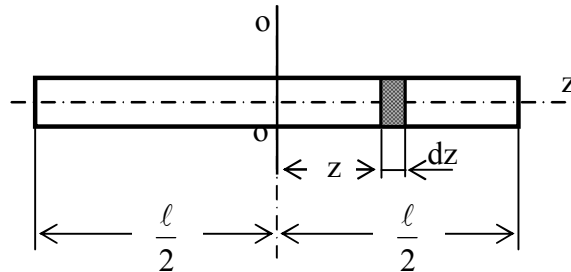


1.2 Бір қалыпты айналып тұрған сырықтағы кернеу

Бойлық өсіне перпендикуляр $O-O$ өсі арқылы $\omega = const$ бұрыштық жылдамдықпен айналып тұрған сырықтың кернеуін қарастырайық (2-сурет). Инерция күшінің қарқындылығын табу үшін, $O-O$ өсінен z қашықтықтан, ұзындығы dz элемент бөліп алайық. Сонда ($A = const$ болғандықтан):



2 - сурет

$$q_{ин} = \frac{\gamma \cdot A}{g} \cdot a = \frac{\gamma \cdot A}{g} \cdot \omega^2 \cdot r \quad (13)$$

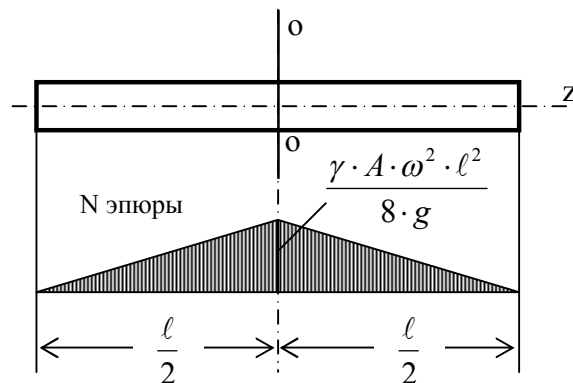
Элементтің центрден тепкіш күші

$$dP = q_{ин} \cdot dz = \frac{\gamma \cdot A}{g} \cdot \omega^2 \cdot r \cdot dz \quad (14)$$

Сырықтың созатын инерция күшін (центрден тепкіш күш) табайық

$$N_z = \int_z^{\frac{l}{2}} dP = \frac{\gamma \cdot A}{g} \cdot \omega^2 \int_z^{\frac{l}{2}} z \cdot dz = \frac{\gamma \cdot A \cdot \omega^2}{2 \cdot g} \left(\frac{\ell^2}{4} - z^2 \right)$$

Бойлық күштің (N) эпюрасын тұрғызайық (3-сурет). Бойлық күштің ең үлкен шамасы $z=0$ болғанда, яғни ортадағы қимада пайда болады



3 - сурет

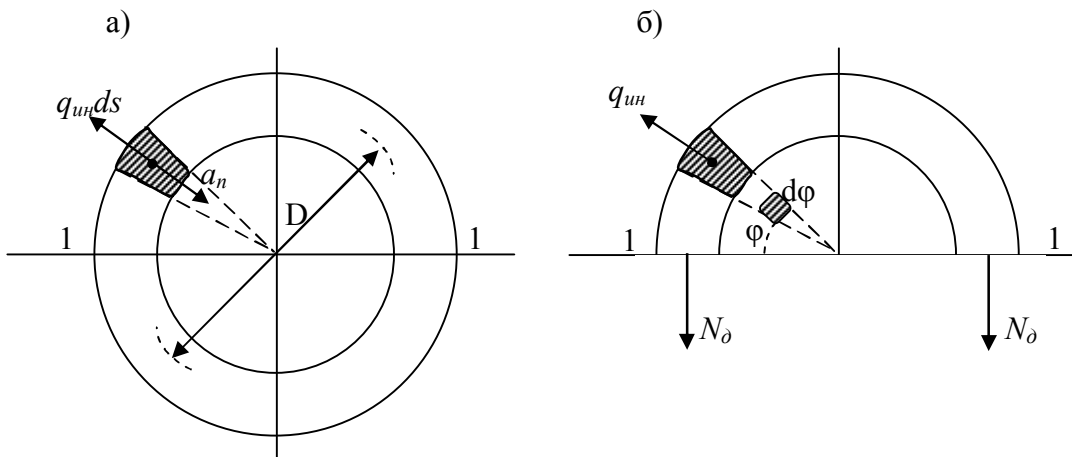
$$N_{\max} = \frac{\gamma \cdot A \cdot \omega^2 \cdot \ell^2}{8 \cdot g} \quad (15)$$

Кернеу

$$\sigma_{\delta}^{\max} = \frac{N_{\max}}{A} = \frac{\gamma \cdot \omega^2 \cdot \ell^2}{8 \cdot g} \quad (16)$$

1.3 Айналып тұрған сақинадағы кернеу

Көлденең қимасы тұрақты, айналып тұрған жұқа сақинаны (доңғалақтың тоғыны) алайық (4а-сурет). Оның бұрыштық жылдамдығы $\omega = const$ болсын.



4 - сурет

Центрден тепкіш инерция күшінің қарқындылығы

$$q_{и} = \frac{\gamma \cdot A}{g} \cdot \omega^2 \cdot \frac{D}{2} \quad (17)$$

Сақинаның ұзындығы ds элементіндегі инерция күші

$$dP = q_{и} \cdot dS = \frac{\gamma \cdot A}{g} \cdot \omega^2 \cdot \frac{D}{2} \cdot dS = \frac{\gamma \cdot A \cdot \omega^2 \cdot D^2}{4 \cdot g} d\varphi.$$

Қималар әдісі бойынша сақинаны екіге бөліп, бір бөлігінің тепе-теңдігін қарастырамыз (4б-сурет):

$$\int dP \cdot \sin \varphi - 2N_{\delta} = 0, \quad \frac{\gamma \cdot A \cdot \omega^2 \cdot D^2}{4 \cdot g} \int \sin \varphi \cdot d\varphi = 2N_{\delta},$$

$$N_{\delta} = \frac{\gamma \cdot \omega^2 \cdot D^2 \cdot A}{4g} \quad (18)$$

Сақинаның нүктелеріндегі шеңберлік жылдамдықты ескерсек:

$$V = \omega \cdot \frac{D}{2}, \quad N_{\delta} = \frac{\gamma \cdot A \cdot v^2}{g}. \quad (19)$$

Динамикалық кернеу

$$\sigma_{\delta} = \frac{N_{\delta}}{A} = \frac{\gamma \cdot \omega^2 \cdot D^2}{4g} = \frac{\gamma v^2}{g}. \quad (20)$$

Бұл кернеудің мөлшерін білу үшін, төмендегі берілімдер бойынша кернеуді есептейік.

$$n = 600 \text{ айн/мин}; \quad D = 2,5 \text{ м}; \quad \gamma = 8 \text{ кг/см}^3.$$

Секундтағы бұрыштық жылдамдық:

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} = 20\pi,$$

$$\sigma_{\delta} = \frac{\gamma \cdot \omega^2 \cdot D^2}{4g} = \frac{8 \cdot 400 \cdot \pi^2 \cdot 6,25 \cdot 10^4}{4 \cdot 9,81 \cdot 10^2 \cdot 10^3} = 502 \text{ кг/см}^2 = 50,2 \text{ МПа}.$$

2 Соққы кезіндегі кернеу

Конструкцияның қарастырылып отырған элементінің немесе онымен жанасатын бөліктің жылдамдығы өте аз уақыт аралығында өзгергенде - соққы кұбылысы пайда болады.

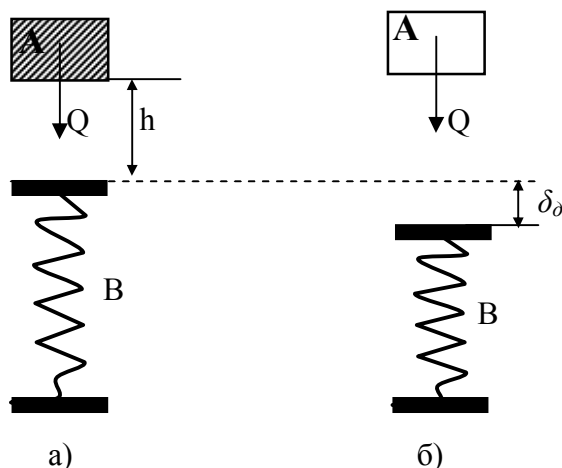
Конструкцияны соққыға есептегенде, оңайшылықпен шешілмейтін көптеген қиындықтар кездеседі. Мысалы, энергия шашырауы, бір - бірімен соғылатын денелердің түйіскен жерлеріндегі кернелген күй және тағы басқа да қиыншылықтар. Біз бұл бөлімде, серпімді соққының жуық теориясын қолданып, есептеудің қарапайым тәсілін қарастырамыз. Ол үшін:

- 1) соғатын дененің кинетикалық энергиясы түгелімен, соғылатын дененің потенциалдық энергиясына айналады деп есептейміз;
- 2) соғылған денедегі кернеулер мен деформациялардың таралу заңдылығы, статикалық күш әсер еткендегідей деп қабылдаймыз.

Салмағы Q абсолют қатаң дене (деформацияланбайтын) белгілі бір биіктіктен h серпімді денеге - B құлап түссін (5а-сурет). Өте аз уақыт аралығында серпімді дене B біршама деформация алады (5б-сурет).

Оны δ_0 - деп белгілейік. Жоғарыда айтылғандай, энергиялар теңдігін жазамыз

$$T = U_0 \quad (21)$$



5 - сурет

Бұл формуладағы кинетикалық энергия T жұмысқа (W) тең болады.

$$T = W_0 = Q(h + \delta_0). \quad (22)$$

Динамикалық жүктеме кезіндегі потенциалдық энергия

$$U_0 = \frac{1}{2} \cdot P_0 \cdot \delta_0. \quad (23)$$

Статикалық жүктемеде, қатаңдығы C дененің орын ауыстыруы

$$\delta_{cm} = \frac{Q}{C} \quad \text{немесе} \quad C = \frac{Q}{\delta_{cm}}. \quad (24)$$

Динамикалық жүктеме кезінде де, кернеу пропорционалдық шектен аспау керек екенін ескеріп:

$$\delta_0 = \frac{P_0}{C}, \quad \text{немесе} \quad P_0 = \delta_0 \cdot C. \quad (25)$$

(24) өрнекті пайдалансақ:

$$P_0 = \delta_0 \frac{Q}{\delta_{cm}}. \quad (26)$$

(22), (23) және (26) теңдіктерді бірінші өрнекке қойсақ:

$$Q(h + \delta_o) = \frac{1}{2} \delta_o \frac{Q}{\delta_{cm}} \delta_o \quad \text{немесе} \quad \delta_o^2 - 2\delta_{cm} \cdot \delta_o - 2 \cdot h \cdot \delta_{cm} = 0. \quad (27)$$

Теңдеуді шешкеннен кейін:

$$\delta_o = \delta_{cm} \pm \sqrt{\delta_{cm}^2 + 2 \cdot h \cdot \delta_{cm}}. \quad (28)$$

Түбір астынан δ_{cm} шамасын шығарып, орын ауыстырудың үлкен мәнін табамыз. Ол үшін түбірдің алдындағы плюс таңбасын қалдырамыз:

$$\delta_o = \delta_{cm} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot h}{\delta_{cm}}} \right). \quad (29)$$

Жақша ішіндегі шаманы динамикалық коэффициент ретінде қабылдаймыз.

$$k_o = 1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot h}{\delta_{cm}}}. \quad (30)$$

Сонда

$$\delta_o = k_o \cdot \delta_{cm}. \quad (31)$$

Гук заңын қолданып, кернеулер де орын ауыстыру заңдылығына бағынады деп тұжырымдаймыз. Яғни:

$$\sigma_o = k_o \cdot \sigma_{cm}. \quad (32)$$

Беріктік шарты:

$$\sigma_o^{max} = \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot h}{\delta_{cm}}} \right) \cdot \sigma_{cm}^{max} \leq [\sigma]. \quad (33)$$

2.1 Соққының динамикалық коэффициенттерінің дербес түрлері

Динамикалық коэффициенттің шамасы статикалық орын ауыстыру және құлау биіктігіне байланысты анықталады.

Егер жүк биіктіктен құламай, солқ еткізіп әсер етсе, яғни $h = 0$ болса, онда 30-ші формуладан:

$$k_o = 2 \quad (34)$$

Ол формуладағы h шамасын физикадан белгілі формула $v = \sqrt{2qh}$ арқылы

өрнектесек:

$$k_{\delta} = 1 + \sqrt{1 + \frac{v^2}{g \cdot \delta_{cm}}} . \quad (35)$$

Бұл жердегі v - соғатын дененің соғылатын денемен жанасқан кездегі жылдамдығы. Егер құлау биіктігі h статикалық орын ауыстыруға карағанда әлдеқайда көп болса, онда түбір астындағы бірді ескермеуге болады, яғни

$$k_{\delta} = 1 + \sqrt{\frac{2h}{g \cdot \delta_{cm}}} . \quad (36)$$

Ал, $\frac{2h}{\delta_{cm}}$ қатынасы үлкен болғанда, түбірдің алдындағы бірді де елемеуге болады

$$k_{\delta} = \sqrt{\frac{2h}{g \cdot \delta_{cm}}} . \quad (37)$$

Соңғы формуланы төмендегідей түрлендірейік

$$k_{\delta} = \sqrt{\frac{2 \cdot h \cdot Q}{g \cdot \delta_{cm} \cdot Q}} = \sqrt{\frac{Q \cdot h}{\frac{1}{2} Q \cdot \delta_{cm}}} . \quad (38)$$

Бұл өрнектегі $Q \cdot h$ - кинетикалық энергия, ал $\frac{1}{2} Q \cdot \delta_{cm}$ - потенциалдық энергия.

Сонымен

$$k_{\delta} = \sqrt{\frac{K}{U_{cm}}} . \quad (39)$$