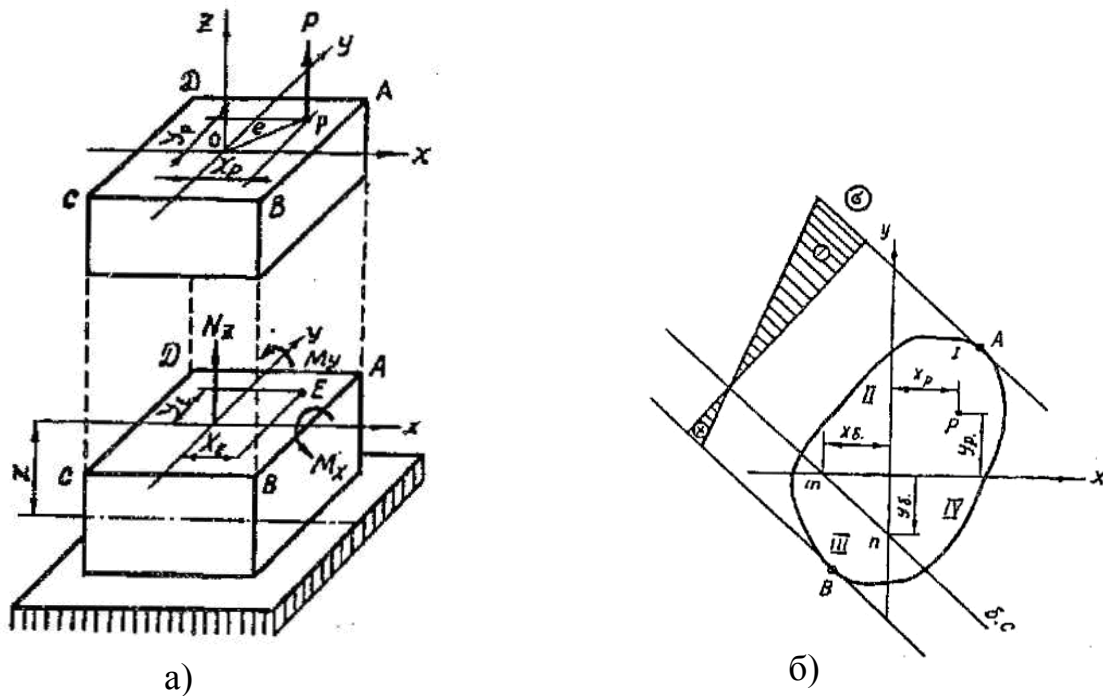


Центрден тыс созылу (сығылу)

Центрден тыс созылу (сығылу) деп қиманың ауырлық центрінен басқа кез келген нүкте арқылы берілетін, бойлық өске параллель күштің әсерінен брустың деформациялануын айтады (8.2-сурет). Күш түскен нүкте (p) полюс деп аталады. Полюстің координаталарын x_p, y_p арқылы белгілейік. Полюстен координата бас нүктесіне дейінгі ара қашықтық эксцентриситет деп аталып, e арқылы белгіленеді. Центрден тыс созылған брустың кез келген қималарында

$$N_z = P, \quad M_x = P \cdot y_p, \quad M_y = P \cdot x_p$$

ішкі факторлары пайда болады (2а-сурет).



2 - сурет

Берілген қиманың E нүктесіндегі кернеуді анықтайық. Күш әрекеттерінің тәуелсіздік принципі бойынша бойлық күшінің әсерінен $\sigma'_z = \frac{N_z}{A}$, ию моменттерінің әсерінен $\sigma''_z = \frac{M_x}{J_x} y_e$, $\sigma'''_z = \frac{M_y}{J_y} x_e$ тік кернеулері пайда болады.

Сонымен E нүктесіндегі қорытынды кернеу

$$\sigma_{z,e} = \frac{N_z}{A} + \frac{M_x}{J_x} y_e + \frac{M_y}{J_y} x_e = \frac{P}{A} \left(1 + \frac{x_p x_e}{i_y^2} + \frac{y_p y_e}{i_x^2} \right) \quad (12)$$

Алынған (8.12) формуласымен қиманың кез келген нүктесіндегі кернеуді табуға болады. Кернеудің таңбасын дұрыс анықтау үшін полюс жатқан квадрант бірінші квадрант деп қарастырылып, ішкі факторлар мен нүктенің координаталары (8.12) формуласына өз таңбаларымен енгізіледі. Бірінші квадранттағы нүктелерде созушы кернеулер тудыратын ию моменттері оң таңбалы деп саналады.

Қауіпті кернеулер бұрыштық A , C нүктелерінде пайда болады. Сондықтан брустың беріктігі A нүктесі үшін құрылған беріктік шарт бойынша тексеріледі.

$$\sigma_{z,A} = \frac{N_z}{A} + \frac{M_x}{J_x} y_a + \frac{M_y}{J_y} x_a \leq [\sigma] \quad (12)$$

немесе

$$\sigma_{z,A} = \frac{N_z}{A} + \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq [\sigma] \quad (13)$$

мұндағы x_a, y_a — A нүктесінің координаталары.

Морт материалдардан жасалған брустар тек созушы емес ең үлкен сығушы кернеу бойынша да тексеріледі

$$\sigma_{z,C} = \frac{N_z}{A} - \frac{M_x}{W_x} - \frac{M_y}{W_y} \leq [\sigma^-] \quad (14)$$

Енді бұрыштық нүктелері жоқ 8.2б-суретіндегі қиманы қарастырайық. Бұрыштық нүктелері жоқ қиманың қауіпті нүктелерін табу үшін алдымен бейтарап сызықтың орны анықталады. Бейтарап сызықтың бойында жатқан нүктелерде кернеу нөлге тең. Олай болса

$$\frac{P}{A} \left(1 + \frac{x_p x_{\bar{o}}}{i_y^2} + \frac{y_p y_{\bar{o}}}{i_x^2} \right) = 0. \quad (15)$$

Мұндағы $x_{\bar{o}}, y_{\bar{o}}$ — бейтарап сызық нүктелерінің айнымалы координаталары. Есептің бастапқы шарты бойынша, $\frac{P}{A} \neq 0$ болғандықтан

$$1 + \frac{x_p x_{\bar{o}}}{i_y^2} + \frac{y_p y_{\bar{o}}}{i_x^2} = 0 \quad (16)$$

Енді $x_{\bar{o}}$, $y_{\bar{o}}$ координаталарын кезекпен нөлге теңестіріп, x пен y өстерінің бейтарап сызықпен қиылған кесінділерін табамыз

$$x_{\bar{o}} = -\frac{i_y^2}{x_p}, \quad y_{\bar{o}} = -\frac{i_x^2}{y_p} \quad (17)$$

Кесінділерді (таңбаларын ескеріп) x , y өстеріне өлшеп салып, алынған m , n нүктелері арқылы бейтарап сызықты жүргіземіз (8.2б-сурет). Суретте, бейтарап сызық (б.с.) арқылы белгіленген. Бейтарап сызық координата өстерін бірінші квадрантқа қарама-қарсы үшінші квадрант арқылы қиып өтеді. Қиманың контурына, бейтарап сызыққа параллель, жанамалар жүргізіп қауіпті A , B нүктелерін табамыз.

Қауіпті нүктелер үшін беріктік шарты келесі түрде жазылады

$$\sigma_A = \frac{P}{A} + \frac{M_x}{J_x} y_a + \frac{M_y}{J_y} x_a \leq [\sigma^+], \quad \sigma_B = \frac{P}{A} - \frac{M_x}{J_x} y_{\bar{o}} - \frac{M_y}{J_y} x_{\bar{o}} \leq [\sigma^-] \quad (18)$$

Мұндағы x_a , y_a — A нүктесінің координаталары, $x_{\bar{o}}$, $y_{\bar{o}}$ — B нүктесінің координаталары.

Қима ядросы. Алынған (8.17) формуласы бойынша, бейтарап сызық координата бас нүктесі (қиманың ауырлық центрі) арқылы өтпейді. Сыртқы күштің эксцентриситеті неғұрлым үлкен болса, бейтарап сызық координата бас нүктесіне соғұрлым жақын, неғұрлым кіші болса — соғұрлым алыс. Эксцентриситет нөлге тең болғанда бейтарап сызық пен координата бас нүктесінің ара қашықтығы шексіздікке ұмтылып, брус центрлік созылу деформациясына ұшырайды.

Бейтарап сызықтың бұл қасиеті инженерлік практикада кеңінен қолданылады. Морт материалдардың сығуға қарағанда созуға қарсыласу қабілеті төмен екені бізге белгілі. Бетон, тас сияқты материалдардан жасалған азаматтық немесе өндірістік құрылыс элементтерінде, шамасы мардымсыз, созушы кернеулердің пайда болуы қирау қаупін туғызуы мүмкін. Сондықтан мұндай құрылыс элементтері үшін қима ядросы тұрғызылады.

Қима ядросы деп, ауырлық центрін қоршаған, келесі қасиеті бар аймақты айтады: сыртқы күштің әсер ету нүктесі осы аймақта жатса, қиманың барлық нүктелерінде таңбалары бірдей кернеулер пайда болады.

Бейтарап сызықтың орны (8.17) формулаларымен анықталғанда, полюстің координаталары белгілі деп қарастырылған. Ядроны тұрғызғанда, керісінше, бейтарап сызықтың орны белгілі, ал полюстің координаталары белгісіз деп қарастырылады. Сонымен қатар, бейтарап сызық өзінің бойында жатқан белгілі бір нүктеге қарағанда бұрылса, полюстің түзу сызық бойымен орнын ауыстыру қасиеті де пайдаланылады.

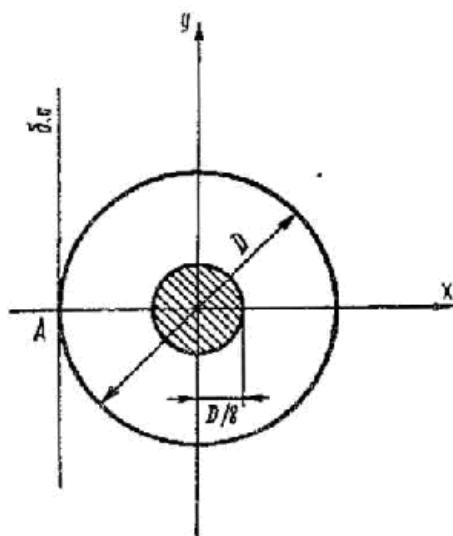
Бейтарап сызықтың теңдеуіндегі x_b, y_b шамаларын тұрақты, ал x_p, y_p координаталарын айнымалы деп қарастырсақ, аталған түзудің келесі теңдеуін аламыз

$$1 + \frac{x_p x_b}{i_y^2} + \frac{y_p y_b}{i_x^2} = 0.$$

Мысалы: дөңгелек қиманың ядросын тұрғызайық (8.3-сурет). Қиманың контурына A нүктесі арқылы жанама бейтарап сызығын жүргізсек

$$x_b = -\frac{d}{2}, \quad y_b = \infty, \quad \text{ал} \quad x_{pa} = \frac{d}{8}, \quad y_{pa} = 0.$$

Ауырлық центрі арқылы өтетін кез келген өске қарағанда қима симметриялы болғандықтан, ядросы да симметриялы дөңгелек пішінді фигура болады.



3-сурет

$$\text{Ядроның радиусы} \quad R = \frac{d}{8}.$$

Дәл осылай кез келген қарапайым қималардың ядролары тұрғызылады.

3 Иіліп бұралу

Машина қозғалтқыштарының қуаты, білікке тісті дөңгелекті, белдікті, шынжырлы т. с. с. берілістер арқылы беріледі. Беріліс кезінде білікке сыртқы айналдырушы моментпен қатар шенберлік, көлденең күштер, кейде центрден тыс бойлық күштер, шкивтің, тісті дөңгелектердің салмақтары әсер етеді. Сыртқы күштер мен моменттердің әсерінен білік иіліп бұралып деформацияланады.

Иіліп бұралған машина бөлшектерінің қималарында N_z бойлық, Q_x , Q_y көлденең күштері мен M_x , M_y иілу, M_z бұраушы моменттері пайда болады. Ішкі N_z , Q_x , Q_y күштерінің білікке әсерлері, моменттердің әсерлеріне қарағанда мардымсыз болғандықтан, көп жағдайларда ескерілмейді.

Күрделі деформацияланған конструкция элементтерін беріктікке есептеу тәртібі қарапайым деформацияланған элементтерді есептеу тәртібімен бірдей.

Беріктік теорисы деформацияланған материалдың күйіне, қасиетіне байланысты қабылданады.

Морт материалдардың беріктігі бірінші немесе екінші, ал пластикалық материалдардың беріктігі үшінші немесе төртінші теория бойынша тексеріледі.

Иіліп бұралған біліктерді есептеу. Иілу мен бұралу бірлескені күрделі дербес жағдайын бейнелейді, бұл кезде бруста иілу және бұралу моменттері әсер етеді. M_u қосынды иілу моменті M_x , M_y екі иілу моменттердің геометриялық қосындысы ретінде қарастыруға болады:

$$M_u = \sqrt{M_x^2 + M_y^2}. \quad (19)$$

Қосынды иілу моменті және M_b бұралу моменті эпюларын құрып, қауіпті қиманы табамыз. Алынған беріктік теория бойынша қауіпті қимадағы M_k келтірілген моментті анықтайды. Бұл момент есептеуді жүргізеді. Беріктік шарты мынадай түрде болады:

$$\sigma_{\text{эквIII}} = \frac{M_{\text{кIII}}}{W} \leq [\sigma] \quad (20)$$

мұндағы W – қиманың өстік кедергі моменті.

Бақылау сұрақтары

1. Иілудің қандай түрі қиғаш иілу деп аталады?
2. Қимасы дөңгелек арқалықта қиғаш иілу бола ма?
3. Таза қиғаш иілу, көлденең қиғаш иілу деген не?
4. Қиғаш иілу қандай иілулерден тұрады?
5. Қиғаш иілуде брус қималарындағы кернеулер қалай анықталады?
6. Қиғаш иілуде брус қималарындағы жанама кернеулер қалай анықталады?
7. Қиғаш иілуде бейтарап өстің орны қалай анықталады?
8. Қауіпті нүкте деген не, ол қалай анықталады?
9. Қиғаш иілуде арқалық өсінің майысуы қалай анықталады?
10. Центрден тыс созылу немесе сығылу деформациясы деген не?
11. Центрден тыс созылған брус қандай жағдайда қатаң деп есептеледі?
12. Центрден тыс созылған (сығылған) брустың қимасындағы кернеу қалай анықталады?
13. Центрден тыс созылуда (сығылуда) бейтарап түзудің орны қалай анықталады?
14. Қиманың ядросы деген не?
15. Қиманың ядросы қалай тұрғызылады?
16. Иіліп бұралған білікте қандай кернеулер пайда болады?
17. Иіліп бұралған біліктің қауіпті қимасы қалай анықталады?
18. Иіліп бұралғанда қимасы дөңгелек біліктің қандай нүктелері қауіпті?
19. Иіліп бұралғанда қауіпті нүкте қандай кернеулі күйде болады?
20. Иіліп бұралғанда әртүрлі беріктік теориясы бойынша келтірілген момент қалай анықталады?
21. Иіліп созылған білеулердің қандай нүктелері қауіпті?
22. Иіліп созылған білеу беріктікке қалай есептеледі?