

Чүзилиш ва сиқилишда статик ноаниқ системалар.

Режа:

1. Чўзилган ёки сиқилган стерженларнинг мустаҳкамлик шарти.
2. Статик ноаниқ масала.
3. Чўзилган ёки сиқилган стерженларга оид статик ноаниқ масала.

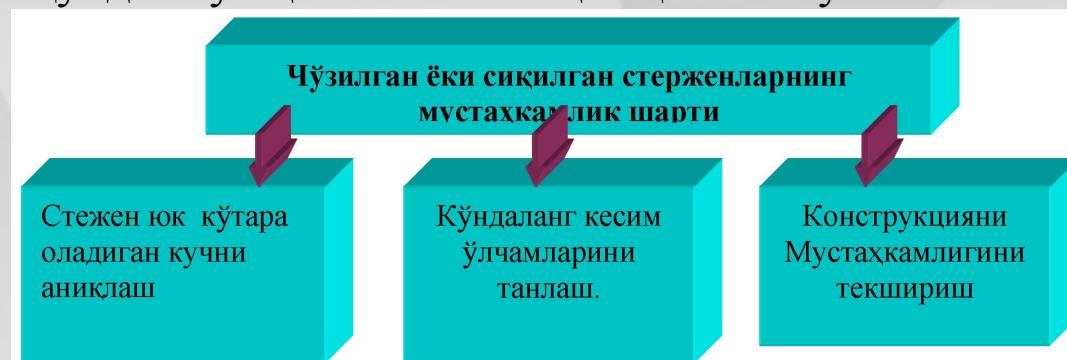
1. Чўзилган ёки сиқилган стерженларнинг мустаҳкамлик шарти.

Чўзилган ёки сиқилган конструкциялар мустаҳкам ишлаши учун улардан хосил бўладиган энг катта нормал кучланиш шу конструкция материали учун рухсат этилаган нормал кучланишдан ортиб кетмаслиги зарур. Конструкциянинг емирилмай узоқ вақт ҳавфсиз ишлашини таъминламайдиган энг катта кучланиш **рухсат этилган кучланиш дейилади**. Рухсат этилган нормал кучланиш $[\sigma]$ $[\tau]$, ёки $\sigma_{adm} \cdot \tau_{adm}$ билан белгиланади. Агар материал чўзилиш ёки сиқишига турлича қаршилик кўрсатса, рухсат этилган кучланишлар ҳам тегишлича $[b]$, $[b]_c$ билан белгиланади. Шундай қилиб, чўзилган ёки сиқилган стерженларнинг мустаҳкамлик шарти қўйдагича ёзилади:

$$\sigma_{max} = \frac{N_{max}}{A} \leq [\sigma] \quad (2.1.1)$$

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

Бу формула асосида қўйдаги уч ҳил масалани ҳал қилиш мумкин



Чўзилишда мустахкамлик шартлари. Хисоблаш турлари

Максимал
хисобланган

Стержнинг кўндаланг
кесимида харакатланади

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{A} \quad (2.1.2)$$

Бу ерда N – хавфли кесимдаги кўндаланг куч
 A – стержнинг кўндаланг кесими

МУСТАХКАМЛИК ШАРТЛАРИ

$$\sigma_{MAX} = \frac{N_{\max}}{A} \leq \sigma_{adm} \quad (2.1.3)$$

σ_{adm} - рухсат этилган нормал кучланиш

Стерженning
хавфли
кўндаланг
кесимини
танлаш

$$A \geq \frac{N_{\max}}{\sigma_{adm}}$$

$$(2.1.4)$$

Стерженning
мустаҳкамлигин
и текшириш
Текшириш хисоби
Стержнда кесимнинг
ўлчамлари ва юқдаги
кучланиш аниқланади

$$\sigma_{\max} \leq \sigma$$

$$(2.1.5)$$

Рухсат этилган
кучни аниқлаш
(конструкцияни ишга
яроқлилигини хисоблаш,
оғирлик бўйича)

$$N_{adm} \leq \sigma_{adm} \cdot A$$

$$(2.1.6)$$

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	σ_u (МПа)	σ_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
Фишт (кладка)	0 , 2	0,6 – 2,5
Бетон	0,1 – 0,7	1,0 – 9,0

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

$$\sigma_{max}^u = \frac{N_{max}}{A} \leq [\sigma_u] \quad (2.1.7)$$

$$\sigma_{max}^c = \frac{N_{max}}{A} \leq [\sigma_c] \quad (2.1.8)$$

Мустахкамлика хисоблаш усули. Мустахкамлика рухсат этилган кучланиш бўйича хисоблаш.



2. Статик аниқ масала.

Чўзилиш - сиқилишга ишлайдиган инженерлик конструкциялари статик аниқ ёки статик аниқмас система кўринишида бўлишлари мумкин.

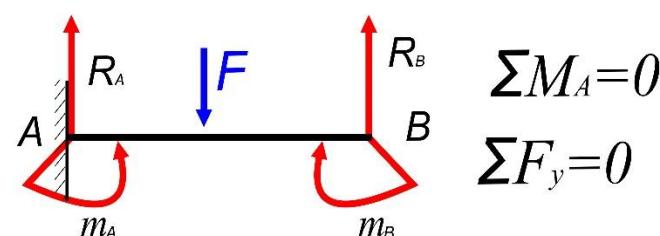
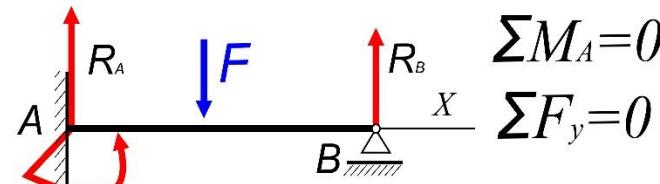
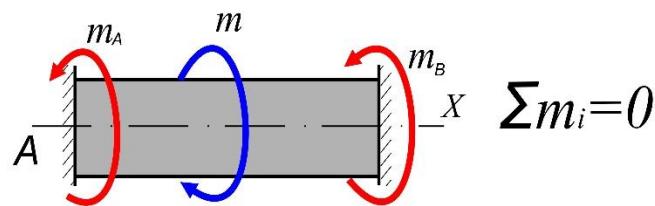
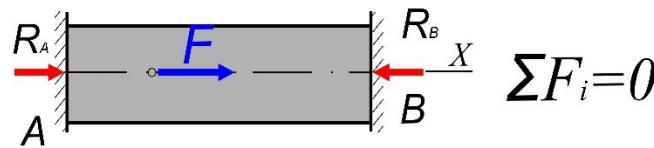
Ташқи кучлар ёки бошқа омиллар таъсирида системада ҳосил бўладиган номаълум реакцияларни статика тенгламалари ёрдамида топиш мумкин бўлган системалар **статик аниқ системаларни** ташкил этади.

Конструкция мустаҳкамлиги ва бикрлигини орттириш мақсадларида баозан унга қўшимча таянчлар, қўшимча стерженлар ўрнатилади. Бу ўз навбатида қўшимча боғланишларни ҳосил қилиб, номаълум реакциялар микдорини орттиради.

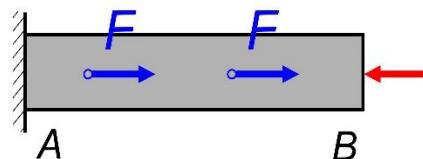
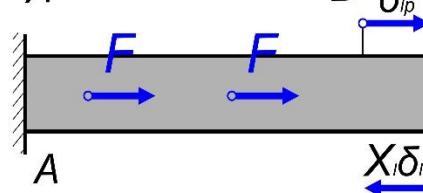
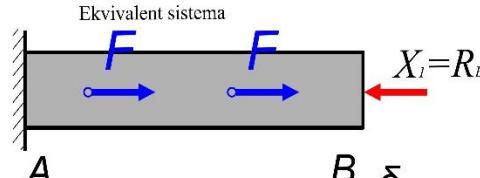
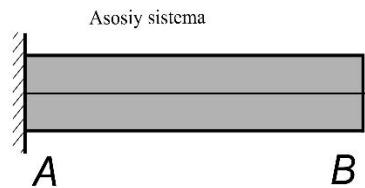
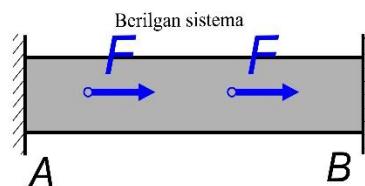
Ташқи куч таъсирида системада ҳосил бўладиган номаълум реакциялар микдори шу система учун тузиш мумкин бўлган статиканинг мувозанат тенгламалари микдоридан кўп бўлган системалар **статик аниқмас системалар** деб юритилади. Системадаги номаълум реакциялар ва шу система учун тузилган статика тенгламалари микдорлари фарқи системанинг статик аниқмаслик даражасини ташкил этади.

Статик аниқмас масалаларни ечиш учун системанинг статик аниқмаслик даражаси микдорида қўшимча тенгламалар зарур бўлади. Уларни деформацияларнинг умунийлик шарти ёки деформацияларни солиштириш усули ёрдамида тузилади.

STATIK ANIQMAS SISTEMALAR



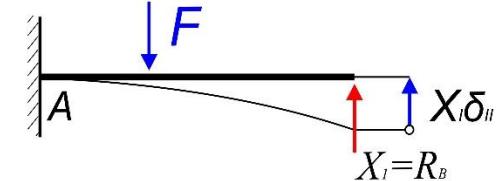
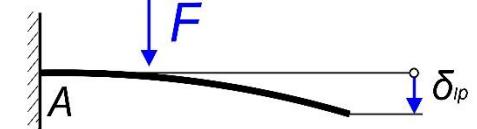
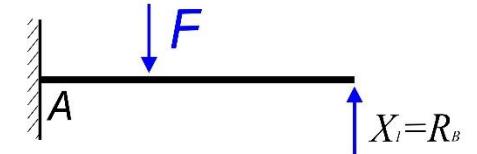
KUCH USULI



Berilgan sistema

Asosiy sistema

Ekvivalent sistema



$X\delta_{ll} + \delta_{lp} = 0$ KANONIK TENGLAMA
(Ko'chish tenglamasi)

(2.2.1)

δ_{lp} - 1 - kesimning berilgan kuch ta'siridagi ko'chishi

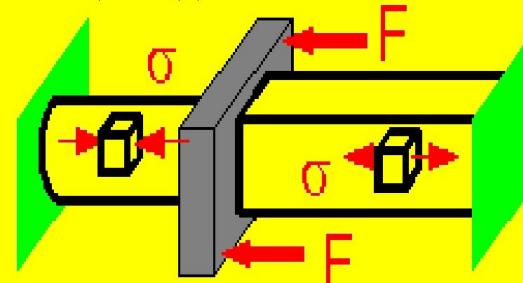
δ_{ll} - 1 - kesimning birlik kuch ta'sirida ko'chishi

Материаллар қаршилигига
конструкцияга таъсир
этишига кўра 2хил масала
ўрганилади.



Статик аниқмас масала машина ёки
конструкция қисмларида қўшимча
зўриқишининг келиб чиқиши натижасида
пайдо бўлади. Система қисмларида
қўшимча зўриқиш кучлари эса
температуранинг ўзгариши, таянч ва шарнир
кесимларининг силжиши натижасида содир
бўлади.

Статик ноаниқ масалларни
ечишда кўпинча куч усулидан
аниқланади.



Чўзилиш - сиқилишдаги статик аниқмас масалаларни ечишда қуидаги усулдан фойдаланиш тавсия қилинади.

1.Берилган масалада барча реакция кучларининг ёки номаълум зўриқиши кучларининг йўналиши кўрсатилади;

2.Шу масала учун лозим бўлган ҳамма мувозанат тенгламалари ёзилиб, унинг аниқмаслик даражаси белгиланади;

3.Системанинг айrim қисмларининг деформациялари орасидаги боғланишлардан фойдаланиб барча қўшимча тенгламалар тузилади;

4. Кўшимча тенгламалардаги деформациялар, Гук қонунидан фойдаланиб, тегишли зўриқиши кучлари билан алмаштирилади;

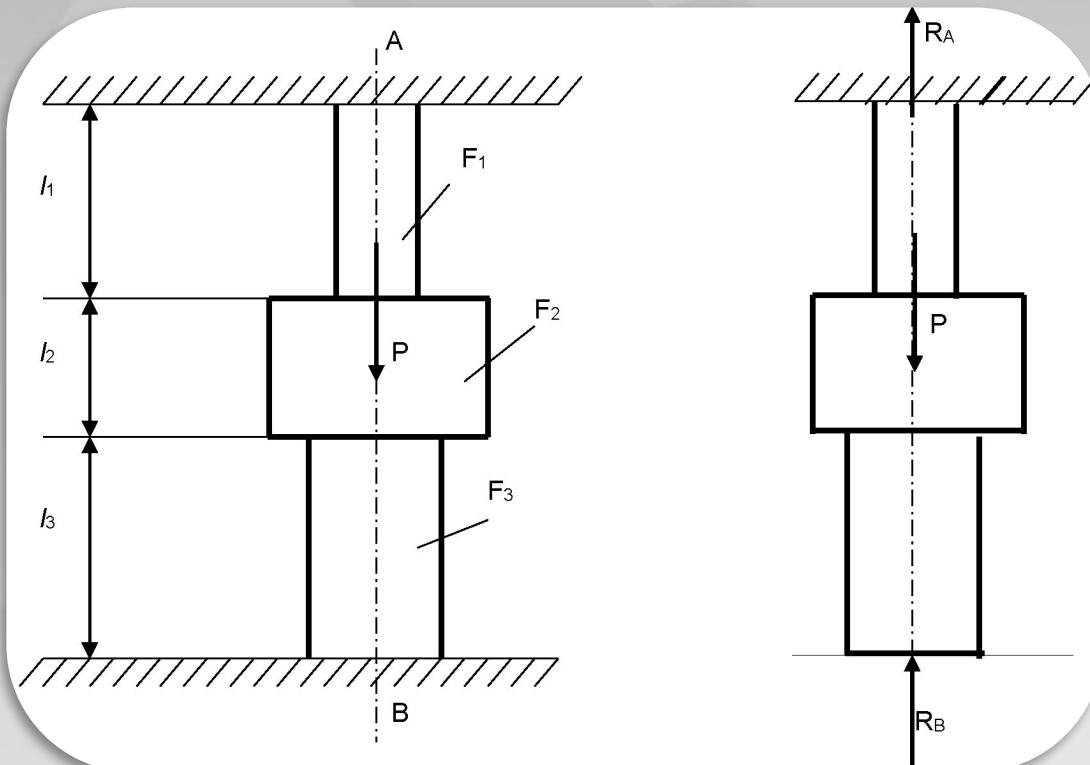
5.Ҳосил бўлган тенгламалар биргаликда ечилиб, барча номаълум кучлари топилади. Агар статик аниқмас масала асосий система танлаш усули билан ечиладиган бўлса, юқоридаги планнинг 3 ва 4— пунктлари қуидагича ўзгартирилади:

6. Стержен ортиқча ботланишлардан озод қилиниб асосий система танланади ва бу асосий системага берилган ва ортиқча номаълум кучлар таъсир эттирилади;

7.Асосий системанинг ортиқча номаълум куч қўйилган нуқтасининг кўчиши топилиб, нолга тенглаштирилади.

Масалан: Темир йўл релслари қишида тораяди, ёзда эса кенгаяди. Статик ноаник масалаларни ечишда асосий масала қўшимча зўриқишидан келиб чиқсан деформацияни ёки кўчишни ҳисобга олиб қўшимча тенглама тузиш. Бу масалаларни ечишда стерженларнинг деформацияларини ҳисобга олиш керак бўлади. Шунинг учун ҳам аниқланган зўриқишиларнинг қиймати, стерженларнинг ўлчамларига, эластиклик ҳоссаларига боғликдир.

Икки томон билан қистириб маҳкамланган устунда таянч реакция кучларини аниқлаймиз. Шакл-1 мумкин бўлган статика тенгламаларини тузамиз. Бундай масалаларни ечишда асосий система танлаш усулидан фойдаланилади, яъни таянчлардан бирининг устунга таъсири номаълум реакция кучи билан алмаштирилади. Шу усулда ҳосил қилинган система **acosий система** дейилади.



$$\Sigma Y=0 \quad R_1-F+R_2=0 \quad \Sigma X=0 \quad (2.2.2)$$

Статика тенгламалари битта ундағи номағым менен иккита, демек масала бир марта статик ноанық. Құшимча тенгламани берилған ва асосий системалардан фойдаланып түзилади. Берилген умумий мутлок деформация нолға тенг

$$\Delta l=0 \quad (2.2.3)$$

Бу шарт асосий системада ҳам бажариши зарур.

$$\Delta=\Delta l_F + \Delta l_{R1}=0 \quad (2.2.4)$$

Охирги ифодани Гук қонуни ёрдамида мағлұм ва ноъмалұм күчлар билан алмаштирамиз.

Асосий системаниң Б нүктадаги күчишіни топиб, уни нолға тенглаштирамиз, чунки статик аниқмас системаниң бұнайтын мөлдөмдіктерінде ол мүмкін емес.

Б нүктаның күчишіни топиш учун Гук қонуидан фойдаланамиз:

$$-\frac{R_B l_3}{EF} - \frac{R_B l_2}{EF_2} - \frac{R_B l_1}{EF_1} + \frac{Pl_1}{EF_1} = 0; \quad (2.2.5)$$

Хосил бўлған (2.2.2) ва (2.2.5) тенгламаларни биргаликда ечиб, номағым R_A ва R_B реакцияларни аниқтаймиз:

$$R_A = \frac{P \left(\frac{l_2}{F_2} + \frac{l_3}{F_3} \right)}{\frac{l_1}{F_1} + \frac{l_2}{F_2} + \frac{l_3}{F_3}}; \quad R_B = \frac{Pl_1}{F_1 \left(\frac{l_1}{F_1} + \frac{l_2}{F_2} + \frac{l_3}{F_3} \right)}. \quad (2.2.6)$$

Ўз –ўзини текшириш саволлари

1. Қандай масалалар статик ноаниқ масалалар дейилади ?
2. Статик аниқмас масалаларни ечиш тартиби қандай?
3. Икки томондан қистириб маҳкамланган устунда таянч реакция кучлари қандай аникланади?
4. Стерженлар системаси қандай текширилади?
- 5.Статик ноаниқлик даражаси нима?
- 6.Асосий система ҳақида тушунча.
- 7.Гук қонуенининг математик ифодаси.
8. Деформацияланган ва деформацияланмаган стерженлар системаси.
9. Рухсат этилган кучланиш нима?
10. Кучланишлар тўпланиши(концентрацияси).
- 11.Эхтиёт коэффиценти нима ва унинг микдори қандай факторларга боғлиқ.
12. Чўзилган ёки сиқилган стерженларнинг мустаҳкамлик шартларини ёзинг.

Статик ноаник конструкцияларни хоссалари

Ички кучлар элементларнинг бикирлигига боғлиқ. Элементлар бикирлигини ўзгартириб ички кучлар тақсимланишини ўзгартириш мумкин

Температура ўзгарганда куч ва кучланишлар пайдо бўлади

Ички куч ва кучланишлар ташқи куч йўқ бўлганда ҳам пайдо бўлиши мумкин

Текис кучланишга эга бўлган элементли конструкцияни лойиҳалаб бўлмайди

Чўзилиш ва сиқилишда статик ноаниқ масала

Режа:

1. Икки томондан қистириб маҳкамланган пўлат стержен учун берилган система асосий системага айлантирилсин, мувозанат тенгламалари тузилсин
2. Статик ноаниқ масала статик аниқ масалага айлантирилсин
3. Берилган пўлат стержен учун N , σ , Δl аниқлансин
4. Топилган қийматлар асосида бўйлама куч, кучланиш, мутлок деформация эпюралари қурилсин
5. Мутлоқ деформация нолга тенглиги аниқлансин.

Берилган:

$$F = 200 \text{ kN}$$

$$A_1 = 15 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_2 = 10 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$a = 1.6 \text{ m}$$

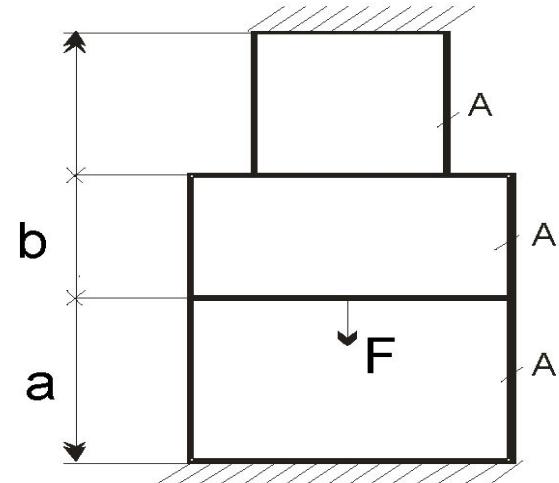
$$b = 1.2 \text{ m}$$

$$c = 1.4 \text{ m}$$

Топиш керак:

R_A -? R_B -? N -? σ -?

$$\Delta l - ? \quad \Delta l = 0$$



1-шакл

Ечиш:

Мувозанат тенгламасини тузамиз:

$$R_A - F + R_B = 0 \quad , \quad \Delta l = \frac{Nl}{EA} \quad , \quad \Delta l = \Delta l_F + \Delta l_{R_B} = 0 \quad , \quad \Delta l_F = \frac{Fc}{EA_2} + \frac{Fc}{EA_1} \quad ,$$

$$\Delta l_{R_B} = -\frac{R_B a}{EA_2} - \frac{R_B b}{EA_2} - \frac{R_B c}{EA_1}$$

$$\Delta l = -\frac{R_B a}{EA_2} - \frac{R_B b}{EA_2} - \frac{R_B c}{EA_1} + \frac{Fc}{EA_2} + \frac{Fc}{EA_1} = 0$$

$$R_A = F - R_B = 200 - 114 = 86kN$$

1. N бўйлама кучни аниқлаймиз:

I.I. $N_1 + R_B = 0$

$$N_1 = -R_B = -114kN$$

II.II. $N_2 - F + R_B = 0$

$$N_2 = F - R_B = 86kN$$

III.III. $N_3 - F + R_B = 0$
 $N_3 = F - R_B = 86kN$

2. σ кучланишни аниқлаймиз:

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

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A_2} = \frac{-114}{10 \cdot 10^{-4}} = -11,4 \cdot 10^4 kN/m^2$$

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{A_2} = \frac{86}{10 \cdot 10^{-4}} = 8,6 \cdot 10^4 kN/m^2$$

$$\sigma_3 = \frac{N_3}{A_1} = \frac{86}{15 \cdot 10^{-4}} = 5,73 \cdot 10^4 kN/m^2$$

3. Δl мутлок деформацияни аниклаймиз: $\Delta l = \frac{Nl}{EA}$

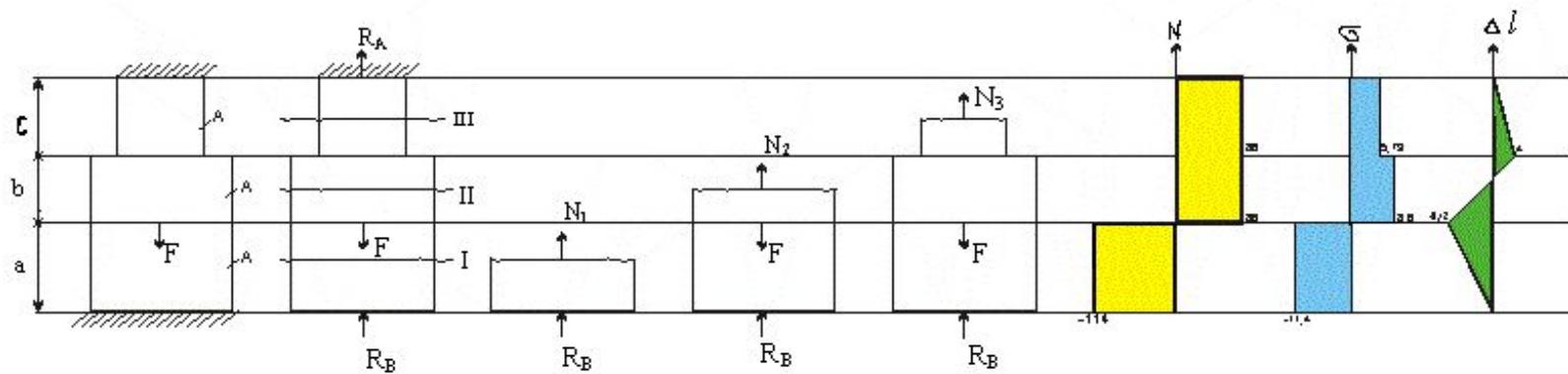
$$\Delta l_1 = \frac{N_1 a}{EA_2} = \frac{-114 \cdot 1.6}{2 \cdot 10^8 \cdot 10 \cdot 10^{-4}} = -9,12 \cdot 10^{-4} m$$

$$\Delta l_2 = \frac{N_2 b}{EA_2} = \frac{86 \cdot 1.2}{2 \cdot 10^8 \cdot 10 \cdot 10^{-4}} = 5,16 \cdot 10^{-4} m$$

$$\Delta l_3 = \frac{N_3 c}{EA_1} = \frac{86 \cdot 1.4}{2 \cdot 10^8 \cdot 15 \cdot 10^{-4}} = 4 \cdot 10^{-4} m$$

Текшириш: $\Delta l = 0$

$$\Delta l = -9,12 + 5,16 + 4 \approx 0$$



2-shakl