

## КҮРДЕЛІ ҚАРСЫЛАСУ

Инженерлік практикада қарапайым деформацияланған конструкция элементтерінен гөрі күрделі деформацияланған элементтер жиі кездеседі. Күрделі деформацияланған элементтердің қималарында бір емес бірнеше ішкі факторлар пайда болады. Ішкі факторлардың түрлеріне байланысты күрделі деформациялар келесі түрлерге ажыратылады.

1. **Қиғаш иілу.** Қиғаш иілген элементтердің көлденең қималарында ішкі  $Q_y$ ,  $M_x$ ,  $Q_x$ ,  $M_y$  факторлары пайда болады.
2. **Центрден тыс созылу (сығылу).** Центрден тыс созылған (сығылған) элементтердің көлденең қималарында  $M_x$ ,  $M_y$  ию моменттерімен қатар  $N_z$  бойлық күш пайда болады. Жеке жағдайларда ию моменттерінің бірі нөлге тең болуы мүмкін.
3. **Иіліп бұралу.** Иіліп бұралған машина бөлшектерінің қималарында  $Q_x$ ,  $Q_y$  көлденең күштері мен  $M_x$ ,  $M_y$  ию,  $M_z$  бұраушы моменттері пайда болады.

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

Беріктік теориясы деформацияланған материалдың күйіне, қасиетіне байланысты қабылданады.

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

### Қиғаш иілу

Иілу момент жазықтығы қиманың бас өстермен үйлеспеген кездегі иілу жағдайын *қиғаш иілу* деп атайды. Оны брустың бір мезгілде екі бас жазықтықта  $zx$  және  $zy$  (8.1а-сурет) иілуі түрінде қарастырған ыңғайлы. Ол үшін  $M_u$  иілу моментін  $x$  және  $y$  өстеріне қатысты құраушыларға жіктейді:

$$M_y = M_u \cdot \sin \alpha, \quad M_x = M_u \cdot \cos \alpha. \quad (1)$$

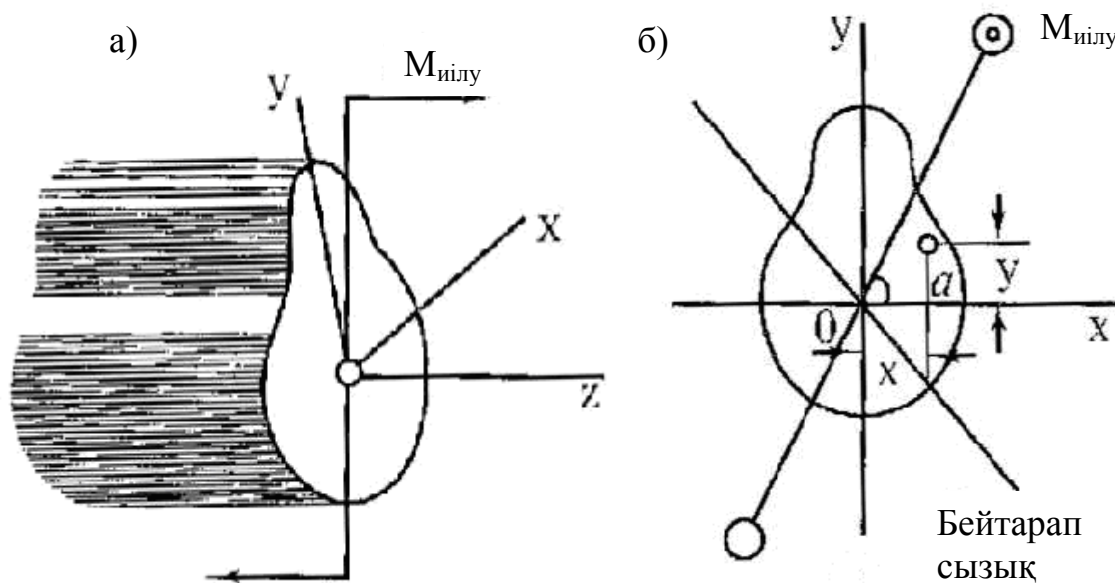
**Тік кернеулер.** Координаттары  $x$  және  $y$  болатын нүктеде тік кернеу  $M_x$ ,  $M_y$  моменттермен өрнектелетін кернеулер жиынтығымен анықталады

$$\sigma = \frac{M_x \cdot y}{J_x} + \frac{M_y \cdot x}{J_y} \quad (2)$$

немесе

$$\sigma = M_u \left( \frac{x}{J_y} \sin \alpha + \frac{y}{J_x} \cos \alpha \right). \quad (3)$$

мұндағы  $J_x$  және  $J_y$  – қиманың бас инерция моменттері



1 - сурет

Бейтарап сызығы - қиманың ауырлық центрінен өтетін сызық, ол қосынды иілу момент жазықтығына перпендикуляр болмайды. Қимадағы бейтарап сызықтың теңдеуін  $\sigma = 0$  десек, келесі теңдікті аламыз:

$$y = -\frac{J_x}{J_y} \operatorname{tg} \alpha \cdot x = \operatorname{tg} \beta \cdot x \quad (4)$$

оның орны келесі формула бойынша анықталады:

$$\operatorname{tg} \beta = -\frac{J_y}{J_x} \operatorname{tg} \alpha \quad (5)$$

мұндағы  $\beta$  – бейтарап сызығының  $ox$  бас өспен құрайтын бұрышы (1б -сурет)

**Есептеу формулалары.** Беріктікті тексеруді қауіпті киміадағы бейтарап сызықтан барынша қашық нүктеде пайда болатын ең үлкен тік кернеулер бойынша жүргізеді.

Беріктік шарты:

$$\frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq [\sigma]. \quad (6)$$

Егер созылу және сығылу кезіндегі мүмкіндік кернеулер әр түрлі болса, онда созылу және сығылу аймақтарында беріктікті тексеру бөлек жүргізіледі. Қималарды беріктік шарты арқылы таңдайды:

$$W_x \geq \frac{1}{[\sigma]} (M_x + k \cdot M_y) \quad (7)$$

немесе

$$W_x \geq \frac{M}{[\sigma]} (\cos \alpha + k \cdot \sin \alpha) \quad (8)$$

мұндағы  $k = \frac{W_x}{W_y}$  брустың көлденең қимасының түріне байланысты. Мысалы:

қос тавр үшін  $k = 8$ , швеллер үшін  $k \approx 6,5$ .

**Қиғаш иілу кезіндегі майысу.** Қиғаш иілу инерция бас жазықтарындағы екі қарапайым иілулердің үйлесуі болғандықтан, бұл жазықтарда майысу көлденең иілу жағдайындағыдай анықталады. Тәуелсіздік принципі бойынша қосындысы майысулардың геометриялық қосындысы ретінде табылады:

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \quad (10)$$

Майысудың бағыты бейтарап сызыққа перпендикуляр болады. Майысу жазықтығы сыртқы күш жазықтығымен үйлеспейді.

Қатандық шарты:

$$y \leq [y] \quad (11)$$

мұндағы  $[y]$  - мүмкіндік майысу шамасы.