SATBAYEV UNIVERSITY

1934

MCH5022 Материалдар механикасы

Лектор: т.ғ.к.,доцент Исаметова Мадина Есдаулетовна

3-дәріс. Тік өзекті созу және сығу. Материалдардың механикалық қасиеттері.

3 дәріс

Өзектің орталық созылуы және қысылуы туралы түсінік
Бойлық күштер эпюрасын құру
Таңбалар ережесі
Өзек қималарындағы кернеу
Қысу созылу диаграммасы
Беріктікке есептеулер

Өзектің орталық созылуы және қысылуы туралы түсінік. Ұзына бойғы күш

Орталық созылу (сығу) - өзекті жүктеудің осындай түрі, бұл кезде өзек өзектің параллель білігінің күштерімен жүктеледі және қима ауырлығының ортасына салынады.

Өзектің созылуы

Өзекті қысу

Бернуллидің жазық қималар туралы гипотезасы

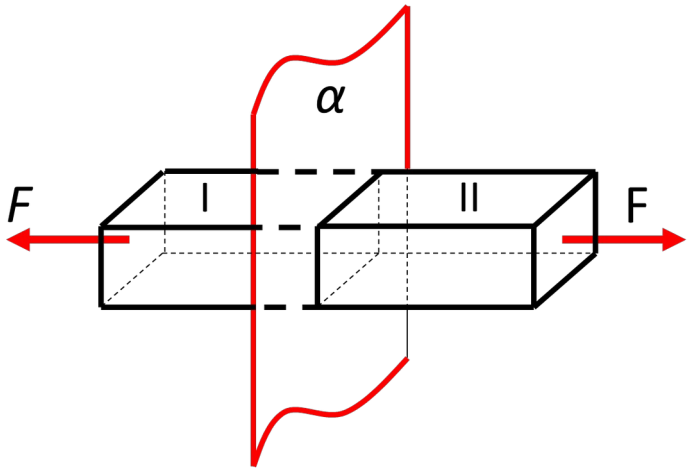
Өзектің осіне жүктеме қосымшасына дейін тегіс және қалыпты көлденең қималар оның осіне өзгерген күйінде тегіс және қалыпты болып қалады; иілу кезінде қималар қисаюсыз бұрылады.

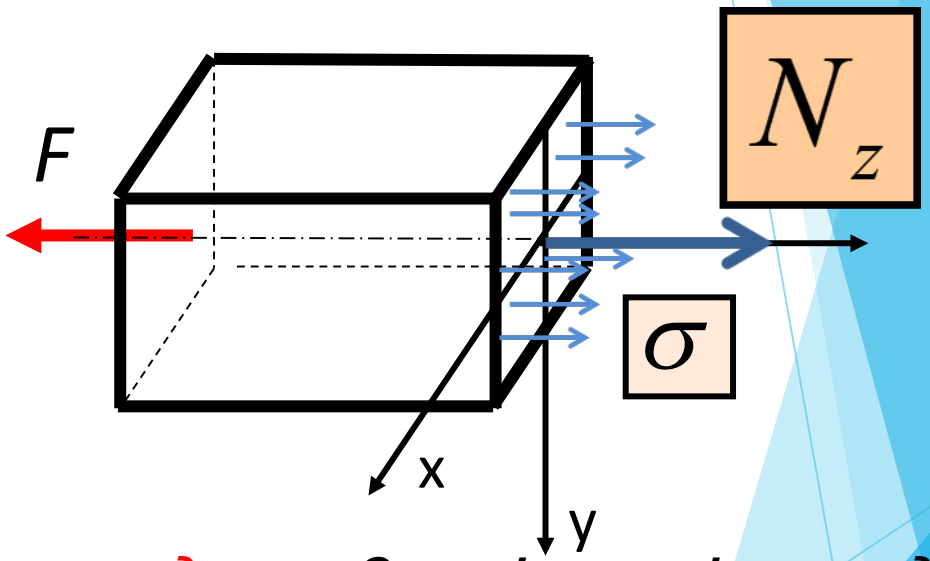
Сен-Венан қағидаты

Сыртқы жүктемені қолдану орындарынан жеткілікті қашықтықта орналасқан қималарда дененің деформациясы жүктеу тәсіліне байланысты емес және тек жүктеменің статикалық эквивалентімен анықталады.

Өзектің көлденең қимасында орталық созылу және қысу кезінде алты ішкі күштік фактордан тек бір бойлық (осьтік) күш пайда болады N_z

Бойлық күш N_z - бұл ішкі күш; көлденең қима ауданы бойынша біркелкі бөлінген қарапайым ішкі қалыпты күштерді білдіреді..





Өзектің еркін көлденең қимасындағы Nz ұзына бойғы күші қаралып отырған көлденең қимадан бір жақтан берілген барлық әрекеттегі сыртқы күштердің алгебралық сомасына сандық теңі

$$N_z = \sum_{i=1}^{k_1} F_i \Big|_{\text{слева}} = \sum_{i=1}^{k_2} F_i \Big|_{\text{справа}}$$

$$N_z = \sum_{i=1}^{k} F_i$$

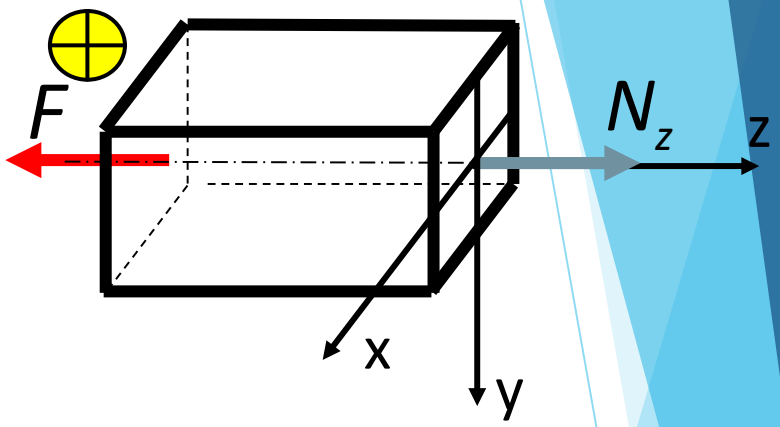
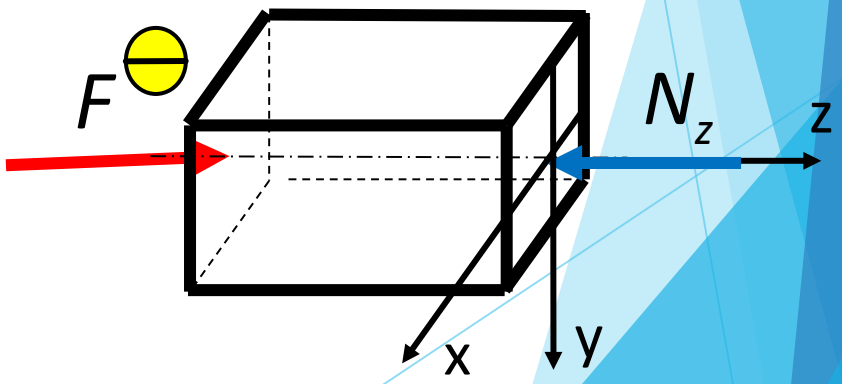
Орталық созылу (қысылу) кезінде Nz эпюрін құру

1. Брусты оның осін сыртқы күштерімен (оның ішінде тірек реакцияларымен) бейнелеп, есептеу схемасымен ауыстырады.
2. Nz бойлық күшін анықтау үшін қима әдісі қолданылады.
3. Ұзына бойғы күштер эпюрін құру кезінде брусды материал бір тектес учаскелерге бөледі;

$$F = const; A = const.$$

БЕЛГІЛЕР ЕРЕЖЕСІ :

$$N_z = \sum_{i=1}^{k} F_i$$

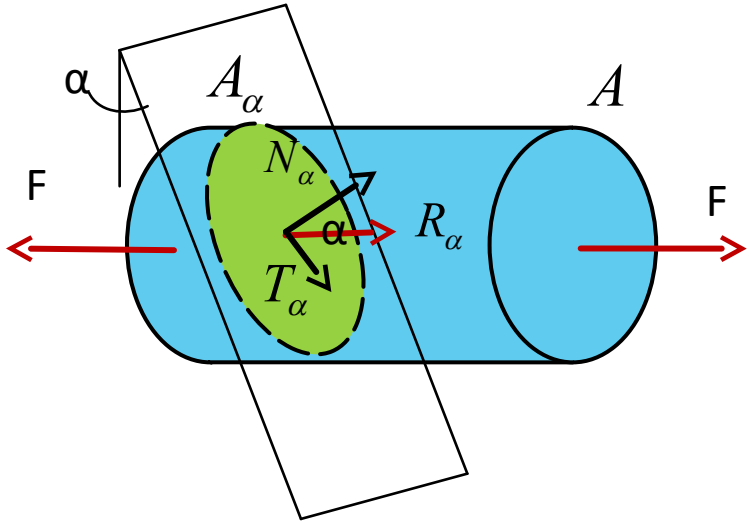
- егер F сыртқы күші қаралатын қимадан бағытталса, онда оны «+» белгісі бар формулаға қою қажет	
- егер F сыртқы күші қаралатын қимаға бағытталса, онда оны «-» белгісі бар формулаға қою қажет	

Эпюрдің Nz дұрыс құрылуын тексеру

1. Егер қимада шоғырланған күш салынса, эпюрде осы күш шамасы бойынша тең секіру орын алады.
2. Егер арқалық учаскесі қысылу жағдайында болса, онда бойлық күш нөлден кем және керісінше созылған кезде ол оң болады.
3. Бөлінген жүктеме болған кезде бойлық күш сызықтық заң бойынша өзгереді; олай болмаған жағдайда бойлық күш тұрақты.

3.2 Өзек қималарындағы кернеу

Өзектің көлбеу қимасы



$$R_\alpha = F$$

$$N_\alpha = R_\alpha \cdot \cos\alpha$$

$$T_\alpha = R_\alpha \cdot \sin\alpha$$

$$\sigma_\alpha = \frac{N_\alpha}{A_\alpha} = \frac{R_\alpha \cos\alpha}{A/\cos\alpha} = \sigma \cos^2\alpha$$

$$\tau_\alpha = \frac{T_\alpha}{A_\alpha} = \frac{R_\alpha \sin\alpha}{A/\cos\alpha} = \frac{\sigma}{2}\sin 2\alpha$$

$$если\ \alpha = 90^0 \qquad \sigma = 0 \quad \tau = 0$$

$$если\ \alpha = 45^0 \qquad \tau_{max} = \frac{\sigma}{2} \qquad \sigma = \frac{\sigma}{2} = \tau_{max}$$

$$если\ \alpha = 0^0 \qquad \sigma = \sigma_{max} \qquad \tau = 0$$

көлденең қима

Өзектің көлденең қимасы

Тапсырманың статикалық жағы

Бойлық күш қалыпты кернеулерге тең әсер етеді. Кернеу - ішкі күштер қарқындылығының өлшемі (материалдың жүктелу дәрежесін анықтайды)

$$N_z = \int \sigma dA$$

Тапсырманың геометриялық жағы

Жазық қима гипотезасына (Бернулли гипотезасы) сүйене отырып, барлық өзек талшықтары бірдей салыстырмалы ұзартуларды алады (ε=const)

$$\varepsilon = const$$

Тапсырманың физикалық жағы

Қалыпты кернеулер көлденең қима бойынша біркелкі бөлінеді.
Қалыпты кернеулер салыстырмалы деформацияға тікелей пропорционалды

$$\sigma = E\varepsilon$$

$$N_z = \int_A E\varepsilon\, dA = E\varepsilon \int_A dA = \sigma A \quad \Rightarrow \quad \sigma = \frac{N_z}{A}$$

Өзектің көлденең қималарында орталық созылу және сығу кезінде қалыпты кернеу пайда болады

$$\sigma = \frac{N_z}{A}$$

Бұл формула қиманың көлденең өлшемдерінен 1,5-2 есе асатын қашықтыққа шоғырландырылған жүктемелерді қолдану орнынан алыстатылған қималар үшін жарамды

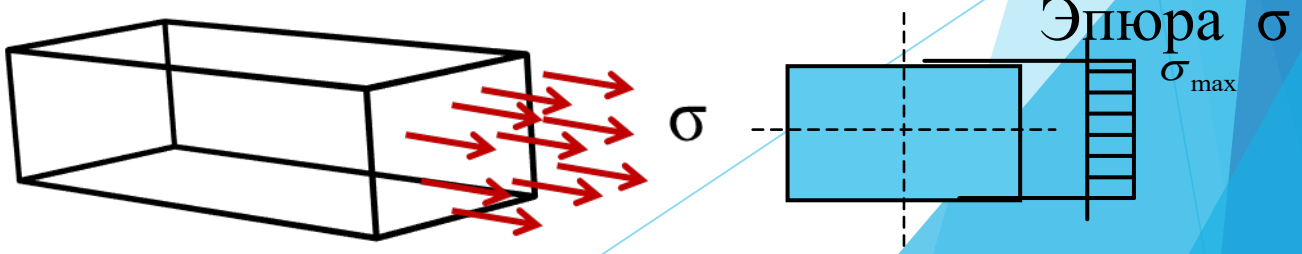
мұнда N_z - қалыпты кернеу анықталатын өзектің көлденең қимасында пайда болатын бойлық күш, Н;

А - кернеу анықталатын өзектің көлденең қимасының ауданы, *м²*.

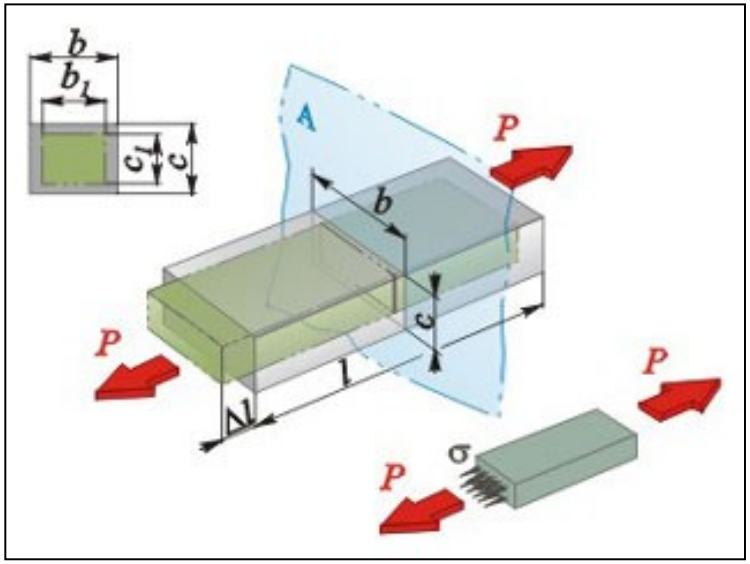
Қалыпты кернеу векторы көлденең қима жазықтығына перпендикуляр орналасқан.

Қалыпты кернеу белгісі осы көлденең қимадағы бойлық күш белгісімен сәйкес келеді.

Қалыпты кернеулер көлденең қима ауданында біркелкі таралады және шамасы мен белгісі бойынша бірдей. Сондықтан көлденең қиманың барлық нүктелері бірдей қауіпті.



3.3 Деформациялар. Гук заңы



$$\Delta l = l_1 - l$$

абсолютті бойлық деформация

$$\Delta b = b_1 - b$$

$$\Delta c = c_1 - c$$

абсолютті көлденең деформация

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

салыстырмалы бойлық деформация

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

салыстырмалы көлденең деформация

$$\nu = \left| \frac{\varepsilon'}{\varepsilon} \right|$$

Пуассон коэффициенті

Материал	μ
Сталь	0,25-0,33
Медь, бронза	0,31-0,35
Чугун	0,23-0,27
Бетон	0,08-0, 18
Древесина вдоль волокон поперек волокон	 0,5 0,02
Алюминий	0,32-0,36
Резина, каучук	0,47-0,5

СОЗЫЛУ ЖӘНЕ ҚЫСУ

Әр түрлі материалдарға арналған
бойлық серпімділік модулі *E*

Материал	***E***, МПа
Болат	$2 \cdot 10^5$
Мыс	$1 - 10^5$
Ағаш	$1 - 10^4$
Алюминий	$0{,}67 - 10^5$
Шойын	$1{,}6 - 10^5$
Мрамор	$0{,}56 -\cdot 10^5$

Әр түрлі материалдарға арналған
Пуассон коэффициенті μ

Материал	μ
Болат	0,25 - 0,33
Мыс	0,31 - 0,34
Қола	0,32 – 0,35
Алюминий	0,32 - 0,36
Шойын	0,23 - 0,27
Тас	0,16 - 0,34
Бетон	0,08 - 0,18
Фанера	0,07
Тығын	≈ 0

Созылу-қысу кезіндегі деформациялар

Гук заңы : $\sigma = E \cdot \varepsilon$,

мұнда:

$$\sigma = \frac{N}{A}, \qquad \varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$$

өзектің абсолюттік ұзаруы

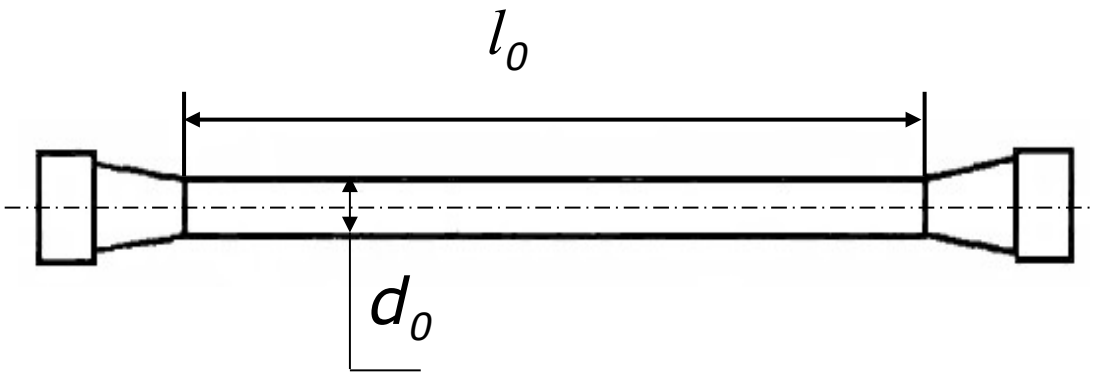
$$\Delta l = \frac{Nl}{EA}$$

$$\Delta l = \int_0^l \frac{N \cdot dl}{E \cdot A}$$

$(E \cdot A)$ - өзек қимасының қаттылығы

Созылуға сынау

Сынауға арналған үлгі



Салыстырмалы

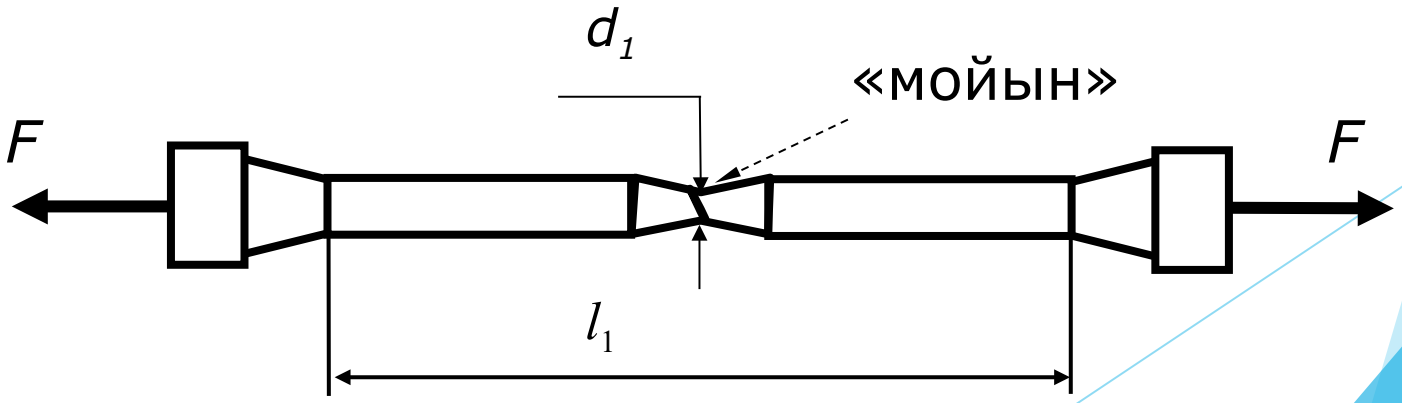
- ұзарту

$$\delta = \frac{\ell_1 - \ell_0}{\ell_0} \cdot 100\%$$

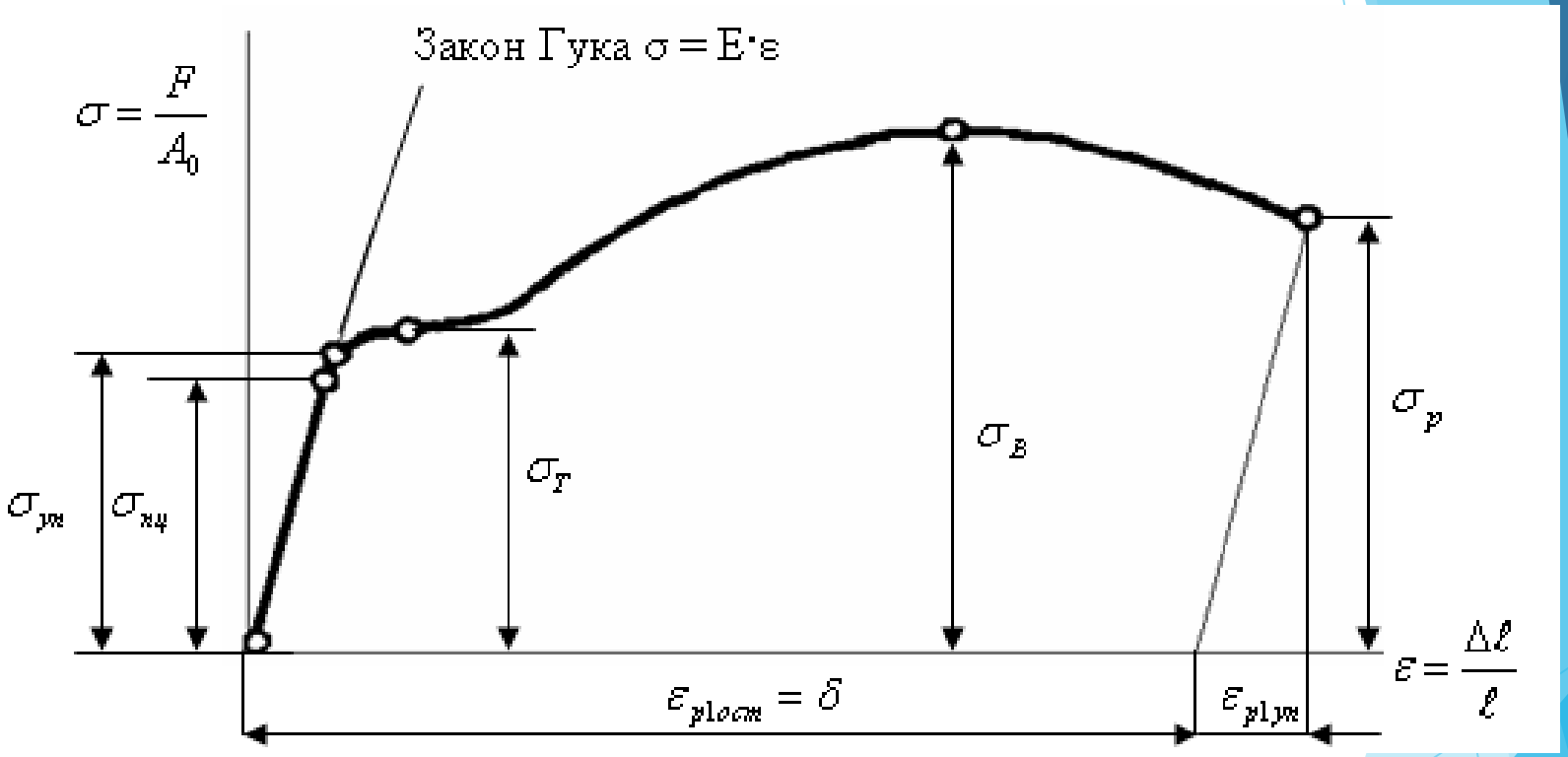
- тарылу

$$\psi = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \cdot 100\%$$

Пластикалық материалдан жасалған үлгінің бұзылуы

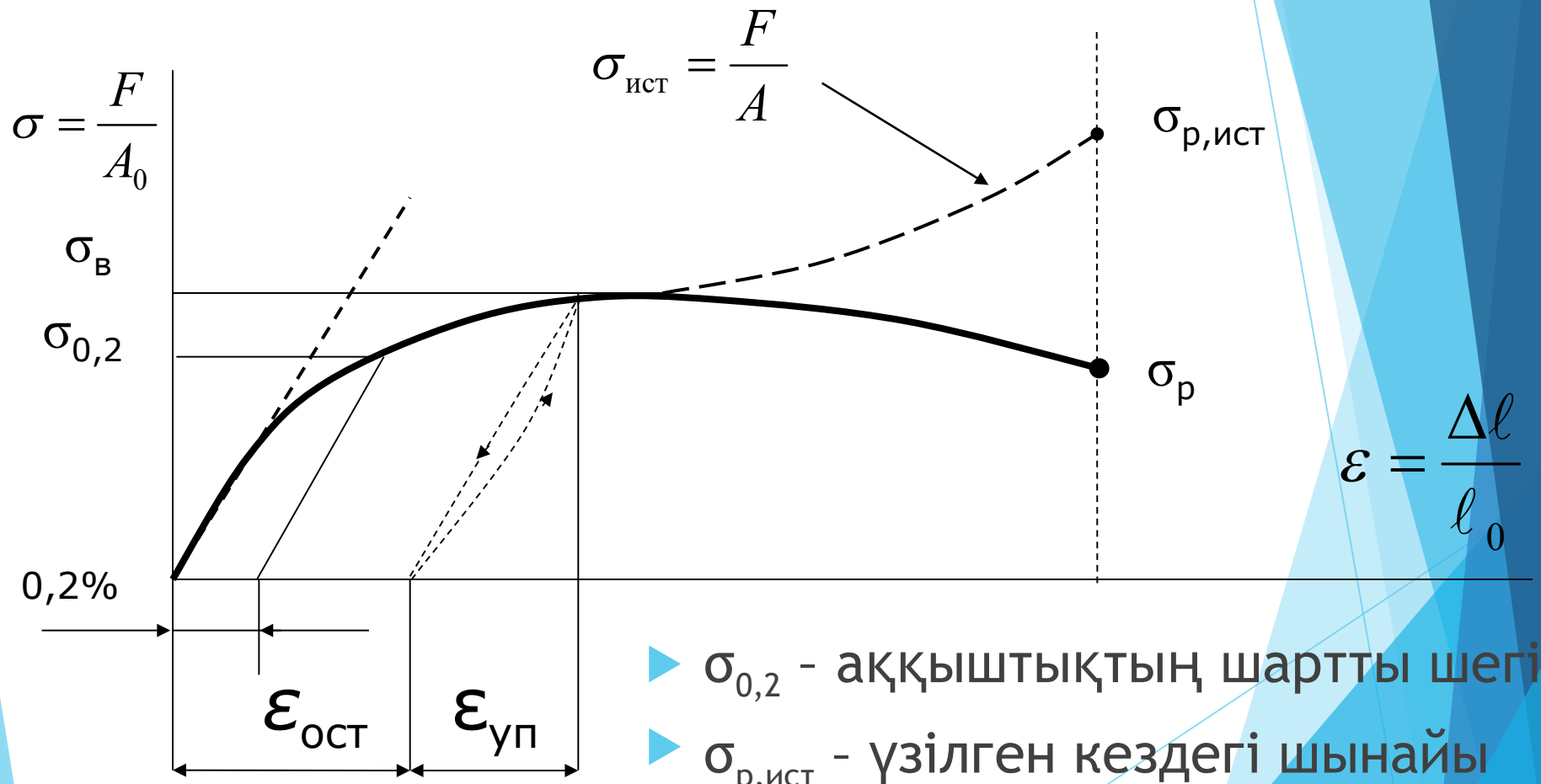


Аққыштық алаңы бар созылу диаграммасы



- $\sigma_{пц}$, $\sigma_{уп}$ және $\sigma_{т}$- пропорционалдық, серпімділік және аққыштық шектері;
- $\sigma_{в}$ - уақытша кедергі;
- $\sigma_{р}$ - үзілген кездегі кернеу.

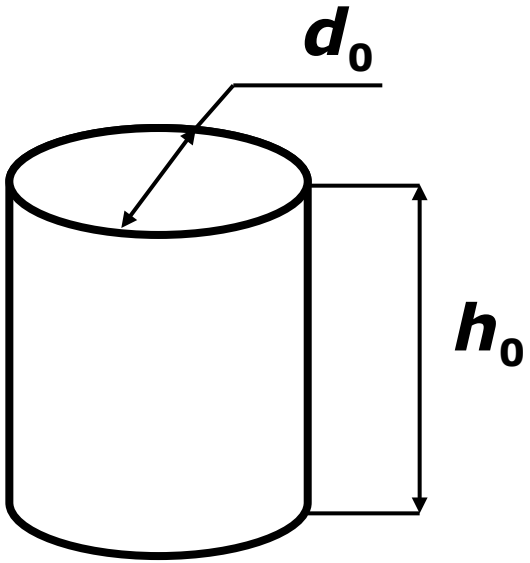
Аққыштық алаңы жоқ созылу диаграммасы



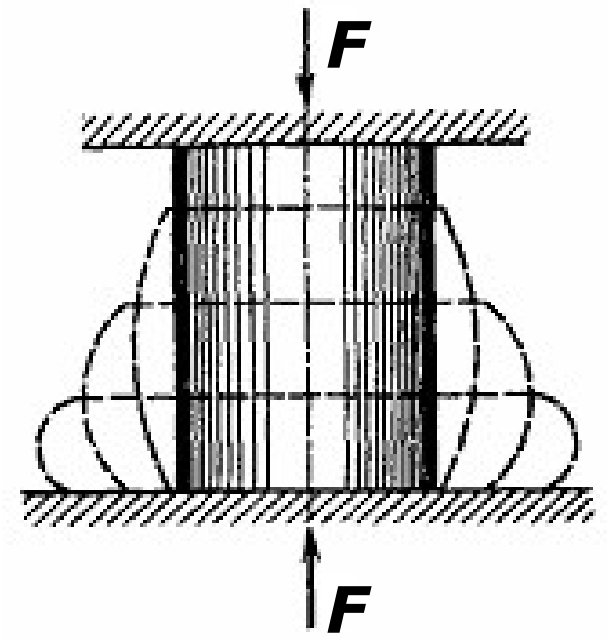
- $\sigma_{0,2}$ - аққыштықтың шартты шегі
- $\sigma_{р,ист}$ - үзілген кездегі шынайы кернеу

Қысу сынағы

Сынауға арналған үлгі

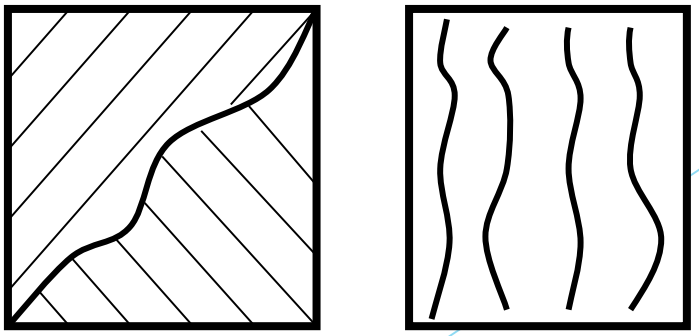


$$\frac{h_0}{d_0} = 1 \div 3$$



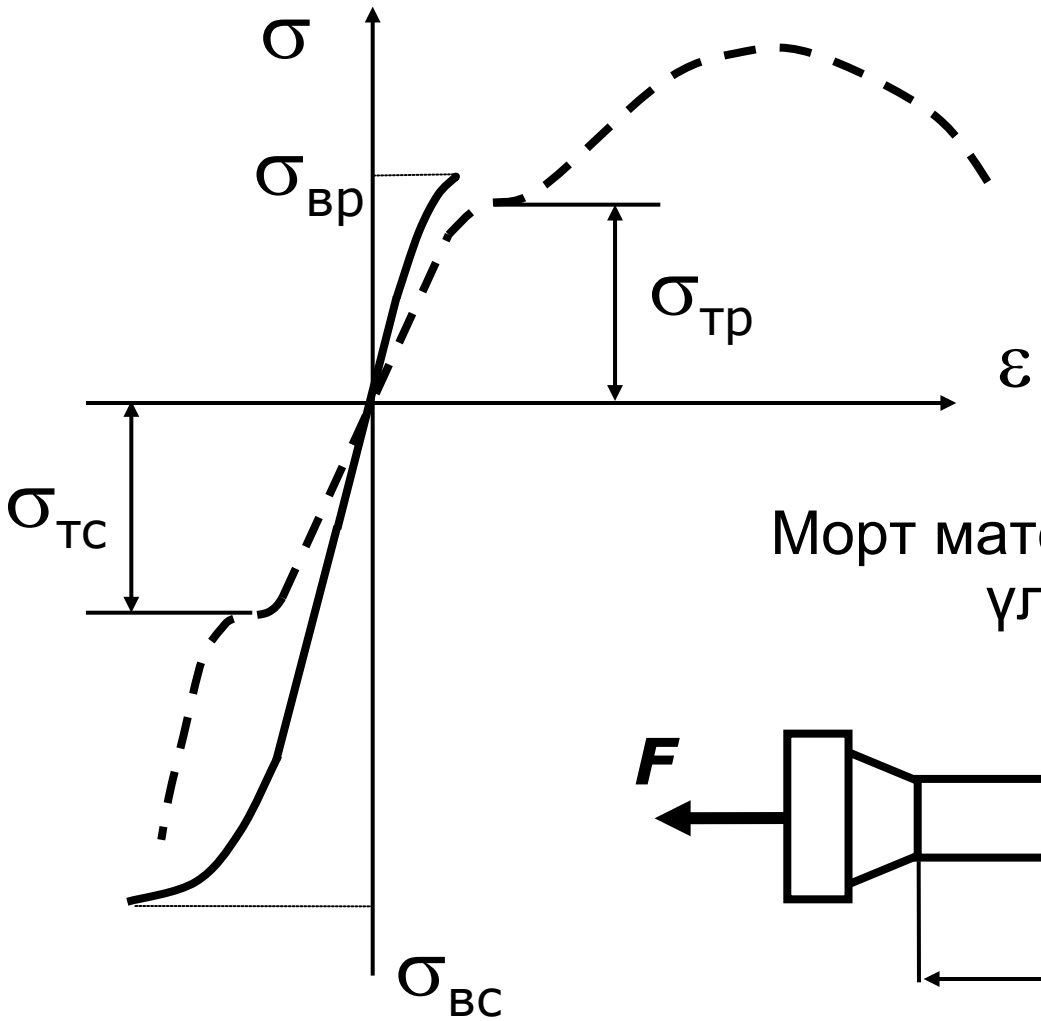
Үлгінің деформациясы

пластикалық материалдан



морт материалдан

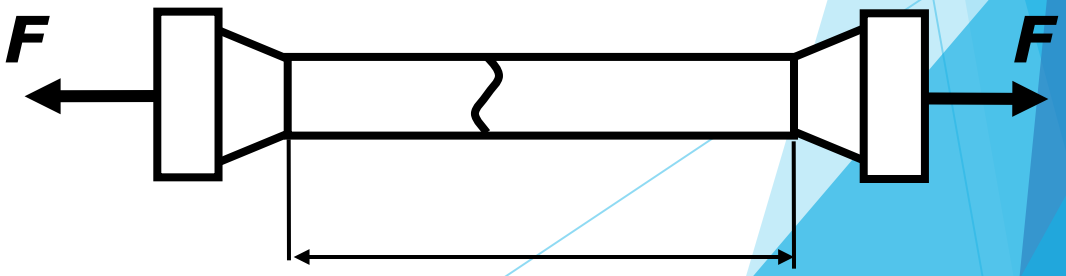
Пластикалық және морт материалдарды созу және қысу диаграммалары



$$\sigma_{BC} > \sigma_{BP}$$

$$\sigma_{TC} \approx \sigma_{TP}$$

Морт материалдан жасалған үлгінің бұзылуы



Есептеу түрлері

Машиналардың, конструкциялардың және құрылыстардың бөлшектерінің сенімді жұмысын және ұзақтығын қамтамасыз ету үшін әртүрлі есептеулер жүргізіледі. Беріктікке және қаттылыққа есептеулер неғұрлым кең таралған болып табылады

Материал бұзылатын немесе онда көрінетін пластикалық деформациялар пайда болатын кернеу шекті (бұзатын) кернеу $\sigma_{пред}$. деп аталады. Шекті кернеу материал мен конструкцияларға қойылатын талаптарға байланысты таңдалады.

- пластикалық материалдар үшін созылу (қысу) кезіндегі шекті кернеу аққыштық шегі болып табылады;

- морт материалдар үшін - созылу кезіндегі беріктік шегі σвр және сығу кезіндегі беріктік шегі σвс (бұл ретте σвс > σвр)

Беріктік қорының коэффициенті

$$n = \frac{\sigma_{пред}}{\sigma_{max}}.$$

Бөлшектер мен конструкциялар жұмысының сенімділігі шартынан брустың қауіпті (неғұрлым кернеулі) қимасында туындайтын ең жоғары кернеу шамасын кейбір мәндермен шектеу қажет..

Конструкцияның қауіпсіз жұмысы қамтамасыз етілетін кернеу рұқсат етілген кернеу деп аталады [σ].

$$[\sigma] = \frac{\sigma_{пред}}{[n]}$$

Беріктікке есептеу

Беріктік шарты теңсіздікпен көрсетіледі :

$$\sigma_{\max} \le \sigma_{adm}$$

мұнда σ_{max} **- ең жоғары есептелген қалыпты кернеу;**

σ_{adm}**- рұқсат етілген қалыпты кернеу**

Пластикалық материалдар	Морт материалдар	
$\sigma_{\max} = \sigma^{p}_{\max} = \sigma^{c}_{\max}$	$\sigma^{p}_{\max} \le [\sigma^{p}]$	$\sigma^{c}_{\max} \le [\sigma^{c}]$
$[\sigma] = [\sigma^{p}] = [\sigma^{c}] = \dfrac{\sigma_T}{[n^T]}$	$[\sigma^{p}] = \dfrac{\sigma^{p}_{в}}{[n^{в}]}$	$[\sigma^{c}] = \dfrac{\sigma^{c}_{в}}{[n^{в}]}$

Беріктікті есептеу түрлері :

-тексеру есебі

(өзектегі есептік кернеуді тексеру)

$$\sigma_{\max} = \frac{N_{z\max}}{A} \le [\sigma] \quad \pm 5\%$$

- жобалық есебі

(өзектің көлденең қимасының өлшемдерін таңдау)

$$A \ge \frac{N_z}{[\sigma]}$$

- бойлық күштің рұқсат етілген мәнін анықтау

$$N_z \le A[\sigma]$$

Қаттылықты есептеу

Өзектің қаттылық шарты теңсіздікпен көрсетіледі :

$$\Delta l \leq [l\ ]$$

мұнда Δl **– өзектің абсолюттік деформациясы;**

Δl_{adm} **– өзектің абсолюттік деформациясының рұқсат етілген шамасы.**

Ұсынылатын әдебиет

1.Арапов Б.Р., Сейтказенова К.К, Материалдар кедергісі . Учебное пособие. – Караганда: ТОО «Медет Групп», 2020. – 82 с.
2. Қ. Алдияров, Материалдар кедергісі. Оқу құралы, Фолиант 2018-156 с
4. Степин П.А. Сопротивление материалов - М.: ИНТЕГРАЛ-ПРЕСС, 1997.-320 с.
5. Ицкович Г.М., Минин Л.С., Винокуров А.И Руководство к решению задач по сопротивлению материалов - М.: Высшая школа, 1999. -592 с.
6. Миролюбов И.Н. и др. Пособие к решению задач по сопротивлению материалов -М: Высшая школа, 1985. -399 с.
7. Бондаренко А.Н. Электронный учебник по сопротивлению материалов. Москва. 2007 г.
8. Панков А.Д. Руководство по курсовому проектированию по сопротивлению материалов Расчет валов. г. Саров. 2008 г.
9. Панков А.Д. Вопросы для электронного тестирования по курсу “Сопротивление материалов”. г. Саров. 2009 г.
10. Панков А.Д. Лабораторный практикум по курсу “Сопротивление материалов”. г. Саров. 2010 г.
1. Шелофаст В.В. Основы проектирования машин. Изд –во АПМ., 2007 г.