

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА
МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

УЛУҒБЕК НОМИДАГИ САМАРҚАНД ДАВЛАТ
АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ

*«Материаллар қаршилиги ва қурилиш механикаси»
кафедраси*

**Материаллар қаршилиги фанидан
«ЧЎЗИЛИШ ВА СИҚИЛИШ»
мавзусига доир
«Интерактив ўқув машғулоти учун»**

«УСЛУБИЙ ҚЎЛЛАНМА»

(Барча қурилиш таълим йўналишлари учун)

САМАРҚАНД - 2007 й.

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

**Мирзо Улуғбек номидаги Самарқанд Давлат
Архитектура-Қурилиш институти**

*«Материаллар қаршилиги ва қурилиш механиқаси»
кафедраси*

**«Тасдиқлайман»
М.Улуғбек номидаги
СамДАҚИ ректори
т.ф.д.проф.С.М.БОБОЕВ**

« _____ » _____ **2007 й.**

**СамДАҚИ илмий услубий
кенгашининг илмий, ўқув
услубий адабиётларини
нашр этиш секцияси баён-
номасига асосан нашрга
тавсия этилади**

№ _____ « _____ » _____ 2007й

Материаллар қаршилиги фанининг

**«ЧЎЗИЛИШ ВА СИҚИЛИШ»
мавзусига доир**

«Интерактив ўқув машғулоти учун»

«УСЛУБИЙ ҚЎЛЛАНМА»

(Барча қурилиш таълим йўналишлари учун)

САМАРҚАНД – 2007 й.

«Материаллар қаршилиги»
фанининг «Чўзилиш ва сиқилиш»
мавзусига доир «Интерактив ўқув
машғулоти учун» услубий
қўлланма ёш ўқитувчилар ва
қурилиш таълим йўналишидаги 2
босқич талабаларига маърузада
ўтиладиган материални тез
ўзлаштириб олишига ёрдам беради.

Тузувчи: т.ф.н.доцент Мелиқулов Н.М.

Такризчилар: т.ф.н.доцент Тошев С Қ.
т.ф.н.доцент Қаххаров А Қ.

Компьютерда саҳифаловчи: Азизова Н.Н.

Нашр белгилари СамДАҚИ қоғоз босими А-5, Буюртма
№___ Нусхаси 50, ҳажми 2 босма табоқ

: ЧЎЗИЛИШ ВА СИҚИЛИШ .

Асосий саволлар.

1. Стержень кўндаланг кесимида ҳосил бўладиган зўриқиш кучлари.
2. Стержень кўндаланг кесимида ҳосил бўладиган кучланишлар.
3. Стерженларнинг мустаҳкамлик шарти.
4. Деформация, кўчишлар. Гук қонуни. Пуассон коэффициенти.

Таянч тушунча ва иборалар : чўзилиш, сиқилиш, кучланишлар, нормал, нормал, уринма, мустаҳкамлик, бўйлама, кўндаланг, деформация, абцалют, нисбий .

1-савол бўйича дарс (ўқитувчи) мақсади :

Талабаларга стержень кўндаланг кесимида қандай зўриқиш кучлари ҳосил бўлиши ҳақида тушунча бериш.

Идентив ўқув мақсадлари :

1. Талаба стержень кўндаланг кесимида қандай зўриқиш кучлари ҳосил бўлиши ва у қандай усул билан аниқланишини билиш асосий вазифа эканлигини тушунтира олади.
2. Талаба стержень кўндаланг кесимида ҳосил бўладиган зўриқиш кучларини топишнинг асосий йўналишларини санаб беради.

1-савол баёни : Қурилиш конструкциялари ва машина қисмлари ичида чўзилиш ва сиқилиш деформацияларига ишлайдиган бруслар жуда кўп учрайди. Чўзилиш ва сиқилишга қаршилик кўрсатадиган тўғри ўқли бруслар стерженлар деб аталади. Масалан, ҳар қандай юк кўтаргичларнинг тросларида чўзилиш, фабрика ва завод трубаларида сиқилиш деформацияси ҳосил бўлади ва ҳоказо.

Стерженларнинг маҳкамланишига ва унга қўйилган юкларнинг таъсир этиш характерига боғлиқ ҳолда, турли хилдаги чўзилиш ёки сиқилиш деформациялари ҳосил бўлади. Масалан, стержень кўндаланинг кесимида ҳосил бўладиган ички кучларни битта куч фактори бўйлама кучга келтириш мумкин бўлса ва бошқа барча куч факторлари (кесувчи кучлар, буровчи ва эгувчи моментлар) нолга

тенг бўлса, бундай ҳолда марказий чўзилиш ёки сиқилиш деформацияси ҳосил бўлади.

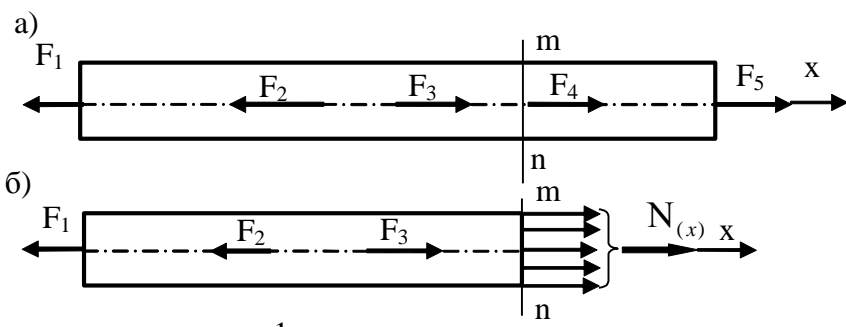
Чўзилиш ва сиқилиш деформациясини ҳосил қилувчи стерженнинг четки ёки оралик кесимига қўйилган ташқи кучлар, унинг ўқи бўйлаб йўналган тенг таъсир этувчисига келтирилиши керак, акс ҳолда кесимда кўндаланг кучлар ҳам ҳосил бўлиб, стерженда марказий чўзилиш ёки сиқилиш билан бирга эгилиш деформацияси ҳам ҳосил бўлиши мумкин.

Стерженнинг ихтиёрий кўндаланг кесимида ҳосил бўладиган бўйлама кучни топиш учун кесим усулидан фойдаланамиз, яъни стерженни унинг ўқиға тик бўлган бирор mn текислик билан фикран кесиб икки қисмға ажратиб, қолдирилган қисмининг мувозанатини текшираамиз(1.а.- шакл).

Ташлаб юборилган қисмининг қолдирилган қисмиға илгариги таъсирини алмаштирувчи ички кучлар кесим юзасига тик йўналган бўлиб бўйлама куч "N" билан алмаштирилади ва стерженға таъсир этаётган ташқи кучлар билан мувозанатлашади (1. б -шакл).

Стержень қолдирилган қисмининг мувозанатини текшираамиз:

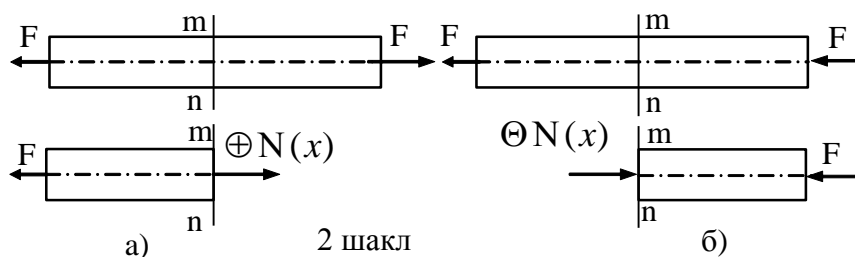
$$\sum X = N(x) - \sum F_i = 0, \quad \text{бундан} \quad N(x) = \sum F_i$$



1-шакл

Шундай қилиб, стерженнинг ихтиёрий кўндаланг кесимида ҳосил бўладиган бўйлама куч ($N(x)$) кесим текислигидан бир томонда қолган, яъни қолдирилган қисмиға таъсир этаётган барча ташқи кучлардан, стержень ўқи йўналиши бўйича олинган проекцияларининг алгебраик йиғиндисига тенг бўлар экан.

Энди бўйлама кучнинг ишораси тўғрисида тўхталамиз. Агар ташқи куч таъсиридан стерженда чўзилиш деформацияси ҳосил бўлса, бўйлама куч ишораси мусбат, акс ҳолда манфий деб қабул қилинади. Бошқача қилиб айтганда, бўйлама куч кесимдан қочса, унинг ишораси мусбат (2.а- шакл), агар кесимға қараб интилса ишораси манфий бўлади (2.б- шакл).



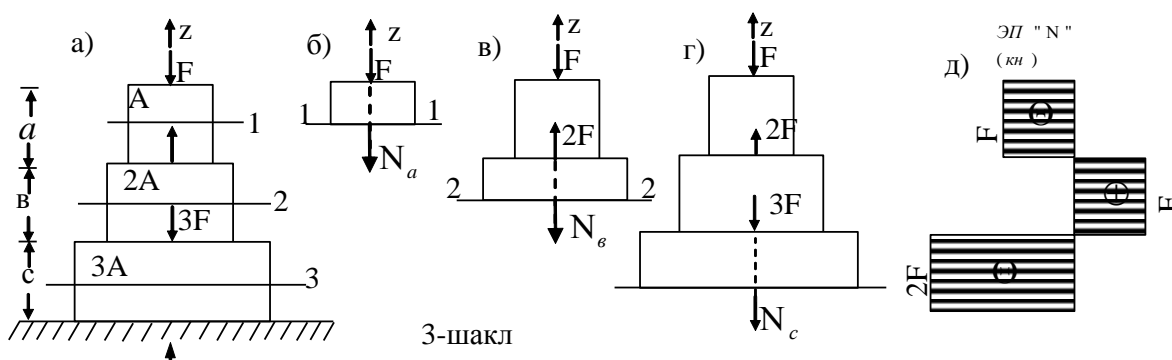
2 шакл

Бўйлама кучни йўналишини аниқлаш мураккаб бўлган ҳолларда, уни мусбат йўналишда олиш мақсадга мувофиқдир. Агар мувозанат тенгламаларини ечган вақтида бўйлама куч ишораси мусбат ишора билан чиқса стерженнинг бу кесими чўзилиш, агар манфий ишора билан чиқса бу кесим сиқилиш ҳолатида бўлади.

Стержень кўндаланг кесимида пайдо бўладиган ички зўриқиш кучларининг тенг таъсир этувчиси шу кесимдаги бўйлама кучни ифодалайди ва қуйидагича ёзилади.

$$N(x) = \int_A \sigma(x) dA \quad (1)$$

Бўйлама кучни қийматларини аниқлаш мураккаб бўлган ҳолларда унинг эпюрасини қуриш мақсадга мувофиқдир. Бўйлама кучни стержень ўқи бўйича ўзгариш қонунини кўрсатувчи график, бўйлама куч эпюраси деб аталади. Бу эпюрадан тез ва беҳато бўйлама кучнинг энг катта қийматини топиш мумкин. Бўйлама куч $M(x)$ ни эпюрасини қуришни қуйидаги мисолда кўрамиз.



3-шакл

Ечиш: Бир учи билан қистириб маҳкамланган стерженларнинг ҳисобини, унинг эркин учидан бошлаш мақсадга мувофиқдир, чунки бундай ҳолда таянч реакциясини ҳисоблаш шарт эмас. Кесим усулидан фойдаланиб стерженни a участкасида 1-1 текислик билан фикран кесиб, юқори қисмини қолдириб пастки қисмини ташлаб юборамиз ва қолган қисмига унинг илгариги таъсирини алмаштирувчи N_a номаълум кучни 3.б- шаклда

кўрсатилгандек ихтиёрий йўналишда кесимдан қочувчи қилиб, яъни мусбат йўналишда кўямиз. Агар шу кесим учун мувозанат тенгламасини тузиб уни ҳисоблаб чиқилганда N_a нинг қиймати мусбат ишорали чикса, унинг йўналиши тўғри қўйилган бўлиб, бундай бўйлама куч стерженнинг шу участкасида чўзилиш деформациясини ҳосил қилади, акс ҳолда сиқилиш деформациясини ҳосил қилади. Стерженда чўзилиш деформациясини ҳосил қилувчи бўйлама куч “мусбат”, сиқилиш деформациясини ҳосил қилувчи бўйлама куч эса “манфий” деб ҳисобланади.

Шундай қилиб, стерженнинг 1-1 кесимидан юқорида қолган қисми учун мувозанат тенгламасини тузамиз (3.б- шакл):

$$\sum Z = -F - N_a = 0; \quad N_a = -F$$

Бу ерда N_a нинг манфий ишорали чиқиши, шу участкада сиқилиш деформацияси ҳосил бўлишини кўрсатади.

Энди худди юқоридагидек, стержендан 2-2 ва 3-3 кесимлар олиб, юқори қисмларини қолдириб, уларнинг мувозанатини текшираемиз:

$$\sum Z = -F + 2F - N = 0; \quad N_b = 2F - F = F,$$

демак, бу участкада чўзилиш деформацияси ҳосил бўлар экан (3.в- шакл).

$$\sum Z = -F + 2F - 3F - N = 0, \quad N_c = 2F - F - 3F = -2F,$$

бу участкада эса сиқилиш деформацияси ҳосил бўлади (3.г- шакл).

Энди бу учала участка учун ҳисобланган N_a, N_b, N_c ларнинг қийматларидан фойдаланиб, уларнинг стержень ўқи бўйлаб ўзгариш қонунини ифодаловчи эпюрани курамиз (3.д- шакл). Бу эпюрадани кўринадикки бўйлама кучларнинг қиймати ҳар бир участка оралиғида ўзгармас қийматга тенг бўлар экан.

Муҳокама учун саволлар.

1. Нима сабабдан стержень кўндаланг кесимида ҳосил бўладиган зўриқиш кучларини аниқлаш зарурдир? (ақлий ҳужум).
2. Стержень кўндаланг кесимидаги зўриқиш кучларини аниқлаш керакми

Савол якуни: Стерженнинг ихтиёрий кўндаланг кесимида ҳосил бўладиган бўйлама кучни топиш учун кесиш усулидан

фойдаланамиз, яъни стерженни унинг ўқиға тик бўлган бирор m текислик билан фикран кесиб икки қисмға ажратиб, қолдирилган қисмининг мувозанатини текширамиз.

Назорат учун тест саволлари (тарқатма материал) :

1. Ички кучлар деб нимаға айтилади?

- А) Ички заррачаларнинг ўзаро таъсир кучларига.
- В) Ички заррачаларнинг барча қийматларига.
- С) Ички заррачаларнинг энг кичик қийматларига.
- Д) Ички заррачаларнинг мувозанатига.

2. Ички зўриқиш кучлари қандай топилади?

- А) Кинематик усул билан
- В) Кесиш усули билан.
- С) Динамик усули билан.
- Д) Универсал усули билан.

3. Стержень кўндаланг кесимида қандай зўриқиш кучлари ҳосил бўлади?

- А) Фақат бўйлама зўриқиш кучлари.
- В) Фақат жуфт зўриқиш кучлари.
- С) Бўйлама ва жуфт зўриқиш кучлари .
- Д) Ҳеч қандай зўриқиш кучлари бўлмайди.

2-савол бўйича дарс (ўқитувчи) мақсади :

Стержень кўндаланг кесимида ҳосил бўладиган кучланишлар билан талабаларни таништириш.

Идентив ўқув мақсадлари :

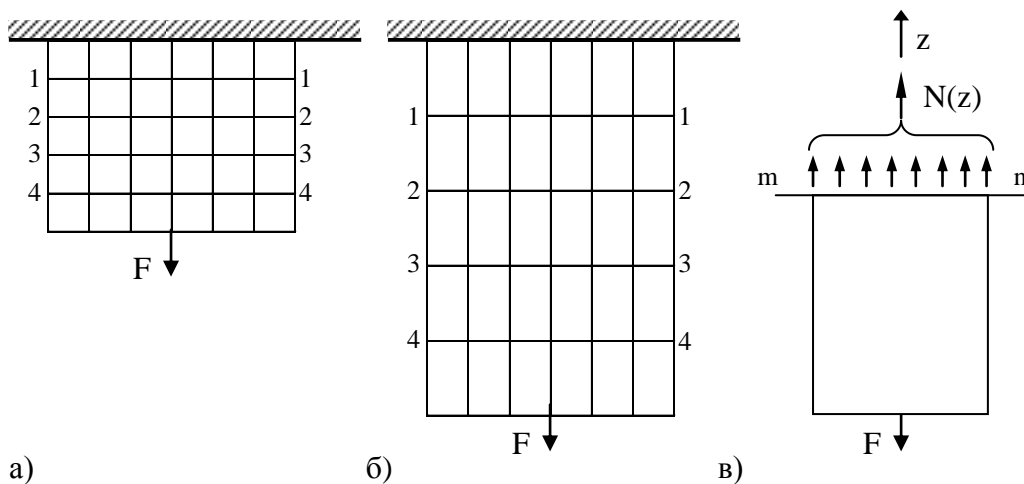
1. Стержень кўндаланг кесимида ҳосил бўладиган кучланишни санаб бера олади.
2. Кучланишни стержень кўндаланг кесим юзи бўйича қандай тақсимланишини тушунтира олади.
3. Кучланишни топишда қандай чекланишлардан фойдаланишни тушунтира олади

2-савол баёни : Марказий чўзилиш ва сиқилиш ҳолатидаги стерженнинг кўндаланг кесимида фақат ўқ бўйлаб йўналган бўйлама куч ҳосил бўлганлиги учун, бундай стерженнинг

кўндаланг кесимида фақат нормал кучланишлар ҳосил бўлади. Стержень кўндаланг кесимида, бу нормал кучланишларни тақсимланиш қонунини Я. Бернулли гипотезасидан фойдаланиб аниқлаймиз. Бу гипотеза материаллар қаршилиги фанининг масалаларида кенг қўлланилади ва қуйидагича таърифланади: “Стерженнинг деформацияга текис ва унинг ўқиға тик бўлган кўндаланг кесимлари деформациядан кейин ҳам текис ва тиклигича қолади”.

Тажрибалар шуни кўрсатадики, агар 4.а- шаклда кўрсатилган стерженнинг сиртига, унинг ўқиға параллел ва тик йўналган чизиклар ёрдамида тўрлар чизилса, стерженнинг эркин учига чўзувчи статик куч қўйилгандан кейин, куч қўйилган нуқтадан етарлича узокликдаги 1-1, 2-2, 3-3 ва 4-4 кўндаланг чизиклар ўз-ўзларига параллел ҳолда силжийди (4.б- шакл). Агар стержень бир жинсли бўйлама юпқа параллел элементлар йиғиндисидан тузилган деб фараз қилинса, бу бўйлама элементлар бир хилда чўзилади, яъни кўндаланг кесимлар дастлабки ҳолатига нисбатан параллел равишда кўчади. Бу эса Я. Бернулли гипотезасига мос келади.

Стерженнинг бундай деформацияланишида унинг кўндаланг кесим юзасининг барча нуқталарида нормал кучланишлар бир хил бўлади, яъни $\sigma = const$ деб ҳисобланади.



4. - шакл

Энди кесиш усулидан фойдаланиб нормал кучланишларнинг қийматини аниқлаймиз. Бунинг учун стерженни нормал кучланиши аниқланадиган нуқтасидан ўтувчи стержень ўқиға тик йўналган текислик билан фикран кесамиз ва пастки қисмини қолдириб мувозанатини текшираимиз (4.в- шакл):

$$\sum Z = N(z) - F = 0; N(z) = F$$

Нормал кучланиш σ ўзгармас миқдор бўлганлиги учун $N(z)$ ни (1) формуладан аниқлаймиз:

$$N(z) = \int_A \sigma dA = \sigma \int_A dA = \sigma A$$

Демак $\sigma A = F$; бундан $\sigma = \frac{F}{A}$ 2)

.бўлади.

Агар стержень ўқи бўйлаб, бир неча ташқи кучлар таъсир этаётган бўлса, бу ҳолда (2) формуладаги F , стерженнинг қолдирилган қисмига таъсир этаётган кучларнинг тенг таъсир этувчи $N(z)$ билан алмаштирилади, яъни

$$\sigma = \frac{N(z)}{A} \quad (3)$$

Юқорида айтилганлар ва (3) формула сиқилган калта стерженлар учун ҳам қўлланилиши мумкин, улар чўзилган стерженлардан бўйлама кучнинг ишораси билан фарқ қилади.

Нормал кучланишнинг ишорасини олиш қоидаси ҳам бўйлама кучникидай бўлиб, чўзувчи кучланишлар мусбат деб олинади

Муҳокама учун саволлар :

1. Стержень кўндаланг кесимида қандай кучланишлар ҳосил бўлишини биласизми? (ақлий ҳужум)
2. Стержень кўндаланг кесими бўйича нормал кучланиш текис тақсимланадими?

Савол якуни : Стерженнинг кўндаланг кесимида фақат ўқ бўйлаб йўналган бўйлама куч ҳосил бўлганлиги учун, бундай стерженнинг кўндаланг кесимида фақат нормал кучланишлар ҳосил бўлади. Стержень кўндаланг кесимида, бу нормал кучланишларни тақсимланиш қонунини Я. Бернулли гипотезасидан фойдаланиб аниқлаймиз. Бу гипотеза материаллар қаршилиги фанининг масалаларида кенг қўлланилади ва қуйидагича таърифланади: “Стерженнинг деформацияга текис ва унинг ўқига тик бўлган кўндаланг кесимлари деформациядан кейин ҳам текис ва тиклигича қолади”.

Назорат учун тест саволлари (тарқатма материал) :

1. Қандай ҳода стержень кўндаланг кесимида фақат нормал кучланиш ҳосил бўлади?

- А) Марказий чўзилган ёки сиқилган стерженларда.
- В) Мураккаб кучланиш ҳолатида бўлган стерженларда.
- С) Силжиш ҳолатида бўлган стерженларда.
- Д) Эгилиш ҳолатидаги стерженларда.

2. Стержень кўндаланг кесими бўйича нормал кучланиш қандай тақсимланади?

- А) Тўғри чизик қонуни билан.
- В) Эгри чизик қонуни билан.
- С) Парабола қонуни билан.
- Д) Гипербола қонуни билан.

3. Я.Бернулли гипотезасини таърифланг?

- А) Стерженнинг деформациягача параллел кесимлари, деформациядан кейин ҳам параллелигича қолади.
- В) Стерженнинг деформациягача текис кесим юзаси, деформациядан кейин ҳам текислигича қолади.
- С) Стерженнинг барча кесимлари деформациядан кейин ўзгармай қолади.
- Д) Стерженнинг барча кесимлари деформациядан кейин бир хил бурчакка бурилади.

4. Чўзилиши ва сиқилишда нормал кучланишни таърифланг?

- А) Бўйлама кучнинг кесим юзасига нисбатига нормал кучланиш дейилади ($\sigma=N/A$)
- В) Кесим юзасининг бўйлама кучга нисбатига нормал кучланиш дейилади ($\sigma=A/N$)
- С) Бўйлама куч билан кесим юзаси йиғиндисига нормал кучланиш дейилади ($\sigma=N+A$)
- Д) Бўйлама куч билан кесим юзаси айирмасига нормал кучланиш дейилади ($\sigma=N-A$)

3-савол бўйича дарс (ўқитувчи) мақсади :

Талабаларга стерженни мустаҳкамликка текшириш асосий муомма эканлигини тушунтириб бериш.

Идентив ўқув мақсадлари :

1. Талаба стерженни мустаҳкамликка текшириш асосий вазифа эканлигини тушунтира олади.

2. Талаба стерженни мустаҳкамликка текширишдан ҳосил бўладиган масалаларни санаб бера олади.

3-савол баёни : Чўзилишга (сиқилишга) ишлайдиган конструкция қисмлари ишлаш жараёнида хавф-хатарсиз ишлаш учун, яъни мустаҳкам бўлиши учун унинг кўндаланг кесимида ҳосил бўладиган энг катта нормал кучланиш шу конструкция қисмининг материали учун рухсат этилган нормал кучланишдан ошиб кетмаслиги керак :

$$\sigma_{\max} = \frac{N_{\max}}{A} \leq [\sigma] \quad (4)$$

бу ерда $[\sigma]$ - стержень материали учун рухсат этилган нормал кучланиш.

Бу кучланишни топишни кейинроқ батафсил кўриб чиқамиз.

Агар стержень материали чўзилиш ёки сиқилишга ҳар хил қаршилиқ кўрсатса, унинг мустаҳкамлик шарти чўзилиш ва сиқилиш учун алоҳида ҳисобланади.

$$\begin{aligned} \sigma_{\max}^q &= \frac{N_{\max}}{A} \leq [\sigma_q] \\ \sigma_{\max}^c &= \frac{N_{\max}}{A} \leq [\sigma_c] \end{aligned} \quad (5)$$

бунда $[\sigma_q]$ ва $[\sigma_c]$ - стержень материали учун чўзилиш ва сиқилишдаги рухсат этилган нормал кучланишлар.

Рухсат этилган нормал кучланиш турли материаллар ҳар хил қийматга эга бўлади. Баъзи материаллар учун рухсат этилган нормал кучланишларнинг қийматлари 1-жадвалда келтирилган.

Рухсат этилган нормал кучланишларнинг қийматлари.

Материалларнинг номи	1-жадвал	
	$[\sigma_q]$ (МПа)	$[\sigma_c]$ (МПа)
Чўян	28 – 80	120 – 150
Пўлат ст.1	120	120
ст.2	140	140
ст.3	160	160
мис	30 – 120	30 - 120
Латунь	70 – 140	70 – 140
Бронза	60 – 120	60 – 120

Алюминий	30 – 80	30 – 80
Дуралюминий	80 – 150	80 – 150
Қарағай(толалар бўйича)	7 – 10	10 – 12
Дуб (толалар бўйича)	9 – 13	13 – 15
Тош (кладка)	0 , 3	0,4 – 4,0
Ғишт (кладка)	0 , 2	0,6 – 2,5
Бетон	0,1 – 0,7	1,0 – 9,0

Стерженнинг мустаҳкамлик шартидан, яъни (4) дан фойдаланиб қуйидаги учта масалани ҳал қилиш мумкин :

1. Стерженнинг мустаҳкамлигини текшириш.

Текширилаётган стержень кўндаланг кесим юзининг ўлчамлари ва унга қўйилган чўзувчи (сиқувчи) кучлар маълум бўлса шу кўндаланг кесимдаги энг катта нормал кучланишни топиб уни рухсат этилган кучланиш билан солиштириб кўриш мумкин, яъни

$$\sigma_{\max} \leq [\sigma] \quad (6)$$

Булар орасидаги фарқ ± 5 % дан ошмаса стерженнинг мустаҳкамлиги ва материалнинг тежалиши таъминланади.

2. Стерженнинг хавфли кўндаланг кесимини танлаш.

Агар стержень материали ва унга қўйилган кучлар маълум бўлса, стерженнинг ташқи кучларга бардош бераоладиган кўндаланг кесим юзининг хавфсиз ўлчамларини топиш мумкин :

$$A \geq \frac{N_{\max}}{[\sigma]} \quad (7)$$

3. Стерженнинг юк кўтара олиш қобилиятини аниқлаш.

Чўзилаётган (сиқилаётган) стерженнинг материали ва кўндаланг кесимининг юзи маълум бўлса, унга қўйилиши мумкин бўлган чўзувчи (сиқувчи) кучнинг миқдорини топиш мумкин :

$$N_{\max} \leq [\sigma] A \quad (8)$$

Агар стерженни чўзувчи (сиқувчи) кучларни статиканинг мувозанат тенгламаларидан аниқлаш мумкин бўлса, тегишли стерженлар учун мустаҳкамлик шартининг бажарилишини (4) тенглама ёрдамида текшириш мумкин.

Муҳокама учун саволлар :

1. Нима сабабдан стерженни мустаҳкамликка текшириш зарурдир? (ақлий ҳужум).
2. Стерженни мустаҳкамликка текшириш керакми? (мунозара).

Савол якуни : Стерженни албатта мустаҳкамликка текшириш зарур. Чўзилишга (сиқилишга) ишлайдиган конструкция қисмлари ишлаш жараёнида хавф-хатарсиз ишлаш учун, яъни мустаҳкам бўлиши учун унинг кўндаланг кесимида ҳосил бўладиган энг катта нормал кучланиш шу конструкция қисмининг материали учун рухсат этилган нормал кучланишдан ошиб кетмаслиги керак

Назорат учун тест саволлар (тарқатма материал):

1. Стерженнинг чўзилиш ёки сиқилишдаги мустаҳкамлик шarti?

- А) $[\sigma]=N_{\max}\cdot A$; В) $\sigma_{\max}=[\sigma]\cdot A$;
С) $\sigma_{\max}=A/[\sigma]$; Д)* $\sigma_{\max}=N_{\max}/A\leq[\sigma]$.

2.Рухсат этилган кучланиш стерженнинг нимасига боғлиқ?

- А) Материалига , В) Узунлигига , С) Кўндаланг кесимига ,
Д)Эластиклик модулига.

3. Стерженнинг мустаҳкамлик шартидан фойдаланиб қандай масалаларни ҳал қилиш мумкин?

- А) Стерженнинг мустаҳкамлигини текшириш, хавфли кесимни танлаш, юк кўтараолиш қобилиятини аниқлаш.
В) Мустаҳкамликка, бикирликка, эгилишга.
С) Бикирликка, устиворликка, силжишга.
Д) Эгилишга, буралишга, чўзилишга.

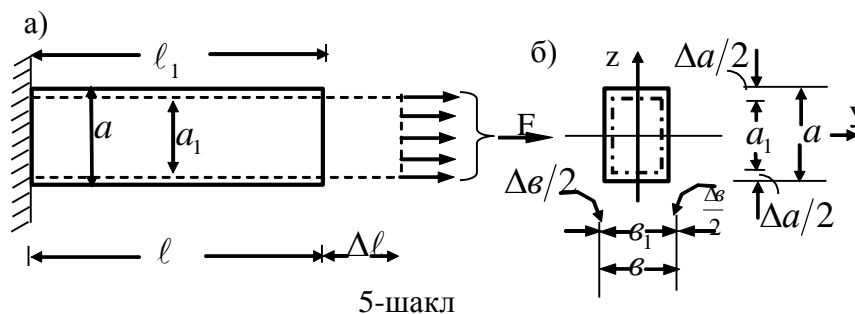
4-савол бўйича дарс (ўқитувчи) мақсади :

Талабаларга бўйлама деформация, Гук қонуни ва кўчишларни аниқлаш асосий муомма эканлигини тушунтириб бериш.

Идентив ўқув мақсадлари :

1. Талаба стерженнинг бўйлама деформациясини, Гук қонуни, кўчишни аниқлаш асосий вазифа эканлигини тушунтира олади.
2. Талаба стерженнинг кўчишини топишнинг асосий йўналишларини санаб бераолади.

4-савол баёни : Агар стержень бир жинсли параллел толалардан тузилган деб фараз қилсак, ташқи куч таъсиридан барча толалари бир хилда чўзилади (сиқилади) ва унинг кўндаланг кесимининг юзаси ўз-ўзига параллел равишда кўчади. Натижада стерженнинг деформациягача бўлган узунлиги ℓ узайиб ℓ_1 ҳолатни олади (5.а- шакл).



5-шакл

Шаклдан кўринадики, стерженнинг абсолют бўйлама чўзилиши (кўндаланг сиқилиши)

$$\Delta \ell = \ell_1 - \ell, \quad (\Delta a = a_1 - a) \quad (9)$$

бўлади.

Абсолют чўзилиш (сиқилиш) узунлик ўлчови (одатда *см*, *мм*) билан ўлчанади ва чўзилиш учун мусбат, сиқилиш учун эса манфий бўлади.

Стерженнинг узунлик бирлигига тўғри келган абсолют бўйлама деформацияси нисбий бўйлама деформация деб аталади ва ε билан белгиланиб, қуйидагича аниқланади :

$$\varepsilon = \Delta \ell / \ell \quad (10)$$

Кўндаланг деформацияда бу миқдор абсолют кўндаланг деформация дейилади ва ε' билан белгиланади.

Кўндаланг кесимнинг a ўлчами йўналиши бўйича.

$$\varepsilon'_a = -\frac{\Delta a}{a}; \quad \Delta a = a_1 - a \quad (11)$$

b ўлчами йўналишида

$$\varepsilon'_b = -\frac{\Delta b}{b}; \quad \Delta b = b_1 - b \quad (12)$$

(11) ва (12) формулалар олдидаги “-“ чўзилишда кўндаланг ўлчамлар қисқариши учун қўйилган. Агар стержень материали изотроп бўлса кўндаланг деформациялар бир хил бўлади :

$$\varepsilon'_a = \varepsilon'_b = \varepsilon'$$

Стерженнинг узунлиги, эни, абсолют бўйлама ва кўндаланг деформациялари узунлик бирлигида ўлчангалиги учун ε ва

ε' деформациялар ўлчовсиз сон бўлади. Стержень чўзилса, $\varepsilon > 0$, $\varepsilon' > 0$; сиқилса $\varepsilon < 0$, $\varepsilon' < 0$ бўлади.

Ўтказилган тажрибалар шуни кўрсатадики, оддий чўзилиш (сиқилиш)да ε' кўндаланг нисбий деформациянинг ε бўйлама нисбий деформацияга нисбати ўзгармас миқдор бўлиб, у фақат стерженнинг материалига боғлиқ бўлади ва унинг абсолют қиймати μ билан белгиланиб Пуассон коэффисенти деб аталади.

$$\mu = \left| \frac{\varepsilon'}{\varepsilon} \right| \quad (13)$$

Бу коэффицентни биринчи бўлиб, XIX аср бошларида француз математиги Пуассон топганлиги учун унинг номи билан аталади. У материалнинг эластик характеристикаларидан биридир. Барча материаллар учун $0 \leq \mu \leq 0,5$ оралиғида ўзгаради. Баъзи материаллар учун Пуассон коэффицентининг қийматлари 1 – жадвалда келтирилган.

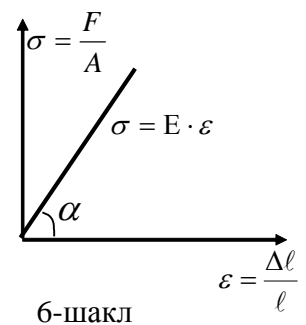
Тажрибалардан маълумки, чўзувчи (сиқувчи) кучланиш стерженнинг материали учун аниқланган маълум чегарадан ошмаса, яъни фақат эластиклик деформация чегарасида қаралса, (пропорционаллик чегарасида) чўзувчи кучланиш билан нисбий деформация орасида тўғри пропорционаллик боғланиши мавжуддир. Бу боғланишни дастлаб инглиз физиги Р. Гук топгани учун у Гук қонуни деб аталади ва қуйидагича таърифланади: “пропорционаллик чегарасигача, чўзилган стерженларда нормал кучланиш нисбий чўзилишга тўғри пропорционалдир”.

$$\sigma = E \varepsilon \quad (14)$$

(14) боғланиш координаталар системасида қуйидаги оғма тўғри чизиқ билан ε ўқи орасидаги бурчакнинг тангенци пропорционаллик коэффиценти E нинг миқдорини ифодалайди:

$$E = \tan \alpha = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (15)$$

пропорционаллик коэффиценти E чўзилишдаги (сиқилишдаги) эластиклик модули ёки биринчи тур Юнг модули деб аталади ва стержень материалининг чўзилишга (сиқилишга) қаршилик кўрсата олиш хусусиятини ифодалайди. E нинг ўлчами кучланишнинг ўлчамлигида (одатда $МПа, ГПа$) ифодаланади. Агар $\varepsilon = \Delta \ell / \ell = 1$



6-шакл

бўлса $\sigma = E \epsilon$ бўлиб, E - эластиклик модули стерженнинг чўзилишидан (сиқилишидан) кейин абсолют деформацияси унинг узунлигига ($\Delta \ell = \ell$) тенг ҳолатида ҳосил бўладиган кучланиш бўлар экан.

Эластиклик модули E нинг турли материаллар учун тажриба йўли билан аниқланиб, маълум материаллар учун E нинг қийматлари 2 –жадвалда берилган.

Турли материаллар учун Пуассон коэффиценти μ ва эластиклик модули E нинг қийматлари.

Материалларнинг Номи	Пуассон коэффисенти μ	2-жадвал Эластиклик модули E
		(МПа)
Пўлат	0,24 – 0,33	(2,0-2,1) 10^5
Мис	0,31 – 0,34	(0,84-1,3) 10^5
Бронза	0,32 – 0,35	(1,05-1,15) 10^5
Чўян	0,23 – 0,27	(1,15-1,60) 10^5
Қўрғошин	0,45	0,17 10^5
Латунь	0,32 – 0,42	(0,90-1,00) 10^5
Алюминий ва дюралюминий	0,32 – 0,36	(0,59-0,71) 10^5
Каучук	0,47	0,00008 10^5
Шиша	0,25	0,56 10^5
Ёғоч: тола бўйича		
йўналишда	-	(0,10-0,12) 10^5
толага тик		
йўналишда	-	(0,005-0,01) 10^5

Гук қонунидан фойдаланиб, чўзувчи куч, стерженнинг кўндаланг кесим ўлчамлари ва абсолют деформациялари орасидаги боғланишни топамиз. Бунинг учун (10) дан $\Delta \ell$ ни топиб, ундаги ϵ

нинг қийматини (2) дан келтириб қўйиб, қуйидаги формулани ҳосил қиламиз :

$$\Delta \ell = \frac{F \ell}{EA} \quad (16)$$

Бу формуладан кўринадики, стерженнинг абсолют чўзилиши (сиқилиш) чўзувчи (сиқувчи) куч (F) га ва унинг узунлиги (ℓ) га тўғри пропорционал, эластиклик модули (E) ва кўндаланг кесим юзи (A) га тесқари пропорционал бўлар экан. Боғланишнинг ўзи эса чўзилишда (сиқилишда) Гук қонуни деб аталади.

бунда: $E \cdot A$ – миқдор стерженнинг чўзилишдаги (сиқилишдаги) бикрлиги дейилади.

Амалда стерженнинг бикрлик коэффисенти (c), унинг бикрлиги орқали қуйидагича ифодаланади:

$$c = \frac{EA}{\ell} \quad (17)$$

Бикрлик коэффицентининг тесқари қиймати мойиллик коэффиценти (β) деб аталади ва қуйидагича ифодаланади :

$$\beta = \frac{1}{c} = \frac{\ell}{EA} \quad (18)$$

Стерженни 1_{cm} ёки 1_{mm} чўзувчи куч бикрлик коэффиценти ва уни 1_{kg} ёки 1_g куч таъсирдан чўзилиш (сиқилиш) миқдорига мойиллик коэффиценти деб аталади.

Стерженнинг абсалют чўзилиши бикрлик ва мойиллик коэффицентлари орқали қуйидагича ифодаланади :

$$\Delta \ell = \frac{F}{c} \quad \text{ёки} \quad \Delta \ell = \beta F \quad (19)$$

Булардан кўринадики , стержень қанчалик чўзилишга мойил бўлса, шунчалик унинг бикрлиги кам бўлади ва аксинча.

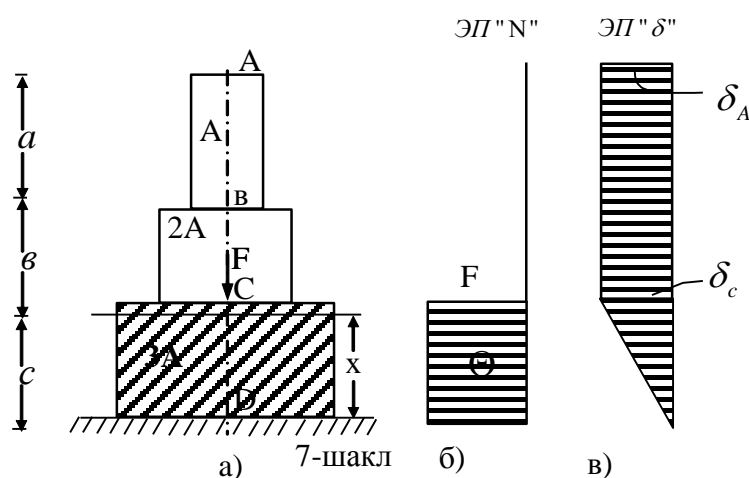
Агар стерженнинг кўндаланг кесимлари поғоналаб ўзгарса ва унга бир нечта кучлар таъсир этаётган бўлса, стерженнинг абсалют чўзилиши бўйлама куч ва кўндаланг кесим юзи ўзгармас бўлган участкалар учун (16) формула алоҳида ҳисобланиб, кейин уларнинг йиғиндисини олилади :

$$\Delta \ell = \sum \Delta \ell_i = \sum \frac{N_i \ell_i}{EA_i} \quad (20)$$

бу ерда : N_i - стерженнинг ҳар қайси участкасига қўйилган бўйлама куч,

A_i ва ℓ_i -стержень айрим участкасининг кесим юзи ва узунлиги

Стерженлар чўзилганда (сиқилганда) унинг кўндаланг кесимлари ўқ бўйлаб кўчади. Кўндаланг кесимнинг кўчиши билан деформацияси бир-биридан мутлоқ фарқ қилади, вахоланки кўчиш деформация натижасида ҳосил бўлса ҳам бироқ улар бир-биридан катта фарқ қилади. Масалан, (7. а -шакл) да кўрсатилган поғонали стерженнинг фақат CD участкаси деформацияланиб, AC участкаси, CD участка қанча деформацияланса шунча масофага қатик жисм сифатида кўчади халос, яъни AC участкадаги барча кесимларнинг кўчиши CD участкаси бўлади :



Стержень кўндаланг кесимининг кўчиши бутун бруснинг деформациясига боғлиқ бўлмасдан, балки шу кесим билан маҳкамланган кесим орасидаги қисми узунлигининг ўзгаришига тенг бўлади.

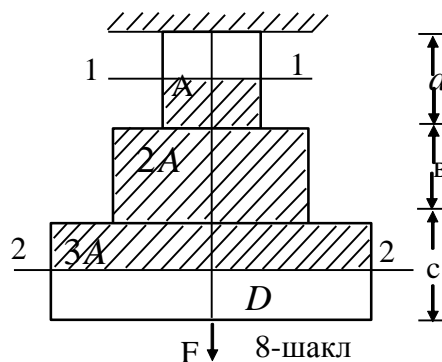
Масалан, стерженнинг маҳкамланган кесимидан x масофадаги кесимнинг кўчиши (7.а- шакл) қуйидагича топилади :

$$\delta(x) = \Delta \ell(x) = -\frac{F \cdot x}{E3A}; 0 \leq x \leq c$$

8-шаклда кўрсатилган поғонали стерженнинг 1-1 ва 2-2 кесимларининг кўчиши штрихланган қисми узунлигининг ўзгаришига тенг бўлади.

Муҳокама учун саволлар :

1. Нима сабабдан бўйлама ва кўндаланг деформация, Гук



қонуни ва кўчишларни аниқлаш зарурдир? (ақлий ҳужум).

2. Стерженнинг бўйлама ва кўндаланг деформациясини ва кўчишни топиш керакми? (мунозара).

Савол якуни : Стерженнинг бўйлама ва кўндаланг деформацияси, Гук қонунини ва кўчишларни топишни билиш зарур. Агар стержень бир жинсли параллел толалардан тузилган деб фараз қилсак, ташқи куч таъсиридан барча толалари бир хилда чўзилади (сиқилади) ва унинг кўндаланг кесимининг юзаси ўз-ўзига параллел равишда кўчади.

Ўтказилган тажрибалар шуни кўрсатадики, оддий чўзилиш (сиқилиш)да ε' кўндаланг нисбий деформациянинг ε бўйлама нисбий деформацияга нисбати ўзгармас миқдор бўлиб, у фақат стерженнинг материалга боғлиқ бўлади ва унинг абсолют қиймати μ билан белгиланиб Пуассон коэффисенти деб аталади.

Бу коэффицентни биринчи бўлиб, XIX аср бошларида француз математиги Пуассон топганлиги учун унинг номи билан аталади. У материалнинг эластик характеристикаларидан биридир. Барча материаллар учун $0 \leq \mu \leq 0,5$ оралиғида ўзгаради. Баъзи материаллар учун Пуассон коэффицентининг қийматлари 2 – жадвалда келтирилган.

Тажрибалардан маълумки, чўзувчи (сиқувчи) кучланиш стерженнинг материали учун аниқланган маълум чегарадан ошмаса, яъни фақат эластиклик деформация чегарасида қаралса, (пропорционллик чегарасида) чўзувчи кучланиш билан нисбий деформация орасида тўғри пропорционаллик боғланиши мавжуддир. Бу боғланишни дастлаб инглиз физиги Р. Гук топгани учун у Гук қонуни деб аталади ва қуйидагича таърифланади: “пропорционаллик чегарасигача, чўзилган стерженларда нормал кучланиш нисбий чўзилишга тўғри пропорционалдир”.

Назорат учун тест саволлари (тарқатма материал) :

1.Гук қонунинг математик ифодаси қандай бўлади?

А) $\sigma = E/\varepsilon$; В) $\sigma = \varepsilon/E$; С) $E = \sigma \cdot \varepsilon$; Д) $\sigma = E \cdot \varepsilon$;

2.Стерженнинг бикрлиги нима?

А) Стерженнинг кўндаланг кесим юзасининг ташқи куч таъсиридан ўз шаклини ўзгартирмаслигига бикрлик дейилади.

В) Стерженнинг кўндаланг кесим юзасининг эластиклик модулига кўпайтмасига бикрлик дейилади.

С) Стержень кўндаланг кесимида ҳосил бўладиган кучланишнинг юзага кўпайтмасига бикрлик дейилади.

Д) Стержень кўндаланг кесимидаги бўйлама кучнинг кесим юзасига кўпайтмасига бикрлик дейилади.

3. Қуйидаги формулалардан қайси бири бикрлик коэффициентини ифодалайди?

А) $C = EA/l$; В) $C = EA\ell$; С) $C = E + A\ell$; Д) $C = E + A\ell$;

4. Пуассон коэффициентининг ифодаси қандай бўлади?

А) $\mu = E \cdot \varepsilon$; В) $\mu = \sigma \cdot \varepsilon$; С) $\mu = \varepsilon' / \varepsilon$; Д) $\mu = \varepsilon' - \varepsilon$;

5. Чўзилиш ва сиқилишдаги Гук қонунини таърифланг?

А) Чўзилган ёки сиқилган стерженларнинг кўндаланг кесимида фақат нормал кучланиш ҳосил бўлади.

В) Чўзилган ёки сиқилган стерженларнинг кўндаланг кесимида фақат уринма кучланиш ҳосил бўлади.

С) Нормал кучланиш нисбий деформацияга туғри пропорционалдир.

Д) Чўзилган стерженлар эластиклик чегарасида қаралса, эластиклик модули нормал кучланишга тесқари пропорционалдир.

Фойдаланган адабиётлар

1. М.Т.Ўразбоев “Материаллар қаршилиги асосий курси” Т.”Ўқитувчи” 1973.
2. А.Ф.Смирнов “Материаллар қаршилиги”.Т.”Ўқитувчи”, 1988.
3. К.М.Мансуров “Материаллар қаршилиги”.Т.”Ўқитувчи, 1969, 1983.
4. В.К.Качурин таҳрири остида “Материаллар қаршилигидан мисол ва масалалар” тўплами. Т.”Ўзбекистон”, 1993й.
5. Н.М.Беляев ва бошқалар “Материаллар қаршилиги” фанидан масалалар тўплами. Т.”Ўзбекистон” 1993 й.
6. Б.А.Обидовский, С.Е.Ханин “Материаллар қаршилиги мисол ва масалалар”да. Т. “Ўқитувчи” 1983 й.

