БУРАЛИШ ДЕФОРМАЦИЯСИ

БУРАЛИШ

Режа:

1.Умумий қоидалар.

2.Доиравий кесимли стерженлар буралиши-даги кучланишлар.

3.Доиравий кесимли стерженлар буралиши-даги деформациялар.

4. Доиравий кесимли бўлмаган стерженлар-нинг буралиши .

5. Винтли пружиналар ҳисоби .

1 Умумий қоидалар

Агар ташқи кучлар таъсирида стержен кўндаланг кесимида, ички кучларнинг буровчи момент M_z, яъни $M_б$ (1 расм) ҳосил бўлса, бу ҳолда буралиш деформацияси содир бўлади. Буровчи моментни стержен узунлиги бўйлаб ўзгаришини кўрсатувчи графикка буровчи момент эпюраси дейилар эди. Буралиш деформацияси фазовий конструкциялар, винтли пружиналар ва бошқа конструкция элементларида ҳосил бўлади, лекин буралишга ишловчи кўп тарқалган элементлар - валлар ҳисобланади. Соф буралишга ишловчи конструкция элементига автомобилнинг кардан валини мисол қилиш мумкин.

Тасмали, фрикцион ва тишли узатмали валларда буровчи моментдан ташқари эгувчи момент ҳам пайдо бўлади. Бундай валларнинг ҳисоби мураккаб қаршилик бўлимида ўрганилади.

Валга ташқи кучларнинг буровчи моменти двигателдан берилаётган бўлса, у ҳолда валда ҳосил бўладиган буровчи моментни қуйидагича аниқлаш мумкин-қувват от кучида берилган бўлса $N = \frac{P \cdot v}{75} = \frac{P \cdot 2\pi R \cdot n}{75 \cdot 60}$ формула ёрдамида аниқланиши механикадан маълум.

Бу ерда: v – вал сиртидаги нуқтанинг тезлиги,

n – валнинг бир минутдаги айланишлар сони,

P – валга қўйилган айлана куч,

M =P·R – буровчи момент

R – вал радиуси R=D/2.

Шундай қилиб,

$$M_{\delta} = 716{,}2\frac{N}{n}(кгк\cdot м) \qquad (1)$$

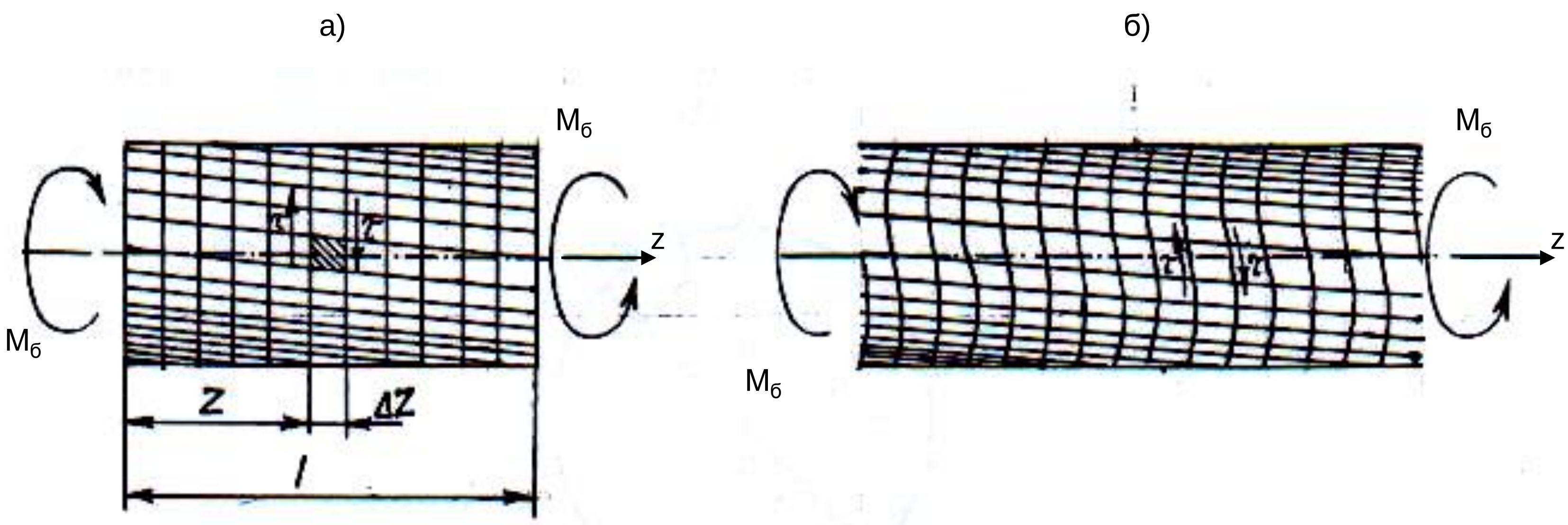
1 о.к = 0.736 квт эканлигини эътиборга олсак

$$M_{\delta} = \frac{716{,}2}{0{,}736}\cdot\frac{N}{n} = 973{,}6\frac{N}{n}(кгк\cdot м) \qquad (1)$$

Бу ерда *n* - валнинг бир минутда айланишлар сони.

Буралиш деформациясини текширамиз. Бунинг учун буровчи момент *Мб* билан юкланган доиравий кўндаланг кесимли стержен сиртига ўзаро тик (бўйлама ва кўндаланг) чизиқлар тўрини чизиб, уни бурасак (1 а расм), кўндаланг тўғри чизиқлар тўғрилигича қолиб, бўйлама чизиқлар бир хилдаги γ бурчакка оғади. Стержен сиртидаги тўғри тўртбурчаклар параллелограмм шаклини олиб, ҳар бир кўндаланг кесим стержен ўқи атрофида φ бурчакка бурилади.

Агар тўғри тўртбурчак шаклидаги кўндаланг кесимга эга бўлган стержен буралса, у ҳолда унинг кўндаланг кесимлари текис қолмасдан (1 б расм), кўндаланг кесимнинг нуқталари бир-бирига нисбатан стержен бўйлама ўқи бўйлаб кўчади, яъни депланация деб аталувчи ҳодиса рўй беради. Бу ҳолда доиравий кесимли стерженларда қўлланиладиган текис кесимлар гипотезасини қўллаб бўлмайди.



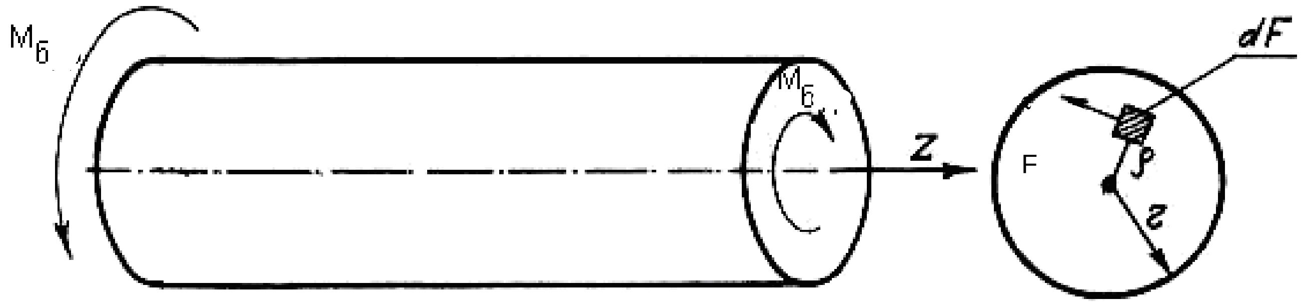
1 Расм

2 Доиравий кесимли стерженлар буралишидаги кучланишлар

Доиравий кесимли стерженлар буралиш масаласининг назарий ечими биринчи бўлиб машҳур француз физиги Кулон томонидан олинган бўлиб, масалани ечишда қуйидаги фаразлар ишлатилган:

1. Деформациядан кейин стержен ўқи тўғрилигича қолади.
2. Стержен кўндаланг кесими деформациягача ва ундан кейин ҳам текислигича қолиб, ўққа нисбатан нормал жойлашади (текис кесимлар гипотезаси), улар фақат ўққа нисбатан маълум бурчакка бурилади.
3. Кўндаланг кесим радиуслари ўз узунлигини сақлаб қолади ва эгилмайди.
4. Кўндаланг кесимлар орасидаги (стержен ўқи бўйлаб) масофа ўзгармайди.

Иккита буровчи моментлар таъсиридаги кўндаланг кесимлари доирасимон бўлган стержен (2 расм) буралишини кўрамиз (стержен чап учидаги момент, қистириб маҳкамланган таянчнинг реакциясидир).



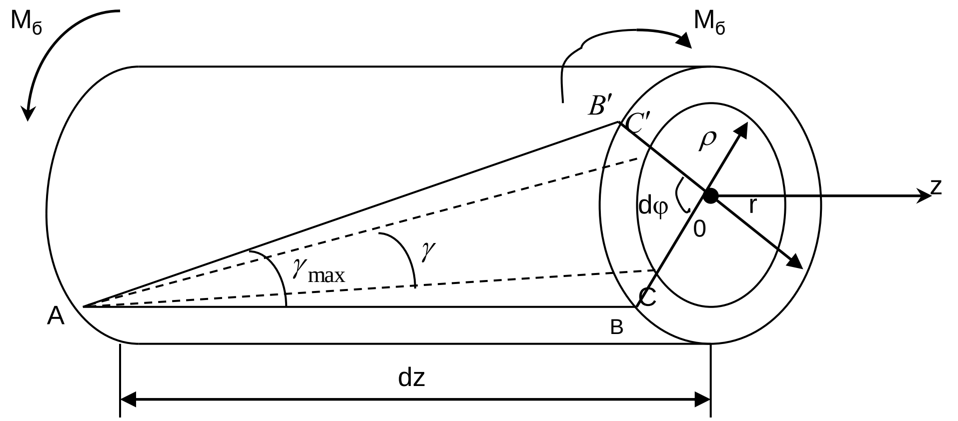
2 Расм

Бу фаразлар асосида буралишни кўндаланг кесим юзаларининг бир-бирига нисбатан силжишлари натижаси деб қараш мумкин. Демак, у ҳолда кўндаланг кесим юзаларида фақат уринма кучланиш τ лар ҳосил бўлиб, нормал кучланиш $\sigma=0$ бўлади.

Агарда кўндаланг кесим юзасидан элементар юзача dF ажратсак, унга уринма кучланиш τ таъсир қилади. Бу ҳолда *F* юзага таъсир қилаётган уринма кучланишлар билан стерженга таъсир қилаётган буровчи момент *Мб* ўртасида қуйидаги боғланиш борлигини кўрамиз:

$$M_б = \int_F \tau \cdot \rho \cdot dF \qquad (3)$$

Буралиш натижасида ҳосил бўладиган деформацияни кесим юзаси бўйича қандай қонуният билан ўзгаришини аниқлаш учун стержендан узунлиги *dz* га тенг бўлакча ажратиб, уни буровчи момент $M_б$ билан бурасак, у ҳолда қуйидаги боғланишни аниқлашимиз мумкин.



3 Расм

$$\gamma = \frac{CC'}{AB} = \frac{\rho d\varphi}{dz} \qquad (4)$$

$$\gamma_{max} = \frac{BB'}{AB} = \frac{r \cdot d\varphi}{dz} \qquad (5)$$

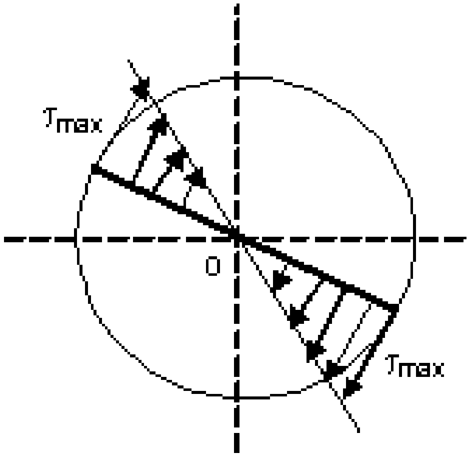
бўлади.

Силжишдаги Гук қонунига асосан уринма кучланиш

$$\tau = G\gamma = G\frac{\rho d\varphi}{dz} \qquad (6)$$

Бу формуладан фойдаланиб, уринма кучланиш τ ни сержен кўндаланг кесим юзаси бўйича тақсимланишини кўрадиган бўлсак, у қуйидаги кўринишга эга бўлади (4 расм):

$$\rho = 0: \quad \tau = 0; \rho = r: \quad \tau = \tau_{\max} = G\frac{rd\varphi}{dz}$$



4 Расм

Буровчи момент $M_б$ билан уринма кучланиш τ *ни ўзаро боғлаш учун (3) га (6) ни олиб бориб қўямиз:*

$$M_б = \int_F \tau\rho dF = \int_F G\frac{\rho d\varphi}{dz}\cdot\rho dF = G\frac{d\varphi}{dz}\int_F \rho^2 dF$$

Бу ерда: G – силжишдаги эластиклик модули,

$\int_F \rho^2 dF = J_\rho$ – доиравий кесимнинг қутб инерция моменти.

Шунга асосан

$$M_б = GJ_\rho\frac{d\varphi}{dz} \qquad (7)$$

бундан

$$\frac{d\varphi}{dz} = \frac{M_б}{GJ_\rho} \qquad (8)$$

бўлади.

(8) ни (6) га олиб бориб қўйсак, буралишда доиравий кесимли стержен кўндаланг кесимининг ихтиёрий нуқтасида ҳосил бўладиган уринма кучланишни топиш формуласи ҳосил бўлади, яъни

$$\tau = G\rho\frac{d\varphi}{dz} = G\rho\frac{M_б}{GJ_\rho} = \frac{M_б\cdot\rho}{J_\rho} \qquad (9)$$

ρ - кўндаланг кесим марказидан кучланиш аниқланаётган нуқтагача бўлган масофа.

Кўндаланг кесимда ҳосил бўладиган энг катта уринма кучланиш қуйидагича аниқланади:

$$\tau_{max} = \frac{M_б\cdot r}{J_\rho} = \frac{M_б}{\frac{J_\rho}{r}} = \frac{M_б}{W_\rho} \qquad (10)$$

$$W_\rho = \frac{J_\rho}{r}$$

- қутб қаршилик моменти дейилиб, мм^3, см^3 ларда ўлчанади.

Доиравий кесимли стерженнинг буралишдаги мустаҳкамлик шарти қуйидагича ифодаланади:

$$\tau_{\max} = \frac{M_{б}}{W_{\rho}} \le [\tau] \qquad (11)$$

Агар стержен кесими доира шаклида бўлса, у ҳолда

$$W_{\rho} = \frac{J_{\rho}}{r} \approx \frac{0{,}1d^{4}}{\frac{d}{2}} \approx 0{,}2d^{3} \qquad (12)$$

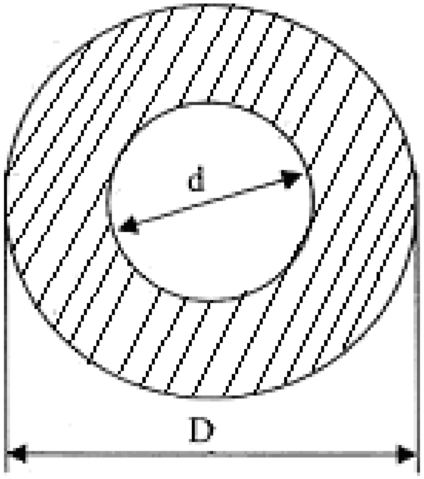
$J_{\rho} \approx 0{,}1d^{4}$ бўлади, чунки

Халқасимон кесимли стержен учун (7.5-расм)

$$W_{\rho} = \frac{J_{\rho}}{D/2} = 0{,}2D^{3}\left(1 - \frac{d^{4}}{D^{4}}\right) \qquad (13)$$

бўлади, чунки

$$J_{p} = 0{,}1D^{4} - 0{,}1d^{4} = 0{,}1(D^{4} - d^{4}) \qquad (14)$$



5 Расм

Бу ерда шуни таъкидлаш лозимки, халқанинг қаршилик моментини ташқи ва ички доираларнинг қаршилик моментларини айирмаси сифатида топиш мумкин эмас.

Буралишдаги мустаҳкамлик шарти (11) дан фойдаланиб ташқи куч ва материал берилганда валнинг керакли диаметрини аниқлаш, берилган диаметр ва материал асосида рухсат этилган ташқи буровчи момент катталигини топиш, ташқи куч ва кўндаланг кесими ўлчамлари асосида стерженнинг материалини танлаш мумкин.

Мисол: Агар вал бир минутда *500* марта айланиб, 40 квт қувват узатадиган бўлса, унинг кўндаланг кесим ўлчамлари топилсин.

Вал материали учун $[\tau]=600$ *кгк/см²*

Валда ҳосил бўладиган буровчи моментни (2) формула ёрдамида топамиз:

Мб $= 973{,}6 \dfrac{N}{n} = 973{,}6\dfrac{40}{500} = 78{,}6\,кгкм = 7860\ кгк\ см$

Валнинг қутб қаршилик моменти $W_p = \dfrac{M_\delta}{[\tau]} = \dfrac{7860}{600} = 13{,}2см^3$ бўлади.

Агар вал кўндаланг кесими доира шаклида бўлса $W_p = 0{,}2d^3$ бўлиб, у ҳолда валнинг диаметри $d = \sqrt[3]{\dfrac{W_\rho}{0{,}2}} = 8{,}1см = 81мм$ бўлади.

Агар валнинг кўндаланг кесими халқа шаклида бўлиб, унинг ички ва ташқи диаметрларининг нисбати бўлса у ҳолда

Агар валнинг кўндаланг кесими халқа шаклида бўлиб, унинг ички ва ташқи диаметрларининг нисбати бўлса у ҳолда

$$W_p = 0{,}2D^3\left[1 - \frac{(0{,}6D)^4}{D^4}\right] = 0{,}174D^3$$

бўлиб, халқанинг ташқи диаметри мос ҳолда $\dfrac{d}{D} = 0{,}6$

$$D = \sqrt[3]{\frac{W_\rho}{0{,}174}} = \sqrt[3]{\frac{13{,}2}{0{,}174}} = 8{,}8см = 88мм$$

бўлади.

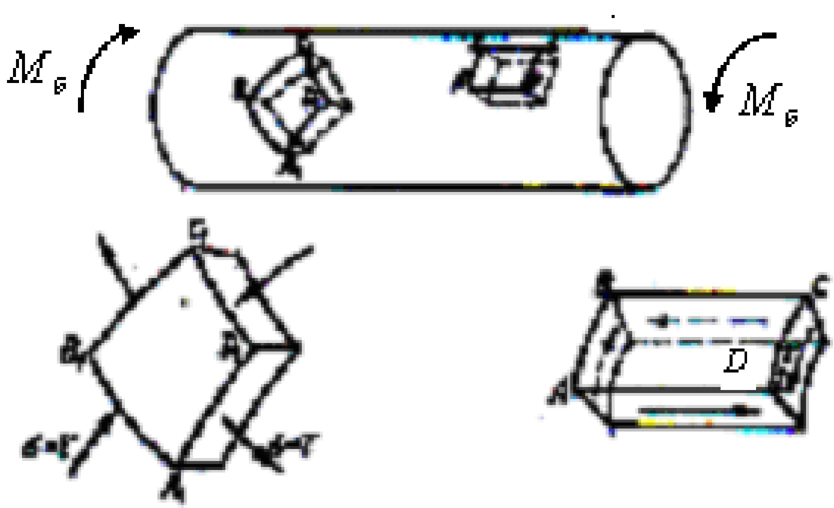
Доира ва халқасимон кўндаланг кесимли валларнинг юзасини солиштирсак, улар қуйидагича бўлади:

$$F_{доира} = \frac{\pi d^2}{4} = 52{,}5 см^2 \qquad F_{халка} = \frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi (0{,}6D)^2}{4} = 40 см^2$$

Валларнинг хусусий оғирликлари ҳам уларнинг кўндаланг кесими юзалари каби нисбатда бўлади, яъни доиравий кесимли стерженга нисбатан халқасимон кесимли стержен буралишда енгилроқ бўлиб, иқтисодий жиҳатдан қулайроқ эканлиги кўриниб турибди, яъни унга камроқ материал сарф қилинади. Лекин буралишга ишловчи валларни лойиҳалашда халқасимон кесимли валларни тайёрлаш мураккаб ва қиммат эканлигини ҳисобга олиш керак.

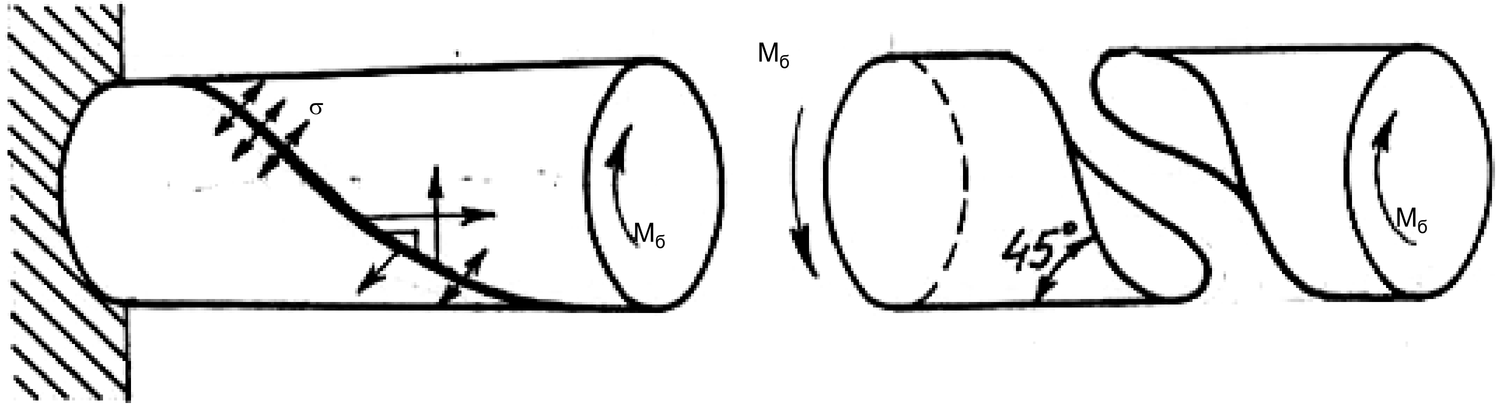
Агар буралишга ишлаётган стержендан иккита жуфт тик бўйлама ва кўндаланг кесимлар ўтказиб *АВСД* элементни ажратсак (6 расм), бу элемент қирраларида фақат уринма кучланишлар ҳосил бўлади. Бу эса буралишда стерженнинг барча элементлари соф силжиш ҳолатида бўлишини кўрсатади.

Агар кесимнинг ҳолати силжиш текислигига нисбатан *450* га бурилса, у ҳолда янги юзачаларда қиймати *τ га тенг бўлган нормал (σ) кучланишлар ҳосил бўлишини олдинги бўлимда кўрган эдик. Улардан бири чўзувчи, иккинчиси эса - сиқувчи кучланишлар эди. Шунга асосан стерженнинг кўндаланг ўқига 450 бурчак остида ўтказилган винтли кесимларида, яъни A_1 B_1 C_1 $Д_1$ элемент қирраларида (6 расм) қиймати τ* га тенг бўлган *нормал кучланиш σ лар ҳосил бўлади.*



6 Расм

Бу мўрт материаллардан (масалан чўяндан) ясалган валларнинг буралишда бузилиш сабабини асослаб беради, чунки мўрт материаллар чўзувчи нормал кучланишга деярли ишламайди. Бу бузилиш одатда бош чўзувчи кучланишлар траекторияси билан мос келувчи мураккаб винтли сирт бўйлаб юзага келади (7 расм)



7 Расм

Худди шу каби бузилишлар ёғочли стерженлар буралганида хам пайдо бўлади (8 расм)

8 Расм

Аммо, баъзи муаллифлар винтли ёриқларнинг пайдо бўлишига уринма кучланишлар сабабчи деб тушунтиришади, яъни бу ҳолда ёғочнинг айрим толалари туташишини уринма кучланишлар бузади деб таъкидланади. Аслида бу бузилишга юқорида кўрсатилган ҳодиса сабаб бўлади.

3 Доиравий кесимли стерженлар буралишидаги деформациялар

Буралишга ишловчи конструкция элементларининг мустаҳкамлигини баҳолаш билан бирга, кўп ҳолларда уларнинг деформацияларини аниқлашга ҳам тўғри келади. Айниқса ўта аниқликда ишловчи асбоб-ускуналарда буралишда ҳосил бўладиган деформацияларни баҳолаш катта аҳамиятга эга бўлади.

Доиравий кўндаланг кесимли стерженларнинг буралишдаги деформацияси кўндаланг кесимларининг бир-бирига нисбатан буралишидан ҳосил бўлиб, у буралиш бурчаги φ орқали аниқланади, яъни

$$\varphi = \int_0^{\ell} \frac{M_б}{GJ_\rho} dz \qquad (15)$$

Агар стержен узунлиги бўйича буровчи момент *Мб* ўзгармас бўлса, у ҳолда буралиш бурчагини аниқлаш формуласи қуйидагича бўлади:

$$\varphi = \frac{M_б \cdot \ell}{GJ_\rho} \qquad (16)$$

ℓ - стерженнинг узунлиги,

φ - буралиш бурчаги бўлиб, радианларда ўлчанади.

Иккинчи тур эластиклик модули G ни қутб инерция моменти $J\rho$ га кўпайтмаси ($GJ\rho$) буралишдаги стержен бикрлиги дейилади. Буралишдаги стержен бикрлиги ўзгармас бўлса, у ҳолда иккита кесимлар орасидаги буралиш бурчагини шу кесимлар орасидаги буровчи момент эпюрасининг юзаси ни, буралиш бикрлиги $GJ\rho$ га бўлиш орқали аниқлаш мумкин, яъни

$$\varphi = \frac{\omega_б}{GJ_\rho} \qquad (17)$$

Бу ерда $\omega б$ – буровчи момент эпюрасининг юзаси бўлиб, (17) формула барча шаклдаги эпюралар учун ўринлидир. Ҳисоблаш ишларида тўла буралиш бурчаги φ дан ташқари яна нисбий буралиш бурчаги θ ни ҳам аниқлаш талаб қилиниши мумкин. Бу θ катталик стержен узунлиги бўйича буралиш бурчаги ўзгаришини ифодалаб, у *рад/м* ёки *град/м* ларда ўлчанади.

Кўп ҳолларда валнинг нисбий бураиш бурчаги θ конструкция элементларини нормал ишлашини таъминлаш учун рухсат этилган буралиш бурчаги $[\theta]$ орқали чегараланади. Умумий ҳолда $[\theta]$ нинг қиймати $[\theta]=0,3\div1$ град/м бўлиб, автомобил кардан валлари учун $[\theta] \approx 2,5$ *град/м,* зарбали юкланишларда эса $[\theta]=0,15$*град /м* деб олинади.

Баъзан рухсат этилган буралиш бурчаги *[θ] ни бир метрга эмас, балки вал диаметрининг йигирмага кўпайтирилган нисбати олинади. Барча ҳолларда, буралиш бурчагини чегаралашда қуйидаги шарт бажарилиши керак:*

$$\theta_{max} \le [\theta] \qquad (18)$$

Бу (18) шарт буралишдаги бикрлик шарти деб аталади. Одатда

$$\theta_{\max} = \frac{M_{\max}}{GJ_{\rho}} \qquad (19)$$

бўлгани учун бикрлик шарти (18) дан фойдаланиб ҳам вал диаметрини аниқлаш мумкин.

Мисол: Валнинг узатадиган қуввати *N=150 о.к.* бўлиб, у минутига *n=60* марта айланса, мустаҳкамлик ва бикрлик шартларидан фойдаланиб валнинг диаметрини аниқланг. Ҳисоблаш ишларида *[τ]=600 кгк/см^2*, *[θ]=0,003 град/см,* силжишдаги эластиклик модули *G= 8· 105 кгк/см^2* га тенг деб олинсин.

Вал орқали узатилаётган буровчи моментни (1) ифодадан фойдаланиб топамиз

$$M_б = 716{,}2 \quad 716{,}2 \cdot 150/60 \approx 1800\ кгкм = 18 \cdot 104\ кгксм.$$

Мустаҳкамлик шарти (11) га асосан қутб қаршилик моменти

$$W_\rho \ge \frac{M_\delta}{[\tau]} = \frac{18\cdot 10^4}{600} = 300 см^3$$ бўлади.

Вал диаметрини $W\rho \approx 0,2\ d3$ дан фойдаланиб топамиз

$$d \ge \sqrt[3]{\frac{W_\rho}{0,2}} = 11,45 см$$

d=11,5 см деб қабул қилиб, кесимни бикрликка текширамиз.
Бу ҳолда кесимнинг қутб инерция моменти
$J\rho \cong 0,1\ d4 = 0,1\cdot 11,54 = 1745$ см4 *бўлади.*
Валнинг 1 м ёки *100 см* даги нисбий буралиш бурчаги *(19) га асосан*

$$\theta = \frac{M_б}{GJ_\rho} = \frac{18\cdot 10^4}{8\cdot 10^5\cdot 1745} = 0,000129\, рад/см = 0,0074\, град/см > [\theta]$$ бўлади.

Олинган натижадан кўринадики, мустаҳкамлик шарти бажарилмоқда, аммо бикрлик шарти бажармаганлиги учун валнинг диаметрини қуйидаги тенгсизликдан аниқлаб, уни катталаштириш керак,

$$J_\rho \ge \frac{M_\delta}{G[\theta]}$$

бу ерда $[\theta] = 0{,}003 град / см$ бўлган бурчакни радианда ҳисобласак, яъни

$[\theta]_{рад} = \frac{[\theta]_{град}}{\frac{180}{\pi}} = 0{,}0000523 рад / см$ бўлиб, J_ρ учун қуйидаги қийматни оламиз

$$J_\rho \geq \frac{M_б}{G[\theta]} = \frac{18 \cdot 10^4}{8 \cdot 10^5 \cdot 0{,}0000523} \approx 4299 см^4.$$

$J_\rho \approx 0{,}1 d^4$ дан *d* ни топсак $d = \sqrt[4]{\frac{4500}{0{,}1}} \approx 14{,}4 см$ бўлади.

Демак, талаб этилган бикрликни таъминлаши учун вал диаметри *d=14,4 см,* яъни мустаҳкамлик шартидан олинган *d=11,5 см* дан каттароқ бўлиши керак.

4 Доиравий кесимли бўлмаган стерженларнинг буралиши

Юқорида (1б расмда) кўрсатиб ўтилганидек, кўндаланг кесими доирасимон бўлмаган стерженларнинг буралишида текис кесимлар қийшаяди, яъни кўндаланг кесимларда депланацияси ҳодисаси рўй бериб, материаллар қаршилигининг асосий гипотезаси - текис кесимлар гипотезасини қўллаш мумкин бўлмайди. Шу сабабли доирасимон шаклда бўлмаган стерженлардаги кучланиш ва деформацияларни аниқлаш масаласи эластиклик назарияси усуллари воситасида ечилади. Ушбу усуллар билан олинган натижалар материаллар қаршилигида кўрилаётган масалаларда қўлланилганлиги сабабли, бу бўлимда асосий формулаларни исботсиз келтириб ўтамиз.

Доирасимон бўлмаган стерженларни ҳисоблашда ишлатиладиган формулалар қулай бўлиши учун уларнинг доиравий кесимли стерженлар буралишида олинган кўринишда ёзамиз, яъни

$$\tau_{\max} = \frac{M_б}{W_б} \qquad (20) \qquad\qquad \varphi = \frac{M_б \ell}{G J_б} \qquad (21)$$

Бу ердаги $W_б$ - катталик баъзан буралишдаги қаршилик моменти, $J_б$ – эса буралиш бикрлигининг геометрик характеристикаси деб аталади. Бу катталиклар ҳисоблаш формулаларида фақат ўлчами ва қиймати билан доирасимон бруснинг W_p ва J_ρ ларига ўхшашдир.

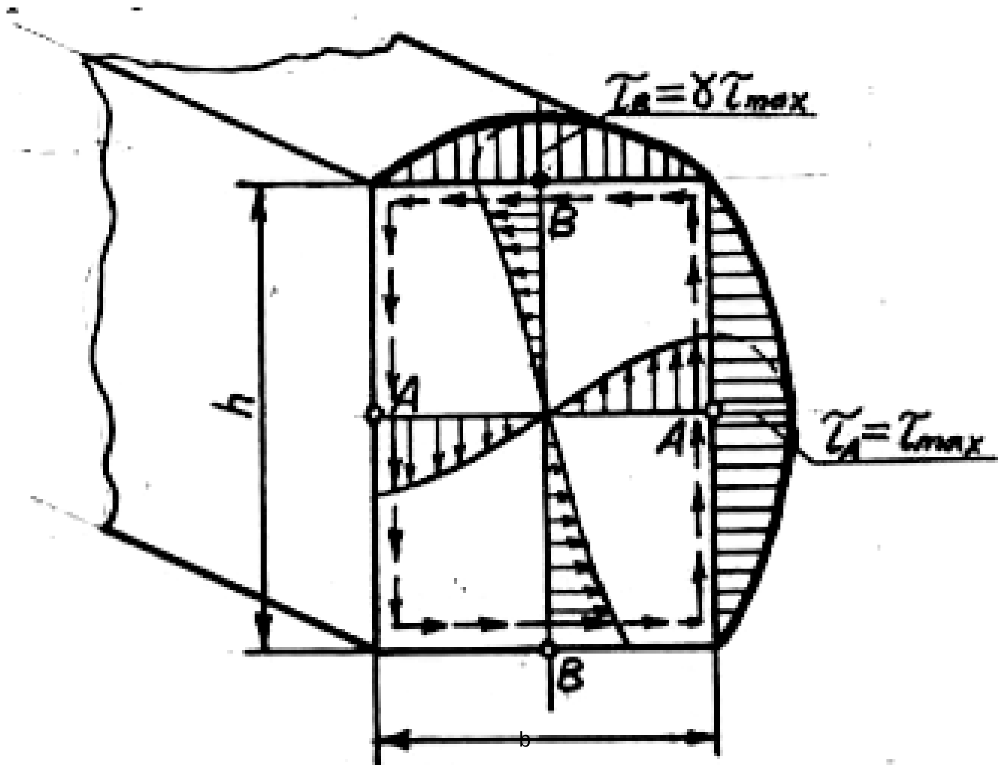
$W_б$ ва $J_б$ лар стержен кўндаланг кесим ўлчамлари ва шаклига боғлиқ бўлган катталиклар бўлиб, катта томони h, кичик томони b бўлган тўғри тўртбурчак учун қуйидагича ифодаланади:

$$J_б = \alpha\, b^4, \qquad W_б = \beta\, b^3 \qquad (22)$$

Бу ердаги α ва β коэффициентлар томонларнинг h/b нисбатига боғлиқ бўлиб, уларнинг қийматлари 1 жадвалда келтирилган

1 жадвал

h /b	α	β	γ	h /b	α	β	γ
1,0	0,140	0,280	1,000	4,0	1,123	1,150	0,745
1,5	0,294	0,346	0,859	6,0	1,789	1,789	0,743
2,0	0,457	0,493	0,795	8,0	2,456	2,456	0,742
3,0	0,790	0,801	0,753	10,0	3,123	3,123	0,742



9 Расм

9 расмда тўғри тўртбурчак шаклидаги кўндаланг кесим учун уринма кучланишларнинг тақсимланиш эпюраси келтирилган.

Энг катта уринма кучланиш $\tau A = \tau max$, баландлик *h* нинг ўртасида, яъни *A* нуқтада ҳосил бўлиб, қисқа томон *b* нинг ўртасида, яъни *B* нуқтада эса кучланиш $\tau B = \gamma \tau max$ бўлади. *γ* коэффициентнинг қийматлари 1 жадвалда келтирилган.

Тўғри тўртбурчакнинг бурчакларидаги нуқталарида кучланиш нолга тенг бўлади. Бошқа шаклдаги кўндаланг кесимли стерженлар учун $W_б$ ва $J_б$ ларнинг қийматлари справочник жадвалларда келтирилган бўлади.

Мисол: Кўндаланг кесими тўғри тўртбурчак шаклида бўлган стерженни томонларининг ўлчами буралишдаги мустаҳкамлик шартидан фойдаланиб аниқлансин. Тўртбурчак томонларининг нисбати $h/b=2$ бўлиб, стерженга таъсир қилаётган буровчи момент $M_б=500$ *кгкм*, $[\tau]=600$ *кгк/см*^{2}, $G=8\cdot105$ *кгк/см*^{2} бўлган ҳол учун.

Стерженнинг буралишдаги мустаҳкамлик шарти (11) га асосан

$$\tau_{max}=\frac{M_б}{W_б}\le[\tau] \qquad W_б=\frac{M_б}{[\tau]}=\frac{50000\,кгк\;см}{600\,кгк/см^2}=83см^3$$

(21) ифодадан $W_б=\beta b^3$ эканлигини эътиборга олиб, томонлари нисбати $h/b=2$ бўлган тўғри тўртбурчак учун β нинг қийматини 1 жадвалдан топсак, $\beta=0,493$ бўлади. Мос равишда $W_б=\beta\, b^3$ бўлгани учун $83см^3=0,493\, b^3$ бўлиб,

бундан

$$b=\sqrt[3]{\frac{83}{0,493}}=5,52см\approx55,2мм, \qquad h=2\cdot b=2\cdot55,2=110,4мм$$

бўлади.

Агар стерженнинг узунлигини *1 м* га тенг деб олсак, буралиш бурчаги φ ни (20) ёрдамида топиш мумкин.
Бу ерда $J_б=\alpha b^4$ бўлганлиги учун, α ни $h/b=2$ ҳол учун 1 жадвалдан аниқласак $\alpha \approx 0,457$ бўлади. Демак,

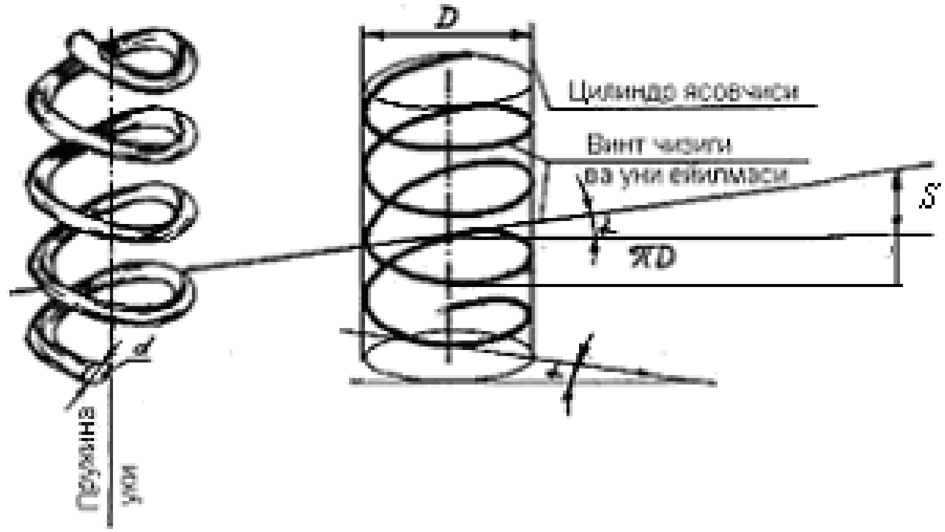
$$J_б = \alpha b^4 = 0,457 \cdot 5,52^4 = 424,3 см^4,$$

$$\varphi = \frac{M_б \cdot \ell}{GJ_б} = \frac{50000 \cdot 100}{8 \cdot 10^5 \cdot 424,3} = 0,0147\ рад$$ бўлади.

5 Винтли пружиналар ҳисоби

Винтли пружиналар конструкция элементлари сифатида амортизатор, механик энергия аккумуляторлари ва бошқа ҳолларда кенг қўлланилади. Цилиндр кўринишидаги винтли пружиналарнинг геометрик характеристикалари 10 расмда келтирилган.

Винтли пружина стерженининг ўқи винт чизиғидан иборат бўлади.



10 Расм

Пружинанинг характеристикалари сифатида пружинанинг ташқи диаметри-*D*, пружина ясалган пўлат стерженнинг диаметри-*d*, қадамлари орасидаги масофа (пружина қадами)-*s*, қадамларнинг қиялик бурчаги-α олинади.

Винтли пружиналар пружинага таъсир этаётган ташқи кучларга қараб чўзилишга, сиқилишга ва буралишга ишловчи турларга ажратилади.

Пружинага таъсир қиладиган куч унинг охирги қадамларига қандай қўйилишига қараб бу пружиналар тузилиш жиҳатидан бир - биридан фарқ қилади.

Пружинани фазовий брус ҳам деб қараш мумкин, чунки унинг кўндаланг кесимларида бир вақтнинг ўзида ички кучларнинг олтита ташкил этувчилари пайдо бўлади.

Одатда винтли пружиналар доирасимон кўндаланг кесимга эга бўлган симлардан тайёрланади ва бу ҳолда унинг кўндаланг кесимларида ички кучларнинг тўртта ташкил этувчилари ҳосил бўлиб, улар қуйидаги формулалар ёрдамида аниқланади:

$$M_{б} = P\frac{D}{2}\cos\alpha, \quad M_{эг} = P\frac{D}{2}\sin\alpha, \quad Q = P\cos\alpha, \quad N = P\sin\alpha$$

Одатда α бурчак қиймати $5°$ дан ошмаганлиги учун $\sin\alpha \approx 0$, $\cos\alpha \approx 1$ деб олинади.

Шу сабабли кичик қадамли пружиналарни ҳисоблашда фақат буровчи момент $M_б$ ва кесувчи куч Q ларнинг таъсири эътиборга олинади.

Пружина симининг кўндаланг кесимларида $M_б$ ва Q ички кучлари уринма кучланиш ни ҳосил қилади.

Буровчи момент таъсирида ҳосил бўладиган уринма кучланиш

$$\tau_{M_б} = \frac{M_б}{W_\rho}$$ ёрдамида аниқланади.

Кесувчи куч *Q* таъсирида ҳосил бўладиган уринма кучланишни

$$\tau_Q = \frac{P}{F}$$ орқали топилади.

Уринма кучланиш τ_Q ни топишда у кўндаланг кесим юзаси бўйича текис тақсимланган деб қабул қилинган. Кесувчи куч *Q* дан ҳосил бўлган уринма кучланиш τ_Q буровчи момент $M_б$ дан ҳосил бўладиган дан анча кичкина бўлганлиги учун, τ_Q ҳисоблаш ишларида эътиборга олинмайди, яъни пружина фақат буралишга ишлайди деб қаралади.

Бу ҳолда, энг катта уринма кучланиш τmax аниқланиб, пружина учун мустаҳкамлик шарти қуйидагича ифодаланади:

$$\tau_{\max} = \frac{M_б}{W_\rho} \leq [\tau] \qquad (23)$$

Бу ерда $M_б = P \cdot D$, $W_\rho = 0{,}2d^3$ лигини *эътиборга олсак*

$$\tau_{\max} = \frac{PD}{0{,}4\, d^3} \leq [\tau] \qquad (24)$$

келиб чиқади.

Агар кесувчи куч *Q* ($\frac{D}{d}$ нинг кичик қийматларида)

ва бошқа факторларнинг таъсирлари ҳисобга олинса, у ҳолда мустаҳкамлик шартини қуйидагича ифодалаш мумкин бўлади:

$$\tau_{\max} = K \frac{PD}{0{,}4d^3} \leq [\tau] \qquad (25)$$

Бу ерда *K*-тузатиш коэффициенти 3 жадвалдан олинади.

3 жадвал

Пружиналар ҳисоби учун тузатиш коэффициенти *К* нинг қийматлари

D/d	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15
K	1,42	1,31	1,25	1,21	1,18	1,16	1,14	1,12	1,11	1,09

Пружина деформациясини, яъни унинг чизиқли узунлигининг ўзгаришини қуйидаги ифода ёрдамида аниқлаш мумкин:

$$\lambda = \frac{8nPD^3}{Gd^4} \qquad (26)$$

Бу ерда *n* –пружина ўрамларининг сони бўлиб, у амалдаги пружина ўрамларидан 2 тага кам деб олинади, чунки пружинанинг учларидага ўрамлар эркин деформацияланмаслиги сабабли пружина ишида иштирок этмайди.

Агар пружина бошқача кўндаланг кесимли симдан (доиравий кесимли бўлмаган) ясалган бўлса, у ҳолда унинг кесимларида ҳосил бўладиган уринма кучланиш τ ни ва пружинанинг деформациясини қуйидаги формулалар ёрдамида аниқлаш керак.

$$\tau_{\max} = \frac{PD}{2W_б} \qquad (27) \qquad\qquad \lambda = \frac{PD^3\pi \cdot n}{4GJ_б} \qquad (28)$$

Бу ердаги $W_б$ ва $J_б$ лар (21) ифода ёрдамида 1 ва 2 жадваллардан аниқланади.

Қирқишда рухсат этилган кучланиш *[τ]* қанча катта бўлса, пружина эгилувчан бўлиб, кўпроқ деформацияланади, бу ҳолда пружинани кичикроқ кўндаланг кесимга эга бўлган симдан ясаш мумкин. Шунинг учун машина рессорларини етарли даражада эгилувчанлигини таъминлаш мақсадида уни эластиклик чегараси жуда юқори қилиб тобланган пўлатдан ясалади. Бу ҳолда рухсат этилган уринма кучланиш *[τ]=40 кгк/мм*^{2} гача етиши мумкин. Хромванадийли пўлат учун, пружина симининг радиуси *r=6÷8 мм* гача бўлса, пружина чўзилишга ишлаганда *[τ]=70 кгк/мм*^{2} гача бўлиб, фосфорли бронза учун *G=4400 кгк/мм*^{2} бўлганда (сим радиуси *r=8 мм* гача бўлса) *[τ]=13 кг/мм*^{2} бўлади.

Бу ерда келтирилган рухсат этилган кучланишларнинг қийматлари кам ўзгарувчан кучлар таъсирида бўлган пружиналарга тааллуқли бўлиб, пружина ўзгарувчан кучлар таъсирида бўлганда [τ] нинг қиймати тахминан 1/3 га, мунтазам ўзгарувчан кучлар таъсирида ишловчи пружиналарда эса (клапанлар пружиналарида) [τ] ни 2/3 га камроқ деб қараш керак. Чунки бу ҳолларда пружина чарчаши ва юқори ҳароратларда [τ] ишлаши эътиборга олиниши керак.

Фойдаланилган адабиётлар

1. M.Mirsaidov, P.J.Matkarimov, A.M.Godovannikov Materiallar qarshiligi: [Oliy o’quv yurtlari uchun darslik]. – T., “Fan va texnologiya”, 2010, - 412 bet.

2.Материаллар қаршилиги. А.Ф.Смирнов тахрири остида. Тошкент. «Ўқитувчи»,1988.

3. К.М. Мансуров. Материаллар қаршилиги курси. Тошкент. “Ўқитувчи”, 1983.

4. М.Т.Ўрозбоев "Материаллар қаршилиги курси",Тошкент: Ўқитувчи, 1979, 510 б.

5. М.Мирсаидов, П. Маткаримов, Т . Султонов. Материаллар қаршилиги фанидан маърузалар тўплами. //Тошкент. ТИИИМСХ. Тошкент. 2000.

6. M.Mirsaidov, B.Yuldashev, B.Urinov „Materiallar qarshiligi” fanidan mustaqil topshiriqlarni bajarish bo’yicha metodik ko’rsatma, I-qism.– Toshkent. TIMI. 2007. 46 b.

7. M.Mirsaidov, B.Yuldashev, B.Urinov „Materiallar qarshiligi” fanidan mustaqil topshiriqlarni bajarish bo’yicha metodik ko’rsatma, II-qism.– Toshkent. TIMI.2007.50 b.

Эътиборларингиз учун рахмат!