАССАНЫ КЕЛТІРУ»

5.1 Жұмыстың мақсаты

Көпбуынды механизмді эквивалент бірмассалы динамикалық модельмен (тіреуіш – келтіру буыны) ауыстыру жолымен механизмдерге динамикалық талдау жасау міндеттерін шешу бойынша теориялық білімді тереңдету және бекіту, шеберліктер мен практикалық дағдыларды дамыту.

5.2 Қысқаша теориялық мәліметтер

Берілген күштердің әсерімен механизмнің қозғалу заңын зерделеу машина динамикасының негізгі міндеттерінің бірі болып табылады. Күрделі көпбуынды жүйенің (машина, машина агрегаты) кинематикалық сипаттамаларын (жылдамдық, үдеу, орын ауыстыру) анықтау көп еңбекті қажет етеді, себебі сыртқы жүктемелер – қозғалтушы күштер мен кедергі күштер, әдеттегідей, шамасы мен бағыты бойынша ауыспалы, ал күштердің әсері кезеңді болумен қатар, кезеңсіз де болады. Егер механизмде еркіндіктің бір дәрежесі ($W=1$) болса, онда көпбуынды механизмге динамикалық талдау жасау міндетін келтіру буыны қозғалысы заңы нақты көпбуынды механизмнің кіріс буыны қозғалысы заңымен толық сәйкес келетіндей J_n инерция моменті бар және M_n моментімен жүктелген келтіру буыны деп аталатын бір буын қозғалысының теңдеуін шешуге келтіруге болады. Егер M_n моменті өрістететін қуат күш қуаттары мен зерттеліп отырған механизмнің жылжымалы буындарына қосымша берілген моменттердің жалпы санына тең, ал келтіру буынының кинетикалық энергиясы осы механизмнің жылжымалы буындарының кинетикалық энергияларының жалпы санына тең болса, келтіру буыны зерттеліп отырған механизмнің өзгеше динамикалық моделі болып табылады.

Баяндалған шарттар төменде аналитикалық формада берілген:

- қосиінге келтірілген OA моменті үшін

$$M_n = \frac{\sum F_i \cdot \varrho_i \cos \alpha_i + \sum M_i \cdot \omega_i}{\omega_1}, \quad (5.1)$$

мұнда F_i және M_i - i буынға түсірілген күш пен момент, сәйкесінше H және $H \cdot m$;

ϱ_i - F_i күші нүктесінің жылдамдығы, $m \cdot c^{-1}$;

α_i - F_i күші векторы мен ν_i жылдамдық векторы арасындағы бұрыш, град.;

ω_i және ω_1 - сәйкесінше i буыны мен келтіру буынының бұрыштық жылдамдығы, c^{-1} .

- келтірілген инерция моменті үшін

$$J_n = \frac{\sum m_i \vartheta_i^2 + \sum J_i \omega_i^2}{\omega_1^2}, \quad (5.2)$$

мұнда m_i - i буынының массасы, кг;

ϑ_i - i буыны масса орталығының жылдамдығы, $m \cdot c^{-1}$;

J_i - масса орталығы арқылы өтетін осьтің қатысына қарай i буынының инерция моменті, $кг \cdot м^2$.

5.3 Есептеу үшін бастапқы деректер

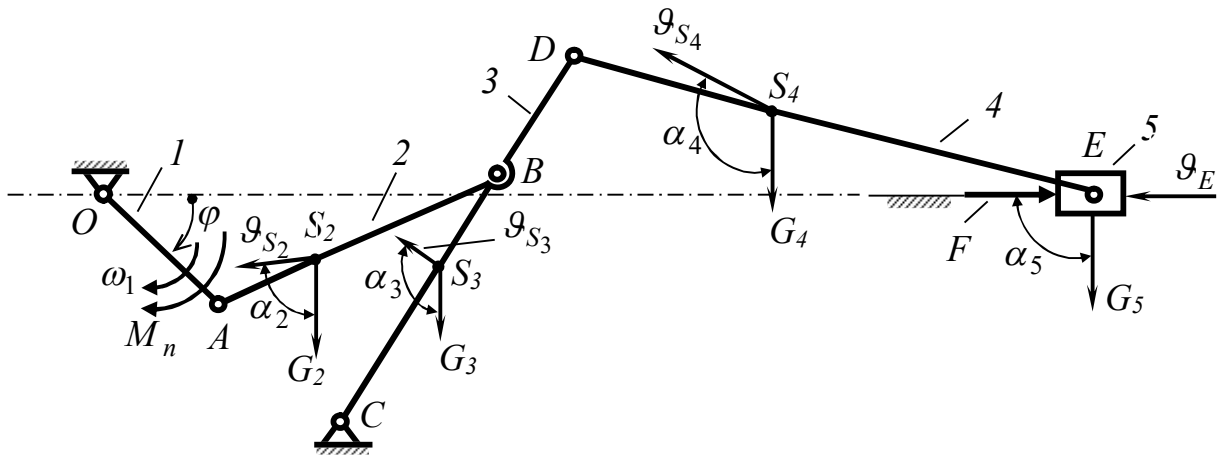
Студент өзі бұрын орындаған № 2 және № 3 жұмыстардан механизмнің кинематикалық сұлбасын, буындардың масса орталықтарының шамалары мен ϑ_S жылдамдық векторларының бағыттарын, жылжымалы буындардың ω бұрыштық жылдамдықтары мен J_S инерция моменттері, G салмақ күші мен F жұмыстық жүктемесінің мәндерін алады. Келтіру буыны деп OA қосиінін таңдап алу қажет.

5.4 Есептеу үлгісі

Иінтірек механизмнің кинематикалық сұлбасы (5.1-сурет), буындардың жылдамдықтары (v_S және ω) мен инерция моменттерінің мәндері, салмақтық G және F жұмыстық жүктемелері № 2 және № 3 практикалық жұмыстардан (2.4 пен 3.4 бөлімдерді қараңыз) алынған және 5.1 кестеге енгізілген.

Кесте 5.1 – Бастапқы кинематикалық және күш параметрлері

Сызықтық жылдамдықтар, $м \cdot с^{-1}$	Бұрыштық жылдамдықтар, $с^{-1}$	Буындардың инерция моменттері, $кг \cdot м^2$	Буындардың массалары, кг	Сыртқы жүктемелер, Н
$\vartheta_{S_2} = 9,75$ $\vartheta_{S_3} = 11,3$ $\vartheta_{S_4} = 22,7$ $\vartheta_E = 23,75$	$\omega_1 = 100$ $\omega_2 = 86,5$ $\omega_3 = 85$ $\omega_4 = 35$	$J_{S_2} = 0,1$ $J_{S_3} = 0,1$ $J_{S_4} = 0,1$ $J_{S_1} = 0,06$	$m_2 = m_3 = m_4 = 5$ $m_5 = 10$	$G_2 = G_3 = G_4 = 50$ $G_5 = 100$ $F = 5000$



Сурет 5.1 – Жазық иітірек механизмнің есептеу сұлбасы

5.4.1 Күштерді келтіру

Күштерді келтіру қуаттардың тепе-теңдігі негізінде орындалады, яғни M_n келтірілген моменті өрістететін қуат механизмнің буындарына әсер етуші сыртқы күштер өрістететін қуаттардың жалпы санына тең.

5.1-суретте бейнеленген механизм үшін сыртқы күштер: F кедергі күші мен G_2 , G_3 , G_4 және G_5 салмақ күштері болып табылады. v_{S_2} , v_{S_3} және т.б. жылжымалы буындардың масса орталықтары жылдамдықтары векторларының бағыттары жылдамдықтар сызбасына (2.3, б сурет) сәйкес салынған.

OA қосиініне келтірілген M_n моментінің шамасын 5.1 формуладан шығатын 5.3 тәуелділігі анықтайды

$$M_n = \frac{F \cdot v_E \cos \alpha_E + \sum G_i \cdot v_i \cos \alpha_i}{\omega_1}, \quad (5.3)$$

мұнда α_i - i масса орталығының G_i салмақ күші векторы мен v_{S_i} жылдамдық векторының арасындағы бұрыш;

α_E - сырғақтың F күш векторы мен v_E жылдамдығының арасындағы бұрыш ($\alpha_E = 180^\circ$).

5.1-суреттен көрініп тұрғандай, α_2 мен α_3 бұрыштары 90° -қа жақын, ал $\alpha_5 = 90^\circ$. Бұдан басқа G_2 және G_3 салмақ күштері $F = 5000H$ жұмыстық жүктеменің тек бір пайызын құрайды, сондықтан 5.3 есептеу формуласына тек F және G_4 күштерінен деректер кіреді:

$$M_n = \frac{F \cdot v_E \cos \alpha_E + G_4 \cdot v_{S_4} \cos \alpha_4}{\omega_1},$$

бұдан

$$M_n = \frac{5000 \cdot 23,75 \cdot \cos 180^0 + 50 \cdot 22,7 \cdot \cos 109^0}{100} \approx -1191 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

«Минус» белгісі келтірілген буындағы M_n моменті мен ω_1 бұрыштық жылдамдығының бағыттары қарама-қарсы екенін дәлелдейді.

5.4.2 М а с с а л а р д ы к е л т і р у

Массаларды келтіру кинетикалық энергиялардың тепе-теңдігі негізінде орындалады. *ОА* буыны айналып қозғалады, ендеше келтірілген J_n инерция моменті ұғымын пайдаланған орынды.

Келтірілген буынның (*ОА* қосиіні) T_n кинетикалық энергиясы зерттеліп отырған механизмнің жылжымалы буындары кинетикалық энергияларының жалпы санына тең болуы тиіс:

$$\frac{J_n \omega_1^2}{2} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5, \quad (5.4)$$

бұдан

$$J_n \cdot \omega_1^2 = \sum m_i \cdot \vartheta_{S_i}^2 + \sum J_{S_i} \cdot \omega_i^2 \quad (5.5)$$

Жылжымалы буындардың m_i массалары мен J_i инерция моменттерінің бастапқы деректерін, буындардың ω_i бұрыштық және сызықтық жылдамдықтары мен олардың масса орталықтарының мәндерін 5.5 формулаға қойып, келесіні аламыз:

$$\begin{aligned} J_n \cdot \omega_1^2 &= J_1 \cdot \omega_1^2 + m_2 \cdot \vartheta_{S_2}^2 + J_2 \cdot \omega_2^2 + m_3 \cdot \vartheta_{S_3}^2 + J_3 \cdot \omega_3^2 + m_4 \cdot \vartheta_{S_4}^2 + J_{S_4} \cdot \omega_4^2 + \\ &+ m_5 \cdot \vartheta_E^2 = 0,06 \cdot 100^2 + 5 \cdot 9,75^2 + 0,1 \cdot 86,5^2 + 5 \cdot 11,3^2 + 0,1 \cdot 85^2 + \\ &+ 5 \cdot 22,7^2 + 0,1 \cdot 35^2 + 10 \cdot 23,75^2 = 11522 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2}, \end{aligned}$$

бұдан

$$J_n = \frac{\sum T_i}{\omega_1^2} = \frac{11522}{100^2} = 1,152 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Осындай есептеулерді механизмнің 12...24 бірізді күйлері үшін орындайды және есептеулердің мәліметтері бойынша қосиіннің бұрылу бұрышынан келтірілген күштер мен келтірілген массалардың тәуелділіктерін құрастырады

$$M_n = M_n(\varphi) \quad \text{және} \quad J_n = J_n(\varphi).$$

Соңғылары машиналар мен механизмдер динамикалары бойынша есептерді шешуде кең пайдаланылады.