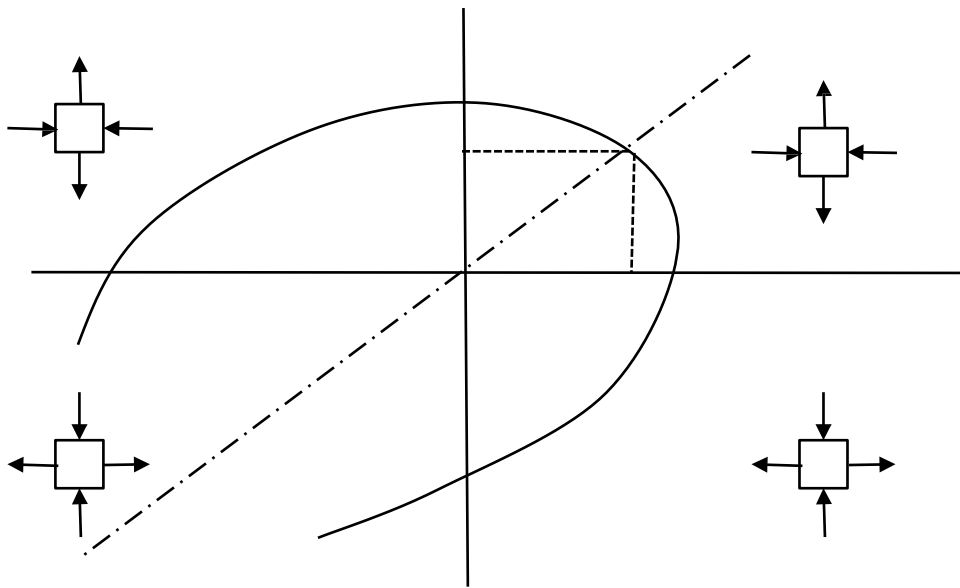


**Дәріс №9**  
**Беріктік болжамдары.**

Материалдар қасиетінен морт келетін материалдардың беріктігін анықтайтын шама олардың беріктік шегі екенін, ал пластикалық материалдардың беріктігін анықтайтын олардың ағу шегі екенін және осы шамаларға қатысты мүмкіндік кернеу шамасы табылатыны белгілі. Бұл жағдайларда денелерге түсетін күш бір осьтің бойымен бағытталып, олар таза созылып немесе сығылғанда, иіліп немесе бұралғанда, былайша айтқанда сол дененің қимасында тек тік немесе жанама кернеу пайда болғанға тән. Ал денеге бірден иілу және бұралу күштері, сонымен қатар созу, кесу күштері әсер ететін жағдайлар іс жүзінде жиі кездеседі. Дене қимасынан элементар куб тәріздес бөлшек алып, сол куб тәріздес бөлшектің беттеріне түсетін кернеулерді зерттейік. Егер дене  $y - y$  осі бойымен ғана созылатын немесе бір өсті кернеулі, ал егер сыртқы күш екі осьтің бойымен әсер ететін болса, мысалы,  $y - y$  осі бойымен созылып, ал  $x - x$  осі бойымен қысылса, онда дене жазық кернеулі деп аталады. Куб тәріздес бөлшектің беттерінде үш осьтің бойында кернеулер пайда болса, онда дене көлемдік кернеулі деп аталады. Осындай күрделі әсер еткен жағдайда кернеулердің қайсыбірі дененің істен шығуына, сынуына себеп болады. Тәжірибе жасау арқылы қауіпті кернеулер шамасының барлық жағдайын қамту мүмкін емес, себебі  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$  және  $\sigma_3$  – тің өзара қатынастары күрделі болуымен қатар материалдардың істен шығуына басқа да көптеген жағдайлар әсер етеді, мысалы, температура, деформациялану жағдайлары т.б. Олардың барлығын қамтып тәжірибе жүргізу мүмкін емес. Сондықтан материалдардың істен шығу себептеріне арналған бірнеше болжам айтылған, есептеу солардың тұжырымдары жәрдемімен жүргізіледі.

Болжамдардың дұрыстығын іс жүзінде тек қана сынау арқылы білуге болады. Сондықтан екі осьтік кернеулі күйіне тоқталайық, бұл жағдай ішкі қысымы жоғары жұқа қабырғалы құбырлардың қимасында болады. Ол үшін арнаулы сынақ жүргізіп, оның нәтижесін график түрінде көрсетеді (1 сурет).  $OF$  және  $OA$  – осьтер бойымен созуда материалдың шекті кернеулер шамасы. Пластикалық материалдар үшін бұл шама олардың ағу шегінің шамасына тең. Енді осьтер бойымен сығу кернеуін тудырсақ, онда олардың шеткі шамасы белгілі масштабта  $OK$  және  $OB$  кесіндісімен белгіленеді

1 сурет



Ал енді материалды екі ось бойымен әр түрлі күшпен созып немесе  $\sigma_1 = 2\sigma_2$  кернеуімен жүктеп сынақтан өткізсек, оның шеткі кернеуі  $E$  нүктесін құратыны анықталады. Осылай әр түрлі қатынастағы кернеулер туғызып сынақ арқылы  $KFCAB$  диаграммасы алынады, бұл шекті кернеулер диаграммасы деп аталады. Бірінші ширекте  $\sigma_3 = 0$ ,  $\sigma_1 > 0$  және  $\sigma_2 > 0$  болса, екінші мен төртінші ширектерде  $\sigma_1 > 0$ ,  $\sigma_2 = 0$ ,  $\sigma_3 < 0$ , ал үшінші ширекте екі осьті сығылу күйі, яғни  $\sigma_2 < 0$ ,  $\sigma_3 < 0$ ,  $\sigma_1 = 0$  болады.

*Үш осьті кернеулі күйі.* Бірінші болжамда дене қималарында әр уақытта пайда болатын кернеулер қатынасы  $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$  болады және олардың істен шығуы осы қалыпты кернеулердің ең жоғарғы шамасына байланысты болады  $\sigma_1 \leq [\sigma]$  және  $\sigma_2$ ,  $\sigma_3$  кернеулері есепке алынбайды. Бұл болжам пластикалық материалдар үшін сәйкес келмейді, сондықтан тек қана өте морт келетін материалдар үшін ғана пайдаланылады.

*Ең үлкен жанама кернеу болжамы.* Бұл жағдайда егер қимада күрделі көлемді кернеулер әсер етсе және  $\tau_{max} < [\tau]$  болса, онда олар істен шықпайды, яғни сынбайды деп есептейміз. Жанама кернеудің ең жоғарғы шамасы бастапқы оське  $45^\circ$  бұрыш жасай түскен күш пен көлемдік кернеулер әсер еткен жағдайға сәйкес келеді.

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \leq [\tau]$$

$$[\tau] = \frac{[\sigma]}{2} \text{ болады.}$$

ал мүмкіндік кернеу бір осьті кернеулер әсер еткен жағдайда Олай болса, қалыпты кернеулер үшін үшінші болжам төмендегіше жазылады

$$\sigma_{\text{экв}}^{\text{III}} = \sigma_1 - \sigma_3 \leq [\sigma]$$

мұндағы  $\sigma_{\text{экв}}$  – күрделі көлемдік кернеулер жинағымен бірдей әсер ететін эквивалентті кернеу.

*Пішін энергия өзгеруі болжамы.*

Күрделі көлемдік кернеулі күйінде деформацияның меншікті потенциалдық энергиясы бір осьтік кернеулі күйінде анықталған деформацияның мүмкіндік меншікті потенциалдық энергиясынан аспаса, онда материал өз беріктігін жоғалтпайды

$$U \leq [U]$$

Көлемдік кернеулі күйінде деформацияның меншікті потенциалдық энергиясы

$$u_{\phi} = \frac{1+\nu}{3E} (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1\sigma_2 - \sigma_2\sigma_3 - \sigma_1\sigma_3)$$

Беріктік шарты келесі түрде жазылады:

$$u_{\phi} \leq [u_{\phi}],$$

осы анықтамадағы

$$[u_{\phi}] = \frac{1+\nu}{3E} [\sigma].$$

осыдан шығатыны:

$$\sigma_{\text{экв}}^{\text{IV}} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1\sigma_2 - \sigma_2\sigma_3 - \sigma_1\sigma_3} \leq [\sigma]$$

Бұл беріктік болжамды іс жүзінде пластикалық материалдарға пайдалануға болады, бірақ морт келетін материалдар үшін қолдануға болмайды.

*Мордың беріктік теориясы.*

Бұл болжам созылу және сығылу беріктігі әр түрлі болатын материалдарға арналған

$$\sigma_{\text{экв}} = (\sigma_1 - m\sigma_3) \leq [\sigma]$$

мұндағы  $m$  – созылу және сығылу кезіндегі шекті кернеулердің қатынасы. Егер мұндағы  $m = 1$  болса, онда үшінші болжамы шығады. Мор болжамы  $\sigma_1 > 0$

және  $\sigma_3 < 0$  болған жағдайда өте тиімді, бұл кездегі есептеудің нәтижесі іс жүзінде материалдардың беріктігімен жақ