

ӘОЖ 621.1

ЕКІ ЕРКІНДІК ДӘРЕЖЕСІ БАР ЖҮКШЫҒЫРДЫҢ ТЕПЕ-ТЕҢДІГІ

Меккам Мәулен, Дәуренбек Ілияс, Оспанов Ұлан

mekkam1999@bk.ru, sapmroblox@gmail.com

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ механика-математика факультетінің студенттері

Ғылыми жетекшісі - тех.ғ.к., доцент Б. Бостанов

Мәселенің қойылымы. Екі еркіндік дәрежесі бар жүкшығырды (көтергіш механизмді) қарастырамыз (2-сурет), оған әсер етуші шамалар: P_A - ілінген A жүгінің ауырлық күші; P_3 - жылжымалы 3-блоктың ауырлық күші; f - ілінген A жүгінің көкжиекпен α бұрыш жасайтын көлбеу жазықтық арасындағы үйкеліс коэффициенті; r_1 және r_2 - барабандардың радиустары. Осьтерде болатын үйкеліс ескерілмейді. Тепе-теңдік жағдайындағы барабанға түсірілген M_1 және M_2 моменттердің шамаларын анықтау қажет.

Материалдар және нәтижені талдау. Жүйеге әсер ететін актив күштер (белсенді күштер) P_A және P_3 ауырлық күштері болып табылады, моменттері M_1 және M_2 болатын жұптар. Жүйеге нақты байланыс қолданылады-реакциялары \bar{N} және \bar{F}_{TP} болатын шероховатая поверхность (кедір бет).

Екі жағдайды қарастырайық

Бірінші жағдай. Үйкеліс болмаған кезде A жүктемесі жоғары қарай жылжуға тырысады. Үйкеліс болған кезде үйкеліс күші пайда болады және көлбеу жазықтық бойымен төмен бағытталады. (2,г-сурет)

Шешімді екі кезеңде қарастырайық.

1ші кезең. Барабан 2 ні бекітіп, барабан 1 ге мүмкіндік орын ауыстыру беріледі $\delta\varphi_1$ (2,б-сурет), жұмыс теңдеуін келесі түрде:

$$M_1\delta\varphi_1 - P_3\delta r_O - F_{TP}\delta r_A - P_A \sin \alpha \delta r_A = 0$$

Орын ауыстырулар арасындағы байланысты келесі формулалары арқылы анықталады.

$$\delta r_O = \delta r_D = \delta r_C = r_1\delta\varphi_1; \quad \delta r_A = \delta r_E = 2\delta r_O = 2r_1\delta\varphi_1.$$

Жүктің тепе-теңдігін қарастыра отырып, келесі теңдік алынады.

$$F_{TP} = fN = fP_A \cos \alpha.$$

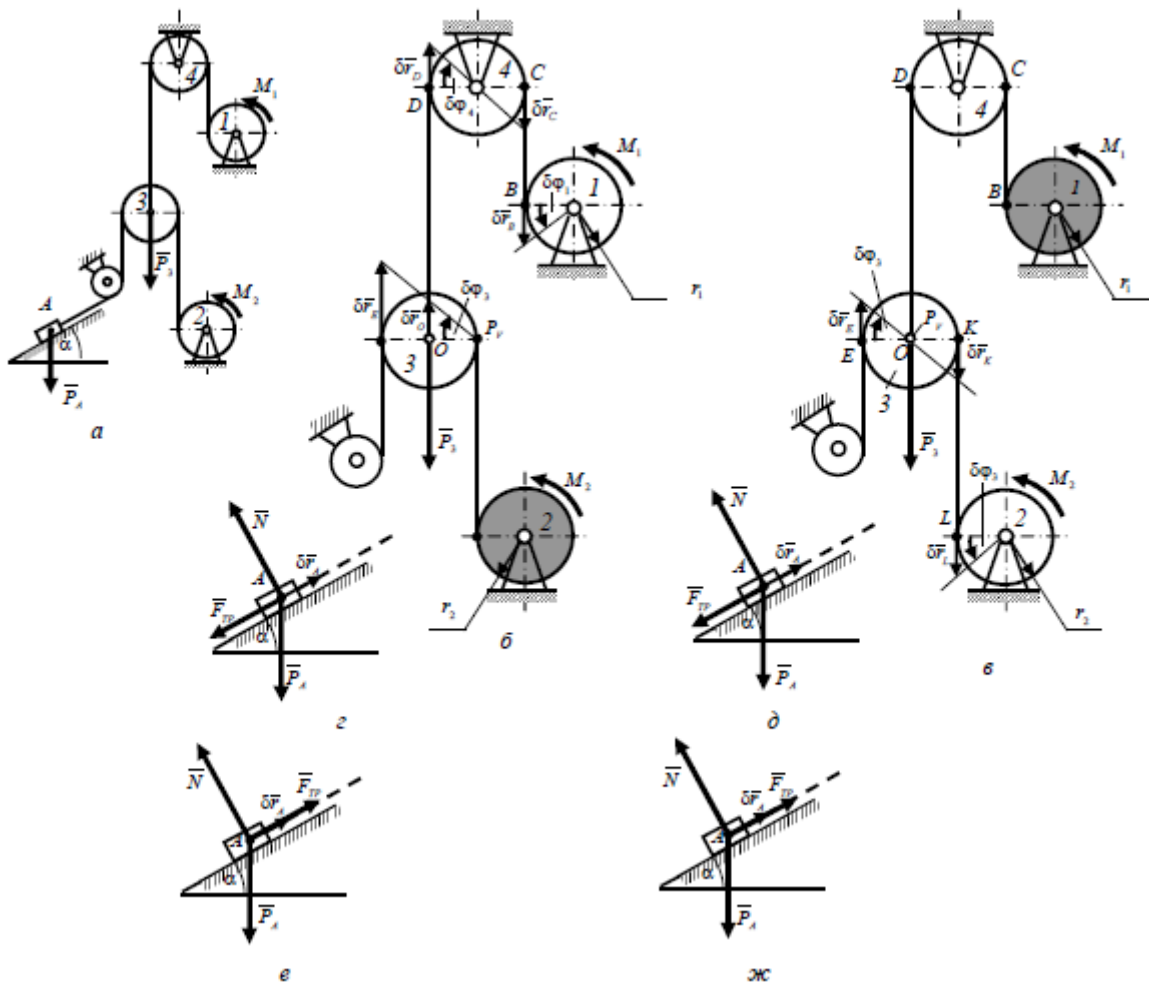
(1)

Өрнекті түрлендіргенде ($\delta\varphi_1$ жақшаның сыртына шығарылады)

$$(M_1 - P_3r_1 - fP_A \cos \alpha 2r_1 - P_A \sin \alpha 2r_1)\delta\varphi_1 = 0.$$

Себебі $\delta\varphi_1 \neq 0$, онда

$$(M_1 - P_3 r_1 - f P_A \cos \alpha 2r_1 - P_A \sin \alpha 2r_1) = 0$$



2-сурет. Көтергіш жүкшығырдың кинематикалық және есептеу сызбасы

Келесідей түрде болады:

$$M_1 \leq P_3 r_1 + P_1 2r_1 (f \cos \alpha + \sin \alpha) \quad (2)$$

2ші кезең . Барабан 1 ді бекітіп, барабан 2 ге мүмкіндік орын ауыстыру береміз $\delta\varphi_2$ (2,в,д -сурет), жұмыс теңдеуін алынады :

$$M_2 \delta\varphi_2 - F_{TP} \delta r_A - P_A \sin \alpha \delta r_A = 0.$$

Қозғалыстар арасындағы байланыс:

$$M_2 \delta\varphi_2 - F_{TP} \delta r_A - P_A \sin \alpha \delta r_A = 0.$$

Өрнекті түрлендіргенде (жақша сыртына $\delta\varphi_2$ шығарады)

$$(M_2 - F_{TP} r_2 - P_A \sin \alpha r_2) \delta\varphi_2 = 0.$$

Себебі $\delta\varphi_2 \neq 0$ онда (1) ші теңдікті ескере отырып, келесі теңдікті алынады:

$$(M_2 - f P_A \cos \alpha r_2 - P_A \sin \alpha r_2) = 0,$$

Төмендегі формула алынады :

$$M_2 \leq P_A r_2 (f \cos \alpha + \sin \alpha).$$

(3)

Екінші жағдай. Үйкеліс болмаған кезде А жүктемесі төмен жылжуға тырысады делік. Үйкеліс болған кезде үйкеліс күші көлбеу жазықтық бойымен жоғары қарай

бағытталады.(2,е-сурет). Бұл жағдай да үйкеліс күшінің қарапайым жұмысы оң болады, ал нүктелердің қозғалысы арасындағы байланысы өзгеріссіз қалады.

1 ші кезең. Барабан 2 бекітілген (2,б-сурет) жұмыс теңдеуін келесі түрде жазылады.

$$M_1 \delta \varphi_1 - P_3 \delta r_0 + F_{TP} \delta r_A - P_A \sin \alpha \delta r_A = 0;$$

(2*)

$$M_1 \geq P_3 r_1 + P_A 2r_1 (\sin \alpha - f \cos \alpha).$$

2 ші кезең. Барабан 1 бекітілген (2,в,ж -сурет) жұмыс теңдеуін келесі түрде жазылады:

$$M_2 \delta \varphi_2 + F_{TP} \delta r_A - P_A \sin \alpha \delta r_A = 0$$

$$M_2 \geq P_A r_2 (\sin \alpha - f \cos \alpha). \quad (3^*)$$

(2) және (2 *) формуланы, (3) және (3*) формулаларды біріктіріп. Жүйенің тепе-теңдігін алынады.

$$P_3 r_1 + P_1 2r_1 (\sin \alpha - f \cos \alpha) \leq M_1 \leq P_3 r_1 + P_A 2r_1 (f \cos \alpha + \sin \alpha);$$

$$P_A r_2 (\sin \alpha - f \cos \alpha) \leq M_2 \leq P_A r_2 (f \cos \alpha + \sin \alpha).$$

Алынған нәтижелерден 2 ші барабанға қолданылатын M_2 моменті, тек А жүктемесінің ауырлық күшіне байланысты, ал 1 барабанға қолданылаты M_1 моменті тек А жүктемесінің ауырлық күшіне ғана емес, сонымен қатар 3 ші жылжымалы блоктың ауырлық күшіне де байланысты.

Қорытынды. Бірнеше еркіндік дәрежесі бар жүйе үшін мүмкіндік орын ауыстыру принципін білдіретін көптеген теңдеулер жасауға болады, оның қанша еркіндік дәрежесі бар. Бұл жағдайда шешім бірнеше рет орындалатын кезеңдерге бөлінеді. Жүйелер үшін бірінші кезеңде еркіндіктің екі дәрежесі бір (бірінші) еркіндік дәрежесін қалдырады, екіншісін тиісті нүктені немесе денені бекіту арқылы алып тастайды және бірінші теңдеуді тепе-теңдік теңдеуін құрайды. Екінші кезеңде жүйеде бірінші дәрежені қоспағанда, еркіндіктің тек екінші дәрежесі қалады және теңдеуді құрайды -мүмкіндік орын ауыстыру принципін теңдеуі. Алынған теңдеулердің бірлескен шешімі қажетті шамаларды табуға мүмкіндік береді.

Мүмкіндік орын ауыстыру принципін қолдана отырып, механикалық жүйе динамикасының кез-келген мәселелерін шешуге болады. Динамика мәселелерін екі әдіспен шешуге болады, олардың әрқайсысы да бірдей нәтижеге әкеледі.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1 А. Ф. Ибраев, Т. Е. Санкибаев. Теориялық механика : оқулық. – Алматы : Нұр-Принт, 2016. - 287 б.

2 Смолин И. Ю. Основы аналитической динамики : (введение в аналитическую механику) : лекции / Смолин И. Ю. ; Том. гос. ун-т, ФТФ, Каф. теории прочности проектирования. - Томск, 2004. URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000387205>.

3 Манжосов, В. К. Теоретическая механика. Часть II. Динамика. Аналитическая механика : учебное пособие / В. К. Манжосов, О. Д. Новикова, А. А. Новиков ; Ульянов. гос. техн. ун-т. – Ульяновск : УлГТУ, 2011. – 194 с. ISBN 978-5-9795-0869-6

4 Бутенин Н.В..Введение в аналитическую механику.М:Высшая школа, 1964.

5 Жолдасбеков Ө.А.,Сағитов М.Н.,Мұстахишщв К.Теориялық механика – Алматы:Мектеп,1982,1 т.375 б