

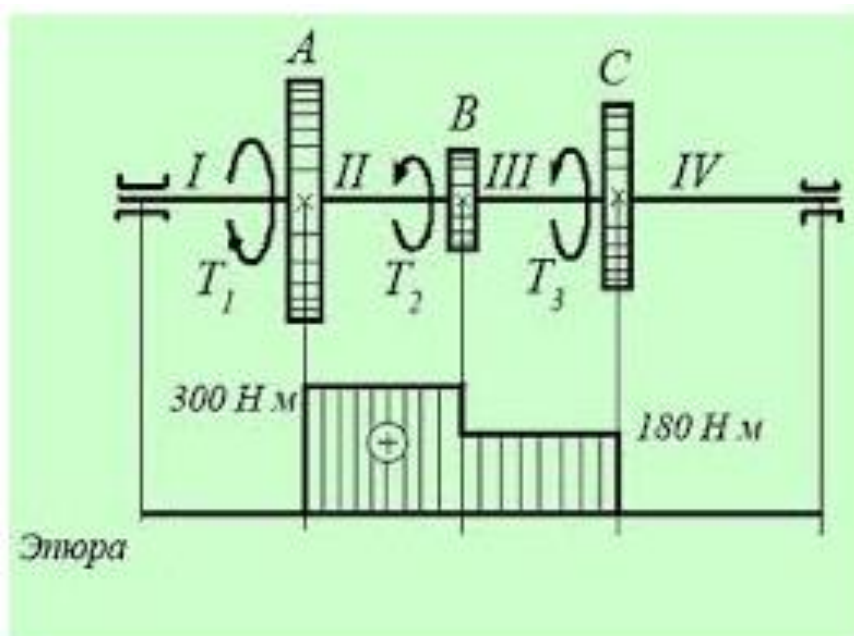
**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH INSTITUTI

«Materiallar qarshiligi va mexanika» kafedrası

“Texnik mexanika” fanidan “Vallarni buralishga hisoblash” mavzusida

USLUBIY KO'RSATMA



NAMANGAN 2023

Texnik mexanika fanidan uslubiy ko'rsatma **60721100**– “Neft va neft-gazni qayta ishlash texnologiyasi” ta'lim yo'nalishi talabalari uchun ishlab chiqilgan

Tuzuvchilar: t.f.n., dots. A.F.Xakimov

Taqrizchi: “Materiallar qarshiligi va mexanika”
kafedrasi dotsenti M.U.Karabayeva

Uslubiy ko'rsatma “Materiallar qarshiligi va mexanika” kafedrasining
«__» _____ 2023 yildagi yig'ilishida ko'rib chiqilgan va №____ - sonli
bayonnomasi bilan tasdiqlangan

Uslubiy ko'rsatma Namangan muhandislik-qurilish instituti o'quv-uslubiy
kengashining «__» _____ yildagi qarori bilan, -sonli bayonnomasi, tasdiqlangan

BURALISH DEFORMATSIYASI.

Buralish deformatsiyasida brus ko'ndalang kesimida faqat bitta zo'riqish kuchi burovchi moment M_b xosil bo'ladi. Brus bo'ylama o'qiga tik bo'lgan tekisliklar bo'yicha unga ta'sir etayotgan tashqi burovchi momentlar (juft kuchlar) ta'sirida buralish xosil bo'ladi.

Vallarni xisoblashda tashqi burovchi momentlar, ayrim hollarda qabul qilinayotgan quvvat orqali yoki valning buralish tezligi orqali aniqlanadi. Agar val bir minutda n marta aylansa valning bir sekunddagi buralish burchagi, radianda $\frac{2\pi n}{60}$ yoki $\frac{\pi n}{30}$ ga teng bo'ladi. Tashqi burovchi moment M_b ning bajaradigan ishi, ya'ni valning o'zatuvchi quvvati - N moment miqdorining bir sekunddagi valning buralish burchagiga (radianda) ko'paytmasiga teng bo'ladi: $N = \frac{M \cdot \pi \cdot n}{30}$ bundan

$$M = 30 \frac{N}{\pi} \text{ kg} \cdot \text{s}$$

bu yerda N - $\text{kg} \cdot \text{m} / \text{sek}$ birligida ifodalanadi.

Agar N ot kuchida ifodalansa $M = 30 \cdot 75 \frac{N}{\pi} = 716,2 \frac{N}{n} \text{ kg} \cdot \text{m} = 7620 \frac{N}{n} \text{ kg} \cdot \text{sm}$.

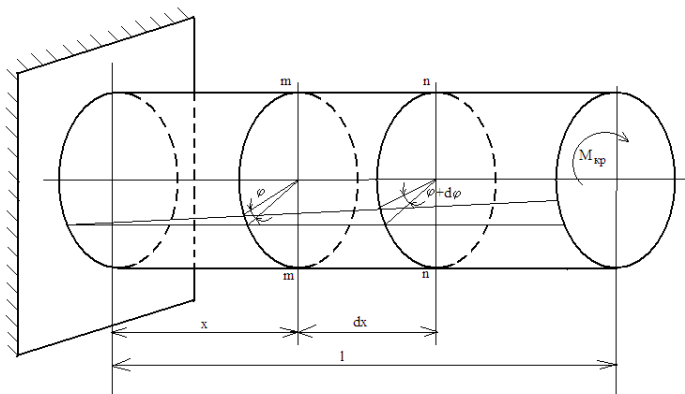
Agar N kvt da berilgan bo'lsa bir ot kuchining 0,736 kvt ga tangligini etiborga olsak,

$$M = 973,6 \frac{N}{n} \text{ kgm} = 97360 \frac{N}{n} \text{ kgsm} = 9,736 \frac{N}{n} \frac{\text{kvt}}{\text{ayl} / \text{min}}$$

yoki ($\text{kN} \cdot \text{m}$)

Valning ixtiyoriy kesimidagi burovchi moment shu kesimdan o'ng yoki chap tomonga ta'sir etayotgan tashqi momentlarning algebraik yig'indisiga tang bo'ladi. Mustaxkamlik va bikirlikka xisoblashda burovchi momentni ishoralari ahamiyatga ega emas, ammo M_b epyurasini qurishda qulaylik yaratish uchun ishorani aniqlashda quyidagi qoidaga amal qilamiz. Agar burs ajratilgan qismining uchidan qaraganda unga ta'sir etuvchi moment soat strelkasining yo'nalishi bo'yicha yo'nalgan bo'lsa, ishorasi musbat hisoblanadi.

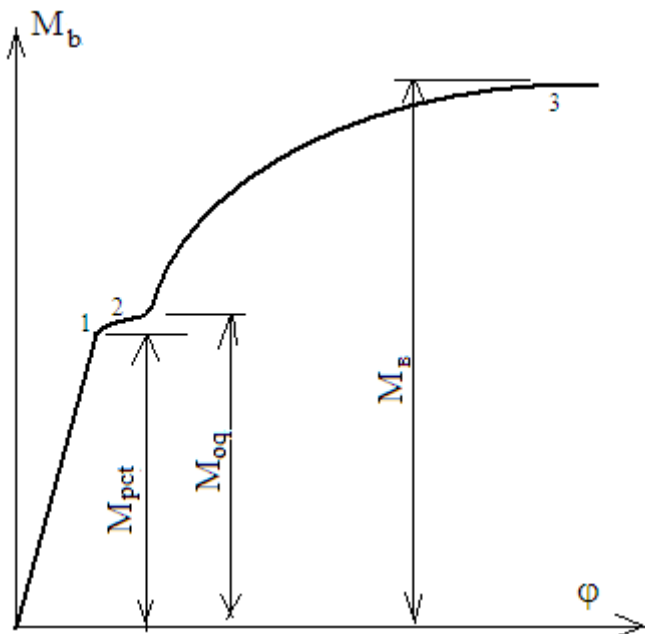
Buralishda val deformatsiyasining geometrik tomonini ko'rib chiqaylik (1-shakl)



1-shakl

Bu yerda $\varphi - x$ uzunlikdagi uchastkaning to'la buralish burchagi.

Burovchi moment M_b qanchalik katta bo'lsa, buralish burchagi ham ortadi. Buralish diagrammasi deb ataluvchi $\varphi = f(M_b)$ bog'lanish, maxsus sinov mashinalarida tajriba o'tkazish yo'li bilan olinadi (2-shakl).



2- shakl.

$\theta = d\varphi/dx$ nisbiy buralish burchagi deb ataladi.

Agar biror uchastkada brusning ko'ndalang kesim o'lchamlari va burovchi moment o'zgarmas bo'lsa, nisbiy buralish burchagi θ ham o'zgarmas bo'ladi hamda shu uchastkadagi to'la buralish burchagining uchastka uzunligiga nisbatan teng bo'ladi, ya'ni $\theta = \varphi/l$;

φ - radianlarda, θ esa $1/sm$, $1/m$ va h. k. o'lchanadi.

Nisbiy buralish burchagi quyidagi formula bilan aniqlanadi;

$$\theta = \frac{d\varphi}{dx} = \frac{M_b}{GI_q}$$

Bu yerda GI_q - buralishda val kesimining bikrligi, $N \cdot m^2$; I_q - qutb inertsia momenti.

Yaxlit kesimli val uchun $I_q = \frac{\pi D^4}{32} \approx 0,1D^4$, xalqasimon kesimli val uchun, tashqi diametri - D_t , ichki diametri D_i - bo'lganda

$$I_K = \frac{\pi(D_t^4 - D_i^4)}{32} = \frac{\pi D_t^4(1 - c^4)}{32} \approx 0,1D_t^4(1 - c^4)$$

bu yerda $c = \frac{D_i}{D_t}$;

Agar uchastka uzunligi bo'yicha burovchi momentlar o'zgarmas bo'lsa, to'la buralish burchagi:

$$\varphi = \theta \cdot l = \frac{M_b l}{GI_q}$$

Val kesimining ixtiyoriy nuqtasidagi urinma kuchlanish quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\tau = \frac{M_b \rho}{I_q}$$

Doiraviy yaxlit kesimli val uchun kesim sirtidagi urinma kuchlanishning eng katta qiymati:

$$\tau_{\max} = \frac{M_b}{W_q} \text{ bu yerda } W_q = \frac{I_q}{r} (\text{sm}^3) - \text{qutb qarshilik momenti};$$

$$\text{Doiraviy yaxlit kesim uchun: } W_q = \frac{\pi D^3}{16} \approx 0,2 D^3$$

$$\begin{aligned} \text{Xalqasimon kesim uchun: } W_q &= \frac{\pi D_t^3 (1 - c^4)}{16} \approx 0,2 D_t^3 (1 - c^4) \\ \tau_{\max} &= \frac{16 M_b}{\pi D_t^3 (1 - c^4)} \end{aligned}$$

$$\text{Mustahkamlik sharti: } \tau_{\max} = \frac{M_b}{W_q} \leq [\tau] \text{ bundan } W_q \geq \frac{M_b}{[\tau]}$$

bu yerda $[\tau]$ – ruxsat etilgan kuchlanish.

$$\text{Bikrlik sharti: } \theta_{\max} = \frac{M_b}{GI_q} \leq [\theta] \text{ bundan } I_q \leq \frac{M_b}{G[\theta]}$$

bu yerda $[\theta]$ - ruxsat etilgan buralish burchagi.

O'lchov birliklar

Quyidagi ishda xalqaro o'lchov birliklari qabul qilingan.
Zarur hollarda hisoblarda quyidagi bog'lanishlardan foydalanish mumkin.

$$1\text{kg} = 10\text{N}; \quad 1\text{t} = 10\text{kN}; \quad 1\text{kH} = 10^3\text{H}$$

$$10\text{kg/sm}^2 = 1\text{MPa}$$

$$1\text{Pa} = 10\text{H/sm}^2; \quad 1\text{MPa} = 10^6\text{Pa};$$

Berilgan val uchun (3-shakl 1-jadval) quyidagilarni topish talab qilinadi:

1. Podshipniklardagi ishqalanish kuchini e'tiborga olmasdan valning tekis aylanish shartidan N_0 shkiydagi quvvati aniqlansin.

2. $M_6 = 9,736 \frac{N}{n} \quad (\kappa H \cdot M)$ formulasi yordamida burovchi momentlar aniqlansin va ularning epyurasi qurilsin.

3. Mustahkamlik va bikrlik shartidan xafli kesim uchun yaxlit ko'ndalang kesimli

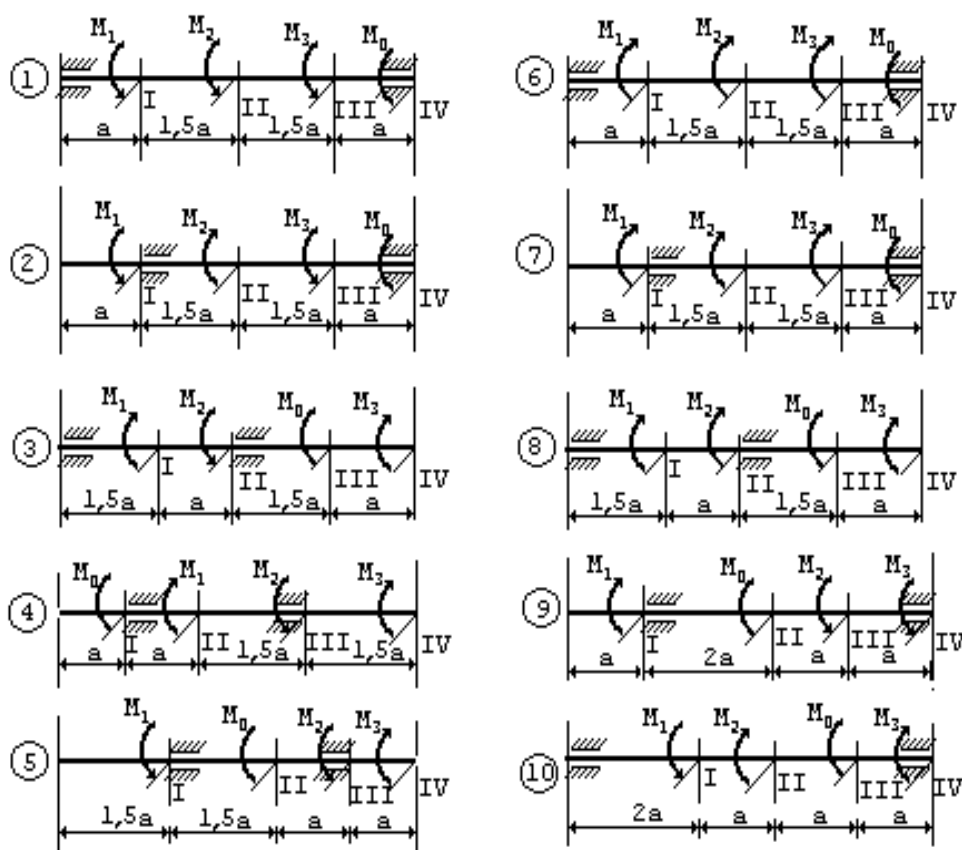
val diametric D aniqlansin va uning o'lchamlari xalqasimon val o'lchamlari bilan solishtirilsin.

$n = 200 \text{ ayl / min}$ $[\theta] = 0,5 \text{ rad / m}$; xalqasimon val diametrining nisbati $c = D_i / D_t = 0,7$ deb qabul qilinsin.

4. Har bir uchastkaning buralish burchaklari aniqlab epryurasi qurilsin.

1-Jadval

Shifrnig birinchi raqami	N_1 kvt	N_2 kvt	Shifrnin g ikkinchi raqami	N_3 kvt	a m	Shifrnig uchinchi raqami	Po'lat markasi
1	45	25	1	20	0,5	1	St. 5
2	50	20	2	30	1,5	2	St. 45
3	20	30	3	45	0,5	3	Cho'. sch 35-56
4	40	30	4	30	0,7	4	St. 40 XH
5	30	50	5	20	0,6	5	St. 20 X
6	45	35	6	25	0,9	6	Cho'. sch 18-36
7	50	35	7	20	0,8	7	Alyuminiy (AMF)
8	40	30	8	60	0,7	8	St. 5
9	40	25	9	30	0,6	9	St. 40 XH
0	50	25	0	30	0,8	0	St. 20 X



3-shakl

MASALA:

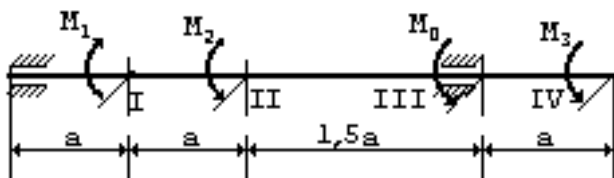
Masalani ishlash tartibi:

1. Podshipniklardagi ishqalanish kuchini e'tiborga olmasdan valning tekis aylanish shartidan N_0 shkvvdagi quvvat aniqlansin.

2. $M_0 = 9,736 \frac{N}{n}$ ($kN \cdot m$) formulasi yordamida burovchi momentlar aniqlansin va ularning epyurasi qurilsin.

3. Mustahkamlik va bikrlilik shartidan valning diametri aniqlansin va standart o'lchamlargacha yaxlitlansin.

4. Har bir uchastkaning buralish burchaklari aniqlansin va ularning epyurasi qurilsin. (qo'zg'almas kesim sifatida N_0 shkvv o'rnatilgan kesim qabul qilinsin).



Berilgan; $N_1 = 50$ kvv $N_2 = 10$ kvv $N_3 = 15$ kvv $n = 200$ ayl/min $a = 0,5m$

Yechish.

1) Valning bir tekis aylanish shartiga ko'ra;

$$N_0 = N_1 - N_2 - N_3 = 50 - 10 - 15 = 25 \text{ kvv}$$

2) $M_0 = 9,736 \frac{N}{n}$ ifoda yordamida shkvvlar uzatuvchi tashqi momentlarni

aniqlaymiz.

$$M_1 = 9,736 \frac{N_1}{n} = 9,736 \cdot \frac{50}{200} = 2,434 kN \cdot m$$

$$M_2 = 9,736 \frac{N_2}{n} = 9,736 \cdot \frac{10}{200} = 0,487 kH \cdot m$$

$$M_3 = 9,736 \frac{N_3}{n} = 9,736 \cdot \frac{15}{200} = 0,730 kN \cdot m$$

$$M_0 = 9,736 \frac{N_0}{n} = 9,736 \cdot \frac{25}{200} = 1,217 kN \cdot m$$

Valning ixtiyoriy qismidagi burovchi moment valga ta'sir etuvchi, kesimdan chap yoki o'ngda joylashgan, tashqi momentlar yig'indisiga teng.

Shunga asosan valning uchastkalaridagi burovchi momentlar quyidagicha bo'ladi:

$$M_0^1 = 0; \quad M_0^2 = -M_1 = -2,434 kN \cdot m$$

$$M_0^3 = -M_1 + M_2 = -1,947 kN \cdot m$$

$$M_0^4 = -M_1 + M_2 + M_0 = -0,73 kN \cdot m$$

Aniqlangan qiymatlarga asosan burovchi moment epyurasini quramiz (4-shakl, a)

3. Mustahkamlik shartiga asosan valning qutb qarshilik momentini

aniqlaymiz.

$$|M_{\sigma}|_{\max} = 2,434 \text{ kH} \cdot \text{m} = 2430 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$W = \frac{|M_{\sigma}|_{\max}}{[\tau]} = \frac{24340}{400} = 61 \text{ sm}^3; \quad [\tau] = 400 \frac{\text{kg}}{\text{sm}^2}$$

Yaxlit kesimli valning diametrini quyidagi formula yordamida aniqlaymiz:

$$W_k \approx 0,2D^3 = 61 \text{ sm}^3 \quad \text{bundan} \quad D = \sqrt[3]{\frac{61}{0,2}} = 6,74 \text{ sm}$$

Standart o'lchamlargacha yaxlitlab $D = 70 \text{ mm}$ deb qabul qilamiz.

Xalqasimon vallarning D_t va D_i diametrlarini quyidagi formula yordamida aniqlaymiz:

$$W_q = \frac{\pi \cdot D_t^3 (1 - c^4)}{16} \approx 0,2D_t^3 (1 - c^4) = 0,2D_t^3 (1 - 0,7^4) = 61 \text{ sm}^3$$

$$\text{bundan, } D_t = \sqrt[3]{\frac{61}{0,2(1 - 0,7^4)}} = 7,38 \text{ sm}$$

Eng yaqin standart o'lchamigacha yaxlitlab $D = 75 \text{ mm}$ ni qabul qilamiz.

Xalqasimon kesimning ichki diametri

$$D_i = c \cdot D = 0,7 \cdot 75 = 52,5 \text{ mm}$$

Shunday qilib, mustahkamlik shartini qanoatlantiruvchi yaxlit kesimli valning ko'ndalang kesim yuzasi xalqasimon kesimnikiga nisbatan

$$\frac{\pi \cdot D^2}{\pi(D_t^2 - D_i^2)} = \frac{7^2}{(7,5^2 - 5,25^2)} = 1,71 \text{ marta katta.}$$

Valni bikrlikka hisoblaymiz;

Valning uzunligi bo'yicha ko'ndalang kesim yuzasi o'zgarmasligi sababli eng katta buralish burchagi 1-uchastkada hosil bo'ladi. (4-shakl, b). Bu oraliqda nisbiy buralish burchagi:

$$\theta_{\max} = \frac{M_t^1}{G \cdot I_q}$$

$\theta_{\max}$ - bikrlilik shartiga ko'ra $[\theta]$ dan ortmasligi kerak.

$\theta_{\max} = [\theta]$ deb qabul qilib val ko'ndalang kesimining diametirini aniqlaymiz;

$$\theta_{\max} = \frac{M_t^1}{GI_q} = \frac{243,4}{8 \cdot 10^3 \cdot I_q} = 0,872 \cdot 10^{-4} \text{ chunki}$$

$$[\theta] = 0,5 \frac{\text{grad}}{\text{m}} = 0,872 \cdot 10^2 \frac{\text{rad}}{\text{m}} = 0,872 \cdot 10^4 \frac{\text{rad}}{\text{sm}};$$

$$\text{bundan } I_q = \frac{243,4}{8 \cdot 10^3 \cdot 0,872 \cdot 10^{-4}} = 349 \text{ sm}^4$$

$$D = \sqrt[4]{\frac{I_q}{0,1}} = \sqrt[4]{\frac{349}{0,1}} = 7,882 \text{ sm} \approx 80 \text{ mm}$$

Xalqasimon vallarning D_t va D_i diametrlarini aniqlaymiz:

$$I_{\kappa} = 0,1 \cdot D^4 (1 - c^4) = 0,1 \cdot D^4 (1 - 0,7^4) = 349 \text{ sm}^4 \text{ bundan}$$

$$D_t = \sqrt[4]{\frac{349}{0,1(1 - 0,7^4)}} = 8,23 \text{ sm} \approx 85 \text{ mm}$$

$$D_{II} = c \cdot D_t = 0,7 \cdot 85 = 60 \text{ mm}$$

Yaxlit xalqasimon kesimli vallar ko'ndalang kesim yuzalarini solishtiramiz.

$$\frac{\pi \cdot D^2}{\pi(D_t^2 - D_i^2)} = \frac{8^2}{(8,5^2 - 6^2)} = 1,76$$

Demak bikrlilik shartini qanoatlantiruvchi yaxlit kesimli val ko'ndalang kesimining yuzasi xalqasimon-nikiga nisbatan 1,76 marta katta ekan.

Yaxlit kesimli val uchun xam bikirlilik, ham mustahkamlik shartlarini qanoatlantiruvchi diametr $D_i = 80 \text{ mm}$ qabul qilamiz. Har bir uchastkadagi vaplning to'la buralish burchaklarini aniqlaymiz.

$$\varphi_1 = \frac{M_b^1 \cdot l_1}{GI_q} = 0$$

$$\varphi_2 = \frac{M_b^2 \cdot l_2}{GI_q} = -\frac{243,4 \cdot 50}{8 \cdot 10^3 \cdot 402} = -3,78 \cdot 10^{-2} \text{ rad}$$

$$\varphi_3 = \frac{M_b^3 \cdot l_3}{GI_q} = \frac{194,7 \cdot 75}{8 \cdot 10^3 \cdot 402} = -4,54 \cdot 10^{-2} \text{ rad}$$

$$\varphi_4 = \frac{M_b^4 \cdot l_4}{GI_q} = \frac{-73 \cdot 50}{8 \cdot 10^3 \cdot 402} = 1,13 \cdot 10^{-2} \text{ rad}$$

bu yerda

$$I_q = \frac{\pi \cdot D^4}{32} = \frac{3,14 \cdot 8^4}{32} = 4,20 \text{ sm}^4$$

0 chi shktiv joylashgan kesimni qo'zg'almas deb unga nisbatan val kesimlarining buralish burchaklarini aniqlaymiz.

$$\alpha_0 = 0;$$

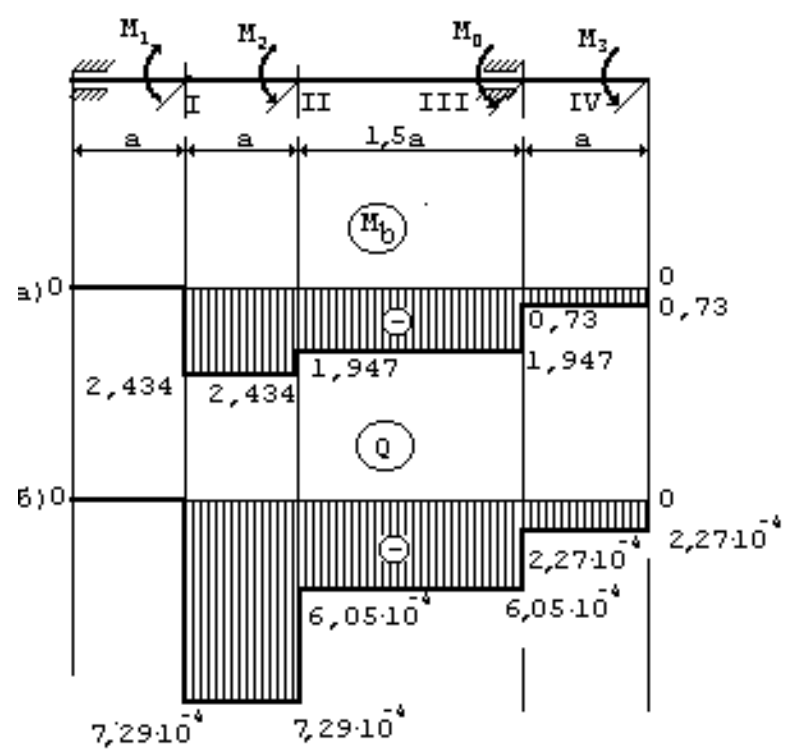
$$\alpha_1 = \alpha_0 - \varphi^2 = 3,78 \cdot 10^{-2} \text{ rad}$$

$$\alpha_2 = \alpha_2 + \varphi^3 = 3,78 \cdot 10^{-2} - 4,54 \cdot 10^{-2} = -0,76 \cdot 10^{-2} \text{ rad}$$

$$\alpha_3 = \alpha_0 - \varphi^4 = 1,13 \cdot 10^{-2} \text{ rad}$$

Aniqlangan natijalar asosida val kesimlari buralish burchaklarining epyurasini quramiz (4-shakl, b)

$$\theta_1 = \frac{\varphi_1}{l_1} = 0 \quad \theta_2 = \frac{\varphi_2}{l_2} = -7,56 \cdot 10^{-4} \quad \theta_3 = \frac{\varphi_3}{l_3} = -6,05 \cdot 10^{-4} \quad \theta_4 = \frac{\varphi_4}{l_4} = -2,26 \cdot 10^{-4}$$



4 shakl

АДАБИЁТЛАР

1. К. Мансуров “Материаллар қаршилиги” Тошкент, “Ўқитувчи”, 1983 й. 502 бет.
2. Йўлдошбеков “Материаллар қаршилиги” Тошкент, “Ўқитувчи”, 1995 й. 134 бет.
3. Б.А. Ободовский, С.Е. Ханин “Материаллар қаршилигидан мисол ва масалалар. Т., “Ўқитувчи”, 1980 й 346 бет.
4. А.В.Дарков, Г.С. Шпиро “Сопротивление материалов”, М., Высшая школа, 1975 г. с. 657
5. Г.С. Писаренко и др. “Сопротивление материалов”, Киев, Наукова думка, 1984 г.
6. А. Nabiyev Materiallar qarshiligi (nazariyalar va masalalar)//Darslik, Qayta ishlangan va to'ldirilgan 4-vashr. Т.: “IQTISODIYOT DUNYOSI” nashriyoti, 2020.-360 b.
7. А.Н.Набиев, Б.Ш.Усмонов, А.Ф.Хакимов Сопротиаление материалов (теории и практика)//Учебник, Т.: издательство ООО “GRAND INTER MEDIA”, 2023.-400 стр.

