

Дәріс №7

Гук заңы. Серпімділік модулі. Ығысу модулі. Пуассон коэффициенті. Гуктің жалпыланған заңы.

Созылу немесе сығылу деп сыртқы күштер әсерінен білеудің кез келген көлденең қимасында тек бойлық күш N пайда болғанда болатын деформацияларды айтамыз.

Бойлық күш N қима әдісімен анықталады. Кез келген қимадағы бойлық күш шама жағынан қиманың бір жағында жатқан барлық сыртқы күштердің бойлық өске түсірілген проекцияларының алгебралық қосындысына тең.

Бойлық созушы күш оң, ал сығушы күш теріс таңбалы деп саналады. Бойлық күштің білеу бойындағы өзгеру заңдылығын кескіндейтін график бойлық күштің эпюрі деп аталады.

Созылған немесе сығылған білеудің көлденең қимасында тік кернеу ғана болады және ол Бернулиидің жазық қималар жорамалы бойынша, қима ауданына біркелкі жайылып таралады деп тұжырымдалған. Сондықтан білеудің кез келген көлденең қимасындағы тік кернеу шамасы, осы қимадағы бойлық күштің қима ауданына қатынасымен анықталады

$$\sigma = \frac{N}{A}, \quad (1.1)$$

мұндағы σ - қимадағы тік кернеу; N - бойлық күш, A - қиманың ауданы.

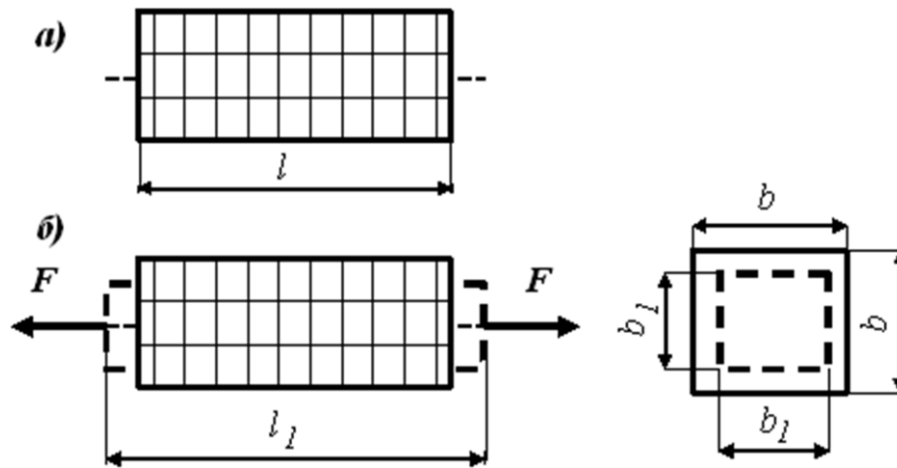
Бойлық күш сияқты, созушы кернеудің таңбасы оң, ал сығушы керенудің таңбасы теріс. Кернеудің өлшем бірліктері: $Па$, $КПа$, $МПа$.

Бойлық күштің әсерінен білеудің ұзындығының өзгеру шамасын бойлық абсолют деформация деп, ал енінің өзгеру шамасын ендік абсолют деформация деп атайды.

Білеуді бойлық осінің бойымен созғанда (1-сурет) оның абсолют деформациялары мынадай болады

$$\Delta l = l_1 - l, \quad \Delta b = b - b_1,$$

мұндағы l, b - білеудің ұзындығы мен ені; l_1, b_1 - білеудің күш әсерінен кейінгі ұзындығы мен ені.



1 - сурет

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$$

қатынасымен анықталатын шама **бойлық салыстырмалы деформация** деп, ал

$$\varepsilon' = \frac{\Delta b}{b}$$

қатынасымен анықталатын шама **ендік салыстырмалы деформация** деп аталады.

ε және ε' шамалары **сызықтық деформация** деп те аталады.

Ендік салыстырмалы деформацияның ε' бойлық салыстырмалы деформацияға ε қатынасының абсолют шамасын **ендік деформация коэффициенті** деп, немесе **Пуассон коэффициенті** деп атайды

$$\mu = \left| \frac{\varepsilon'}{\varepsilon} \right|. \quad (1.2)$$

Пуассон коэффициентінің мәні барлық изотропты материалдар үшін мынадай

$$0 \leq \mu \leq 0,5.$$

Салыстырмалы деформация мен ендік деформация коэффициенттері өлшем бірліксіз шамалар.

Материалдардың серпімді шектерінің аралығындағы салыстырмалы деформациялардың ε кернеулерге σ тура пропорционалдық тәуелділігі – **Гук заңы** деп аталады

$$\sigma = E\varepsilon, \quad (1.3)$$

мұндағы E - материалдың **бірінші текті серпімділік модулі**, ол материалдардың сызықтық деформацияға қарсыласуын сипаттайды. Өлшем бірлігі - $Па, КПа, МПа$.

Егер білеу қимасындағы бойлық күш пен қима ауданы тұрақты шама болса ($N = const, A = const$) білеудің абсолют ұзару /қысқару/ шамасы төмендегі формуламен анықталады

$$\Delta l = \frac{Nl}{EA}, \quad (1.4)$$

мұндағы EA - білеудің көлденең қимасының қатаңдығы, ол білеудің көлденең қимасының сызықтық деформацияға қарсыласуын сипаттайды.

N мен A айнымалы болғанда

$$\Delta l = \int \frac{N(x)dx}{EA(x)}. \quad (1.5)$$

Білеудің толық абсолют деформациясын анықтау өрнегі бойлық күш пен білеудің көлденең қимасына өте тәуелді, егер N мен A -ның өзгеру заңдылығы білеудің әрбір аралықтарында әр түрлі болса

$$\Delta l = \sum_{i=1}^n \int \frac{N_i(x)dx}{E_i A_i(x)}, \quad (1.6)$$

ал егер N мен A - білеудің әрбір аралығында тұрақты болса

$$\Delta l = \sum_{i=1}^n \frac{N_i l_i}{E_i A_i}. \quad (1.7)$$

Созылған (сығылған) білеудің беріктік шарты

$$\sigma_{max} = \frac{N_{max}}{A} \leq \sigma_{adm}, \quad (1.8)$$

мұндағы N_{max}, σ_{max} - қауіпті қимадағы бойлық күш пен ең үлкен тік кернеу (қауіпті қима ең үлкен тік кернеу әсер ететін қима); A - қауіпті қима ауданы; σ_{adm} мүмкіндік кернеу.

Пластикалық материалдардың созу мен сығуға қарсыласу қабілеті бірдей болғандықтан мүмкіндік кернеу былайша тағайындалады

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_y}{n}, \quad (1.9)$$

мұндағы σ_y - материалдардың аққыштың шегі; n - беріктік қоры коэффициенті.

Морт материалдардың мүмкіндік кернеуі олардың созылу мен сығылуға қарсыласу қабілеттерін ескере отырып тағайындалады

$$\sigma_{adm}^t = \frac{\sigma_{u,t}}{n}, \quad \sigma_{adm}^c = \frac{\sigma_{u,c}}{n}, \quad (1.10)$$

мұндағы $\sigma_{u,t}; \sigma_{u,c}$ - материалдардың созу мен сығу деформацияларындағы беріктік шектері.

Беріктік шартына (1.8) сүйеніп, төмендегідей есептер қарастырылады:

1) **жобалау есебі**, яғни берілген N мен σ_{adm} бойынша білеудің көлденең қимасының ауданын, немесе оның өлшемдерін анықтау

$$A \geq \frac{N}{\sigma_{adm}}; \quad (1.11)$$

2) **беріктікке тексеру есебі**, яғни берілген N мен A бойынша білеудің көлденең қималарындағы ең үлкен тік кернеуді анықтап, оны мүмкіндік кернеумен салыстыру

$$\sigma_{max} \leq \sigma_{adm}; \quad (1.12)$$

3) **жүк көтеру қабілетін анықтау есебі (жүк көтергіш есебі)**, яғни берілген A мен σ_{adm} бойынша білеудің көтеретін жүгінің ең үлкен шамасын анықтау

$$N_{adm} \leq A \cdot \sigma_{adm}. \quad (1.13)$$

Білеуді есептегенде беріктік шартымен қатар қатаңдық шарты да орындалу тиіс. Созылған не сығылған білеудің қатаңдық шарты, егер N мен A тұрақты болса, төмендегідей болады

$$\Delta l = \frac{Nl}{EA} \leq \Delta l_{adm} \quad , \quad (1.14)$$

мұндағы Δl_{adm} - мүмкіндік абсолюттік ұзару (қысқару).

Егер N мен A айнымалы болса

$$\Delta l = \int_l \frac{N(x)dx}{EA(x)} \leq \Delta l_{adm} \quad . \quad (1.15)$$

Ескерту. Қатаңдық шартына есептеу әрдайым беріктік шартына есептеумен толықтырылуы тиіс. Егер қатаңдық шарты орындалып, беріктік шарты орындалмаса, есепті беріктік шартына есептеп шешу керек.