

**Ўзбекистон Республикаси олий ва ўрта махсус
таълим вазирлиги**

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

«МЕХАНИКА» ФАКУЛЬТЕТИ

**«ТАДБИҚИЙ МЕХАНИКА»
КАФЕДРАСИ**

РЕФЕРАТ

Мавзу: Эгри ўқли бруслар ҳисоби

Бажарди:

Қурилиш факультети
10-13 МКҚ гуруҳи талабаси
Тошпўлатова Моҳигул

Қабул қилди:

доц. Ҳамзаев И.Х.
асс. Умаров Э.С.

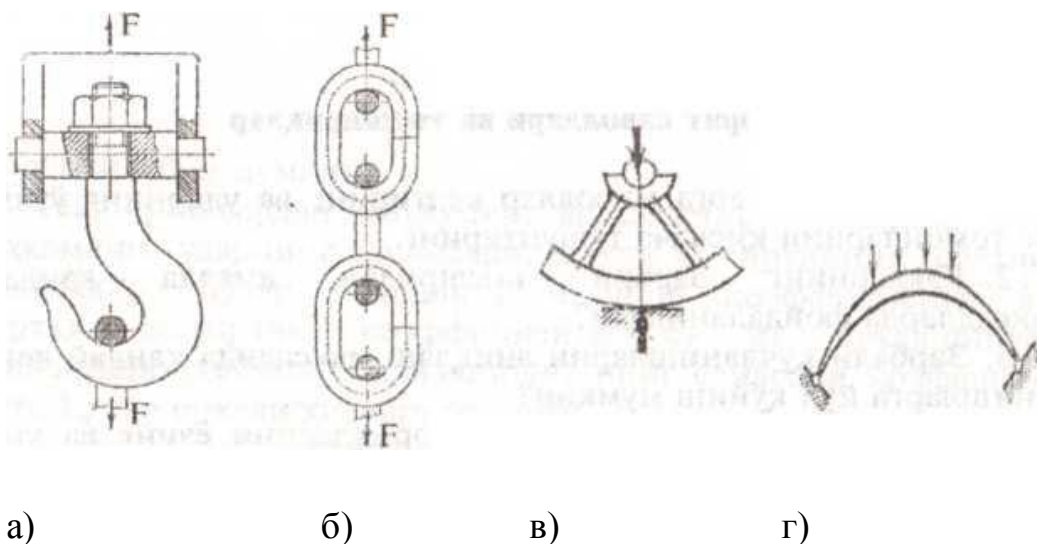
РЕЖА:

- 1. Умумий тушунчалар**
- 2. Эгри ўқли брусларнинг соф эгрилиши**
- 3. Нейтрал ўқ ҳолатини аниқлаш**
- 4. Эгри ўқли брус кўндланг кесимида ҳосил бўладиган нормал кучланишларни аниқлаш**
- 5. Хулоса**

ЭГРИ БРУСЛАР ХИСОБИ

Умумиймулохазалар

Мухандислик амалиётида тўғри бруслар билан бир қаторда эгри бруслар ҳам кенг қўламда ишлатилади. Юк кўтариш кранининг илмоғи, занжир халқалари, ғилдирак тўғини, арка ва шу кабилар эгри брусга мисол бўлади (1-шакл).



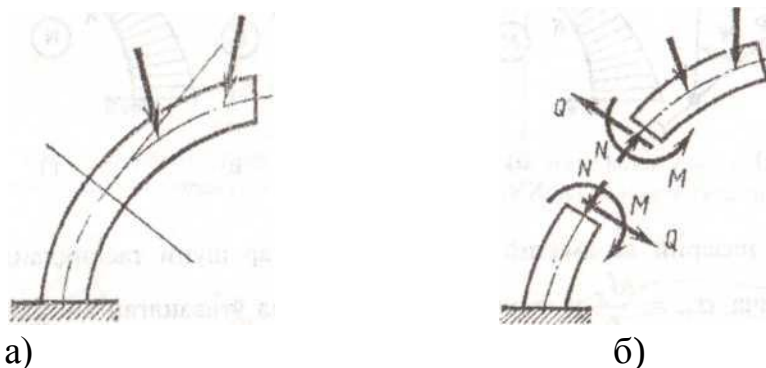
1-шакл

Биз фақат текис эгри брусларни - геометрик ўқикўндаланг кесим оғирлик марказидан ўтувчиэгри чизикдан иборат бўлган брусларни мустаҳкамликка текшириш билан шуғулланамиз.

Эгрибрусларни лойиҳалаш ва ҳисоблаш жараёнларида қуйидаги чекланишларга таянамиз:

- эгри брусларнинг кўндаланг кесими энг камида битта симметрия ўқиға эга;
- эгри бруснинг ўқи кўндаланг кесим оғирлик марказидан ўтувчи текис эгри чизикдан иборат бўлиб, унинг симметрия текислигида ётади;
- эгри брусга қўйилган барча ташқи юклар унинг симметрия текислигида ётади;
- эгри бруслар ўзгармас ёки ўзгарувчан бикрликка эга; ҳатто унинг кўндаланг кесими ўқи бўйлаб шаклан ўзгариши ҳам мумкин (1-шакл. а).

Эгри брусларнинг исталган кўндаланг кесим юзасидаги ички зўриқишлар учта ташкил этувчиларга: буйлама куч N , кўндаланг куч Q ва эгувчи момент M га келтирилади (2-шакл).



2-шакл

Бир учи билан қистириб мақкамланган, иккинчи учи эса $F = \text{const}$ куч қўйилган эгри брус учун кесиш усули ёрдамида ички зуриқишларнинг аналитик ифодаларини тузамиз (3- шакл, а):

$$\begin{aligned} N_{\varphi} &= F \cdot \sin \varphi \\ Q_{\varphi} &= F \cdot \cos \varphi \\ M_{\varphi} &= FR \sin \varphi \end{aligned} \quad (a)$$

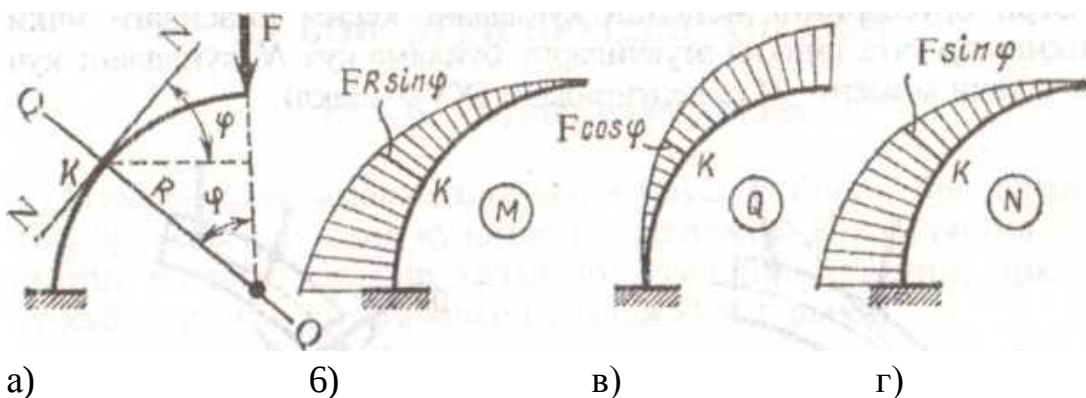
Бу ерда, $0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}$ бўлади.

Юқоридаги ифодалар ёрдамида аниқ масштаб билан ички зўриқиш: M_{φ} , Q_{φ} ва N_{φ} ларнинг эпюраларини осонгина куришмумкин (3-шакл, б,в,г).

Эгри брусларни лойиҳалаш-ҳисоблаш жараёнларида жуда кўп йиллар давомида тўғри бруслар учун келтириб чиқарилган.

$$\sigma_N = \frac{N}{A}, \sigma_M = \frac{M_x}{J_x} y, \tau_Q = \frac{QS^{ajr}}{bJ_x}$$

формулалар қўлланилган.



3-шакл.

Аммоназарий ва амалий тадқиқотлар шунитасдиклайдики, кўпинча

$\sigma_M = \frac{M_x}{J_x} y$ формула бўйича ўтказилган ҳисоблаш оқибатида ҳатто 50 фоизгача хатоликларга йўл қўйилар экан. Шу боис эгри брусларни, айниқса

мустаҳкамликка ҳисоблаш жараёнларида эгувчи моментнинг таъсирини алоҳида эътиборга олиш, аниқроқи уларнинг соф эгрилишини муфассал ўрганиш зарур.

(б) ифоданинг биринчи ва учинчилари етарлича аниқ натижалар беради.

Эгри брусларнинг соф эгрилиши

Агар эгри брус фақат жуфт куч таъсирида бўлса соф эгрилиш содир бўлади (4-шакл, а).

Эгри бруснинг кўндаланг кесимларида пайдо бўлувчи нормал кучланишни аниқлашда қуйидаги чекланишларга асосланамиз:

- эгри брус эгилганда унинг деформациягача текис ва ўққа нисбатан тик бўлган кесим юзи деформациядан кейин ҳам текис ва ўққа тиклигича қолади;
- эгри брус эгилганда унинг эгри чизиқли толалари бир-бирларига босим кўрсатмайди.

Масалани ҳар галгидек статик, геометрик ва физик нуқтаи назардан таҳлил қиламиз.

а) *масаланинг статик томони.*

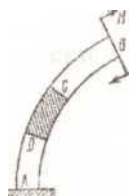
4-шакл, б да келтирилган бўлакча учун қуйидаги мувозанат тенгламаларини ёзамиз:

$$\int_A \sigma dA = 0$$

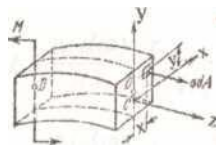
$$\int_A \sigma y dA - M = 0 \quad (a)$$

$$\int_A \sigma x dA = 0$$

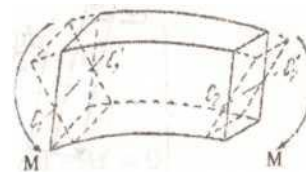
Изоҳ (а) формуладаги учинчи интегралнинг нолга тенглик кесим юзанинг ўқига нисбатан симметрия эканлигидан ҳосил бўлади.



а)



б)



в)

380

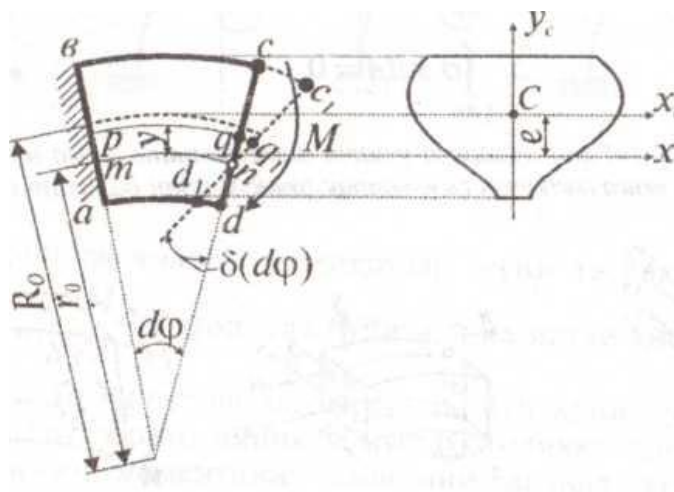
4-шакл

б) *геометрик томони.*

Эгувчи момент таъсирида эгри брусдан ажратилган бўлакчанинг чап ва ўнг кесимлари тегишлича $C_1C'_1$ ва $D_1D'_1$ нейтрал ўқлар атрофида маълум бурчакка айланади* (деформациядан кейинги ҳолат 4-шакл, в да ингичка

чизик билан тасвирланган). Пировардида нейтрал ўқдан юқорида жойлашган толалар чўзилиб, пасткилари сиқилади; нейтрал қатлам устида ётган толаларнинг узунлиги эса ўзгармасдан қолади.

Соф эгрилишга қаршилик кўрсатаётган бирорта эгри брусдан бирига чексиз яқин жойлашган иккита кўндаланг кесим ёрдамида $avcd$ бўлакчани ажратамиз (5-шакл); агар бўлакчанинг чап учини фикран маҳкамлаб, унг учига M эгувчи момент таъсир эттирилса. cd кесим нейтрал ўқ атрофида айланиб, c_1d_1 ҳолатни эгаллайди. Агар эгри бруснинг ўқиғача бўлган эгрилик радиусини r , нейтрал қатламгача бўлган эгрилик радиусини r_0 , $mn = ds$ га тегишли марказий бурчакни эса $d\varphi$ билан белгиласак, у ҳолда $ds = r_0 d\varphi$ бўлади.



5-шакл

Нейтрал қатламдан умасофада жойлашган pq толанинг деформациягача бўлган узунлиги

$$pq = (r_0 + y)d\varphi$$

га тенг бўлади; эгрилиш натижасида бу тола qq_1 узунликка чўзилади:

$$qq_1 = y \Delta(d\varphi)$$

У ҳолда pq толанинг нисбий чўзилиши:

$$\varepsilon = \frac{qq_1}{pq} = \frac{y \cdot \Delta(d\varphi)}{(r_0 + y)d\varphi}$$

в) масаланинг физик томони.

б) ифодани назарда тутиб, Гук қонуни ёзамиз:

$$\sigma = E\varepsilon$$

ёки

$$\sigma = E \cdot \frac{\Delta d\varphi}{d\varphi} \cdot \frac{y}{r_0 + y} \quad (6)$$

ҳар бир кўндаланг кесим учун $E \cdot \frac{\Delta d\varphi}{d\varphi}$ ўзгармас миқдор ҳисобланади.

2) *синтез.*

(в) ни навбат билан мувозанат тенгламаларига келтириб қўямиз:

$$E \cdot \frac{\Delta}{d\varphi} \cdot \frac{y}{r+y} \cdot dA = 0$$

$$E \cdot \frac{\Delta}{d\varphi} \cdot \frac{y}{r+y} \cdot y dA - M = 0$$

$$E \cdot \frac{\Delta}{d\varphi} \cdot \frac{y}{r_0+y} \cdot dA = 0$$

$$E \cdot \frac{\Delta}{d\varphi} \cdot \frac{y}{r_0+y} \cdot dA - M = 0$$

$E \cdot \frac{\Delta}{d\varphi}$ кўпайтманоқдан фарқли. Бундан

$$\frac{y}{r_0+y} \cdot dA = 0$$

Эканлиги келиб чиқди.

Охириги муносабат нейтрал қатламни топиш шarti ҳисобланади.

Иккинчи интегрални қуйидагича ўзгартирамиз:

$$\begin{aligned} \frac{y^2}{r_0+y} \cdot dA &= \frac{y^2 + r_0 y - r_0 y}{r_0+y} \cdot dA = \frac{y(r_0+y) - r_0 y}{r_0+y} \cdot dA \\ &= y dA - r_0 \frac{y}{r_0+y} \cdot dA \end{aligned}$$

Бу ифоданинг биринчи ҳади нейтрал ўқга нисбатан олинган статик моментга, иккинчи ҳади эса (1) формулага биноан нолга тенг:

$$\frac{y^2}{r_0+y} dA = S_x$$

Шундайқилиб, мувозанат тенгламасининг иккинчиси қуйидаги кўринишни эгаллайди:

$$E \cdot \frac{\Delta}{d\varphi} \cdot S_x - M = 0$$

Изоҳ: охириги ифодадан кўраимизки, $S_x \neq 0$; шунинг учун эгри брусларда

нейтрал ўқ кесимнинг оғирлик марказидан ўтмайди.

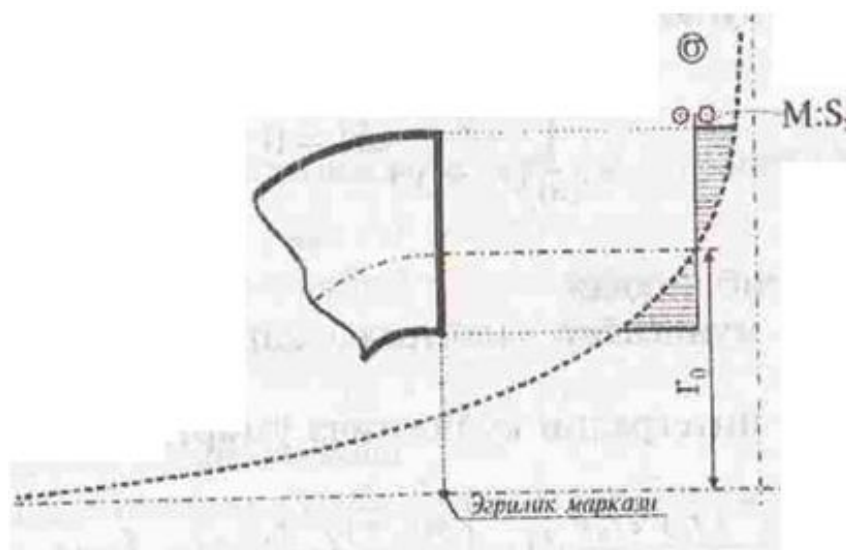
Юқоридаги ифодалардан қуйидаги муносабатни ёзамиз:

$$E \cdot \frac{\Delta d\varphi}{d\varphi} = \frac{M}{S_0}$$

Охирги ифодани (б) га қўйиб, нормал кучланиш формуласини ҳосил қиламиз:

$$\sigma_M = \frac{M}{S_x} \cdot \frac{y}{r_0 + y}$$

Демак, эгри бруснинг кесимидаги нормал кучланиш эпюраси гиперболик қонуният бўйича ўзгарар экан (б-шакл).



б-шакл

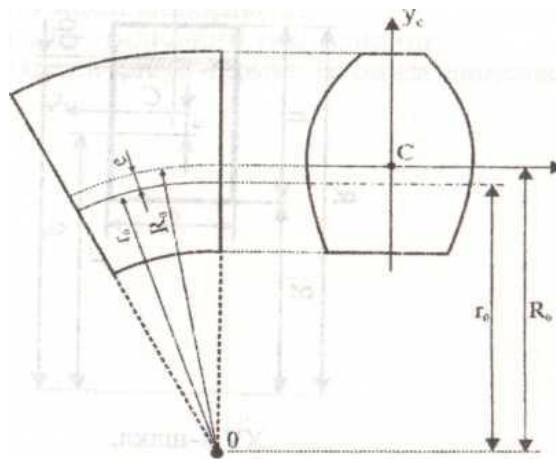
Гиперболанинг асимптоталари иккита тўғри чизикдан иборат: уларнинг биринчиси кесимга тик бўлиб, бруснинг эгрилик марказидан ўтади, иккинчиси эса эпюранинг нул чизикга параллел бўлиб, ундан $\frac{M}{S_x}$ масофа узоқликда ўтади.

(4) формуладан кўриниб турибдики, σ_M ни ҳисоблаш учун аввало, нейтрал ўқнинг ҳолатини, яъни r_0 ни аниқлаш зарур. Кейин эса кўндаланг кесим юзанинг нейтрал ўқганаисбатан статик момент S_x ни топишмумкин:

$$S_x = Ae = A(R_0 - r_0)$$

Бу ерда: e -кесим оғирлик марказидан нейтрал ўқкача бўлган масофа;
 R_0 -брус ўкининг эгрилик радиуси.

Энди соф эгилишда эгри бруснинг нейтрал ўқи ҳолатини аниқлашга ўтамиз.



7-шакл.

Нейтрал ўқнинг ҳолатини аниқлаш учун (1) шартдан фойдаланамиз; ундаги y нинг ўрнига бошқа ўзгарувчи, яъни r ни киритамиз. Агар кўндаланг кесимдаги бирор dA юзачанинг эгрилик марказидан ўтувчи ўққача бўлган масофасини r десак (7-шакл), у ҳолда $y = r_0 - r$ бўлади. Буни (1) га қўямиз:

$$\int_A \frac{y}{r_0 + y} \cdot dA = \int_A \frac{r - r_0}{r} \cdot dA = \int_A \frac{dA}{r} - r_0 \int_A \frac{dA}{r} = \int_A \frac{dA}{r} - r_0 \int_A \frac{dA}{r} = 0$$

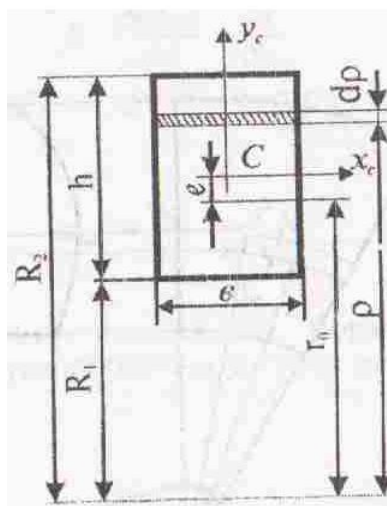
Натижада

$$r_0 = - \frac{\int_A \frac{dA}{r}}{\int_A \frac{dA}{r}} \quad (5)$$

ифодага эга бўламиз.

(5) формула ёрдамида турли хил шакли кесимлар учун нейтрал ўқнинг ҳолатини аниқловчи радиусни топиш мумкин.

Хусусий ҳол. Фараз қилайлик, эгри бруснинг кесими тўғри тўртбурчакли бўлсин (8-шакл).



8-шакл.

Текшираётган ҳол учун $dA = v dp$ га тенг; шу сабабли

$$\frac{dA}{p} = v \frac{d\rho}{\rho} = v \ln R_2 - \ln R_1 = v \cdot \ln \frac{R_2}{R_1}$$

Демак, тўғи тўртбурчакли кесимлар учун нейтрал ўқнинг ҳолати

$$r_0 = \frac{h}{\ln \frac{R_2}{R_1}}$$

Формула ёрдамида аниқланади.

Хулоса

Мухандислик амалиётида тўғри бруслар билан бир қаторда эгри бруслар ҳам кенг қўламда ишлатилади.

Юк кўтариш кранининг илмоғи, занжир халқалари, ғилдирак тўғини, арка ва шу кабилар юқорида такидлаб ўтилган усул асосида эгри ҳисоблашларда қўллаш мумкин.

Бизнинг вазифамиз эгри ўқли бруслардаги энг катта кучланишларни аниқлаш мустаҳкамлигини текшириш ва уларнинг деформациясини ҳисоблашдан иборат. Бу масалалар юқоридаги келтирилган “Эгри бруслар ҳисоби”да амалга оширилади.

Назорат саволлари ва топшириқлар.

1. Амалда кўп учрайдиган эгри брусларга мисоллар келтиринг ва уларнинг кўндаланг кесимларида қандайички зўриқишларпайдо бўлишини тушунтиринг.
2. Эгрибрусларни, ҳисоблашдаги кечкланишларни баён қилинг.
3. Эгрибруснинг кўндаланг кесимида ҳосил бўладиган нормал кучланишлар қандай аниқланади?
4. Эгрибруснинг соф эгилишини тушунтиринг.
5. Нейтрал ўқнинг ҳолати қандай формула ёрдамида аниқланади?

Фойдаланган адабиётлар:

1. А.Н.набиев, С.М.Ҳасанов, -“Материаллар қаршилиги” Тошкент 2005 йил
2. Смирнов А.Ф ва бошқалар. Материаллар қаршилиги Т. ўқитувчи.1988й. 464 б.
3. К. М. Мансуров «Материалларқаршилиги», Т. 1983й 464 б.
4. М.Т. Ўрозбоев «Материалларқаршилигиасосий курси», Т.1989й 510 б.
5. А. В. Александров, В.Д.Потапов, Б. П. Державин «Сопротивление материалов»,М., 2000й 560 б.
6. Г.С.Писаренкои др.«Сопротивление материалов» К., 1986г 775с.