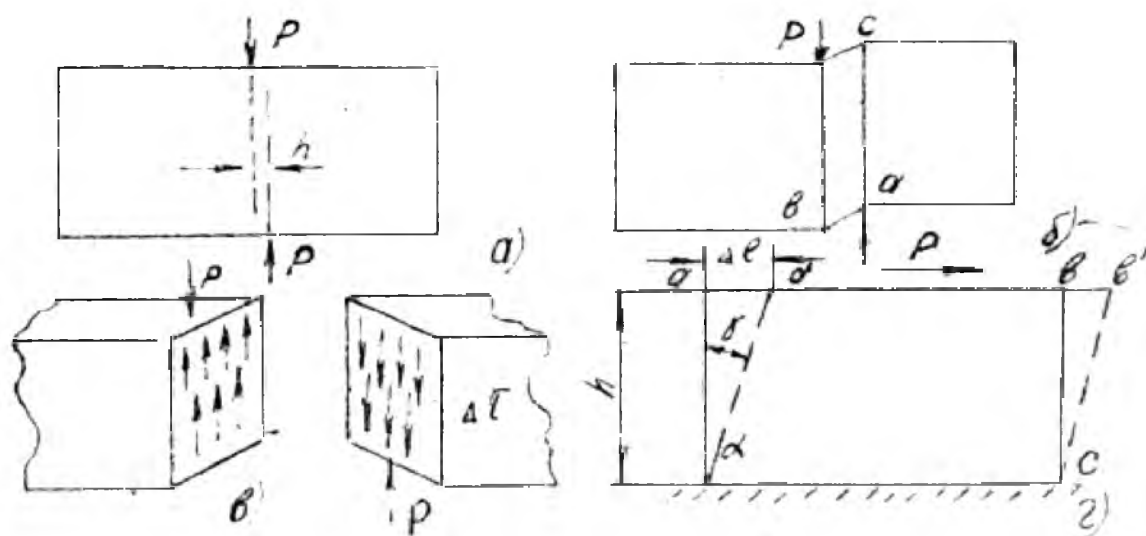


OLIIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

B.K.Muxamedsaidov

Texnik mexanika

(Materiallar qarshiligi)



Toshkent – 2018

Mazkur o'quv qo'llanmada nazariy ma'lumotlar, mavzuga oid masala yechim namunalari, chizmalari, talabalar bilim darajasini sinash uchun test savollari, asosiy atamalarning qisqacha ma'nosi (Glossariy) keltirilgan.

O'quv qo'llanma pedagogika universiteti Kasb ta'limi fakulteti 5112100 - Mehnat ta'limi yo'nalishi talabalari uchun mo'ljallangan.

V knige izlojeni teoreticheskiye predposilki, resheniye zadach dlya temi, cherteji, testoviye voprosi dlya proverki znaniy, a takje osnovniye ponyatiya (Glossariy)

Kniga prednaznachena dlya studentov Professionalnoye obrazovaniya pedagogicheskogo universiteta v kachestve uchebnogo posobiya

In the book theoretical preconditions, the decision of problems for a theme, drawings, test questions for checking knowledge, and also the basic concepts (Glossary) are stated

The book is considered for the students of Professional education of the Pedagogical university as the manual

Kasb ta'limi fakulteti ,

“Mehnat ta'limi va dizayn” kafedrası
professori v/b B.K.Muxamedsaidov

Taqrizchilar:

dosent A.D.Gapirov

dosent S.A.Boltaboyev

Kirish. Materiallar qarshiligi.

Hozirgi zamon mashinasozlik sanoati juda boy tajribalarga ega bo'lib, u murakkab harakat qiluvchi, katta quvvatli, tezyurar hamda yuqori sifatli, yengil konstruksiyali mashina va mexanizmlarni yaratmoqda.

Har qanday mashina yoki inshoot qurilmasin, konstruktor yoki quruvchi oldida ular qismlarining mustahkamligini, ortiqcha deformatsiyalanmasligini va ustivorligini ta'minlash masalasi turadi. Buning uchun mashina yoki inshoot qismlari ma'lum materiallardan tayyorlangan bo'lishi, tashqi kuchlarga yetarli darajada qarshilik ko'rsata oladigan kesim o'lchamlariga va shakllariga ega bulishi kerak.

Har qanday mashina yoki inshootni loyihalashda, odatda, uchta asosiy talabga rioya qilinadi. Bular mustahkamlik deformatsiya va ustivorlikdir.

Mustahkamlik — konstruksiya qismlarining tashqi kuch ta'siridan yemirilishga (sinishga, uzilishga, kisqarishga) qarshilik ko'rsatish xususiyatidir.

Deformatsiya — jismlarning tashki kuch ta'sirida o'z o'lchamlari va shakllarini o'zgartirishidir. Agar jismda tashqi kuch ta'sirida hosil bo'lgan deformatsiya jismdan kuch olingach yo'qolib ketsa, bunday deformatsiya elastik deformatsiya va, aksincha, jismdan tashqi kuch olinganda deformatsiya yo'qolmasa, bunday deformatsiya qoldiq yoki plastik deformatsiya deb ataladi.

Deformatsiya mashina va inshoot kislmlari ishlaganida sodir bo'ladi. Deformatsiya juda kichik miqdor bo'lganligi sababli uni maxsus o'lchash asboblari (tenzometrlar yoki tenzodatchiklar) yordamidagina aniqlash mumkin.

Deformatsiyani o'rganish mashinasozlikda eng zarur bo'lgan masalani, ya'ni mashina qismlarining yemirilish sharoitini va aksincha, qanday sharoitda uzoq muddat ishlashi mumkinligini aniq lashga imkon beradi.

Ustivorlik — tashki kuch ta'sirida deformatsiyalangan konstruksiya qismlarining ozgina bo'lsa xam muvozanatining buzilishiga (egilishiga) qarshilik ko'rsatish xususiyatidir.

Yuqorida aytilganlarga asoslanib, materiallar qarshiligi fanini quyidagicha ta'riflash mumkin: materiallar qarshiligi mashina va inshoot kismalarining mustaxkam, bikr va ustivor bo'lishini xisoblashda zarur bo'lgan zo'riqish va deformatsiyalarni aniqlash metodlarini urganuvchi fandır. Bu fanning negizi fizika va nazariy mexanikaning qonunlariga asoslanadi. Materiallar qarshiligi faniga asos solgan olimlardan biri mashxur italyan olimi Leonardo da Vinchidir. U birinchi bo'lib materiallar va ularning mustaxkamligi to'grisida fikr yuritgan va tajribalar o'tkazgan. Lekin uning qo'l yozmalari uz vaqtida nashr kilinmaganligi sababli ko'p vaqtgacha materiallarning mustaxkamligi to'grisidagi ilm keng tarqalmagan. Mustaxkamlik nazariyasi birinchi marta XVII asrda italyan olimi Galileo Galiley tomonidan tajribalar o'tkazilib tasdiqlandi. U 1638 yili «Materiallarning mustaxkamligi to'g'risida» nomli kitobini yozdi. Materiallar qarshiligi fanining rivojlanishiga R. Guk Y. Bernulli, Sen — Venan, Koshi, Lama va boshkalar katta xissa q'shdilar.

1. Materiallar qarshiligi fanining mazmuni va maqsadi. Asosiy tushunchalar va ta'riflar.

Hozirgi zamon mashina sozlik sanoati juda boy tajribalarga ega bo'lib, u murakkab harakat qiluvchi, katta quvvatli, tezyurar hamda yuqori sifatli, engil konstruksiyali mashina va mexannzmlarni yaratmoqda.

Har qanday mashina yoki inshoot qurilmasin, konstruktor yoki quruvchi oldida ular qismlarining mustahkamligini, ortiqcha deformatsiyalanmasligini va ustivorligini ta'minlash masalasi turadi. Buning uchun mashina yoki inshoot qismlari ma'lum materiallardan tayyorlangan bo'lishi, tashqi kuchlarga etarli darajada qarshilik ko'rsata oladigan kesim o'lchamlariga va shakllariga ega bo'lishi kerak.

Har qanday mashina yoki inshootni loyihalashda, odatda, uchta asosiy talabga rioya qilinadi. Bular *mustaxkamlik*, *deformatsiya* va *ustivorlik*dir.

Mustaxkamlik — konstruksiya qismlarining tashqi kuch ta'siridan emirilishga (sinishga, uzilishga, qisqarishga) qarshilik ko'rsatish xususiyatidir.

Deformatsiya — jismlarning taqshi kuch taʼsirida oʻz oʻlchamlari va shakllarini oʻzgartirishidir. Agar jismda tashqi kuch taʼsirida hosil boʻlgan deformatsiya jismdan kuch olingach yoʻqolib ketsa, bunday deformatsiya *elastik deformatsiya* va, aksincha, jismdan tashqi kuch olinganda deformatsiya yoʻqolmasa, bunday deformatsiya *qoldik* yoki *plastik deformatsiya* deb ataladi.

Deformatsiya mashina va inshoot qismlari ishlaganida sodir boʻladi. Deformatsiya juda kichik miqdor boʻlganligi sababli uni maxsus oʻlchash asboblari (tenzometrlar yoki tenzodatchiklar) yordamidagina aniqlash mumkin.

Deformatsiyani oʻrganish mashinasozlikda eng zarur boʻlgan masalani, yaʼni mashina qismlarining emirilish sharoitini va aksincha, qanday sharoitda uzoq muddat ishlashi mumkinligini aniqlashga imkon beradi.

Ustivorlik — tashqi kuch taʼsirida deformatsiyalangan konstruksiya qismlarining ozgina boʻlsa ham muvozanatining buzilishiga (egilishiga) qarshilik koʻrsatish xususiyatidir. Bunga yupqa plastinkadan tayyorlangan, pastki uchi bilan mahkamlangan brusning oʻq boʻylab yoʻnalgan siquvchi kuch taʼsiridan deformatsiyalanishini misol kilib keltirish mumkin.

Brus kuchning maʼlum miqdorigacha oʻzining vertikal holatini saqlaydi, lekin qisqaradi (deformatsiyalanadi). Kuch kritik qiymatga etganda vertikal holat buziladi, yaʼni brus qiyshayadi.

Yuqorida aytilganlarga asoslanib, materiallar qarshiligi fanini quyidagicha taʼriflash mumkin: *materiallar qarshiligi mashina va inshoot qismlarining mustahkam, birk va ustivor boʻlishini hisoblashda zarur boʻlgan zoʻriqish va deformatsiyalarni: aniqlash metodlarini oʻrganuvchi fandir*. Bu fanning negizi fizika va nazariy mexanikaning qonunlariga asoslanadi.

Koʻndalang kesim oʻlchamlari uzunlik oʻlchamlariga nisbatan juda kichik boʻlgan jismlar *brus* deb ataladi. Oʻz oʻqi boʻylab choʻziluvchi va siqiluvchi *sterjen* deb ingichka, *toʻgʻri brusga* aytiladi. Agar sterjen yoki brusning geometrik oʻqi egri boʻlsa, bunday jism egri *sterjen* yoki *brus* deb ataladi. Ikki tayanchda yotgan brus yoki geometrik oʻqiga tik kuch taʼsir etganda egilishga ishlaydigan brus *balka*

deyiladi. Qalinligiga nisbatan qolgan ikki o'lchami katta bo'lgan yassi qattiq jism *plastinka* deyiladi. Egri plastinka *qobiq* deyiladi. Mashina va inshoot qismlarini ko'tarib turish uchun xizmat qiladigan yostiqlar tayanch deyiladi.

Tayanch uch xil bo'ladi: (1-rasm)

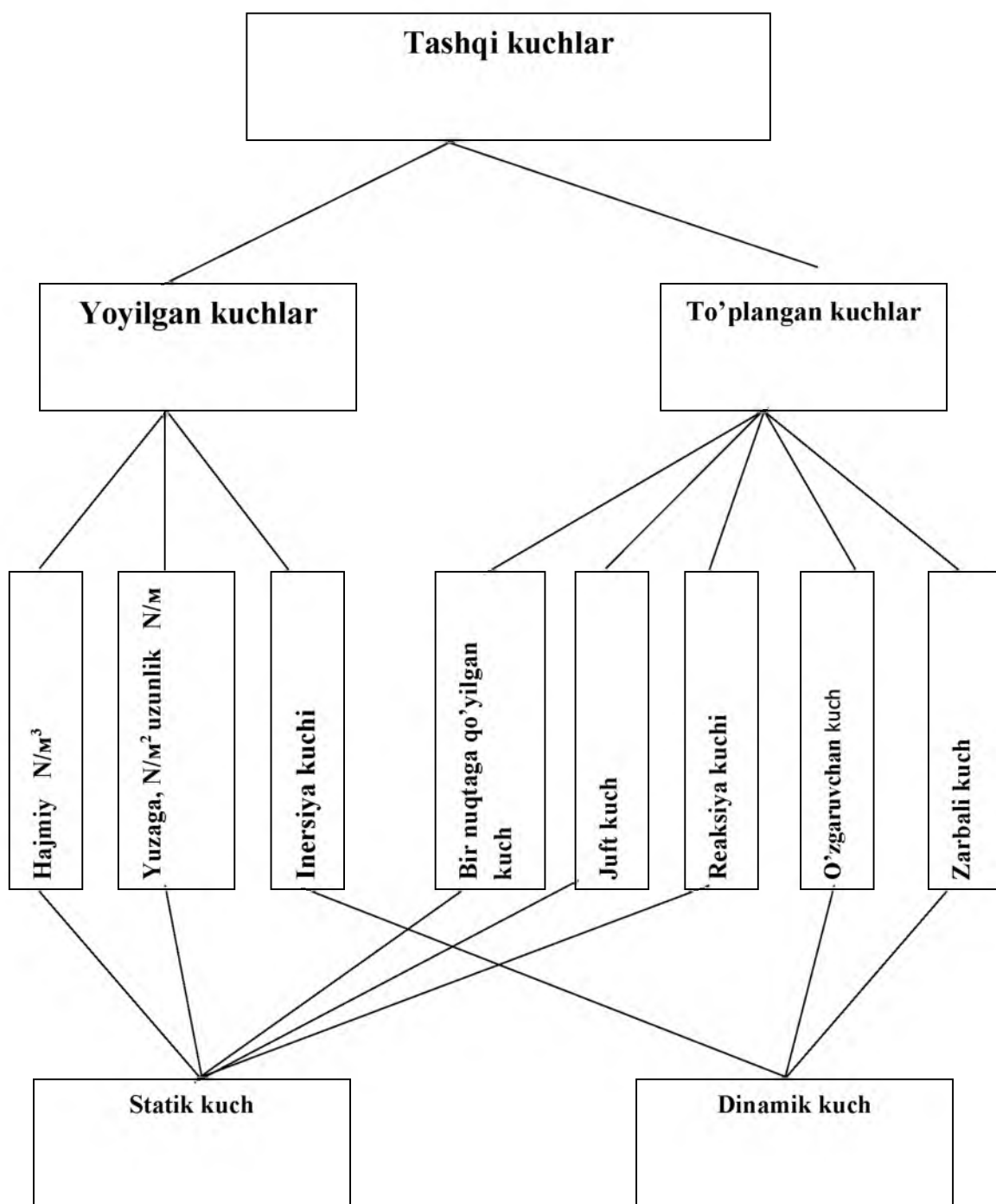
1. Sharnirli qo'zg'almas tayanch; 2. Sharnirli qo'zg'aluvchi tayanch); 3. Qistirib tiralgan tayanch .



1-rasm.

Tashqi kuchlar va ularning klassifikatsiyasi.

Konstruksiya qismiga ta'sir qiluvchi nagruzka kuch yoki juft kuch tarzda yoyilgan yoki bir nuqtaga qoyilgan bo'lib, *tashqi kuch deb* ataladi.



Jismning o'lchamlariga nisbatan juda kichik sirtga ta'sir qilgan kuchlar *to'plangan kuchlar* deyiladi. Jism sirtidagi yuzaning yoki chiziqning biror qismiga ta'sir qilgan kuchlar *yoyilgan kuchlar* deyiladi. Ikki jismning bir-biriga tegishidan hosil bo'lgan bog'lanish kuchiga *reaksiya kuchi* deyiladi. Jismning o'z og'irlik kuchi hajmiy kuch bo'lib, u jism ichki nuqtalarining vaziyatiga qarab ko'p yoki kam ta'sir etadi.

Agar tezlik o'zgarishini hisobga olmaslik mumkin bo'lsa, jismga ta'sir qiluvchi nagruzkaning kichik vaqt oralig'idagi o'zgarishi, yo'nalishi yoki qiymati *statik kuch* ta'sirida bo'ladi. Katta tezlikda o'zgaradigan yoki o'zgaruvchan tezlikda harakatlanadigan nagruzkaga *dinamik nagruzka* deyiladi.

2. Deformatsiya va ularni turlari.

Brusning ko'ndalang kesimlarida hosil bo'lgan ichki kuchlar (zo'riqishlar) uning deformatsiyasini to'liq xarakterlaydi. Bizga ma'lum umumiy holda brusning ko'ndalang kesimida bir vaqtning o'zida oltita ichki kuchlar hosil bo'ladi. Xususiyl holda brusning ko'ndalang kesimida faqat bitta ichki kuch hosil bo'ladi, qolgan ichki kuchlar nolga teng bo'ladi. Bunday deformatsiyani *oddiy deformatsiya* deyiladi.

Oddiy deformatsiyalar quyidagi turlarga bo'linadi:

Cho'zilish yoki siqilish – Brusning ko'ndalang kesimida faqat bitta ichki bo'ylama kuch (N) hosil bo'ladi. Brusning markaziy o'qi bo'ylab modullari teng qarama – qarshi yo'nalgan ikkita kuch ta'sir ettirsak cho'zilish yoki siqilish deformatsiyasi sodir bo'ladi.

Siljish (qirqilish, ezilish) – konstruktsiya elementining ko'ndalang kesimida (O_x yoki O_y) ko'ndalang kuch hosil bo'ladi. Bunday deformatsiya payvand choklari, parchin mixlar va rezbali birikmalarda hosil bo'ladi.

Egilish – balkaning ko'ndalang kesimlarida ichki eguvchi moment hosil bo'ladi. Ko'pincha eguvchi moment bilan bir vaqtda ko'ndalang kuch ham hosil bo'ladi

Buralish – brusning ko'ndalang kesimida buralish momenti hosil bo'ladi. Buralishga ishlaydigan konstruktsiya elementlaridan misol qilib mashinaning vallari va ko'pgina qurilish konstruktsiya materiallari bo'lishi mumkin.

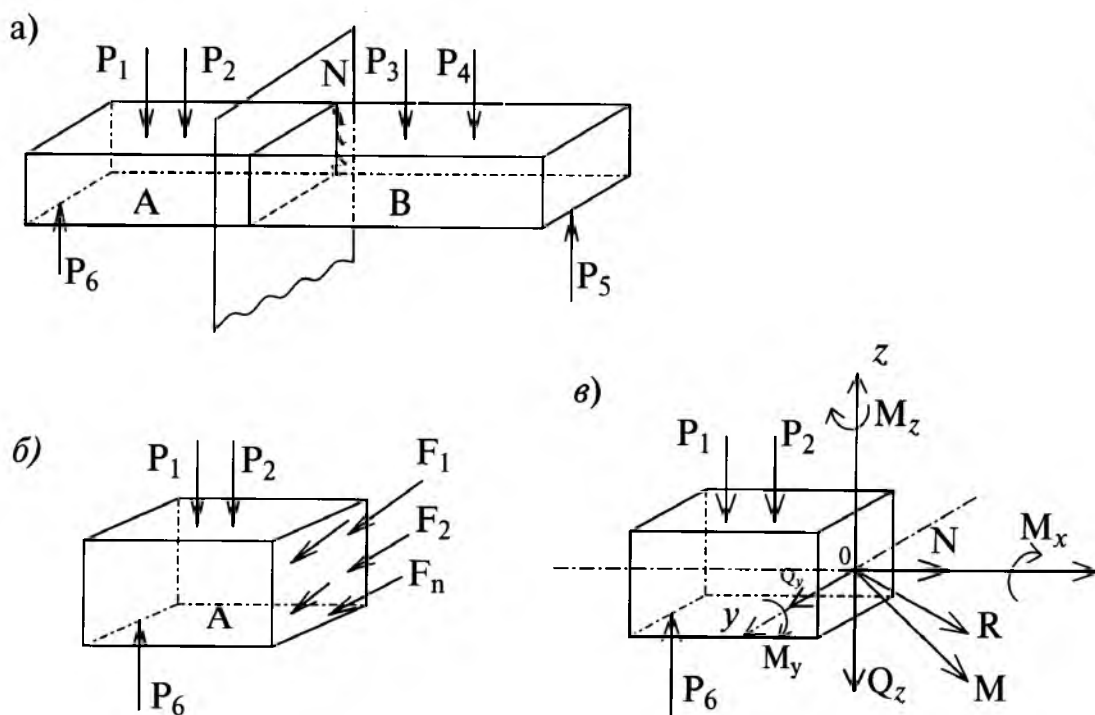
Murakkab deformatsiya (Murakkab qarshilik) – Brusning ko'ndalang kesimida bir vaqtda bir nechta ichki kuchlar hosil bo'ladi. Masalan egilish bilan buralishni brrgalikdagi ta'siri, bo'ylama egilish

3. Ichki kuchlar va ularni aniqlash metodi

Tashqi kuch ta'sirida sterjen kesim yuzasida hosil bo'lgan kuchlarga *ichki kuch* deyiladi. Ichki kuch tashqi kuch ta'siridan jismning deformatsiyalanishida, zarrachalarning bir-biridai qochishiga yoki yaqinlashishiga qarshilik ko'rsatuvchi, zarrachalar muvozanatini saqlovchi kuchlardir. Deformatsiyalanayotgan jism teng bo'lgan tashqi va ichki kuch ta'sirida muvozanatda bo'ladi. Jismning parchalanishi ichki kuchni tashqi kuchdan ortib ketishi tufayli ro'y beradi. Demak, sterjenning xavfsizligini ta'minlash uchun ichki kuchni topish va tashqi kuch bilan bog'lanish qonuni o'rganish talab etiladi.

Sterjen kesimlarida hosil bo'ladigan zo'riqish kuchlarining *teng ta'sir etuvchisini topish uchun kesish usulidan* foydalaniladi.

Sterjenga qo'yilgan (2- rasm) P_1, P_2, P_3, P_4 kuchlar sistemasi ta'siridan uning tayanchlarida P_5, P_6 reaksiya kuchlari hosil bo'ladi (tayanchlar chizmada ko'rsatilmagan).



2-rasm.

Bursning biror kesimidagi ichki kuchlarni aniklash uchun quyidagi to'rtta ish ketma-ket bajarilishi lozim:

1. Sterjenning biror nuqtasidagi zo'riqish kuchini aniqlash uchun,

sterjen shu nuqtadan o'tuvchi tekislik bilan fikran kesilib, ikkita A va B qismlarga ajraladi;

2) Ajratilgan qismlarning biri, masalan, o'ng tomoni tashlab yuborilib, chap tomoni qoldiriladi. Bunda qolgan qismlarning muvozanati buziladi;

3) Tashlangan qismning qolgan qismiga ilgari ko'rsatgan ta'siri $F_1, F_2 \dots$ kuchlar bilan almashtiriladi, bu kuchlar kesim yuzi bo'yicha taqsimlanadi, ya'ni ular kesimning har bir nuqtasiga qo'yilgan bo'lishi kerak;

4) Qoldirilgan chap qismining muvozanat sharti yoziladi.

Sterjenga tekis kuchlar sistemasi ta'sir qilayotgan bo'lsa, quyidagi muvozanat tenglamalaridan foydalaniladi. $\sum x = 0 \quad \sum u = 0 \quad \sum z = 0$

Agar ta'sir qilayotgan kuchlar bir tekislikda yotmasa, fazoviy sistema uchun berilgan oltita muvozanat tenglamalaridan foydalaniladi.

$$\begin{aligned} \sum x = 0 \quad \sum u = 0 \quad \sum z = 0 \\ \sum M_x = 0 \quad \sum M_y = 0 \quad \sum M_z = 0 \end{aligned}$$

4. Kuchlanishlar. Normal va urinma kuchlanish

Kuchlanish ham ichki kuch singari vektorli qiymat bo'lib, ichki kuch yo'nalashida bo'ladi. Demak, ichki kuch va kuchlanishlarning yo'nalishi tashqi kuchga bog'liq bo'ladi.

Agar ichki kuch Q ni ikkita tuzuvchilarga bo'lsak, tekislikka tik N - (normal) va tekislik bo'lib yo'nalgan T (urinma) ichki kuchlarni va shularga o'xshash kuchlarni olamiz. (σ -sigma, τ -tau)

$$\sigma = \frac{N}{F} \text{ -normal kuchlanish} \qquad \tau = \frac{T}{F} \text{ -urinma kuchlanish}$$

Nazorat savollari:

1. Materiallar qarshiligi fani nimani o'rganadi?

2. Materiallar qarshiligi fanining asosiy tushunchalariga qaysi tushunchalar kiradi?

3. Tashqi kuchlar va ularning klassifikatsiyasi ta'riflang.

4. Deformatsiya turlarini sanab bering.

5. Ichki kuch deb nimaga aytiladi?

6. Kuchlanish deb nimaga aytiladi?

Cho'zilish va siqilish defomatsiyasi.

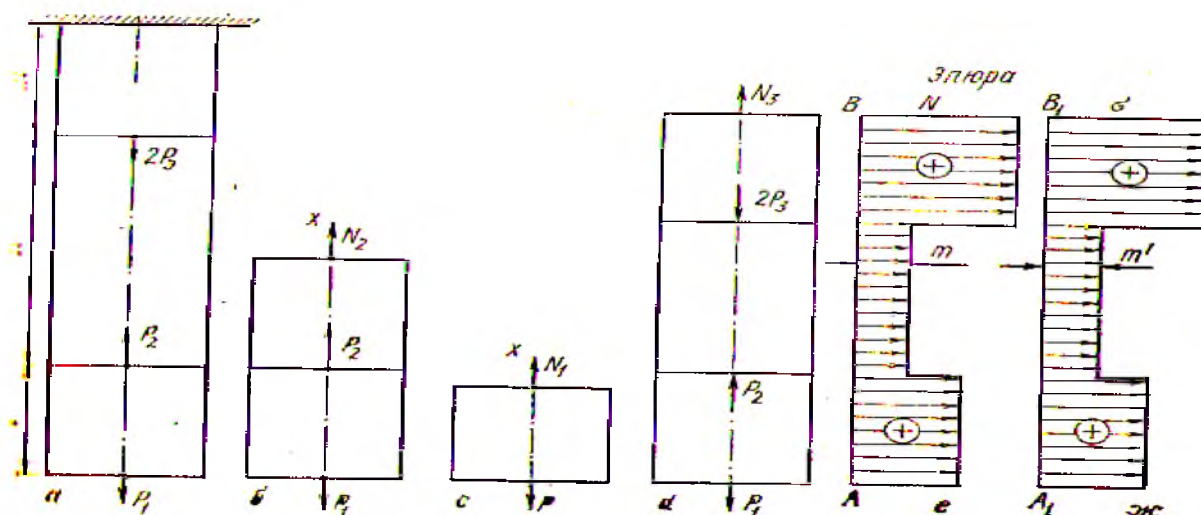
1. Cho'zuvchi va siquvchi kuchlar ta'siridan hosil bo'lgan ichki kuch va kuchlanishlar.

Agar sterjen faqat o'q bo'ylab yo'nalgan tashqi kuchlar ta'sirida bo'lsa, uning kesim yuzasida yuzaga tik yo'nalgan ichki kuchlar hosil bo'ladi va sterjen o'q bo'ylab cho'ziladi yoki siqiladi. Bunda boshqa yo'nalishdagi ichki kuchlar — ko'ndalang yo'nalishdagi kuchlar, eguvchi va burovchi momentlar nolga teng deb olinadi.

Cho'zilishga ishlayotgan sterjen bilan siqilishga ishlayotgan sterjen bir xilda hisoblanadi. Sterjenning cho'zilishga yoki siqilishga ishlayotganing aniqlash uchun kuchlarni quyidagicha belgilaymiz.

Deformatsiya cho'zuvchi kuchlar ta'sirida hosil bo'lsa, musbat, siquvchi kuchlar ta'sirida hosil bo'lsa, manfiy ishorada olinadi.

Sterjen kesim yuzasida hosil bo'ladigan ichki kuchni topish uchun kesish. metodidan foydalanamiz. Masalan, yuqori uchi bilan tik biriktirilgan sterjen P_1 , P_2 , P_3 kuchlar ta'sirida bo'lsin va ichki kuchni topish talab etilsin (3-rasm, a)



(3-rasm)

Ichki N kuch yoʻnalishini koordinata sistemasining x oʻqi boʻlab yoʻnalgan deb olamiz va kuchlar oraligini belgilab, uchastkalarga boʻlib chiqamiz. Har bir uchastka yuqorida bayon etilgan uslubda qirkiladi. Soʻngra uchastka uchun statikaning muvozanat tenglamasini alohida yozamiz. Ikkinchi uchastka uchun statikaning muvozanat tenglamasini yozib, N_2 ni topamiz:

$$\sum x_2 = R_1 - R_2 - N_2 = 0 \text{ bundan } N_2 = R_1 - P_2.$$

Shu tartibda birinchi va uchinchi uchastkalar uchun statikaning muvozanat

tenglamalarini yozib, N_1 va N_3 larni topish mumkin (3-rasm,c,d):

$$\sum x_2 = N_1 - R_1 = 0. \quad N_1 = R_1.$$

$$\sum x_2 = R_2 - R_1 - 2P_3 + N_3 = 0 \quad N_3 = R_1 + 2P_3 - P_2 = 0$$

Topilgan N_1 , N_2 , va N_3 , — qiymatlarni grafik ravishda tasvirlasak, eng katta kuch toʻgʻri kelgan kesimni topish qiyin boʻlmaydi. Sterjenning uzunligi boʻyicha ichki kuch oʻzgarishini koʻrsatadigan grafik *ichki kuch epyurasi* yoki *boʻylama kuch epyurasi* deyiladi. Ichki kuch epyurasini qurish uchun sterjen yonidan sterjen oʻqiga parallel AB toʻgʻri chizigi oʻtkaziladi. Soʻngra sterjenning uchastka belgilaridan gorizontaal chiziklar oʻtkaziladi. Ichki kuchning oʻiymati musbat boʻlsa, AV chizigʻining oʻng tomoniga, manfiy boʻlsa, chap tomoniga uchastkalarni ajratuvchi gorizontaal chiziq boʻylab maʼlum masshtabda qoʻyiladi (3-rasm, e). Ichki kuch qiymatining kuch masshtabi K_P , quyidagicha topiladi:

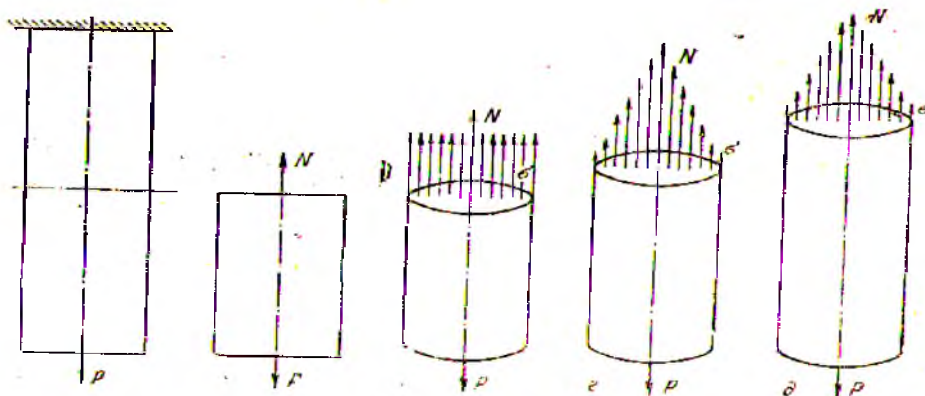
$$K_p = \frac{N_2}{m}$$

bunda N — II uchastkadagi ichki kuchning miqdori; t — shu kuchni epyuraga ko'yilgan kesmasi, [mm].

Ichki kuch epyurasi orqali maksimal kuch to'g'ri kelgan uchastka va kesim aniqlanadi. O'zgarmas kesim yuzali sterjenning maksimal ichki kuch to'g'ri kelgan kesimida maksimal kuchlanish hosil bo'ladi.

2. Ko'ndalang kesimdagi kuchlanish.

N ichki kuchni kesim yuzasi bo'ylab tarqalgan ichki kuchlarining teng ta'sir etuvchisi deb qarash mumkin. U vaqtda ichki kuch N kesim yuzasi bo'ylab tarkalgan kuchlanish bilan quyidagicha bog'lanishda bo'ladi (4-rasm, a, b, v):



4-rasm,

$$N = \int_F \sigma \cdot dF \quad (1)$$

(1) formuladan kuchlanishni topish uchun kuchlanishning kesim yuza bo'ylab taqsimlanish qonuni berilgan bo'lishi kerak. Agar kuchlanish ko'ndalang kesim yuza bo'ylab tekis taqsimlangan deb qarash mumkin bo'lsa (4-rasm, v), kuchlanish integral ostidan o'zgarmas qiymat singari chiqariladi, ya'ni:

$$N = \sigma \int_F dF = \sigma F$$

Bundan:
$$\sigma = \frac{N}{F} = \pm \frac{N}{F}$$

Bunda (+) ishora sterjenning cho'zilishga ishlashini ko'rsatsa, (—) ishora siqilishga ishlashini ko'rsatadi. Demak, kuchlanishning o'zgarishi kesim yuza

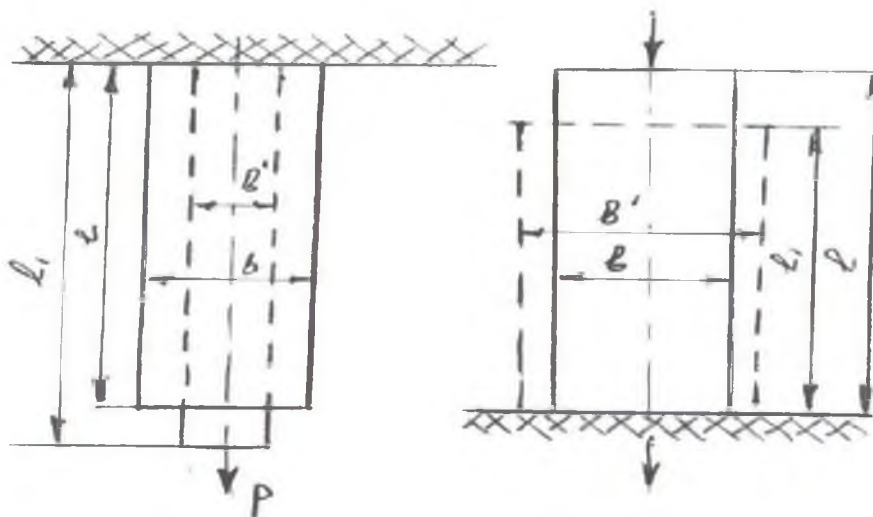
o'zgarmas bo'lganda, ichki kuch singari bo'lar ekan. Uning epyurasi ham ichki kuch epyurasi singari quriladi, ya'ni ichki kuch epyurasi yonida sterjen o'qiga parallel $A V$ to'g'ri chiziq olinadi va kuchlanishning har bir uchastkaga tegishli qiymati o'q qarshisiga ma'lum masshtabda quyiladi (3-rasm, j). Kuchlanish masshtabi quyidagicha topiladi: $K_{\sigma} = \frac{\sigma_2}{m'}$

bunda $\sigma_2 = N_2/F$ — II uchastkaga to'g'ri kelgan kuchlanish; t' — kuchlanishning epyuraga quyiladigan vektor qiymati. Maksimal kuchlanish to'g'ri kelgan kesimga *xavfli kesim* deyiladi.

3. Boylama deformatsiya. Guk qonuni.

Sterjenning o'q bo'ylab yo'nalgan cho'zuvchi va siquvchi kuchlar ta'sirida cho'zilishi yoki siqilishi *bo'ylama deformatsiya* deyiladi.

Agar sterjenning chuzilishdan oldingi uzunligini l va cho'zilgandan keyingi uzunligini l_1 dekak, sterjenning uzayishi Δl ga teng bo'ladi (5-rasm) Δl *absolyut cho'zilish* deyiladi va u quyidagicha ifodalanadi:



5-rasm

$$\Delta l = l_1 - l$$

Absolyut cho'zilish mm , sm , yoki m larda o'lchanadi. Absolyut cho'zilish sterjenning uzunligiga bog'liq bo'lib, cho'zilish deformatsiyasini xarakterlay olmaydi. Shu sababli sterjenlarning cho'zilish xarakteristikasi nisbiy bo'ylama

deformatsiya orqali belgilanadi. Absolyut cho‘zilishning sterjenning dastlabki uzunligiga bo‘lgan nisbatiga *nisbiy bo‘ylama deformatsiya* deyiladi va u ε harfi bilan belgilanadi:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} = \frac{l_1 - l}{l}$$

Nisbiy bo‘ylama deformatsiya o‘lchamsiz miqdordir. Materiallar qarshiligini yaxshi o‘rganish uchun nisbiy bo‘ylama deformatsiya bilan materialga ta’sir qiluvchi kuch orasidagi bog‘lanishni bilish talab qilinadi.

Har xil materiallar bilan o‘tkazilgan tajribalardan ko‘rinadiki, materiallarning elastik deformatsiyasi chegarasida absolyut bo‘ylama deformatsiya sterjenga ta’sir qilayotgan kuchga va uning uzunligiga to‘g‘ri proporsional, uning kesim yuzasiga teskari proporsional bog‘langan bo‘ladi. Bu bog‘lanish quyidagichadir:

$$\Delta l = \frac{Nl}{EF}$$

bunda E — proporsionallik koeffitsienti yoki elastiklik moduli. U *Yung moduli* ham deyiladi. Yung moduli nisbiy deformatsiya birga teng bo‘lgandagi, ya’ni cho‘zilayotgan namunaning uzunligini ikki marta orttirish uchun zarur bo‘lgan normal kuchlanish bilan o‘lchanadi. Yung modulining son qiymati elastik deformatsiya chegarasida o‘tkazilgan tajribalardan aniqlanadi va hisoblashlarda jadvaldan olinadi. Elastiklik moduli materiallarning cho‘zilishga yoki siqilishga qarshilik ko‘rsata olish xususiyatini bildiradi. EF ko‘paytma sterjen *kesim yuzasining birligi* deyiladi.

Yukoridagi formuladan ko‘rinadiki, EF birligi qancha katta bo‘lsa, absolyut bo‘ylama deformatsiya shuncha kichik, sterjenning uzunligi va unga ta’sir qilayotgan kuch qancha katta bo‘lsa, absolyut bo‘ylama deformatsiya Δl shuncha katta bo‘ladi. Agar formulaning chap va o‘ng tomonlarini l ga bo‘lsak va $\frac{N}{F}$ ekanligini e’tiborga olsak, quyidagi natijani olamiz: $\sigma = E\varepsilon$

Bu formuladan ko‘rinib turibdiki, normal kuchlanish nisbiy bo‘ylama deformatsiyaga to‘g‘ri proporsional ekan. Bunda E kattalik bu turdagi deformatsiya uchun elastiklik modulini ifodalaydi. Absolyut va nisbiy bo‘ylama deformatsiya formulalarini ingliz

olimi Robert Guk isbotlagan.¹ Shu sababli proporsionallik qonuni *Guk qonuni* deb nomlanadi.

4. Ko'ndalang deformatsiya. Poisson koeffitsienti.

Har qanday sterjen bo'yiga cho'zilsa, eniga torandi, yoki aksincha, bo'yiga qiskarsa, eniga kengayadi (5-rasm). Sterjen ko'ndalang kesim o'lchamlarining o'zgarishi *ko'ndalang deformatsiya* deyiladi. Agar geometrik o'q buylab cho'zilayotgan prizmatik sterjenning deformatsiyadan oldingi enini v va deformatsiyadan keyingi o'lchamini v_1 deb olsak, ko'ndalang deformatsiya (nisbiy ko'ndalang deformatsiya) quyidagicha topiladi:

$$\varepsilon' = \frac{b-b_1}{b} = \frac{\Delta b}{b}$$

Tajribalar ko'rsatadiki, agar sterjen materiallarning elastiklik chegarasida kuchlanish holatida bo'lsa, nisbiy ko'ndalang deformatsiya (ε') nisbiy bo'ylama deformatsiyaga to'g'ri proporsional bo'lib, faqat teskari ishoraga ega bo'ladi. $\varepsilon' = -\mu\varepsilon$

Bunda μ — proporsionallik koeffitsienti yoki ko'ndalang deformatsiya koeffitsientidir. Ko'ndalang deformatsiya koeffitsienti materialning elastiklik xarakteristikalaridan biri bo'lib, uni fransuz matematigi Poisson (1781 -1840) topganligi uchun u *Poisson koeffitsient* deb nom olgan. Uning qiymati nisbiy ko'ndalang va bo'ylama deformatsiyalarining absolyut qiymatlari nisbatiga teng: $\mu = \left| \frac{\varepsilon'}{\varepsilon} \right|$

Poisson koeffitsientining qiymati har xil materiallar uchun 0- 0.5 oralig'ida o'zgaradi.

Nazorat savollar:

1. Bo'ylama deformatsiya deb nimaga aytiladi?
2. Nisbiy bo'ylama deformatsiya tushunchasiga ta'rif bering.
3. $\Delta l = \frac{Nl}{EF}$ formulaga izoh bering.
4. Ko'ndalang deformatsiya deb nimaga aytiladi?

¹ Strength of materials. Doc. Ing. Miroslav Sochor. CSc. 2011 19-bet

5. Puasson koeffitsienti tushunchasiga ta'rif bering.

5. Materiallarning xossalari va ularning klassifikatsiyasi.

Mashina va inshoot qismlari uchun ishlatiladigan materiallar asosan ikki guruhga bo'linadi:

1. Plastik materiallar - deformatsiyalanish davrida sezilarli darajada o'lchamlarini o'zgartirib, uzilganida esa ma'lum darajada qoldiq deformatsiya qoldiradi (po'lat, mis, alyuminiy, duralyuminiy va boshqa qotishmalar).

2. Mo'rt materiallar - deformatsiyalanish davrining sezilmasligi va to'satdan uzilishi yoki singanda qoldiq (sezilarli darajada emas) deformatsiya bo'lmasligi bilan xarakterlanadi (cho'yan, beton, g'isht, tosh va boshqalar).

Ba'zi materiallar tashqi muhitning (bosim, temperatura va boshqalar) ta'siriga qarab *plastik* hamda *mo'rt* bo'lishi mumkin.

Mashinasozlikda materiallarni tanlashda metallarning *mexanik, fizik, texnologik* va *ximiyaviy* xossalariga katta ahamiyat beriladi.

Materiallarning *mexanik xossalariga* ularning mustahkamligi, elastikligi, plastikligi, qattiqligi va qovushoqligi kiradi.

Fizik xossalariga esa issiqlikdagi kengayuvchanligi, zichligi, magnit xossalari, rangi va elektr o'tkazuvchanligi kiradi. Ximiyaviy xossalariga issikbardoshligi, korroziyabardoshligi va boshqalar kiradi.

Texnologik xossalariga esa bolg'alanuvchanligi, payvandlanuvchanligi, kesib ishlash darajasi, toblanish chuqurligi va boshqalar kiradi.

Metallarning mustahkamligiga baho berishda ularning solishtirma mustahkamligi hisobga olinadi. Mustahkamlik chegarasining zichlikka bo'lgan nisbati *solishtirma mustahkamlik* deyiladi.

Qattiqlik jismlarning bir-biriga botish darajasi bilan aniqlanadigan qiymat bo'lib, bir jismning ikkinchi jismni botishiga qarshilik ko'rsatish xususiyatidir.

Qovushoqlik jismni tashqi zarbiy (dinamik) kuchlarga qarshilik ko'rsatish xususiyatidir.

Elektr o'tkazuvchanlik metallarning elektr oqimiga qarshilik ko'rsatish darajasi bo'lib, elektr qarshiligi kam bo'lgan metallar (mis, alyuminiy) elektr mashinasozligida, elektr qarshiligi yuqori bo'lgan qotishmalar (konstantin, nixrom) deformatsiya natijasida qarshiliklarning o'zgarishiga asoslangan o'lchov asboblarda (datchiklarda) foydalaniladi.

Emirilish mashina qismlarining bir-biriga doimiy tegib ishlashi davomida vujudga kelib, u yoki bu detallarning o'lchamlari kichiklashib yoki dumaloq kesim yuza ellips shakliga kelib qolishi mumkin. Bu ko'p jihatdan tegib turuvchi yuzalarning moylanib turishini va ifloslanmasliklarini talab etadi. Emirilishning oldini olishning yana bir yo'li emirilishga yaxshi chidaydigan materiallar: bronza, plastmassa va shu kabilarni qo'llashdir. Emirilish asosan kontakt kuchlanishga chidamsiz materiallarda sodir bo'ladi. Mustahkamligi katta bo'lgan materiallarni qo'llash yuli bilan emirilishni kamaytirish yoki yo'qotish mumkin. Emirilish mashinalarning ish rejimini buzadi va mahsuldorligini, tezligini kamaytiradi. Masalan, paxta terish mashinasi shiindelining ostki tayanchlarining emirilishi paxta terish sifatini kamaytiradi, paxtaning to'kilib ketishiga olib keladi. Ichki yonuv dvigatellarida gaz taqsimlash vallarining kulachoklarini emirilishi mashina dvigatelining ish rejimini buzadi, katta shovqin chiqishiga sabab bo'ladi, yuk tortish va tezligining kamayishiga olib keladi.

Materiallar qarshiligi fanida asosan materiallarning mustahkamlik, plastiklik va elastiklik (elastiklik moduli va Puasson koeffitsient) xarakteristiklari o'rganiladi. Bularni aniqlash, mexanik xarakteristikasini aniqlash talab etilgan materialdan namuna tayyorlab, uni cho'zishga yoki siqishga tekshirish yo'li bilan olib boriladi. Cho'zilish va siqilishga tekshirish o'zining soddaligi bilan boshqa xildagi tekshirishlarga qaraganda keng tarkalgan.

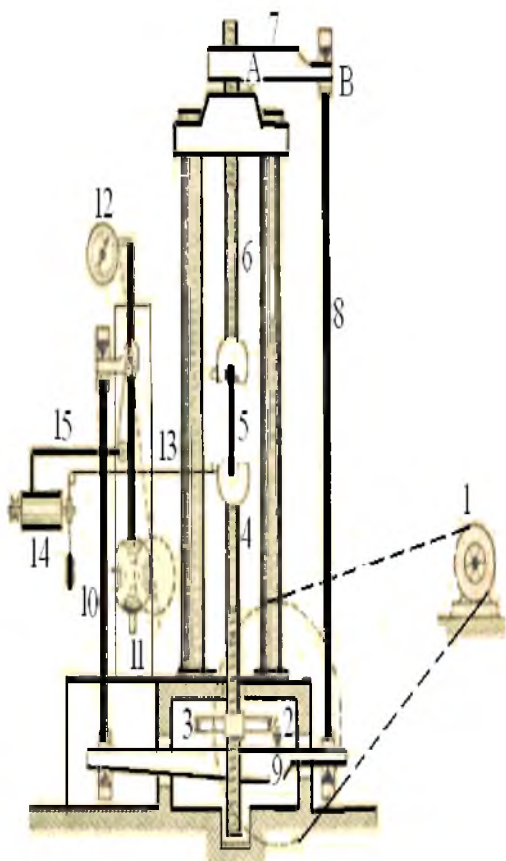
6. Chozilishni eksperimental tekshirish.

Silindrik yoki prizmatik shaklda namuna tayyorlanadi va uning uzunligi diametr bilan quyidagicha bog'lanishda bo'lishi kerak: $l = 10d$ yoki $l = 5d \cdot l = 100 \div 200 \text{ mm}$ ($d = 10 \div 20 \text{ mm}$) oralgida olinadi.

Yassi namuna. Yassi namuna o'lchamlari silindrik namuna o'lchamlariga fikran keltirib olinadi. Tekis namunaning ko'ndalang kesim yuzi F bo'lsa, shu yuzaga teng yuzali doiraviy namuna ko'ndalang kesimining diametri quyidagi-

cha aniklanadi: $F = \frac{\pi d^2}{4}$ $d = \sqrt{\frac{4F}{\pi}}$

Bu turdagi namunaning ish uzunligi bilan kesim o'lchamlari orasidagi bog'lanish quyidagicha bo'ladi: $l = 10d = 10 \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = 11,3\sqrt{F}$



Materiallarning cho'zilishini eksperimental tekshirish universal uzuvchi mashinalarda bajariladi. Hozirgi zamon konstruktorlari bunday sinash ishlarini olib borish uchun kam quvvatli mashinalardan richagli va gidravlik mashinalarga ega.

Richagli mashina (cho‘zilishda uzuvchi kuchi 5000 Kn.gacha bo‘lgan) ko‘rsatilgan.²

Mashina elektrodvigatel – 1 yordamida harakatga keltiriladi. Bunda Kirmak– 2 va shesternya – 3 yordamida namuna – 5 ni ushlab turgan sterjen – 4 ni tortadi. Yuqori sterjen - 6 vint asosida A nuqtada mashinaning staninasiga tayanib tyaga – 8 bilan V nuqtada sharnirli bog‘lanishdagi richag – 7 bilan bog‘langan. Tyaga – 8 mashinaning pastki qismida o‘rnatilgan richag – 9 bilan sharnirli bog‘lanishda. Richag – 9 mayatnik -11 bilan sharnirli bog‘lanishdagi tyaga – 10 ga sharnirli biriktirilgan. Vint – 4 pastga harakatlansa, namunani cho‘zilishda sterjen 6 ham pastga tushadi va 7– 8 – 9– 10 sharnirli – sterjenli sistemani harakatlantiradi, mayatnik – 11 esa vertikal vaziyatiga nisbatan ma’lum burchakka og‘ishadi va sistemani muvozanatlaydi.

7. Siqilishni eksperimental tekshirish.

Materiallarning siqilishdagi mexanik xarakteristikalarini aniqlash uchun ularning sof siqilishini ta’minlaydigan o‘lchamlarda silindrik, prizmatik va kub shaklida namunalar tayyorlanadiBunda namunaning uzunligi diametriga nisbatan $h = (1,5 \div 4) d$ qilib olinadi. Agar namuna ortiqcha uzunlikka ega bo‘lsa, unda siqilish deformatsiyasidan tashqari bo‘ylama egilish deformatsiyasi sodir bo‘lib, aniq natijani bermaydi.

Namunaning o‘lchamlari (h, d) asosan sinash mashinasining quvvatiga qarab tanlanadi. Namunalarni siqilishga tekshirish ham yuqorida ko‘rib o‘tilgan uzuvchi mashinalarda olib boriladi. Buning uchun mashina namunani siqilishga tekshirish uchun mo‘ljallangan moslamalar bilan jihozlanadi. Shuning uchun ham sinash mashinalari universal sinash mashinalari deyiladi.

Namunani siqilishga tekshirganda, cho‘zilishga tekshirgandagi kabi, siquvchi kuch bilan siqilish deformatsiyasini ko‘rsatuvchi absolyut qisqarish grafik tarzda yozib olinadi.

² Материаллар қаршилигини ўқитиш методикаси. Н.С. Бибутов 2010- 35 бет

Plastik materiallarning siqilish xarakteri va diagrammasi (6-rasm) berilgan.



6-rasm

Plastik material statik kuch ta'sirida sekin-asta qisqarib, oldin bochka shaklga, so'ngra yanada pachoqlashib yassi shaklga keladi. Bu vaqtda uning ko'ndalang kesim yuzasi kengayib, yuk ko'tarish qobiliyati borgan sari ortadi. (6-rasm)dan siqilish diagrammasi cho'zilish diagrammasi singari proporsionallik va oqish chegaralariga ega ekanligini ko'ramiz.

Chunki plastik material elastiklik deformatsiyasi chegarasida cho'zilishga ham, siqilishga ham bir xil ishlaydi. Diagramma S nuqtadan so'ng, (oqish chegarasi tugagandan so'ng) yuqoriga qarab kuch o'qiga (R) parallel bo'lishga intiladi. Mustahkamlik chegarasi (D nuqta) cheksizlikka intiladi. D nuqtaning cheksizlikda bo'lishi pachoklangan namunaning yana yuk ko'tarishi mumkinligini ko'rsatadi. Plastik materiallarning mustahkamlik, plastiklik va elastiklik xarakteristikalari bir xildir.

Mo'rt materiallarning siqilish xarakteristikasi va diagrammasi ko'rinishicha, siquvchi kuchning boshlang'ich qiymatlarida mo'rt material plastik deformatsiyalanadi, bilinar-bilinmas bochka shakliga keladi. Siquvchi kuch ma'lum bir qiymatga etganidan so'ng sterjen o'qiga taxminan 45° burchakli tekislikda birdaniga sinadi. Mo'rt materiallarning siqilish diagrammasidan siqilish deformatsiyasi bilan kuch oraligida proporsional bog'lanish yo'qligi ko'rinadi. Namunaning uzilish nuqtasi D da eng katta kuchlanish hosil bo'lib, unga siqilishdagi mustahkamlik chegarasi deyiladi:

$$\sigma_V = \frac{R_n}{F}$$

Bu diagrammani mo'rt materiallarning cho'zilish diagrammasi bilan solishtirib ko'rilsa, mo'rt materiallarning cho'zilishga nisbatan siqilishga yaxshi chidamliligini ko'rish qiyin bo'lmaydi.

Bundan kelib chiqadiki, mo‘rt materiallar asosan siqilish deformatsiyasi sodir bo‘ladigan qismlarda, mashinalarning ramalarida , tayanch, ustun va boshqalarda ishlatiladi.

8. Ta’sir etuvchi va ruxsat etilgan kuchlanish. Mustahkamlikni ta’minlash koeffitsienti.

Konstruksiya elementlarining kesim yuzasida hosil bo‘lgan va uning xavfsiz ishlashini (mustahkamligini) ta’minlash uchun olingan eng katta kuchlanish *ruxsat etilgan kuchlanish* deyiladi. U kvadrat qavs ichida $[\sigma]$ xarfi bilan belgilanadi. Ruxsat etilgan kuchlanish materialni mexanik tekshirishda aniqlangan xavfli chegaradagi kuchlanishdan bir necha marta kichik qilib olinadi. Kamaytiruvchi son ehtiyotlik koeffitsienti (mustahkamlikni ta’minlash koeffitsienti) deyiladi. U $[n]$ harfi bilan belgilanadi.

Demak, mo‘rt materiallar uchun ruxsat etilgan kuchlanish quyidagicha ifodalanadi: $[\sigma]_v = \frac{\sigma_v(\text{cho'zilish})}{[n]}$ $[\sigma]_s = \frac{\sigma_v(\text{siqilish})}{[n]}$

Bunda konstruksiyaning cho‘zilishga yoki siqilishga ishlashiga qarab σ_v ning qiymati o‘zgaradi.

Demak, ruxsat etilgan kuchlanish cho‘zilishga alohida, siqilishga alohida aniqlanadi.

Mo‘rt material singanda yoki uzilganda kam qoldiq deformatsiya qoldirib uziladi. Konstruksiyaning mustahkamligini ta’minlash uchun ehtiyotlik koeffitsienti katta qilib olinadi, ya’ni $[n] = 2,5 \div 5$.

Plastik materiallar uchun ruxsat etilgan kuchlanishni aniqlashda mustahkamlikning oqish chegarasidagi kuchlanish asos qilib, olinadi. Chunki plastik material oqish chegarasiga kelganda qoldiq qoldirib deformatsiyalanadi. Plastik materiallarning oqish chegarasi siqilishda ham, cho‘zilishda ham bir xil bo‘lganligi sababli, ruxsat etilgan kuchlanish quyidagicha olinadi: $\sigma = \frac{\sigma_{oq}}{[n]}$

bunda $[n] = 1, 4 \div 2$ - plastik materiallar uchun ehtiyotlik koeffitsienti.

Ehtiyotlik koeffitsienta $[n]$ konstruktsiya materiallariniig xossasiga, aniq ishlanishiga, vazifasiga, unga ta'sir qiluvchi kuchga, kuchlanishga va boshqa omillarga bog'lik. Ko'p ishlatiladigan turli xil materiallar uchun ruxsat etilgan kuchlanish $[\sigma]$ ning qiymati ilovada beriladi. Pl astik material uchun olingan ehtiyotlik koeffitsienti mo'rt material uchun olingan ehtiyotlik koeffnsientidan katta bo'ladi. Chunki plastik material plastik deformatsiyalar paydo bo'lgandan keyin ham emirilmaydi. Ehtiyotlik koeffitsienti mazkur material (namuna) uchun kuchlanishlarga σ_{oq} va σ_v tajriba orqali topiladigan qiymatlarining har xilligini, ta'sir etuvchi nagruzkani aniq o'lchash mumkin emasligini qabul qilingan hisoblash usullarining noaniqligini (gipotezalar); detalni tayyorlashda yo'l qo'uyilgan xatoliklarni va boshqalarni hisobga oladi.

Ruxsat etilgan kuchlanishlar $[\sigma]$ davlat standartlarida belgilanadi hamda loyihalarning texnik shartlari va normalarida keltiriladi. Texnik shartlar va normalarga amal qilish barcha injener-texnik xodimlar uchun majburiydir.

Ehtiyotlik koeffitsientini tanlashda , ya'ni ruxsat etilgan kuchlanishni belgilashda yuqorida aytib o'tilganlardan tashqari quyidagi omillarni ham e'tiborga olish zarur. 1. Materialning sifati va bir jinsliligi.

2. Mashinaning ishlash sharoiti va uning qancha muddat ishlashi.

3. Texnikaning rivojlanganlik darajasi (materialning tayyorlanish sifati, detallarg a ishlov berish aniqligi va hisoblash aniqligi).

Ehtiyotlik koeffitsientining kamayishi ruxsat etilgan kuchlanishlar qiymatini oshirishi mumkin. Natijada mustahkamligi ta'minlangan holda namuna engil, arzon, kam quvvat sarflanadigan hamda vazifasiga ko'ra tezyurar bo'lishi mumkin.

Masala. (Cho'zilishga va siqilishga mustahkamlik hisoblari)

1. Sterjenlarning og'irliklari hisobga olinmagan hol.

Bunda asosan ichki kuch, kuchlanish va deformatsiyalar aniqlanadi, mustahkamligi tekshiriladi yoki kesim tanlanadi.

Yechish tartibi:

1. Berilgan sterjen ma'lum tartibda qurilib, o'ng tomondan yordamchi chizma va epyuralar uchun joy qodiriladi.

2. Sterjen alohida-alohida kuch uchastkalariga bo'lib chiqamiz.

Tashqi kuchlar qo'yilgan ikkita kesim oralig'iga *kuch uchastkalari* deyiladi.

3. Har bir uchastkaning kesimlaridagi ichki kuchni topish uchun *kesish usulidan* foydalaniladi.

4. Sterjenning olib qolingani qismiga tashqi kuchlar (o'z og'irligiga) keltiriladi va muvozanat holatini saqlash uchun kuchlar quyiladi. So'ngra koordinata o'qlari tanlab tenglama tuziladi. ($\sum X = 0$) va ichki kuch topiladi.

5. Har bir uchastka kesimlari uchun kuchlanishlar topiladi.

6. Ichki kuch va kuchlanish epyurasi, sterjen yonida olingan a , v va a' , v l chiziqlar atrofiga ma'lum masshtabda quriladi. $K_N = \frac{N}{m} \left[\frac{H}{MM} \right]$; $K_\sigma = \frac{\sigma}{m} \left[\frac{H / MM^2}{MM} \right]$

7. Xavfli kesimning mustahkamligi tekshiriladi. $\sigma_{max} \leq [\sigma]$

8. Har bir uchastkalar uchun absolyut cho'zilish yoki siqilish hisoblanib

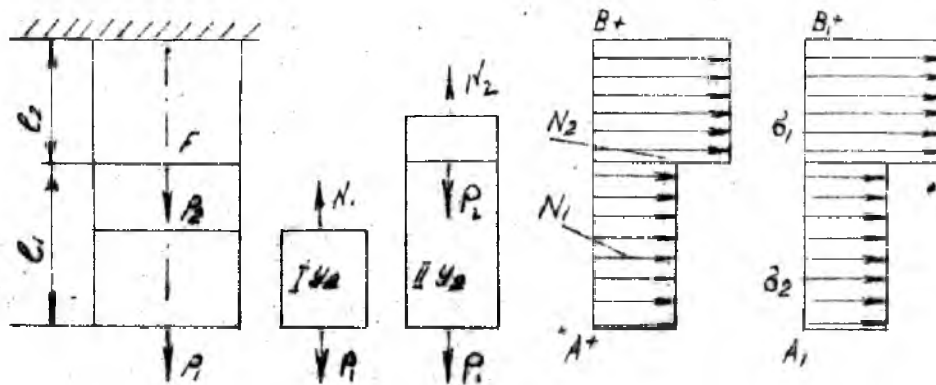
$$\Delta l_i = \frac{N_b l_i}{EF_i} \text{ va } \Delta l_{Gt} = \frac{G_b l_i}{2EF_i}$$

So'ngra *umumiy cho'zilish* topiladi: $\Delta l_{ym} = \Delta l_i + \Delta l_B + \Delta l_{B_1} + \dots + \Delta l_{B_n}$

Statik aniqmas masalalarni yechishda, aniqmaslik shartidan tayaanchlardagi reaksiya kuchlari topib olinadi, so'ngra statik aniq masala singari yechiladi.

Masala. Berilgan sterjenning ichki kuchi, kuchlanishi va absolyut cho'zilishi topilsin (N , σ , Δl). Kuchlanish va ichki kuchlarning epyuralari qurilsin. Mustahkamligi tekshirilsin.

Berilgan: $F = 110 \text{ mm}^2$, $l_1 = 2100 \text{ mm}$, $l_2 = 1100 \text{ mm}$, $R_1 = 11000 \text{ H}$, $R_2 = 11000 \text{ H}$
 $[\sigma] = 120 \text{ H/mm}^2$



Yechish:1. Ichki bo'ylama kuchni topish va epyurasini qurish.

1-uchastka, 1-1 kesim

$$\sum X = 0; N_1 - P_1 = 0; N_1 = P; N_1 = 11000H;$$

1-uchastkada sterjen cho'zilishga ishlaydi.

2-uchastka, 2-2 kesim $\sum X = 0; N_2 - P_2 - P_1 = 0; N_2 = P_2 + P_1;$

$$N_2 = 11000 + 11000 = 22000H;$$

2-uchastkada sterjen cho'zilishga ishlaydi.

Topilgan N_1 va N_2 larning qiymatiga ichki kuch epyurasini quramiz. Buning

uchun ichki kuch masshtabini tanlab olamiz. $K_N = \frac{N_1}{m_1} = \frac{11000}{110} = 100H / mm;$

Bunda $m_1 = 100 mm$, N_1 kuchning chizmadagi vektor uzunligi ixtiyoriy olinadi. N_2 kuchning vektor uzunligi yuqoridagi formuladan foydalanib

$$\text{topiladi } m_2 = \frac{N_2}{K_N} = \frac{31000}{100} = 310H / mm;$$

Ichki kuchning sterjen uzunligi bo'yicha o'zgarishini ko'rsatadigan chizmaga *epyura* deb ataladi.

Kuchlanishni topish va epyurasini qurish.

Buning uchun teng ta'sir etuvchi ichki kuchning kesim yuzaga nisbatida olinadi

$$\text{1-uchastka, 1-1 kesim} \quad \sigma_1 = \frac{N_1}{F} = \frac{11000}{110} = 100H / mm^2;$$

$$\text{2-uchastka, 2-2 kesim} \quad \sigma_2 = \frac{N_2}{F} = \frac{22000}{110} = 200H / m^2;$$

Topilgan σ_1 va σ_2 larning qiymatiga kuchlanish epyurasini quramiz.

$$K_{\sigma} = \frac{\sigma_1}{m'} H / \text{MM}^2 / \text{MM},$$

Kesim yuzalarining siljishini topish va epyurasini quramiz.

Absalyut cho'zilishni topamiz.

$$1\text{-uchastka, } 1-1 \text{ kesim } \Delta l_1 = \frac{N_1 l_1}{EF} = \frac{11000 \cdot 2100}{200000 \cdot 110} = 1,05 \text{ mm}$$

$$2\text{-uchastka, } 2-2 \text{ kesim } \Delta l_2 = \frac{N_2 l_2}{EF} = 1,1 \text{ mm}$$

$$\Delta l_{\text{yagm}} = \Delta l_1 + \Delta l_2 = 1,05 + 1,1 = 2,15 \text{ mm}$$

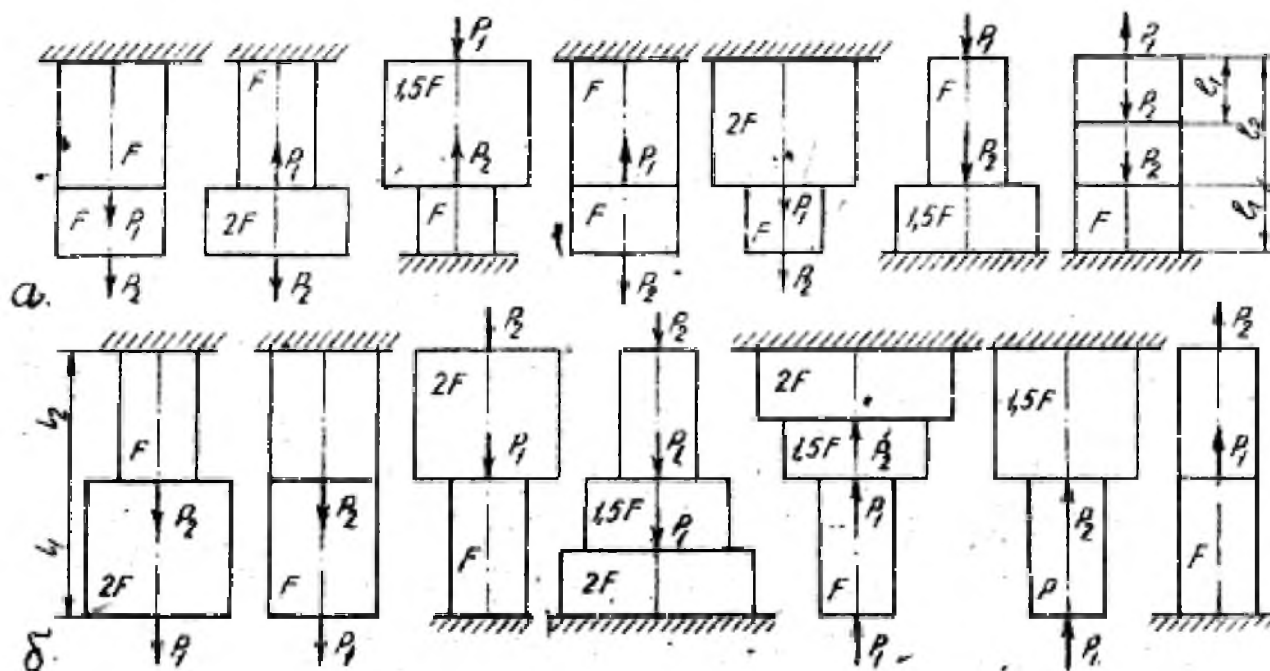
Sterjen kesim yuzasining mustahkamligini tekshiramiz. $\sigma_{\text{maz}} \leq [\sigma]$

1- uchastka $100 < [120]$ mustahkamligi qoniqarli.

2- uchastka $200 > [120]$ mustahkamligi qanoatlantirmaydi.

Mustaqil ishlash uchun masalalar.

Masala: Berilgan sterjenlarning kesim yuzalarida hosil bo'lgan ichki kuch, kuchlanishi va absolyut cho'zilishi (siqilish)lari topilsin, epyuralari qurilsin. Xavfli qirqim mustahkamligi tekshirilsin. (Qiymatlari 1-jadvalda).



(a) chizma uchun

N _o	Chizma	F [mm ²]	l ₁ [m]	l ₂ [m]	P ₁ [kN]	P ₂ [kN]	σ [N/mm ²]
----------------	--------	----------------------	--------------------	--------------------	---------------------	---------------------	------------------------

1	1	110	2,1	1,1	11	31	120
2	1	120	2,2	1,2	12	32	120
3	2	130	2,3	1,3	13	33	120
4	2	140	2,4	1,4	14	34	120
5	3	150	2,5	1,5	15	35	120
6	3	160	2,6	1,6	16	36	120
7	4	170	2,7	1,7	17	37	120
8	5	180	2,8	1,8	18	38	120
9	6	190	2,9	1,9	19	39	120
10	7	200	3,0	2,0	20	40	120

(b) chizma uchun

№	Chizma	F [mm ²]	l ₁ [m]	l ₂ [m]	P ₁ [kN]	P ₂ [kN]	σ [N/mm ²]
1	1	1100	100	50	50	100	150
2	1	1500	90	45	60	110	150
3	2	2000	80	40	70	120	150
4	2	2500	70	35	80	130	150
5	3	3000	60	30	90	140	150
6	3	3500	50	25	100	150	150
7	4	4000	40	20	110	160	150
8	5	4500	30	15	120	170	150
9	6	5000	20	10	130	180	150
10	7	5500	10	5	140	190	150

Masala. Berilgan sterjenning xususiy og'irliklarini hisobga olgan holda ichki kuch, kuchlanish va absolyut cho'zilishi topilsin ($N, \sigma, \Delta l$). Kuchlanish va ichki kuchlarning epyuralari qurilsin. Mustahkamligi tekshirilsin.

Berilgan: $F = 140 \text{ mm}^2$, $l_1 = 2,5 \text{ m} = 2500 \text{ mm}$, $l_2 = 1,4 \text{ m} = 1400 \text{ mm}$, $R_1 = 14000 \text{ H}$, $R_2 = 35000 \text{ H}$,

$[\sigma] = 120 \text{ H/mm}^2$, $\gamma = 7,8 \cdot 10^{-5} \text{ H/mm}^3$ (solishtirma og'irlik), $E = 2 \cdot 10^5 \text{ H/mm}^2$ (elastiklik moduli)

Yechish: Sterjen kesim yuzasida hosil bo'ladigan ichki kuch va kuchlanishni topish uchun kesish usulidan foydalanamiz. Sterjenning pastki, erkin uchidan x masofadagi kesim yuzasida hosil bo'ladigan ichki kuchni va kuchlanishni topish uchun shu masofada kesamiz va yuqori qismini tashlab yuborib, pastki qismining muvozanat holatini tekshiramiz. Muvozanatligi tekshirilayotgan qismning o'z og'irligi topib olamiz.

$$G = l\gamma F$$

$$G_1 = l_1 \gamma F = 2,5 \cdot 10^3 \cdot 7,8 \cdot 10^{-5} \cdot 140 = 2,73 \text{ H}$$

$$G_2 = l_2 \gamma F = 1,4 \cdot 10^3 \cdot 7,8 \cdot 10^{-5} \cdot 2 \cdot 140 = 3,05 \text{ H}$$

1-uchastka uchun ichki kuch, 1-1 kesim $0 \leq x_1 \leq l_1$

$$\sum X = 0; N_1 - P_1 - G_{1x} = 0; N_1 = P_1 + G_{1x};$$

Agar $x_1 = 0$ teng bo'lsa,

$$N_1 = P_1 = 14000 \text{ H}$$

Agar $x_1 = l_1$ teng bo'lsa,

$$N'_1 = P_1 + G_{1x} = 14000 + 2,73 = 14002,73 \text{ H}$$

Demak, $N_1 = 14000 \text{ H}$; $N'_1 = 14002,73 \text{ H}$;

1-uchastkada sterjen cho'zilishga ishlaydi.

2-uchastka uchun ichki , 2-2 kesim $0 \leq x_2 \leq l_2$

$$\sum X = 0; -N_2 + P_2 - P_1 - G_{2x} - G_{1x} = 0; N_2 = P_2 - P_1 - G_{2x} - G_{1x};$$

Agar $x_2 = 0$ teng bo'lsa,

$$N_2 = P_2 - P_1 - G_{1x} = 35000 - 14000 - 2,73 = 20997,27H$$

Agar $x_2 = l_2$ teng bo'lsa,

$$N'_2 = P_2 - P - G_{1x} - G_{2x} = 35000 - 14000 - 2,73 - 3,05 = 20994,22H$$

Demak, $N_2 = 20997,27H$ $N'_2 = 20994,22H$

Topilgan N_1 , N_2 va N'_2 , N'_1 larning qiymatiga ichki kuch epyurasini quramiz. Buning uchun ichki kuch masshtabini tanlab olamiz.

$$K_N = \frac{N_1}{m_1} = \frac{14000}{140} = 100H / mm;$$

Bunda $m_1 = 100 mm$, N_1 kuchning chizmadagi vektor uzunligi ixtiyoriy olinadi.

N_2 kuchning vektor uzunligi yuqoridagi formuladan foydalanib topiladi:

$$m_2 = \frac{N_2}{K_N} = \frac{20997,27}{100} = 210H / mm;$$

Ichki kuchning sterjen uzunligi bo'yicha o'zgarishini ko'rsatadigan chizmaga **epyura** deb ataladi.

Kuchlanishni topish va epyurasini qurish.

Buning uchun teng ta'sir etuvchi ichki kuchning kesim yuzaga nisbatida olinadi:

1-uchastka, 1-1 kesim

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{F} = \frac{14000}{140} = 100H / mm^2; \sigma'_1 = \frac{N'_1}{F} = \frac{14002,73}{140} = 100,02H / mm^2;$$

2-uchastka, 2-2

$$\text{kesim } \sigma_2 = \frac{N_2}{2F} = \frac{20997,27}{2 \cdot 140} = 75H / m^2; \sigma'_2 = \frac{N'_2}{2F} = \frac{20994,22}{2 \cdot 140} = 74,9H / m^2;$$

Topilgan σ_1 va σ_2 larning qiymatiga kuchlanish epyurasini quramiz.

$$K_\sigma = \frac{\sigma_1}{m'} H / mm^2 / mm;$$

Kesim yuzalarining siljishini topish va epyurasini quramiz.

Absolyut cho'zilishni topamiz.

$$\Delta l_1 = \frac{P_1 l_1}{EF} + \frac{P_1 l_2}{E2F} = \frac{14000 \cdot 2500}{200000 \cdot 140} + \frac{14000 \cdot 1400}{200000 \cdot 2 \cdot 140} = 1,25 + 0,35 = 1,6 mm$$

$$\Delta I_{P_2} = \frac{P_2 I_2}{E \cdot 2F} = -\frac{35000 \cdot 2500}{200000 \cdot 2 \cdot 140} \approx -0,9 \text{ MM}$$

$$\Delta I_{G_1} = \frac{G_1 I_1}{2EF} + \frac{G_1 I_2}{E2 \cdot F} = \frac{2,73 \cdot 2500}{2 \cdot 200000 \cdot 140} + \frac{2,73 \cdot 1400}{200000 \cdot 2 \cdot 140} = 1,3 \cdot 10^{-4} + 0,7 \cdot 10^{-4} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ MM}$$

$$\Delta I_{G_2} = \frac{G_2 I_2}{2E \cdot 2F} = \frac{2,73 \cdot 1400}{2 \cdot 200000 \cdot 2 \cdot 140} \approx 0,5 \cdot 10^{-4} \text{ MM}$$

$$\Delta I_{y_{MBM}} = \Delta I_{P_1} + \Delta I_{P_2} + \Delta I_{G_1} + \Delta I_{G_2} \approx 0,7 \text{ MM}$$

Sterjen kesim yuzasining mustahkamligini tekshiramiz. $\sigma_{maz} \leq [\sigma]$

140 N/mm² > 100,02 N/mm² sterjen mustahkamlik shartini qanoatlantiradi.

Siljish deformatsiyasi.

1. Siljish. Sof siljishdagi kuchlanish. Siljish uchun Guk qonuni.

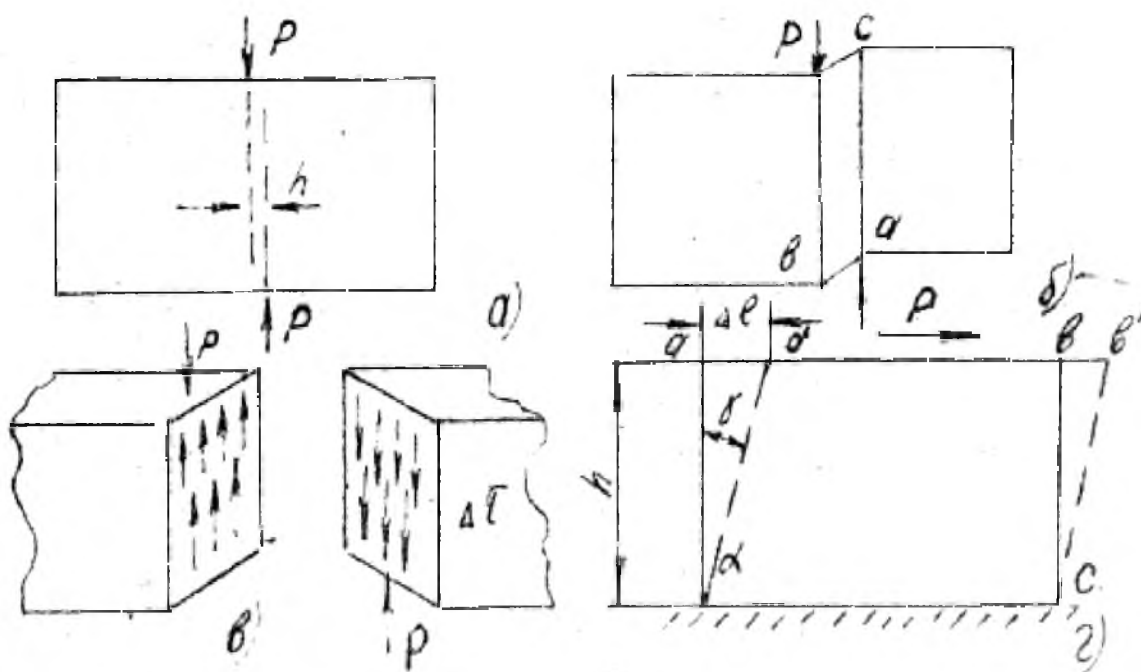
Sterjenlarni cho‘zilish va siqilishga tekshirganda ma’lum burchak ostida o‘tkazilgan tekislik bilan kesilgan qiya kesim yuzada normal va urinma kuchlanishlarning hosil bo‘ladi.

Mashina qismlari ish davrida, ba’zida faqat urinma kuchlanish ta’sirida bo‘lib, uning ta’siridan kesimlar siljishi, kesilishi yoki yorilishi mumkin. Siljish deformatsiyasi prizmatik brusga ko‘ndalang yo‘nalishda juda yaqin masofada ikkita qarama-qarshi kuch ta’sir etganda hosil bo‘ladi (7-rasm, a, b). Ko‘ndalang R va R_l kuchlar ta’sirida $a b$ kesim $c d$ kesimga nisbatan siljiganini ko‘rish qiyin emas. Bu prizmatik sterjen kuchni orttirish natijasida $a b$ va $c d$ tekisliklar oralig‘ida kesiladi.

Bolt yoki parchin mixlarning kesilishga ishlashi bunga misol bo‘la oladi. Mo‘rt materiallarni oddiy siqilishga tekshirishda namuna o‘qi bilan 45° burchak hosil qilgan kesim bo‘yicha ta’sir etuvchi urinma kuchlanishi ta’sirida yorilishi ham bunga misol bo‘la oladi.

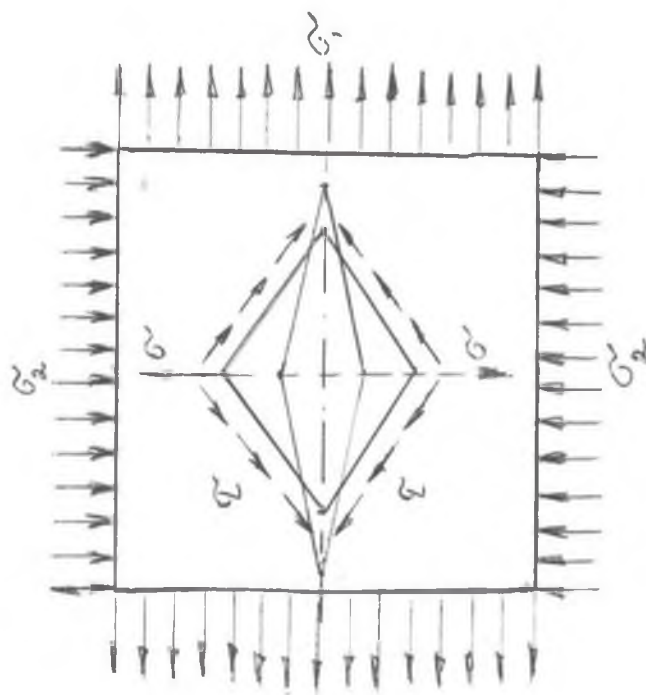
Qiya tekislikda hosil bo‘lgan normal va urinma kuchlanishlarni e’tiborga olib murakkab kuchlanish holatidagi brusdan romb shaklidagi elementni ajratsak, uning qirralarida normal va urinma kuchlanishlar teng bo‘lib, romb kirasida

choʻzuvchi normal kuchdan faqat urinma kuchlanish qolganligini koʻramiz (8-rasm). Shunday qilib $a b s d$ elementning yuzasida faqat urinma kuchlanishlar qoladi. Urinma kuchlanish holatidagi $a b s d$ elementning shakl oʻzgarishi *sof siljish*. deyiladi. Faqat urinma kuchlanish taʼsir qilayotgan yuzaga *sof siljish yuzasi* deyiladi. Sof siljishga ishlayotgan qirra kuch taʼsirida oʻz shaklini oʻzgartiradi.



7-rasm

Urinma kuchlanish holatidagi $a v s d$ element- ning shakl oʻzgarishi *sof siljish*. deyiladi. Faqat urinma kuchlanish taʼsir qilayotgan yuzaga *sof siljish yuzasi* deyiladi. Sof siljishga ishlayotgan qirra kuch taʼsirida oʻz shaklini oʻzgartiradi. Masalan, prizmatik shaklni bir tomonini erga mahkamlab, ikkinchi qarama-qarshi tomoniga kuch taʼsir ettirsak (7-rasm, g) a nuqtaning a' nuqtaga siljiganini koʻramiz. $a a'$ *absolyut siljish* deyiladi. $a a' = \Delta l$ absolyut siljishning balandlik h ga boʻlgan nisbati siljish natijasida hosil qilingan γ burchakning tangensini beradi: $\operatorname{tg} \gamma = \frac{\Delta l}{h}$



8-rasm

Burchak γ juda kichik bo'lganligi uchun burchak tangensini hisobga olmasa ham bo'ladi, u holda yuqoridagi formula quyidagicha yoziladi: $\gamma = \frac{\Delta l}{h}$

Siljish burchagi γ ga *nisbiy siljish* deyiladi.

Siljishga o'tkazilgan tajribalar ko'rsatadiki, absolyut siljish materiallarning elastiklik chegarasidagi deformatsiyada siljitish kuchi P bilan oralik h ga to'g'ri proporsional bo'lib, kesim yuzasiga teskari proporsionaldir: $\Delta l = \frac{Ph}{GF}$ (1)

bunda $1/G$ - *proporsionallik koeffitsienta*; G - *siljishdagi elastiklik moduli*; GF - *yuza birligi*.

Siljishdagi elastiklik moduli G materialning ko'ndalang siljishga qarshilik ko'rsatish qobiliyatini xarakterlaydi va u kuchlanish o'lchov birligida o'lchanadi. $\gamma = \frac{\Delta l}{h}$ va $\tau = \frac{P}{F}$ ekanligini e'tiborga olsak, yuqoridagi (1) formula quyidagi ko'rinishni oladi: $\tau = G\gamma$ (2)

Demak, urinma kuchlanish nisbiy siljishga to'g'ri proporsional bog'lanishda bo'ladi.

(1) va (2) formulalar siljish uchun *Guk formulasi*, ularning proporsionallik qonuni *Guk qonuni* deyiladi.

Izotrop materiallarning elastikligini xarakterlaydigan, choʻzilish va siqilishdagi E , siljishdagi G elastiklik moduli va koʻndalang deformatsiya koeffitsienta (Puasson koeffitsienti) μ qiymat bilan quyidagicha bogʻlanishda boʻladi. $G = \frac{E}{2(1+\mu)}$

Agar poʻlat uchun $E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$ va $\mu = 0,3$ ekanini eʼtiborga olsak siljishdagi elastiklik moduli $G = \frac{2,1 \cdot 10^5}{2(1+0,3)} \approx 0,8 \cdot 10^5 = 8 \cdot 10^4 \text{ N/mm}^2$ yoki $G = 0,4 E$ ekani kelib chiqadi.

2. Siljishda ruxsat etilgan kuchlanish.

Konstruksiya qismlarini siljish, kesilish va yorilishga hisoblashda ularni shu xildagi emirilishdan saqlash yoki uning oldini olish masalasi turadi. Konstruksiya qismlarining mustahkamligi quyidagi tengsizlikni qanoatlantirganda qoniqarli deb hisoblanadi: $\tau_{max} = \frac{P}{F} \leq [\tau]$

Bunda $[\tau]$ - kesilishdagi ruxsat etilgan kuchlanish. Kesilishdagi ruxsat etilgan kuchlanish ham choʻzilish va siqilishdagi singari tajriba yoʻli bilan aniqlanishi mumkin. Lekin siljish, kesilish deformatsiyalarining sof holda uchramasligi bu imkoniyatlarni bermaydi. Koʻpincha siljish boshqa xil deformatsiyalar (egilish va boshqa) bilan birga uchraydi. Demak, siljish deformatsiyasidagi qismlar tekis murakkab kuchlanish holatida boʻladi. Siljish deformatsiyasining tekis murakkab kuchlanish holatida boʻlishini eʼtiborga olib, ruxsat etilgan kuchlanishni mustahkamlik nazariyalariga asoslanib choʻzilish va siqilish deformatsiyasidagi ruxsat etilgan kuchlanish orqali topiladi:

1. Birinchi mustahkamlik nazariyasiga asosan:

$$\sigma_1 = \tau \leq [\sigma] \quad \text{yoki} \quad [\tau] \leq [\sigma]$$

yaʼni siljishdagi ruxsat etilgan kuchlanish choʻzilishdagi ruxsat etilgan

kuchlanishdan katta bo'lmashligi kerak.

2. Ikkinchi mustahkamlik nazariyasiga asosan:

$$\sigma_1 - \mu\sigma_3 = (\tau + \mu\tau) \leq [\sigma]$$

Po'lat uchun $\mu = 0,3$ ekanini e'tiborga olsak, urinma ruxsat etilgan kuchlanish $1,3\tau \leq [\sigma]$ yoki $[\tau] \leq 0,77[\sigma]$ ekani kelib chiqadi.

3. Uchinchi mustahkamlik nazariyasiga asosan:

$$\sigma_1 - \sigma_3 = \tau - (-\tau) = 2\tau \leq [\sigma] \quad \text{yoki} \quad [\tau] \leq 0,5[\sigma]$$

Yuqoridagilarni hisobga olib umumiy holda urinma ruxsat etilgan kuchlanish quyidagicha qabul qilinadi.

Mo'rt materiallar uchun: $[\tau] = (0,8 \div 1) \cdot [\sigma]$

Plastik materiallar uchun: $[\tau] = (0,5 \div 0,6) \cdot [\sigma]$

bunda $[\sigma]$ -cho'zilish va siqilishdagi ruxsag etilgan kuchlanish.

3. Ezilish.

Ezilish deformatsiyasi siqilish deformatsiyasining bir ko'rinishi bo'lib, u siljish deformatsiyasi bilan birga uchraydi. Kesimlarning siljishi kuchlarning kichik bir yuzaga konsentratsiyalanishiga olib keladi. Natijada ezilish sodir bo'ladi. Ezilishni hisobga olmaslik mashina qismlari ish rejimining buzilishiga olib keladi.

Mashina qismlarining ezilishga mustahkamligi yumshoq material uchun

quyidagicha aniklanadi: $\sigma_{ez} = \frac{P}{F} \leq [\sigma]_{ez}$

bunda $[\sigma]_{ez}$ - materiallarning ezilishga ruxsat etilgan kuchlanishi.

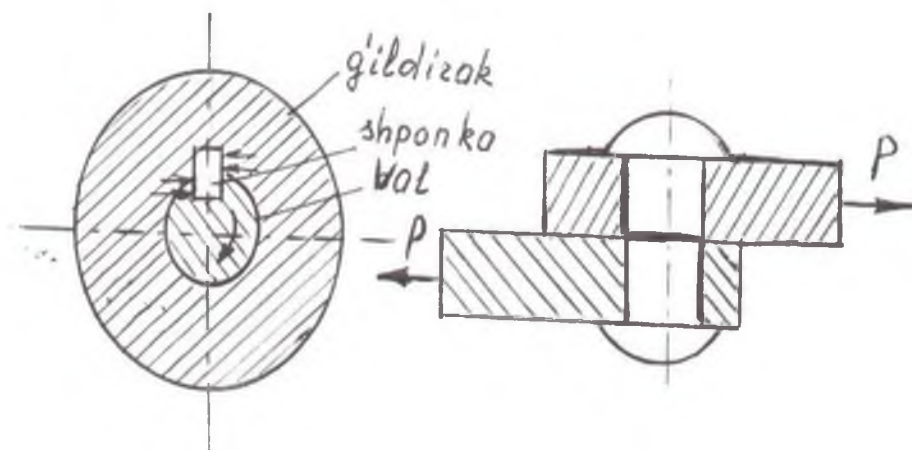
Ruxsat etilgan kuchlanish $[\sigma]_{ez}$ siqilishdagi ruxsat etilgan kuchlanish orqali

quyidagicha bog'langan: $[\sigma]_{ez} = (2 \div 2,5) \cdot [\sigma]$

(2 ÷ 2,5) - ko'effitsient ezilishning siqilishga nisbatan hajmiy ekanini ko'rsatadi.

4. Parchin mixli birikmalarni hisoblash.

Siljish deformatsiyasi kesilish, yorilish va ezilish deformatsiyalari bilan birga keladi. Masalan, val aylanma xarakatni shkivga, tishli g'ildirakka va muftaga uzatishda val bilan g'ildirak teshigi oralig'idagi ariqchaga (pazga) kiydirilgan shponka butun uzunligi bo'yicha ezilishi, kesilishi yoki yorilishi mumkin (9-rasm)



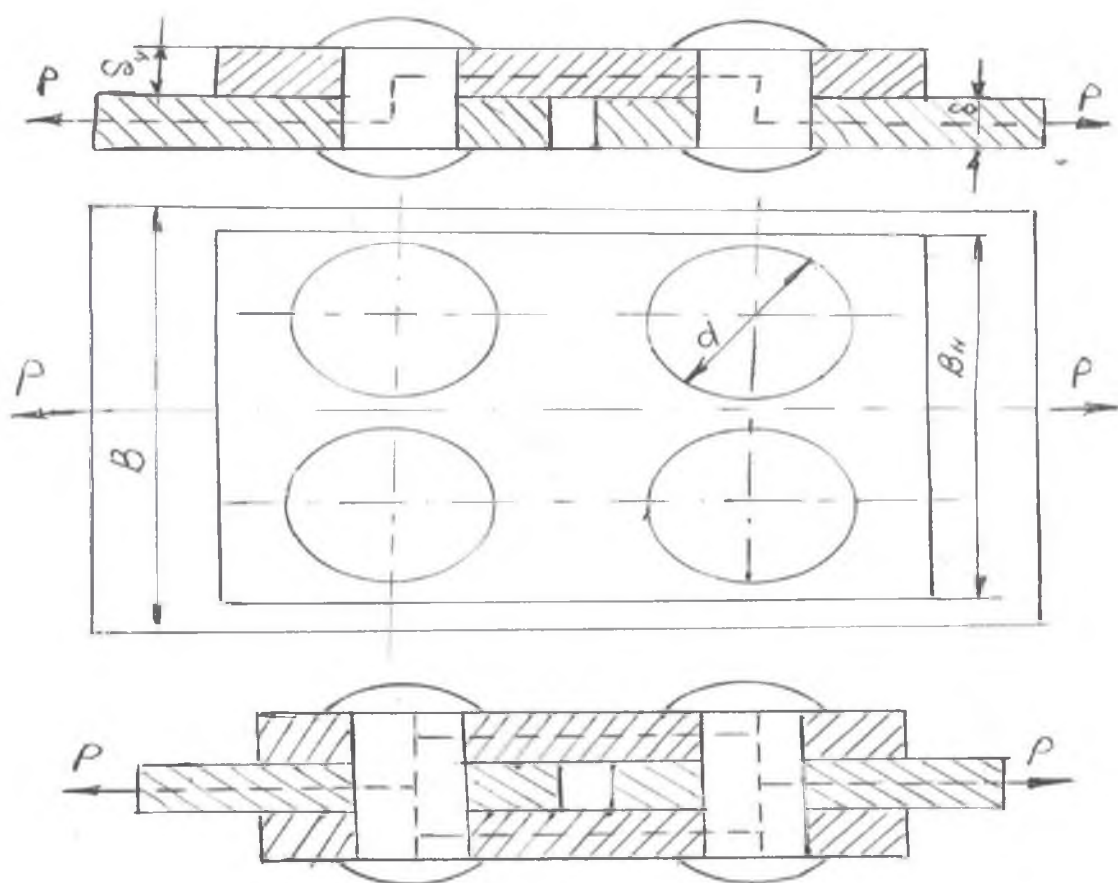
9-rasm

Shu jumladan ikki detalii biriktiruvchi bolt, parchin mix, shtiftlarga geometrik o'qlari bo'yicha tik yo'nalishda kuch ta'sir etganda ular ezilishga va kesilishga ishlaydi (9-rasm,b). Ustma-ust ulangan payvand birikmalarda payvand chok ham siljish va kesilishga ishlaydi.

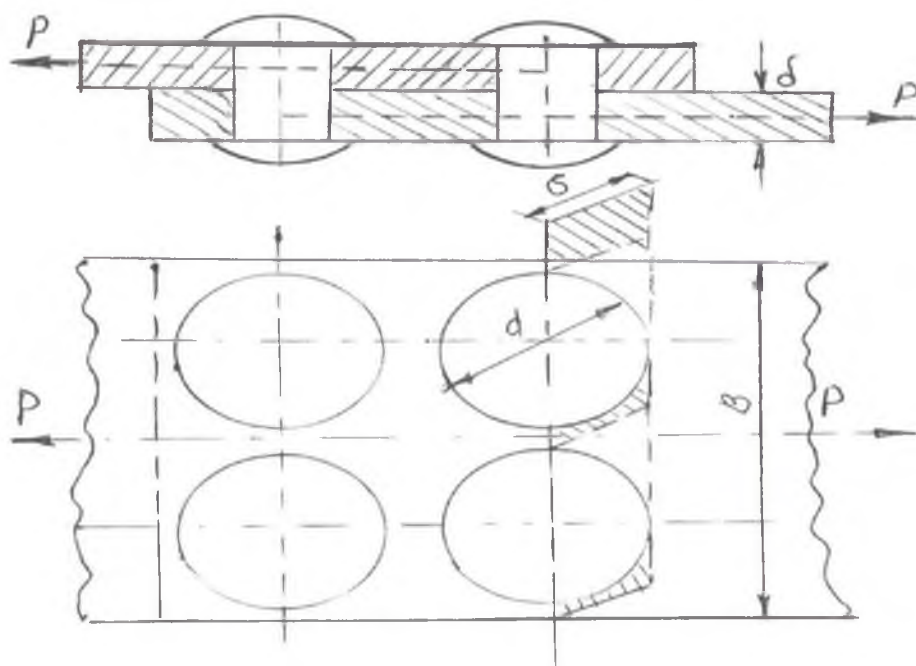
Parchin mixlar odatda, birikma chokining vazifasi va parchinlanayotgan mix materialiga qarab, yumshoq po'latdan, misdan, alyuminiydan va boshqa qotishmalardan yasaladi.

Parchin mixli birikmalar ikki xil bo'ladi:

1. Uchma-uch ulangan birikmalar (10-rasm)
2. Ustma-ust ulangan birikmalar (11-rasm) .



10-rasm



11-rasm

Agar listlar bir tekislikka qo'yilib, ustqo'yma orqali biriktirilsa, bunday birikma *uchma-uch birikma* deyiladi. Agar ikki list bir-birining ustiga qo'yilib biriktirilsa, bunday birikma *ustma-ust birikma* deyiladi.

Bir ustqo'ymali uchma-uch birikmada va ustma-ust birikmada parchin mix o'qiga tik yo'nalishda, birikmaga cho'zuvchi yoki siquvchi kuchlar ta'sir etishi mumkin. Bu kuchlarning bir listdan ikkinchi listga o'tish sxemasi punktirli chiziklar bilan ko'rsatilgan. Kuch ta'sir chiziklaridan ko'rinib turibdiki, parchin mix bir-biriga juda yaqin qarama - qarshi kuchlar ta'sirida bo'lar ekan. Bu kuchlar

ta'sirida parchin mix listlar oralig'ida kesilib, list teshigining tegishgan devorida eziladi. Parchin mixning kesilishga hisobi uning mustahkamlik shartidan

$$\text{topiladi. } \tau_q = \frac{P}{F} \leq [\tau]_q$$

bunda $F = n F_q$ — umumiy kesilish yuzasi.

$F_q = nd^2/4$ — bitta parchin mixning koʻndalang kesim yuzasi. Bularni oʻrniga

$$\text{kuysak} \quad \tau_q = \frac{P}{n \frac{\pi d^2}{4}} \leq [\tau]_q$$

$$\text{Parchin mixlar soni: } n = \frac{4P}{[\tau]_q \cdot \pi d^2}$$

$$\text{Parchin mixning diametri: } d = \sqrt{\frac{4P}{\pi \cdot n \cdot [\tau]_q}}$$

Yuqorida koʻrilgan misolda parchin mix bir tekislikda kesiladi, u *bir kesimli parchin mixli birikma* deyiladi (10-rasm, a, 11-rasm, 9-rasm, a, b)

Ikki ustqoʻymali uchma-uch birikmada parchin mix ikki tekislikda kesiladi.

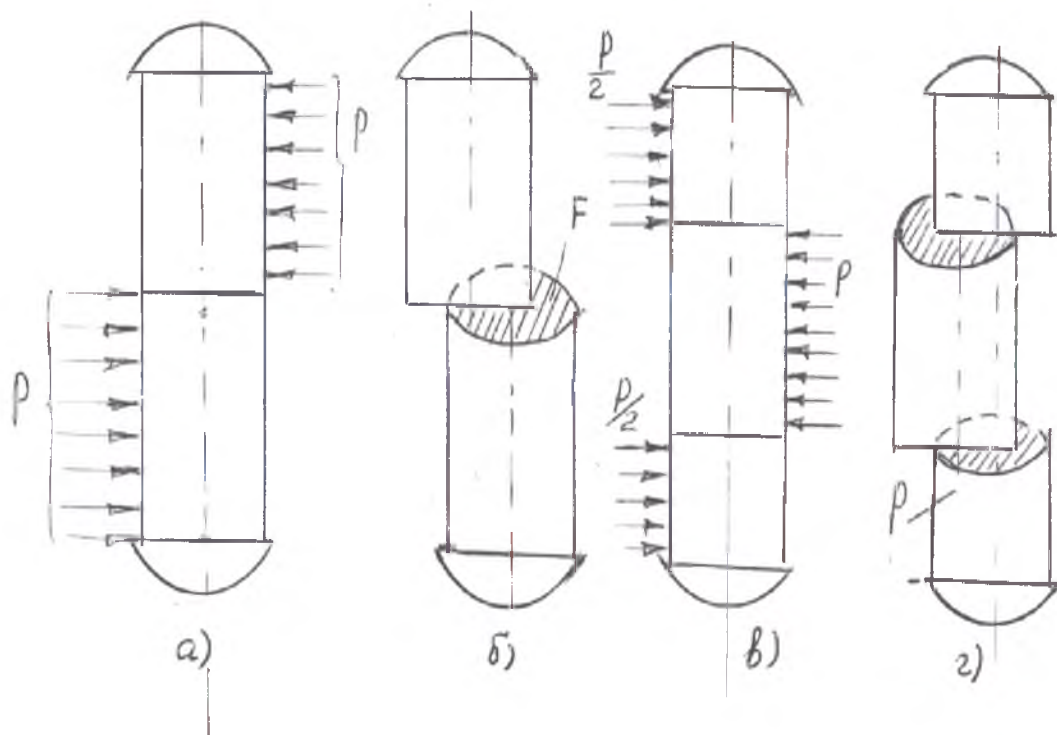
(10-rasm, b, 12-rasm, b, g). Bunday holda umumiy kesilish yuzasi $F = 2n$

$F = 2nF_q = 2n \frac{\pi d^2}{4}$. Bu qiymatni mustaxkamlik sharti formulasiga qoʻysak: .

$$\tau_q = \frac{P}{2n \frac{\pi d^2}{4}} \leq [\tau]_q$$

$$\text{Parchin mixlar soni } n = \frac{2P}{[\tau]_q \cdot \pi d^2}$$

$$\text{Parchin mix diametri: } d = \sqrt{\frac{2P}{\pi \cdot n \cdot [\tau]_q}}$$



12-rasm

Parchin mixning diametri list teshigining diametriga qaraganda kichik bo'ladi. Shuning uchun birikma kuch ta'sirida bo'lganida parchin mixning sterjen qismi teshik devorlarining kuch yunalishiga qarama - qarshi tomoniga tegib ezila boshlaydi (10-rasm). Ezilish yuzasini topish uchun parchin mix kesimining list teshigi ichida bir tomonga surilib qolishini, yarim yoy byyicha listga to'lik tega olmasligini va tegish nuqtasining s chuqurligida kuchlanish maksimal bo'lib, "a" va "b" nuqtalarda esa ezilish kuchlanishi nolga teng bo'lishini e'tiborga olsak, ezilish yuzasini kuchlanishning o'rtacha qiymatiga to'g'ri keladigan, taxminan teshik diametridan o'tuvchi tekislik yuzasida qabul qilish mumkin, ya'ni $F_{ez} = d\delta$

Parchin mixning diametri yoki mixlar soni mustakamlik formulasidan

$$\text{foydalanib topiladi: } \sigma_{ez} = \frac{P}{F} \leq [\sigma]_{ez}$$

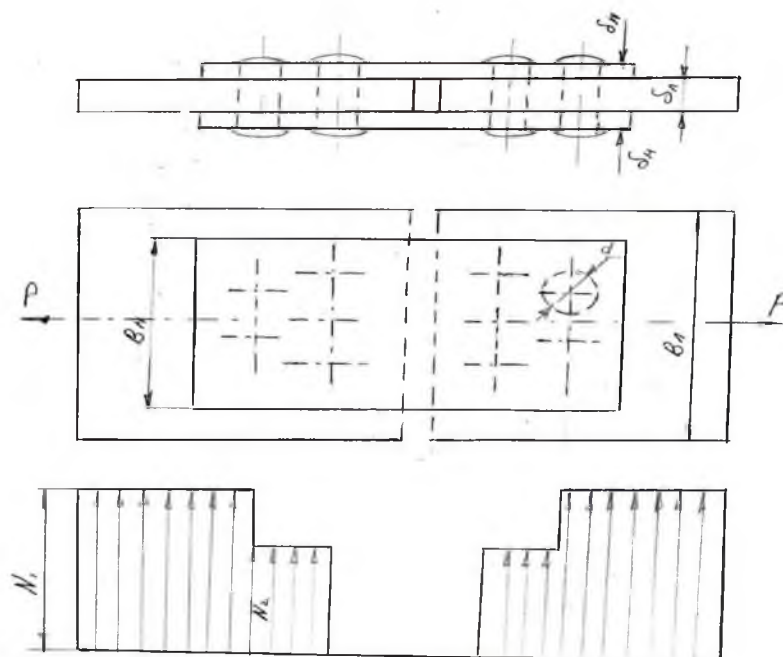
bunda $F = nF_{ez} = nd\delta$ - umumiy ezilish yuzasi; $F_{ez} = d\delta$ - bitta parchin mixning ezilish yuzasi qalinligi kichik bo'lgan list uchun hisoblanadi, p - parchin mixlar

soni. Demak, $\frac{P}{nd\delta_{min}} \leq [\sigma]_{ez}$ bundan $n = \frac{P}{d\delta_{min} \cdot [\sigma]_{ez}}$

Siljish va ezilish deformatsiyalariga doir masalalar ishlash.

Masala. Parchin mixli birikmaning yuk ko'tarish qobiliyati (ruxsat etilgani) cho'zilishga, ezilishga, qirqilishga mustahkamlik shartidan topiladi?

Berilgan: $l_l = 240 \text{ mm}$; $l_u = 210 \text{ mm}$; $\delta_l = 13 \text{ mm}$; $\delta_u = 8 \text{ mm}$; $d = 19 \text{ mm}$;
 $[\tau]_q = 100 \text{ N/mm}^2$; $[\sigma]_{ch} = 140 \text{ N/mm}^2$; $[\sigma]_e = 240 \text{ N/mm}^2$; $n = 5 \text{ dona}$



Yechish:

1. Cho'zilishga mustahkamlik sharti yuk ko'tarish qobiliyatini tekshiramiz.

$$\sigma_{cho'z} = \frac{R}{F_{min}} \leq [\sigma]_{cho'z}$$

F_{min} - list(F_1) yoki ustqo'yma (F_n) ning zaiflashgan yuzasi

$$R = [\sigma]_{cho'z} \cdot F_{min}$$

$$F_1 = B_1 \cdot \delta_1 - 3d\delta_1 = \delta_1 \cdot (B_1 - 3d) = 13 \cdot (240 - 3 \cdot 19) = 13 \cdot 183 = 2379 \text{ mm}^2$$

$$F_n = (B_n \cdot \delta_n - 3d\delta_n) \cdot 2 = 2 \cdot (240 \cdot 8 - 3 \cdot 19 \cdot 8) = 2 \cdot (1920 - 456) = 2 \cdot 1464 = 2928 \text{ mm}^2$$

$$R = [\sigma]_{cho'z} \cdot F_{min} = 140 \cdot 2379 = 333060 \text{ N} = 333,06 \text{ kN}$$

2. Ezilishdagi mustahkamlik shartidan parchin mixning yuk ko'tarish

$$\text{qobiliyatini aniqlaymiz: } \sigma_{ez} = \frac{R}{nF_{ez}} \leq [\sigma]_{ez}$$

$$F_{ez} = \delta_l \cdot d = 13 \cdot 19 = 247 \text{ mm}^2$$

F_{ez} – parchin mixning ezilish yuzasi.

$$R = [\sigma]_{ez} \cdot F_{ez} \cdot n = 240 \cdot 247 \cdot 5 = 296400 \text{ N} = 296,4 \text{ kN}$$

3. Parchin mixning qirqilishga mustahkamlik shartidan yuk ko'tarish

$$\text{qobiliyatini hisoblaymiz: } \tau_{qr} = \frac{R}{mnF_{qr}} \leq [\tau]_{qr}$$

F_{qr} – parchin mixning qirqilish yuzasi.

m – qirqilishlar soni

$$F_{qr} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 19^2}{4} = 283,4 \text{ mm}^2$$

$$R = [\tau]_{qr} \cdot F_{qr} \cdot n \cdot m = 100 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 283 = 283000 \text{ N} = 283 \text{ kN}$$

Ruxsat etilgan nagruzka $R_{min} = 238 \text{ kN}$

4. List uchun ichki kuch epyurasini quramiz. (fikran kesish metodi yordamida)

$$5. \quad N_1 = P = 238000 \text{ H}$$

$$N_2 = P - \frac{2\pi}{n} = \frac{3P}{5} = \frac{3 \cdot 238000}{5} = 169800 \text{ H}$$

$$N_3 = P - \frac{3\pi}{n} = \frac{2P}{5} = \frac{2 \cdot 238000}{5} = 113200$$

Masala. Payvand birikmaga doir.

Payvand birikma ham parchin mixli birikma singari, ajralmaydigan birikmalar qatoriga kirib, bunday birikma bir qancha afzalliklari tufayli hozirgi vaqtda keng tarqalgan. Uning afzalliklari; payvandlangan chok foydali yuza hisoblanadi. Nisbatan yengil choklar zich bo'lgani tufayli suyuqlik va gazlarni o'tqazmaydi, konstruksiyasi sodda, arzon va boshqalar. Payvand birikma xam parchin mixli birikma singari ikki xil bo'ladi: 1. Uchma-uch payvand birikma 2. Ustma-ust payvand birikma

Uchma-uch payvand birikmada payvandlangan listlar bir tekislikka qo'yilib oraliq-tirqish payvand chok elektrod bilan to'ldiriladi. Payvand chok ulanadigan listlarning qalinligiga qarab harxil bo'ladi.

1. Listlar qalinligi $\delta = 8$ mm gacha bo'lganda payvand chok qalinligi 1.5mm

2. Listlar qalinligi $\delta = 10 \div 16$ mm bo'lganda -1.5 ÷ 2 mm

3. Listlar qalinligi $\delta = 12 \div 40$ mm oraliqda bo'lganda- 2-3mm bo'ladi. Bunda payvand chok x shaklida yani ikki tomolama payvand qilinadi.

Uchma-uch birikmalar cho'zilish yoki siqilish deformatsiyasiga ishlaydi.

Chokning mustaxkamligi quyidagi formula yordamida tekshiriladi. $\sigma = \frac{P}{F} \leq [\sigma]$

Bunda: σ -chok kesim yuzasida hosil bo'lgan haqiqiy kuchlanish;

$[\sigma]$ -chok materiali uchun ruxsat etilgan kuchlanish.

U list materialining ruxsat etilgan kuchlanishi orqali quyidagicha olinadi cho'zilishga ishlanayotgan chok uchun $[\sigma]_u = (0,6 \div 0,8)[\sigma]$; siqilishga ishlanayotgan chok uchun $[\sigma]_c = (0,75 \div 0,9)[\sigma]$ list materialining ruxsat etilgan kuchlanishi $[\sigma]$, chok kesimining yuza $F = \delta l$, bunda l -payvand chokning uzunligi. Mustaxkamlikni tekshirish formulasi yordamida birikmaning yuk ko'tarish qobiliyati topiladi.

Masala: Berilgan payvand birikmaning burchaklikka qo'yilgan yukni bexavotir ko'tarili-shi uchun kerak bo'lgan chok uzunligi topilsin va konstruktiv jihatdan joylashtirilsin? Burchaklik nomeri 3,2

Berilgan: $N=3,2$; $[\sigma]_i = 120 \text{ H/mm}^2$; $[\tau]_{qr} = 60 \text{ H/mm}^2$; $b = 32 \text{ mm}$; $d = 4 \text{ mm}$; $F = 2,43 \text{ cm}^2 = 243 \text{ mm}^2$; $z_0 = 0,94 \text{ cm} = 9,4 \text{ mm}$.

Yechish : 1. Burchaklik cho'zilishga ishlashini hisobga olib, mustahkamlik shartidan yuk ko'tarish qobiliyatini

topamiz: $\sigma_{qr} = \frac{P}{F} \leq [\sigma]_{qr}$ $R = [\sigma]_{cho'z} \cdot F = 243 \cdot 120 = 29160 \text{ N}$

2. Payvand chokining uzunligini qirqilishga mustahkamlik shartidan topamiz:

$$\tau_k = \frac{P}{F} \leq [\tau]_k \quad F_{qr} = 0,7dl - \text{chokning qirqilish yuzasi} \quad \frac{P}{0,7dl} \leq [\tau]_k$$

$$l - \text{chokning umumiy uzunligi} \quad l = \frac{P}{0,7 \cdot d \cdot [\tau]_{qr}} = \frac{291600}{0,7 \cdot 4 \cdot 60} = 173,6 \text{ mm}$$

Chokning umumiy uzunligini birikmaning konstruktiv xususiyatlariga qarab, old va yon choklarga (l_{old} , l_{yon1} , l_{yon2}) bo'lib chiqamiz. $l_{yon1} > l_{yon2}$, chunki burchaklikning og'irlik markazi kuchning ta'sir qilish chizig'i b balandlikning o'rtasida o'tmaydi.

1. $l_{old} = b = 32 \text{ mm}$ - old chok uzunligi, " l " burchaklik balandligiga teng qilib olinadi. Demak, umumiy uzunlik quyidagi taqsimlanadi.

$$l = l_{old} + l_{yon1} + l_{yon2} = 173,6 \text{ mm}$$

undan yon choklar uzunligi topiladi:

$$l_{yon} = l_{yon1} + l_{yon2} = l - l_{old} = 173,6 - 32 = 141,6 \text{ mm}$$

2. Birinchi (l_{yon1}) yon chok uzunligini topamiz, bunda R kuch burchaklik balandligining o'rtasidan o'tmasligini ko'ramiz:

$$l_{yon1} = l_{yon} \cdot \frac{b - Z_0}{b} = 141,6 \cdot \frac{32 - 9,4}{32} = 99,12 \text{ mm}$$

Ikkinchi (l_{yon2}) yon chok uzunligini topamiz:

$$l_{yon2} = l_{yon} \cdot \frac{Z_0}{b} = 141,6 \cdot \frac{9,4}{32} = 41,064 \text{ mm}$$

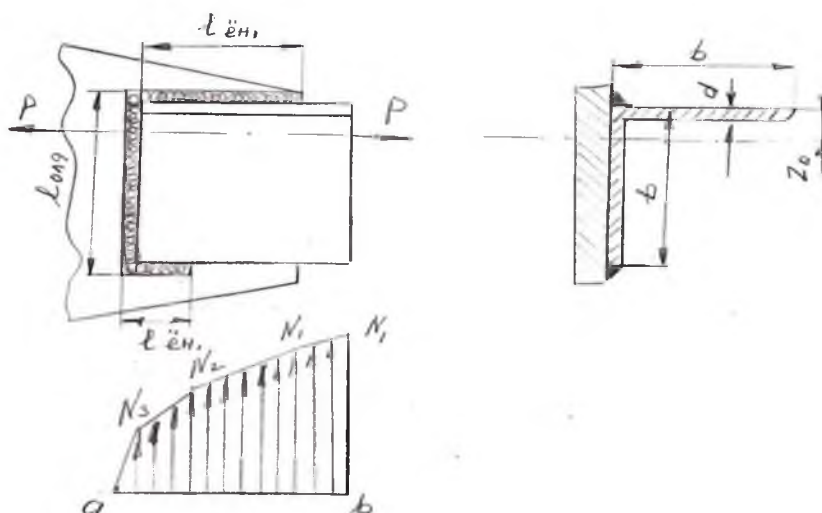
3. Burchaklikning kesim yuzasiga, uzunlik bo'yicha, to'g'ri kelgan ichki kuchni topamiz va epyurasini quramiz. $N_1 = P = 29160 \text{ H}$

$$\frac{N}{0,7dl} \leq [\tau]_{\kappa} \text{ formuladan } N = 0,7d[\tau]_{qr} l_i \text{ foydalanamiz.}$$

l_i - qir qilgan kesimdan qolgan chok bo'lagining uzunligi.

$$N_2 = 0,7d[\tau]_{qr} (2 l_{yonl} + l_{old}) = 0,7 \cdot 4 \cdot 60 (2 \cdot 41,1 + 32) = 19185,6 \text{ N}$$

$$N_3 = 0,7d[\tau]_{qr} l_{old} = 0,7 \cdot 4 \cdot 60 \cdot 32 = 5376 \text{ N}$$



Mustaqil ishlash uchun masalalar.

Berilgan parchin mixli birikmaning (2-jadvalga qaralsin) yuk ko'tarish qobiliyati (ruxrasat etilgani) konstruksiya elementlarining qir qilishga, uzilishga va ezilishga mustahkamlik shartlaridan topilsin va plastinkalarning (shveller) ichki kuch epyuralari qurilsin. Berilgan payvand birikmalarining (3-jadvalga qaralsin) yuk ko'tarish qobiliyati (ruxsat etilgan) va chok uzunligi topilsin, burchaklik prokat bo'ylab taqsimlangan ichki kuch epyurasi qurilsin.

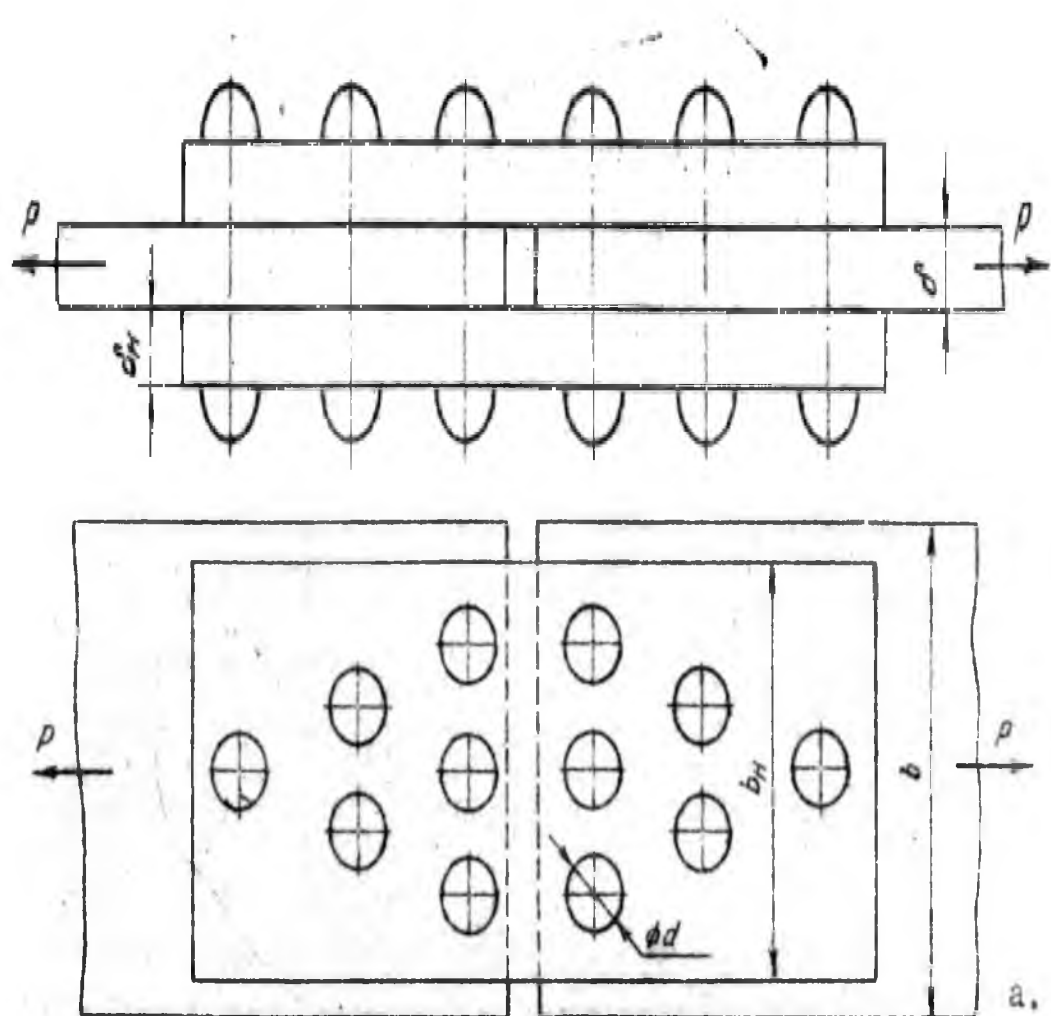
Parchin mixli birikmalarining o'lchamlari.

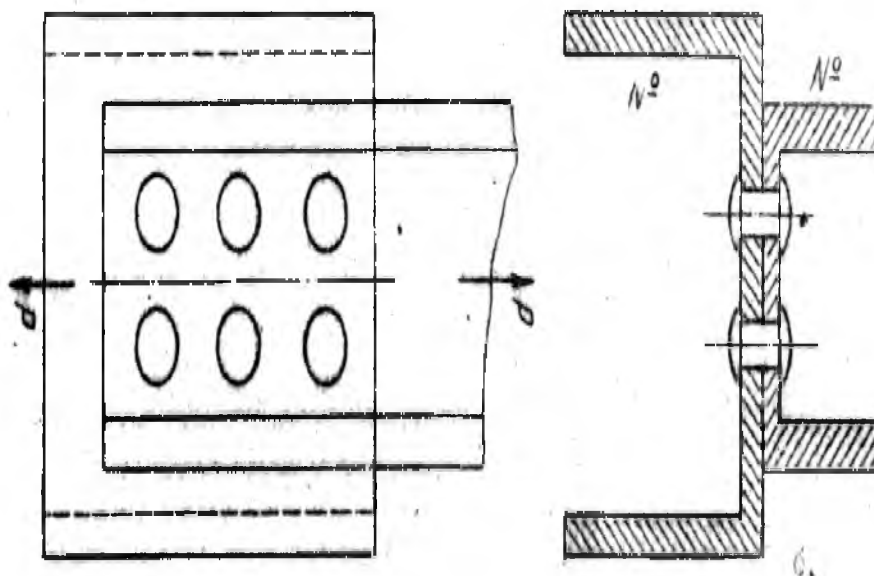
3-jadval

№	V ₁ (mm)	V _u (mm)	δ _l (mm)	δ _u (mm)	d(mm)	n(dona)	σ _{ch} [N/mm ²]	σ _e [N/mm ²]	τ [N/mm ²]	Shveller №
1	200	180	12	6	12	3	160	320	140	-
2	200	180	8	5	10	4	160	280	200	10-20

3	240	210	13	7	16	5	140	240	100	-
4	250	230	14	6	18	5	150	280	120	23-25
5	300	280	16	8	20	6	150	260	110	-
6	200	180	13	7	15	6	160	320	100	20-18
7	180	300	12	7	14	4	140	240	120	-
8	300	320	14	7	18	7	140	260	100	30-32
9	220	360	16	7	20	4	150	280	140	-

Eslatma: shifr nomeri 2,4,6,8,0 lar bilan boshlangan talabalar shvellerli birikmani olishlari kerak.



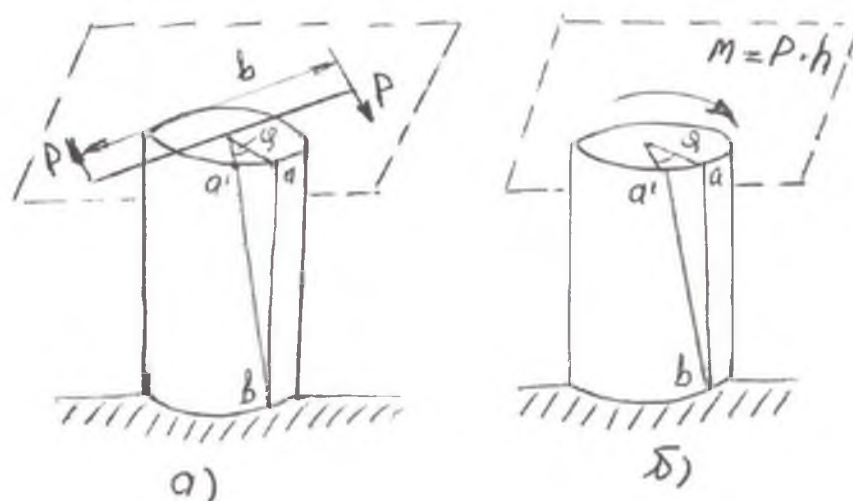


N _o		Burchaklik N _o	d (mm)	σ [N/mm ²]
1	a	7,5	5	160
2	b	8	8	140
3	a	11	8	150
4	b	10	8	130
5	a	12	12	160
6	b	14	12	140
7	a	16	10	130
8	b	14	10	150
9	a	16	12	160
10	b	20	14	140

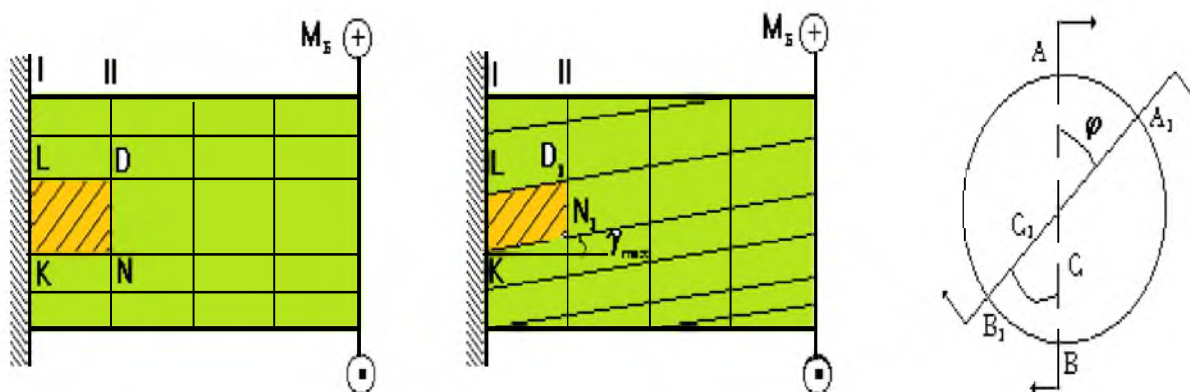
Buralish deformatsiyasi

1. Buralish deformatsiyasi haqida tushuncha.

Agar bir uchi bilan qistirilgan silindrik sterjenning ikkinchi erkin uchiga sterjenning geometrik o'qiga tik tekislikda yotuvchi juft kuch ta'sir ettirilsa, sterjenning erkin uchi qistnirilgan uchiga nisbatan buraladi. Demak, *buralish deformatsiyasi* sodir bo'ladi (13-rasm, *a*, *b*). Sterjen sirtida olingan sterjen o'qiga parallel *a b* chizik buralish natijasida *a^l b* vaziyatni olib erkin uchining φ burchakk *a* buralganini ko'rsatadi. φ burchak *buralish burchagi* deyiladi.

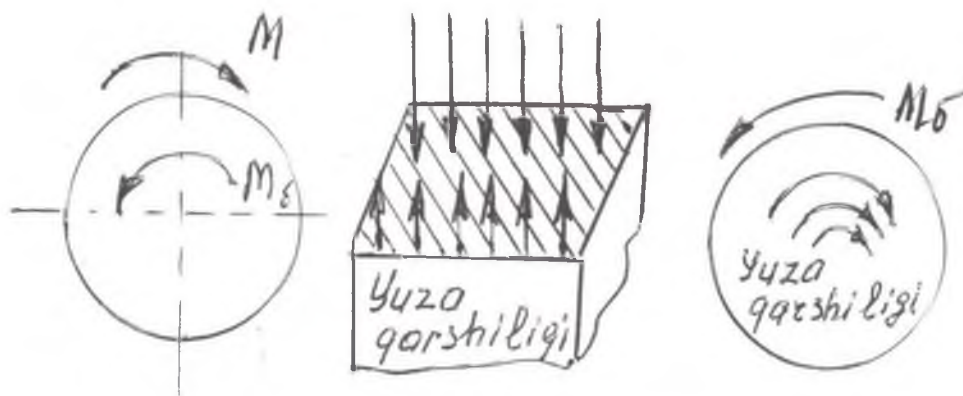


13-rasm



Buralish deformatsiyasida ham, siqilish va choʻzilish deformatsiyasidagi singari ichki kuchning kuchlanishi va deformatsiya qiymatlari kesish metodi va Guk qonuni asosida aniqlanadi. Sterjenning deformatsiyasi materiallarning elastiklik chegarasida tekshiriladi. Buralish deformatsiyasiga ishlaydigan silindrik sterjenga *val* deyiladi. Buralishdan hosil boʻlgan ichki burovchi moment kesim tekisligida yotib, tashqi moment yoʻnalishiga teskari yoʻnalishda

aylanma harakatda bo‘ladi (14-rasm a). Tashqi va ichki momentlarni bir-biridan farq qilish uchun tashqi momentni M harfi bilan, ichki momentni (ichki burovchi moment) bilan belgilaymiz.



14-rasm (a,b,v)

Burovchi moment yo‘nalishidagi doira yuza qarshiligi uchun qo‘llasak yuza nuqtalari doira markaziga nisbatan aylanma harakatda bo‘lishini ko‘ramiz (14-rasm a,b). Bu aylanma harakatdagi qarshilik ko‘rsatuvchi yuzaga buralishdagi qarshilik momenti deyiladi. Demak, bu xildagi yuzalarni bilmasdan turib, buralish deformatsiyasini o‘rganish qiyin.

2. Tekis kesim yuzalarining geometrik xarakteristikalarini.

Cho‘zilish va siqilish, kesilish deformatsiyalarida sterjenlarning mustahkamligi, bikrligi va ularda hosil bo‘ladigan kuchlanish asosan ko‘ndalang kesim yuza F ga bog‘liqdir. Buralish, egilish va murakkab qarshilik deformatsiyalariga ishlayotgan sterjenlarda mustahkamlik va boshqalarni yuzaning boshqa murakkab xarakteristikalariga bog‘likligi ko‘rinadi. Ular shu xarakteristikalarni o‘rganishni taqozo etadi. Bu xarakteristikalar tekis yuzasining *statik momenta*, *inersiya momenta* va *qarshilik momentlaridir*.

Kesim yuzaning statik momenti

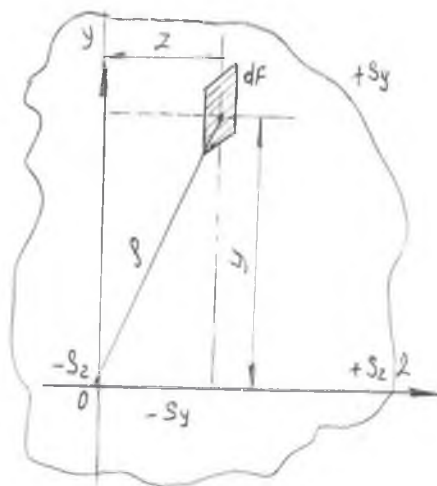
Kesim yuzaning ixtiyoriy o'qqa nisbatan *statik momenti* deb, kesimdan ajratilgan elementar dF yuzachaning yuzacha markazidan o'qqacha bo'lgan masofaga ko'paytmasining butun kesim yuza bo'yicha olingan integraliga aytiladi. Statik moment S harfi bilan belgilanadi va indeksiga uning nomi qoyiladi (15-rasm) :

$$S_z = \int_F dF \cdot y \quad S_u = \int_F dF \cdot z$$

n ta bo'lakchadan tashkil topgan murakkab shakl uchun statik moment

$$\text{quyidagicha yoziladi: } S_z = \sum_{i=1}^n S_z^i \quad S_y = \sum_{i=1}^n S_y^i$$

bunda S_z^i va S_y^i — i qismning z va y o'qlariga nisbatan statik momentlari, S_z va S_y — o'qlarga nisbatan olingan statik momentlarning yig'indisi.



15-rasm

Kesimning og'irlik markazini S harfi bilan, uning koordinata o'qlarigacha bo'lgan masofalarini z_S va y_S bilan belgilasak, og'irlik markazining koordinatalarini topish formulasi kelib chiqadi. $Y_C = \frac{S_{z1}}{F}$ $Z_C = \frac{S_{y1}}{F}$

$$\text{Murakkab shakl uchun: } Y_C = \frac{\sum S_z^i}{\sum F_i} = \frac{F_1 y_1 + F_2 y_2}{F_1 + F_2} \quad Z_C = \frac{\sum S_y^i}{\sum F_i} = \frac{F_1 z_1 + F_2 z_2}{F_1 + F_2}$$

Agar kesim yuzaning og'irlik markazi ma'lum bo'lsa, uning o'qlariga nisbatan statik momenti formulaga asosan quyidagicha topiladi:

$$S'_Z = Y_C \cdot F \qquad S'_{Y_1} = Z_C \cdot F$$

Kesim yuzaning inersiya momentlari

1. Biror o'qqa nisbatan kesim yuzaning inersiya momenti deb, shu kesimdan ajratilgan elementar yuzachaning o'qqacha bo'lgan masofaning kvadratiga ko'patmasining butun kesim yuza bo'yicha olingan integraliga aytiladi (15-rasm). U J harfi bilan belgilanadi:

$$J_y = \int_F dF \cdot z^2$$

$$J_z = \int_F dF \cdot y^2$$

2. Kesim yuzaning qutb inersi momenti deb, shu yuzadan ajratilgan elementar yuzachaning koordinatalar boshigacha bo'lgan oraliq kvadratiga ko'paytmasining butun yuza bo'yicha olingan integraliga

aytiladi (15-rasm): $J_\rho = \int_F dF \cdot \rho^2$

3. Kesim yuzaning markazdan qochirma inersiya momenti deb, kesim yuzadan ajratilgan elementar yuzachaning yuzacha markazidan bir-biriga perpendikulyar ikki o'qqacha bo'lgan masofaga ko'paytmasining butun yuza bo'yicha olingan integraliga aytiladi. U J_{zy} bilan belgilanadi:

$$J_{zy} = \int_F z \cdot y \cdot dF$$

J_z , J_y , J_{zy} lar tekis kesim yuzalarning markaziy o'qlariga nisbatan olingan inersiya elementlari bo'lib, ularga parallel bo'lgan o'qlarga nisbatan olingan inersiya momentlari quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$J_{y_1} = J_y + b^2 F \qquad J_{z_1} = J_z + a^2 F \qquad J_{z_1 y_1} = J_{yz} + abF$$

Demak, tekis kesim yuzaning markaziy o'qlariga parallel yo'nalgan o'qlarga nisbatan inersiya momentlari, shu yuzadan markaziy o'qlarga nisbatan olingan inersiya momentlari bilan o'qlar oralig'i kvadratining kesim yuzasiga ko'paytmasining yig'indisiga teng.

3. Burovchi moment. Burovchi moment epyuralari.

Texnologik jarayonlarni bajaruvchi stanoklar qanday foydali ish (metallarni kesish, randalash, to'qish, tikish, muqovalash va. h. k.) bajarishlaridan qat'iy nazar, aylanma harakatni to'g'ri chiziqli harakatga aylantirish bilan ma'lum operatsiyani bajarishga asoslangan bo'ladi. Aylanma harakat esa elektr dvigatel orqali mashina yoki stanoklarning asosiy valariga beriladi. Demak, val mashina va stanoklarni harakatga keltiruvchi asosiy elementdir.

Mashina va stanoklarni harakatga keltiruvchi vallarning kuchi asosan quvvatlarda N (ot kuchi yoki kilovatlarda), bir minutdagi aylanishlar sonida (n , ayl/min) beriladi.

Aylanma kuchning quvvat bilan bog'lanish formulasi nazariy mexanikadan

ma'lum $N = M\omega$ [Vt] bunda N - (vatt) quvvat $M = \frac{N}{\omega}$ [$N \cdot m$]

$$\omega = \frac{\pi n}{30} \text{ - aylanayotgan shkiv burchak tezligi.}$$

Agar moment tenglamasiga aylanma kuch va tezlik ifodasini qo'ysak,

$$\text{quyidagini olamiz: } M = \frac{30N}{\pi n} \approx 9,55 \frac{N}{n} [H \cdot m]$$

$$\text{Bundan } N = \frac{M \cdot n}{9,55} [vatt]$$

Agar valning quvvati kilovatda berilgan bo'lsa, ($N = \text{kvt}$).

$$M = 9,55 \cdot \frac{N \cdot 10^3}{n} [N \cdot m] \text{ bo'ladi.}$$

Bunda n -valning aylanish soni (ayl/min).

Shunday qilib, valning aylanma harakati qanday kuch, quvvat ifodasida berilmasin, uni burovchi moment qiymatiga aylantirib olishimiz mumkin.

Valning ko'ndalang kesimidagi ichki kuchni (burovchi momentni) topish uchun fikran kesish usulidan foydalanamiz. Buning uchun val uzunligini uchastkalarga bo'lib va har bir uchastkani alohida-alohida kesamiz.

Burovchi momentlarni ishoralari valning mustaxkamlik hisobiga ta'sir etmaydi. Lekin momentlarni ishoralarini hisobga olish maksimal momentni

topish va ularning grafigini qurishda katta ahamiyatga ega. Shuning uchun momentlarning aylanish yo'nalishlari quyidagicha ifodalanadi. Agar muvozanat holati tekshirilayotgan val kesilgan bo'lagining kesimiga tik qaraganimizda ichki burovchi moment soat strelkasi aylanish yo'nalishida ta'sir etsa, musbat ishorada, aksincha, manfiy ishorada olinadi (16-rasm, v, g).

4. Burovchi moment epyurasi.

Val uchastkalarining kesimlarida topilgan burovchi momentlar orqali valning butun uzunligi bo'yicha moment o'zgarishini ifodalaydigan grafik *burovchi moment epyurasi* deyiladi. Bu grafikni qurish uchun tekshirilayotgan val o'kiga parallel *AB* chiziqni olamiz. So'ngra burovchi momentning qiymatini chiziqning ustiga (agar ishorasi musbat bo'lsa) yoki tagiga (agar ishorasi manfiy bo'lsa) ma'lum masshtabda chiziqqa tik ravishda o'lchab qo'yamiz va uchlarini tutashtirib yopiq ko'pburchak holidagi grafikii hosil qilamiz (16-rasm, d) . Qurilgan epyuradan ko'rinadiki, momentlarning qiymati har bir uchastka uchun o'zgarmas bo'lib, tashqi moment qo'yilgan kesimda pog'onali o'zgaradi.

O'zgarmas kesim yuzali valning xavfli kesimi maksimal burovchi moment to'g'ri kelgan uchastkada bo'ladi. Valga ta'sir qiluvchi burovchi momentlarning o'rnini almashtirish yo'li bilan hamma kesimlarning mustahkamligini ta'minlash mumkin. Buning uchun burovchi momentlarning qiymatlari uchun qurilgan epyuralarni analiz qilib, harakatga keltiruvchi manbani (etakchi) val o'rtasiga keltirib, uning ikki tomoniga foydali ish bajarish uchun sarf bo'ladigan momentlar qo'yiladi. Faqat shu yo'l bilangina valning mustahkamligini ta'minlash va materiallarni tejash mumkin.

(16-rasm, d) . Qurilgan epyuradan ko'rinadiki, momentlarning qiymati har bir uchastka uchun o'zgarmas bo'lib, tashqi moment qo'yilgan kesimda pog'onali o'zgaradi.

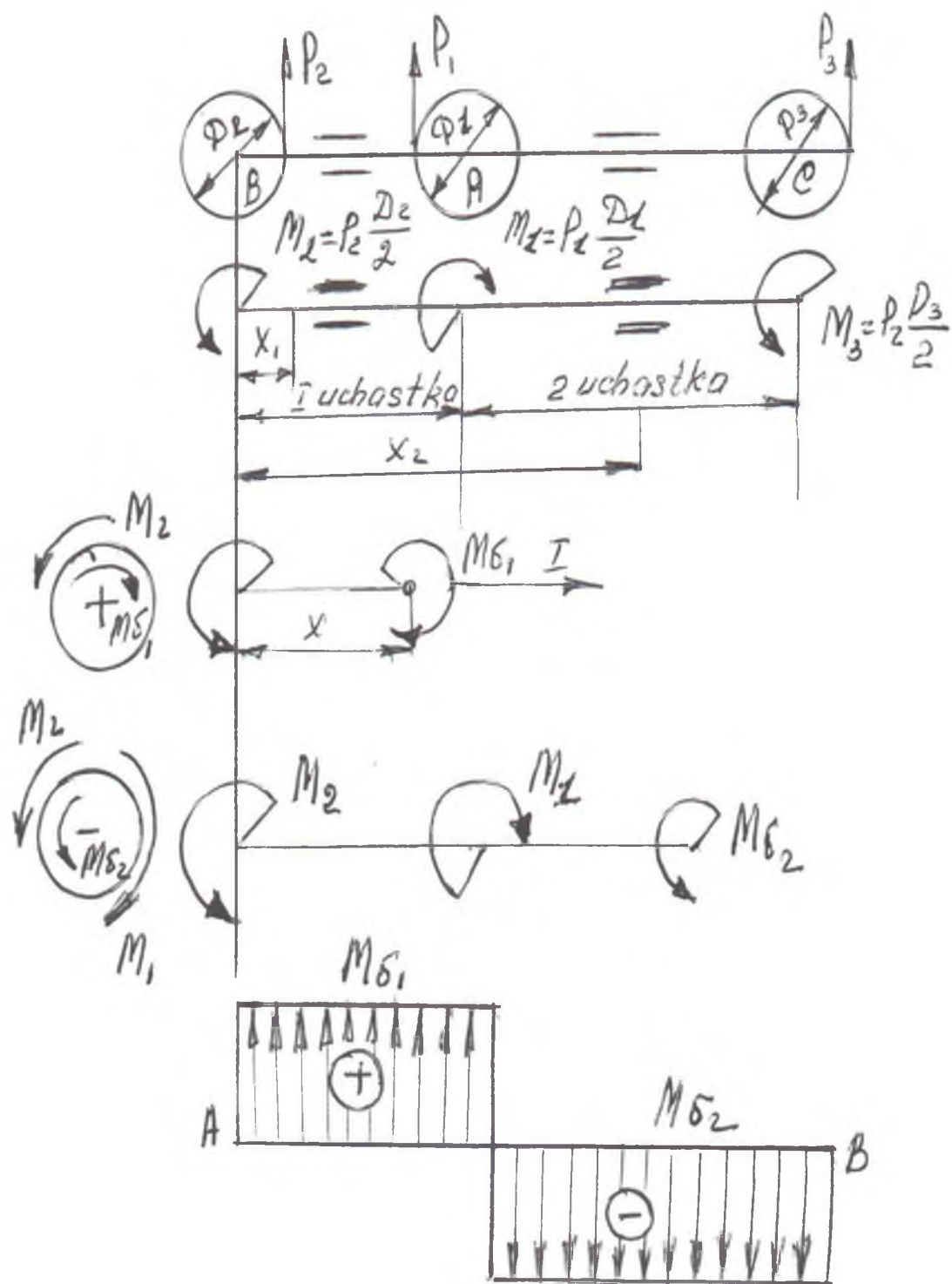
Doiraviy kesim yuzali to'g'ri valni buralishdagi kuchlanish va deformatsiyasi.

Buralishga ishlayotgan sterjenlarning hisobi tajriba yo'li bilan olingan quyidagi gipotezalarga asoslanadi:

1 . Sterjenning deformatsiyagacha bo'lgan tekis dumaloq ko'ndalang kesim yuzasi deformatsiyadan keyin ham tekis va dumaloqli gicha qoladi.

2. Radius chizig'i deformatsiyadan keyin ham to'g'ri chiziqligicha qoladi, ya'ni qiyshaymaydi, sinmaydi, faqat oldingi holatdan ma'lum burchakka buraladi.

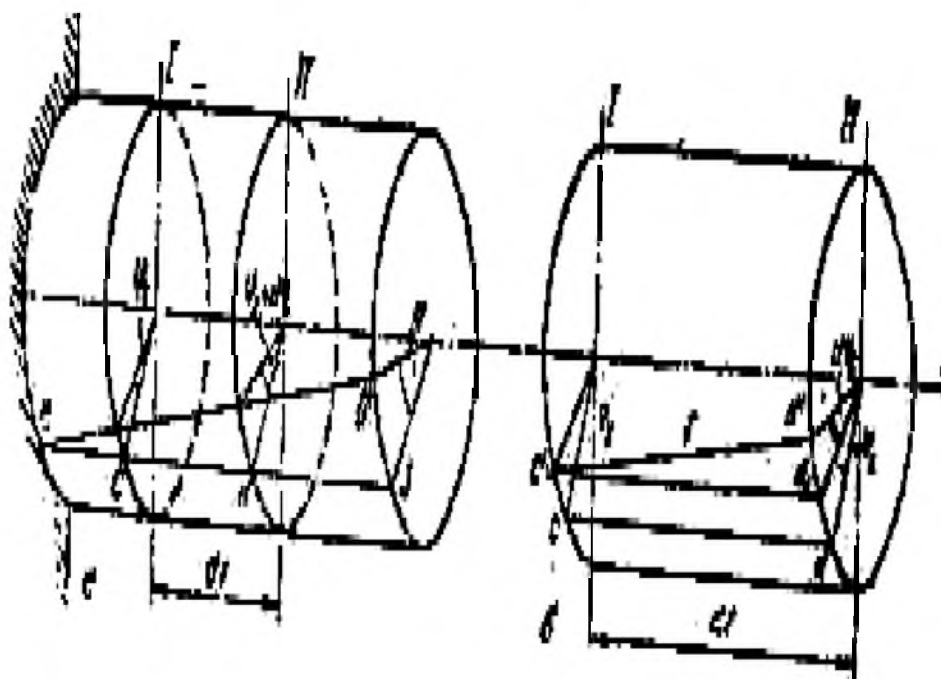
3. Ikkita qo'shni kesim yuza orasidagi masofa deformatsiyadan keyin ham o'zgarmaydi. Biroq o'z o'qi atrofida bir-biriga nisbatan ma'lum burchakka buriladi. Bu burchak *buralish burchagi* deyiladi.



16-rasm,

4. Buralish burchagi burovchi momentga va ko'ndalang kesimlar oralig'iga proporsionaldir.

5. Sterjen sirtida olingan barcha yasovchi chiziqlar bir-biriga parallel ravishda bir xil burchakka og'adi. Masalan, bir uchi bilan qistirilgan ster-jen M moment (juft kuch) ta'sirida soat strelkasi harakati yo'nalishida buralsin. Sterjen sirtida olingan ab to'g'ri chiziq buralish natijasida ab' holati oladi (17-rasm, a).



17-rasm

Agar sterjenning qistirilgan uchidan x va $x + dx$ masofalarda 2 ta I va II kesimlarni olsak va ularning buralishini ko'rib chiqsak, tegishli burchaklar φ_x va $\varphi_x + d\varphi_x$ burchaklarga buralganini ko'ramiz. Bunda $d\varphi_x$ burchak II kesimning I kesimga nisbatan og'ish burchagi, ya'ni dx oraliqdagi elementning buralish burchagidir. Sterjen sirtida hosil bo'lgan bu xildagi deformatsiya kesimning ichki qismlarida ham xuddi shu xilda bo'ladi. Buralish burchagini topish va uni oraliqqa proporsional ekanini isbot qilish uchun I va II kesimlar bilan ajratilgan elementar bo'lakchanning deformatsiyalanish holatini tekshiramiz (17-rasm,b), s'nuqtadan $c'd'$ chiziq o'tkazsak, II kesimning I kesimga nisbatan buralishi $d\varphi_x$ ekani o'z-o'zidan ko'rinadi. Bunda $\widehat{cd'}$ yoy qarshisida yotgan φ_x markaziy

burchak $\overline{cc'}$ yoyi qarshisida yotgan φ_x burchakka tengdir. II kesimdagi $\overline{d_1 d'}$ burchak yoy ikkinchi kesimning I kesimga nisbatan siljiganini ko'rsatadi.³ Shakldan yoy: $\overline{d_1 d'} = r \cdot d\varphi_x$

$c' d'$ to'g'ri chiziq $c' d_I$ gorizonta1 chizik bilan hosil qilgan γ burchak II

kesimning I kesimga nisbatan nisbiy siljishini beradi. $\overline{d_1 d'}$ yoyni nisbiy siljish γ burchagi orqali ham topish mumkin: $\overline{d_1 d'} = \gamma dx$

Tenglamalarning chap tomonlari teng, shushshg uchun ularni birga yozsak:

$$\gamma dx = r \cdot d\varphi_x$$

Bundan: $\gamma = r \frac{d\varphi_x}{dx}$

Bunda $d\varphi_x/dx$ — o'zgarmas qiymatli burovchi moment ta'sirida buralgan doiraviy kesimli sterjen uchun nisbiy o'zgarmas miqdor bo'lib, sterjenning uzunlik birligiga to'g'ri kelgan buralish burchagidir. Nisbiy buralish burchagi θ harfi

bilan belgilanadi: $\frac{d\varphi_x}{dx} = \theta$

Ko'ndalang kesim o'lchovi o'zgarmas val uchun: $\theta = \frac{\varphi}{l}; \quad \varphi = \theta \cdot l$

formula nisbiy buralish burchagi orqali quyidagicha yoziladi: $\gamma = r \cdot \theta$ formuladan ko'rinadiki, silindrik sterjenning buralishidan hosil bo'ladigan nisbiy siljish shu sterjen kesim yuzasining radiusiga proiorsionaldir. Formulani kesim yuzaning ρ radiusiga joylashgan elementar yuzachaning nisbiy siljishi uchun yozamiz: $\gamma_\rho = \rho \cdot \theta$

Sterjen buralganda uning qo'shni kesimlari bir-biriga nisbatan siljiganligidan uning kesimlarida τ urinma kuchlanishlar hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan kuchlanishni topish uchun siljishdagi Guk qonunidan foydalanamiz:

$\tau = G \cdot \gamma$ Formulani kesim yuza markazidan ρ masofada ajratilgan elementar yuzacha uchun yozsak quyidagi ifodani olamiz: $\tau_\rho = G\gamma_\rho = G \cdot \rho \cdot \theta$

³ Strength of materialsi. Doc. Ing. Miroslav Sochor. CSc. 2011 116-bet

formuladan ko‘rinadiki, urinma kuchlanish nisbiy siljish singari radius ρ ga proporsional va u markazdan o‘tuvchi to‘g‘ri chiziq bilan tasvirlanadi.

Dumaloq kesim yuzali sterjen buralganda silindrning yasovchi chiziqlari bir- biri-ga parallel holatda qolganligi uchun butun aylana bo‘yicha bir xilda kuchlanish hosil bo‘ladi. Bu buralish juft kuch ta‘sirida sodir bo‘ladi. Bularni hisobga olib, kuchlanish o‘zgarishini markazdan qarama-qarshi tomonga o‘tuvchi to‘g‘ri chiziq bilan ko‘rsatamiz. Kuchlanishning kesim yuza bo‘yicha o‘zgarishini ko‘rsatuvchi grafik buralishdagi *kuchlanish epyurasi* deyiladi. Elementar yuzaga to‘g‘ri kelgan (r masofadagi) zo‘riqish kuchi

$$\tau_{\rho} = \frac{dT}{dF} \text{ bundan } dT = \tau_{\rho} \cdot dF$$

dT kuch kesim radiusiga tik yo‘nalgan, chunki juft kuch va kuchlanishlar ham tik yo‘nalgan. Siljish ham shu yo‘nalishda sodir bo‘ladi. Tekshirilayotgan qism elementar kuch va tashqi kuchlar (moment) ta‘sirida muvozanatda bo‘ladi. Muvozanat tenglamasi (sterjen o‘qiga nisbatan olingan moment) quyidagicha yoziladi:

$$\sum M_x = \int_F dT \cdot \rho - M = 0$$

Bunda $\int_F dT \cdot \rho$ ichki burovchi moment va

$$\sum M_x = \int_F dM_{\sigma} = \int_F dT \cdot \rho = \int_F \tau_{\rho} \cdot dF \cdot \rho = \int_F G \rho^2 \cdot dF$$

Tekshirilayotgan sterjen buralgan holda edi. Bunday holdagi sterjenning muvozanati ichki momentlarning yig‘indisi tashqi momentga teng bo‘lishi, yuqorida ko‘rib o‘tilgan.

$$\text{Demak, } M = \int_F dM_{\sigma} = \int_F G \theta \rho^2 dF \text{ yoki } M_{\sigma} = G \theta \int_F \rho^2 dF$$

bunda $\int_F \rho^2 dF = J_p$ - kesim yuzaning qutb inersiya momenti. Demak,

$$\text{formulani quyidagicha yozish mumkin: } M_{\sigma} = G \theta J_p$$

Bundan nisbiy buralish burchagi: $\theta = \frac{M_{\sigma}}{G J_P}$

bunda $G J_P$ - buralgan sterjenning bikrligi bo'lsa, val materiallining fizik xossasi va ko'ndalang kesim o'lchamlari buralishga qarshilik ko'rsatishini xarakterlaydi.

Valning buralish burchagini, ya'ni buralish deformatsiyasini topamiz: $\varphi = \theta l = \frac{M_{\sigma} \cdot l}{G J_P}$

Urinma kuchlanishni topish uchun $\tau_{\rho} = G \theta \rho = G \rho \frac{M_{\sigma}}{G J_P} = \frac{M_{\sigma} \cdot \rho}{J_P}$

Bundan kuchlanishning (τ_{ρ}) radius (ρ) ga bog'liqligi ko'rinadi. ρ ning maksimal qiymatida kuchlanish ham o'zining maksimal qiymatiga erishadi, ya'ni val sirtida olingan ($\rho_{max} = r$) nuqtalarda kuchlanish maksimal bo'lar ekan.

Qutb inersiya momentining eng katta radiusga nisbati dumaloq kesim yuzaning qarshilik momentini beradi. Buni e'tiborga olsak

uchun $\tau_{\rho} = \frac{M_{\sigma} \cdot \rho_{max}}{J_P}$ yoki $\frac{M_{\sigma}}{\rho_{max}} = W_R$ bo'lib $\tau_{max} = \frac{M_{\sigma}}{W_R}$

ekani kelib chiqadi. Sterjenning buralishga mustahkamlik sharti quyidagicha

$$\text{yoziladi: } \tau_{max} = \frac{M_{\sigma}}{W_P} \leq [\tau]$$

Egilish deformatsiyasi

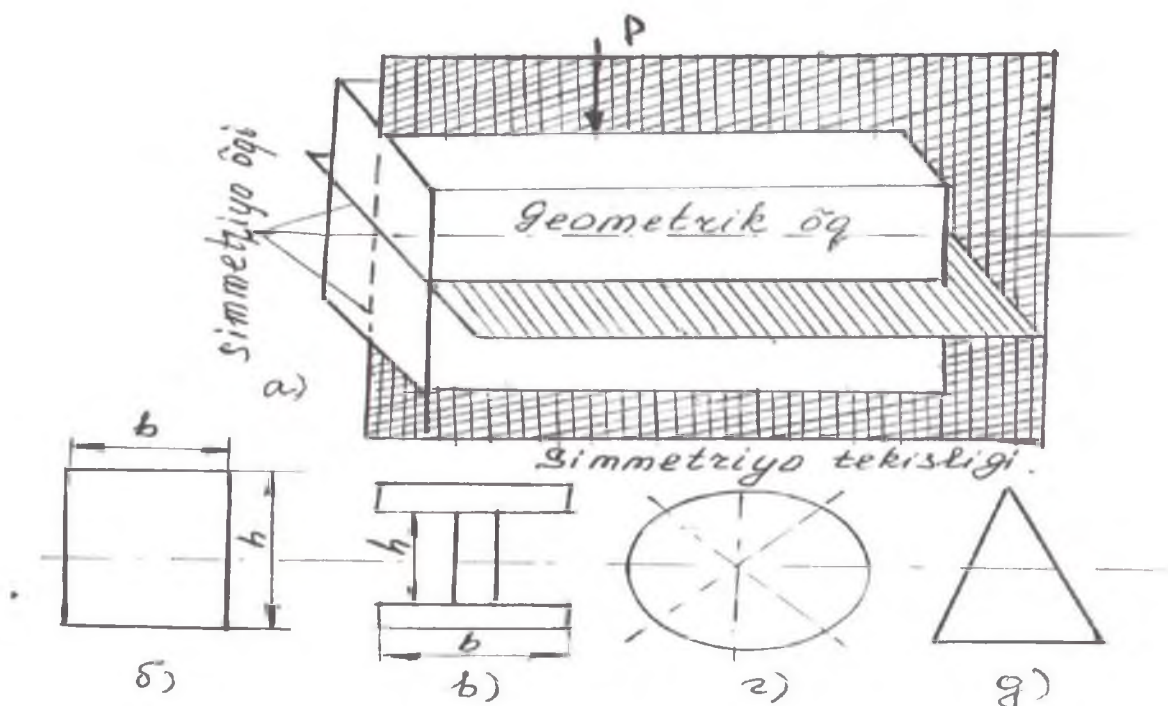
1. Egilish deformatsiyasi to'g'risida umumiy tushuncha.

Egilishga ishlaydigan sterjenlar *balka* deyiladi. Egilish deformatsiyasi balkaning geometrik o'qiga tik kuchlar ta'sir qilganda sodir bo'ladi.

Agar qo'yiladigan yuklar balkaning simmetriya tekisligida yotsa, egilish ham simmetriya tekisligida sodir bo'ladi. Bunday egilish *tekis egilish* deyiladi. (18-rasm, a). Kesimning simmetriya o'qidan o'tgan tekislik *simmetriya tekisligi* deyiladi.

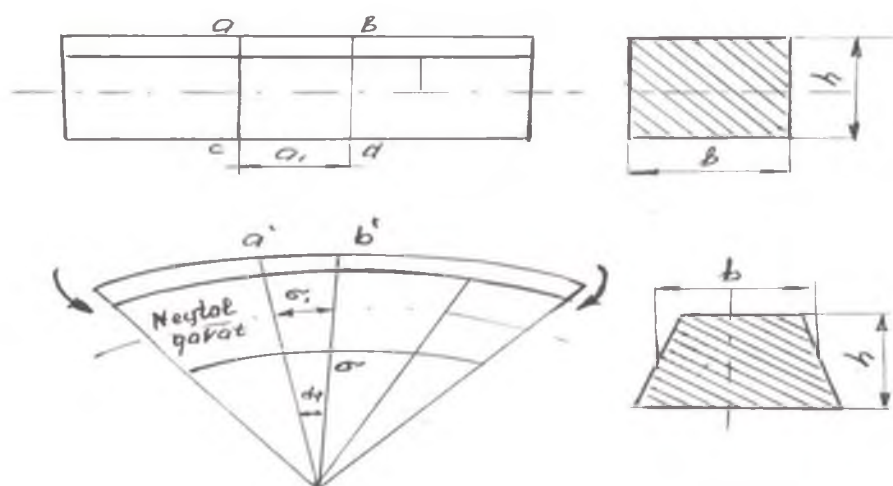
Agar ta'sir qilayotgan kuchlar simmetriya tekisligida yotmasa, *qiyshik egilish* yoki *egilish* va *buralish deformatsiyalari* sodir bo'ladi. Amalda ishlatiladigan balkalarning ko'ndalang kesimida kamida bitta bo'lsa ham

simmetriya o'qi bo'lganligi uchun tekis egilish eng ko'p uchraydigan holdir. (18-rasm, b , v , g , d).



18-rasm

Agar balka simmetriya tekisligida yotgan qarama-qarshi yo'nalishdagi momentlar ta'sirida bo'lsa, u *sof egilishga* ishlaydi. Bu holda balka butun uzunligi bo'yicha bir



19-rasm

xil egilishda bo'lib, uning kesim yuzalarida hosil bo'lgan ichki kuchlar ham o'zgarish miqdoriga ega bo'ladi (19-rasm, a).

Sof egilish deformatsiyasi ta'sirida bo'lgan balkani hisoblash quyidagi gipotezalarga asoslanadi:

1. Balkaning tekis ko'ndalang kesim yuzasi deformatsiya davrida ham tekisligicha qoladi.
2. Balkaning ko'ndalang kesim yuzasi deformatsiya davrida qo'shni kesimga nisbatan ma'lum burchakka og'adi.
3. Balka sirtida, balka o'qiga ma'lum masofada parallel olingan to'g'ri chiziqlar deformatsiya davrida ham oralik masofalarini o'zgartirmaydi, faqat og'adi.
4. Egilish davrida balkaning yuqori qavat tolalari cho'zilib, pastki qavat tolalari qisqaradi (19-rasm, b).
5. To'g'ri to'rtburchak shaklidagi kesim yuza deformatsiya davrida trapetsiya shakliga keladi (eni cho'zilish 1qavati tomon torayib, siqilish qavati tomon kengayadi) (19-rasm, v).

5. Eguvchi moment yotgan simmetriya tekisligiga tik simmetriya o'qidan o'tgan tekislikda yotgan qavat tolalari deformatsiya davrida cho'zilmaydi ham, qisqarmaydi ham, faqat egrilanadi. Cho'zilish va siqilish deformatsiyasidan holi bo'lgan qavatga *neytral* qavat deyiladi. Neytral qatlam kesimning og'irlik markazidan o'tadi.

2 . Egilishdagi normal va urinma kuchlanish.

Kesim yuzada hosil bo'luvchi juft kuchning (M) neytral qavatiga nisbatan o'zgaruvchan bo'lishini e'tiborga olib balkaning deformatsiyalanishini Guk qonuniga binoan kuchga proporsional o'zgarishidan foydalanib va bir qancha matematik amallarni bajarib, kesim yuzada hosil bo'ladigan normal kuchlanish olinadi.

$$\sigma = \pm \frac{M_{\theta}(\max)}{W}$$

Bunda $M_{\theta}(\max)$ - eguvchi momentning eng kata qiymati.

W- kesim yuzaning egilish simmetriya o'qiga nisbatan qarshilik momenti.

(a) aylana yuza uchun: $W = \frac{\pi d^3}{32} \approx 0.1d^3 [mm^3]$

(b) to'rt burchak kesim yuza uchun

$$W_y = \frac{bh^2}{6} [mm^3] \qquad W_z = \frac{hb^2}{6}$$

(v) Standart kesim yuzalar (qo'shtavr, shveller) uchun W ning qiymati GOST jadvallarida beriladi.

Eguvchi moment (M_e) va kesuvchi kuch (Q) larning maksimal qiymati to'g'ri kelgan kesimga balkaning xavfli kesimi deyiladi. Bu kesimni topish uchun cho'zilish va siqilish deformatsiyasidagi singari kesish usuli bilan topilgan kuchlarning balka uzunligiga bog'liqlik epyurasi quriladi M_x va Q_x larning qiymatlariga qurilgan epyuradan eng katta qiymatlari to'g'ri kelgan kesim tanlanadi va uning xafsiz ishlashini ta'minlash masalasi ko'riladi. Xavfsiz ishlashi balkaning normal kuchlanishiga mustahkamligini tekshirish yo'li bilan aniqlanadi, ya'ni:

$$\sigma_{\max} = \pm \frac{M_{\theta}(\max)}{W} \leq [\sigma]_{\theta}$$

$[\sigma]_{\theta}$ - egilish ruxsat etilgan normal kuchlanish. Kesuvchi kuch (Q) ta'siridan balka kesim yuzasida urinma kuchlanish (τ) hosil bo'ladi, lekin bu qiymat normal kuchlanishga nisbatan kichik bo'lganligi uchun ko'pincha hisobga olinmaydi. Urinma kuchlanish quyidagicha topiladi.

$$\tau \frac{Q_x S_z}{I_z b} \left[\frac{H}{mm^2} \right]$$

bunda: Q_x – tekshirilayotgan kesimdagi kuch (n)

S_z – kesim yuzaning netral o‘qqa nisbatan statik momenti (mm^3).

I_z - kesim yuzaning netral o‘qqa nisbatan inertsia momentni (mm^4),

b – tekshirilayotgan kesim yuzaning eni (mm).

Urinma kuchlanish yordamida balkaning eni yoki qalinligi o‘zgaruvchan bo‘lganda, tayanchga tiralgan uchidagi kesimning o‘lchamlari topiladi.

3 . Balkani hisoblash sxemasi.

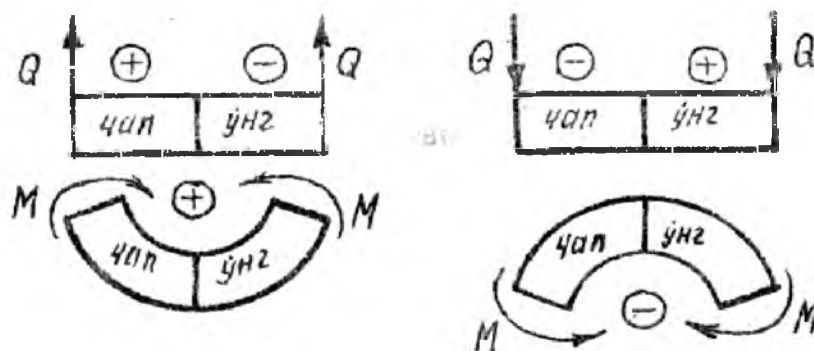
Balka ikki tayanchga tiralgan yoki bir uchi bilan qistirilgan holda, to‘plangan yoki yoyilgan yuklar tasirida muvozanatda bo‘ladi.

1. Muvozanatlik shartidan foydalanib tayanchlardagi reaksiya (R) kuchlari topiladi va tekshiriladi.

$$\sum M_0 = 0, \quad \sum x = 0, \quad \sum y = 0$$

2. Balka kuch uchastkalariga bo‘linib, har bir uchastka alohida fikran qirqilib, eguvchi moment: (M) va kesuvchi kuch (Q) lar topiladi. Moment va kuchlarning yig‘indisini olishda ularning ishoralariga katta ahamiyat berish kerak.

Eguvchi moment chap tomondagi kuchlar soat strelkasi aylanishida, o‘ng tomondagi kuchlar soat strelkasi aylanishiga teskari yo‘nalishda moment hosil kilsa musbat, aksincha, manfiy qiymatda olinadi. Kesuvchi kuch chap tomondagi kesimlar uchun yuqoriga, o‘ng tomondagi kesimlar uchun pastga qarab, tik yo‘nalishda bo‘lsa, musbat aksincha. manfiy ishorada olinadi (20-shakl).



20-shakl.

3. Topilgan M_x va Q_x larning qiymatlari uchun eguvchi moment va kesib o'tuvchi kuch epyuralari quriladi.

4. Eguvchi moment epyurasidan eng katta moment to'g'ri kelgan kesim tanlanadi. ($M_{\max}$)

5. Xafli kesimning mustahkamligini ta'minlash uchun kerak bo'lgan o'lchamlar topiladi;

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} \leq [\sigma]$$

$$W = \frac{M_{\max}}{[\sigma]} [mm^3]$$

Masalalar

Masala. 21- shaklda berylgan balka uchun eguvchi moment va kesuvchi kuch epyuralari qurilsin va xavfli kesim o'lchamlari topilsin.

Agar $R = 10 \text{ kn}$; $q = 2 \text{ kn/m}$, $m = 5 \text{ kn m}$, $d = 2 \text{ m}$, $[\sigma] = 150 \text{ n/mm}^2$ bo'lib, balkaning kesim yuzasi dumaloq, kvadrat va qo'shtavr shaklida bo'lsa.

Yechash. I. A va V tayanchlardagi reaksiya kuchlarini belgilab olamiz: Ular R_A va R_B lar bo'lsin.

2. A va V nuqtalarga nisbatan momentlar tenglamasini tuzamiz

$$a) \sum M_A = -qa \frac{a}{2} - m - R_B \cdot 2a + P \cdot 3a = 0$$

$$R_B = \frac{P3a - qa^2 / 2 - m}{2a} = \frac{10 \cdot 6 - 4 - 5}{4} = \frac{51}{4} = 12.75 [kH]$$

$$b) \sum M_B = P \cdot a - m + R_A \cdot 2a - qa \left(\frac{a}{2} + 2a \right) = 0$$

$$\text{bundan } R_A = \frac{qa \left(\frac{a}{2} + 2a \right) + m - Pa}{2a} = \frac{5 \cdot 4 + 5 - 10 \cdot 2}{4} = \frac{5}{4} = 1.25 [kH]$$

3. Reaksiya kuchlarining to'g'riligini hamda kuchni "U" o'qiga proyeksiya olish yo'li bilan tekshiramiz. ($\sum Y = 0$)

$$\sum Y = -qa + R_A + R_B - P = 0$$

$$\sum Y = -2 \cdot 2 - 2 \cdot 2 + 1.25 + 12.75 - 10 = 0$$

Demak, reaksiya kuchlari to'g'ri topilgani uchun balkani kuch uchastkalariga bo'lib olamiz, shuning har bir uchastkani alohida qirqib eguvchi moment va kesuvchi kuchlarning qiymatini topamiz.

$$1\text{- uchastka: } Mx = -qx \frac{x}{2} = -\frac{qx^2}{2}$$

$$Qx = -qx$$

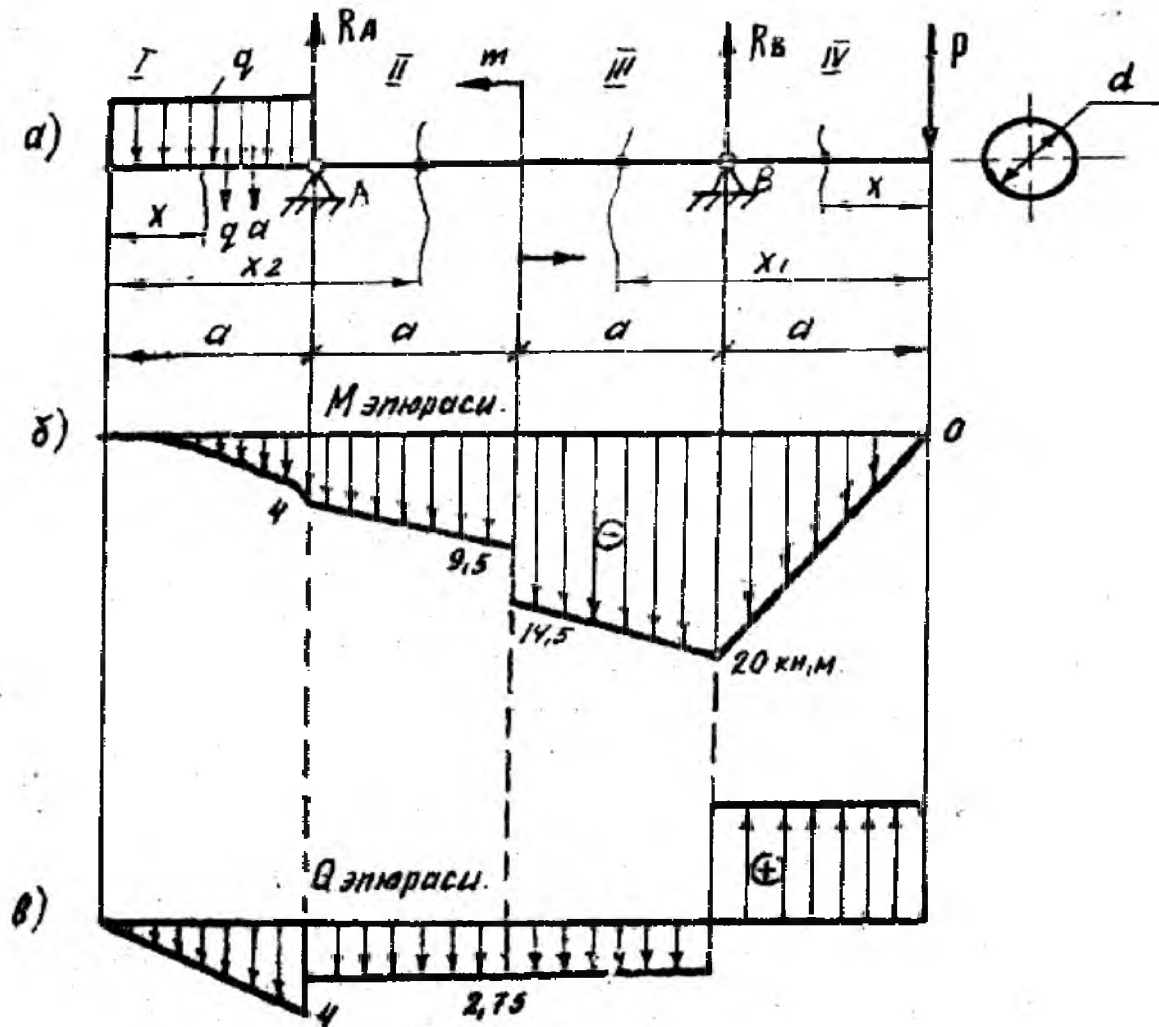
bunda $0 \leq x \leq a$ oralig'ida o'zgaradi. Agar $X = 0$ bo'lsa,

$$Mx = 0 \quad Qx = 0$$

$$X = a \text{ bo'lsa, } Mx = -\frac{qa^2}{2} = -\frac{2 \cdot 2^2}{2} = -4 [kHm]$$

$$Qx = -4[kH]$$

$$x = \frac{a}{2} \text{ bo'lsa } Mx = -\frac{qa^2}{8} = -\frac{2 \cdot 2^2}{8} = -1[kHm]$$



21- shakl.

2- uchastka

$$Mx = -qa(x_2 \frac{a}{2}) + R_A(x_2 - a) \quad Qx = -qa + R_A$$

bunda $a \leq x \leq 2a$ o'zgaradi.

$$\text{Agar } X_2 = a \text{ bo'lsa, } M_x = -\frac{qa^2}{2} = -4[kHm] \quad Q_x = -2,75[kH]$$

$$X_2 = 2 \text{ bo'lsa } M_x = -4 \cdot 3 + 1,25 \cdot 2 = -9,5[kH.M]$$

$$Q_x = -2,75[kH]$$

$$4\text{-uchastka, } M_x = -P \cdot X_4 \quad Q_x = P$$

$$0 \leq x \leq a \text{ oralig'ida o'zgaradi,}$$

$$\text{Agar } X = 0 \text{ bo'lsa, } M = 0; \quad Q_x = P = 10[kH]$$

$$X = a \text{ bo'lsa, } M = -20[kH.M] \quad Q_x = 10[kH]$$

$$3\text{- uchastka, } M_x = -PX_3 + R_B / X_3 - a / \quad Q_x = P - R_B$$

$$\text{Bunda } a \leq x_3 \leq 2a \text{ oralig'ida o'zgaradi. Agar } X_3 = a \text{ bo'lsa,}$$

$$M_x = -R_a = -20[kH.M].$$

$$Q_x = -2,75kH$$

$$X = 2a \text{ bo'lsa, } M_x = -40 + 25,5 = -14,5 \text{ kn. m.}$$

$$Q_x = -2,75kH$$

I. 2,3 va 4 uchastkalarda topilgan M va Q lar uchun balkaning ostiga epyuralarni ma'lum masshtabda quramiz (21-shakl, b, v).

Moment masshtabi

$$Km = \frac{M_{\max}}{m} = \frac{20}{20} = 1 \left[\frac{kHm}{mm} \right]$$

Kesuvchi kuch masshtabi,

$$Kq = \frac{G_{\max}}{n} = \frac{10}{10} = 1 \left[\frac{kH}{mm} \right]$$

III. Balkaniyg kesim yuza o'lchamlarini topamiz.

a) Kesim yuza doira shaklida bo'lsa:

I.-Egilashga. mustahkamlik sharti formulasini yozamiz:

$$\sigma_{\max} = M_{\max} / W \leq [\sigma]$$

2. Eng katta eguvchi momentni M epyurasidan aniqlab olamiz:

$$M_{\max} = 20 [kH / m]$$

3. Doira kesim yuza uchun qarshilik moment kuyidagicha belgilanadi:

$$W = \frac{\pi d^3}{32} \approx 0.1 d^3 [mm^3]$$

4. M va W larning qiymatlarini yuqoridagi tenglamaga qo'yib, balka diametrini topamiz:

$$M / 0.1 d^3 \leq [\sigma]$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{\max}}{0.1 [\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{20000000}{0.1 \cdot 150}} = \sqrt[3]{1333333} = 110$$

b) Balkaning kesim yuzasi, ($h=b$) kvadrat shaklida bo'lsa, u holda qarshilik momenti:

$$W = \frac{bh^2}{6} = \frac{h^3}{6}$$

Mustahkamlik sharti formulasidan:

$$\frac{M_{\max}}{W} \leq [\sigma] \text{ yoki } \frac{6M_{\max}}{h^3} \leq [\sigma]$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{GM_{\max}}{[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot 2000000}{150}} = 93 [\text{mm}]$$

v) Balka qo'shtavr kesim yuzali bo'lsa mustahkamlik sharti formulasidan qo'shtavr kesim yuzasining qarshilik momenti topiladi.

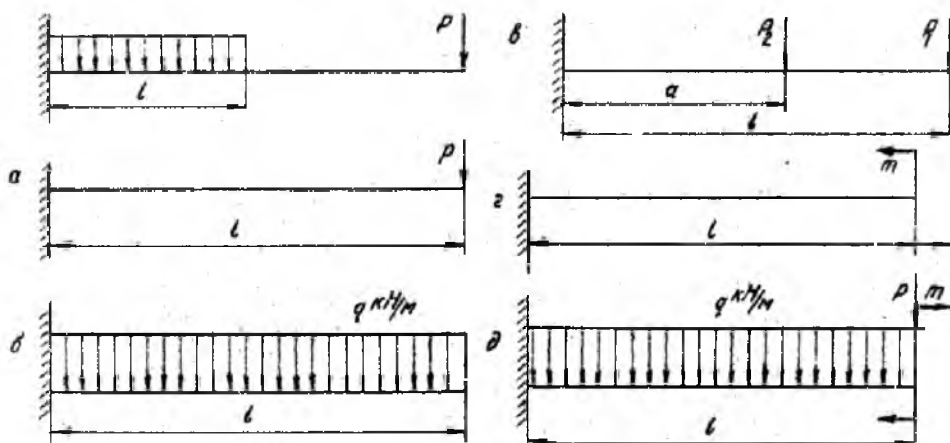
$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} \leq [\sigma]$$

$$W = \frac{M_{\max}}{[\sigma]} = \frac{20000000}{150} = 133333 \text{ mm}^3 = 133 \text{ cm}^3$$

Topilgan W ning qiymatiga- qarab, GOST jadvalidan qo'shtavrni kesim yuza nomeri topiladi, $W=133 \rightarrow W_x = 143 \text{ cm}^3$

Topilgan 18 nomerli qo'shtavrni olish mumkin.

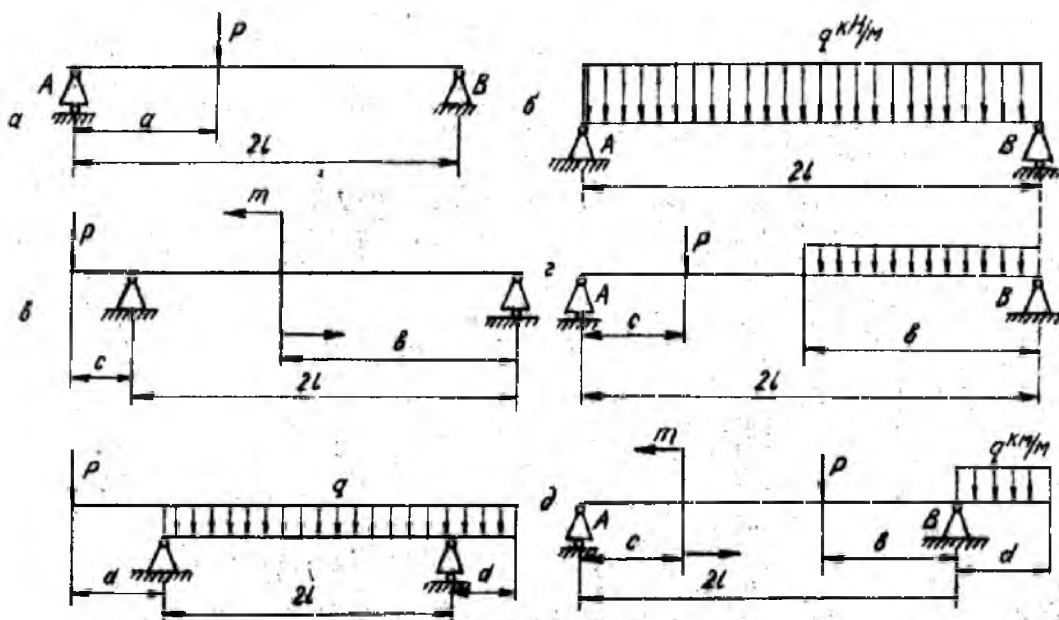
Masala. I. 22- shaklda berilgan balkaning birortasi uchun eguvchi moment va kesib o'tuvchi kuch epyuralari qurilsin va xavfli qirqimi uchun balka kesim o'lchamlari topilsin yoki nomeri tanlansin (6-jadvalda).



22- shakl.

2. 23- shaklda berilgan balkanang birortasi uchun eguvchi momenti va kesuvchi kuch epyurasi qurilsin va xavfli kesimning mustahkamligi tekshirilsin.

(Balkaning kesim yuzasi 1- masalada topilgan- kesim yuza o'lchami va qolgan o'lchamlar 6-jadvaldan olinadi).

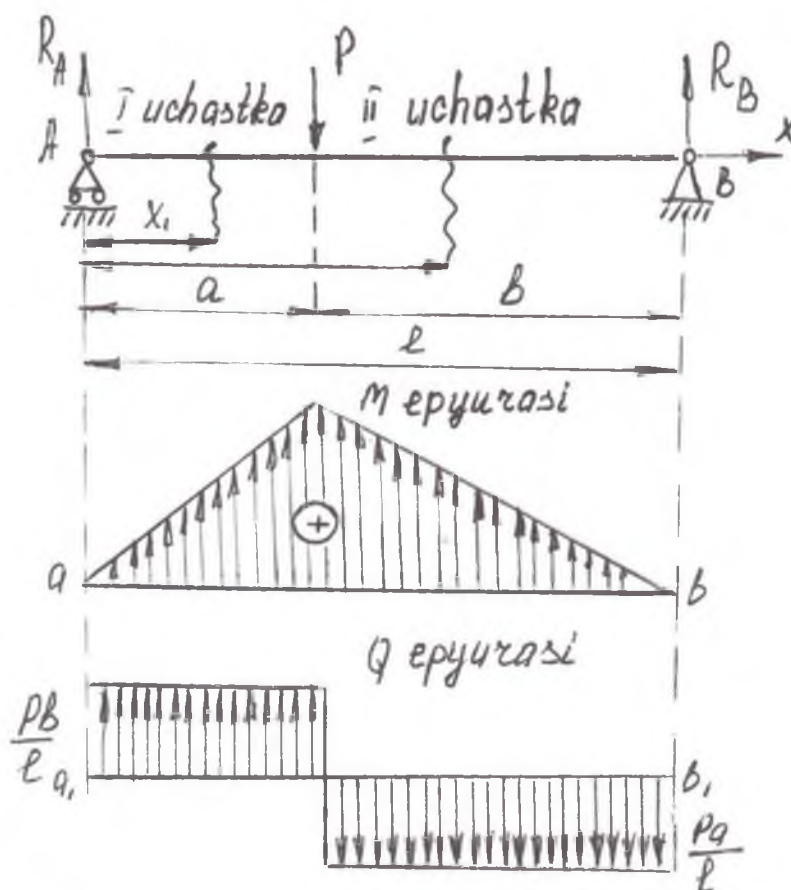


6-jadval.

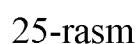
катор номери	с х е м а	ρ кг.	m кг.м.	q кг/м.	e м	a м	b м	c м	Балка кунда- ланг кесими	157 н/мм ²
1.	I	10	5	2	5	6	4	4	III $h=26$	120
2.	II	12	4	1,4	4	4	4	4	II $h=8$	
3.	III	14	3	2	6	7	5	5	II d	
4.	IV	8	4	3	5	3	2	3	I	
5.	V	10	4	1	5	4	4	4	I	
6.	VI	12	5	2	7	6	5	4	III $h=1,58$	
7.	VII	6	4	1	8	6	6	6	I	
8.	VIII	7	5	2	4	3	5	4	II	
9.	IX	10	6	2,5	6	5	4	5	II d	
10.	X	14	10	3	5	6	4	4	III $h=26$	
	а	б	в	г	д	е	а	б	В	

23-shakl

Balka qarama - qarshi yoʻnalishdagi ikki eguvchi moment taʼsirida yoki bir uchi qistirilgan holda bitta moment taʼsirida ham sof egilishi mumkin. Egilayotgan balkadan ikkita takislik bilan ajratilgan dx uzunlikdagi elementar boʻlakchanning deformatsiyanishini koʻrib chiqaylik. (24-rasm, b). Deformatsiyanish natijasida gipotezada koʻrsatilgani singari as va bd kesmalar bir-biriga nisbatan maʼlum burchakka ogʻadn. Ogʻish burchagi va balkaning shu burchak taʼsirida deformatsiyanishini yaqqol koʻrish uchun as kesmani qoʻzgʻalmas deb qarab, bd kesmani esa $d\varphi$ burchakka ogʻdiramiz. Natijada bd kesma $b'd'$ holatni oladi (25-rasm) as va $b'd'$ kesmalarni koʻrsatuvchi chiziqlarni davom ettirsak, nuqta A da kesishib, balka neytral qavat tolalarining egrilik markazini beradi.



24-rasm



Tekshirilayotgan elementar bo‘lakchani deformatsiyalanish chizmasidan (21-rasm) uchburchak Apt va burchak nff' larning o‘xshashligi quyidagi bog‘lanish-

Demak, $\varepsilon = \frac{y}{\rho}$

Guk qonuniga binoan cho‘zilish yoki siqilish deformatsiyasi natijasida hosil bo‘lgan nisbiy bo‘ylama deformatsiya, materiallarning elastiklik chegarasida normal kuchlanish bilan quyidagicha bog‘lanishga ega bo‘ladi:

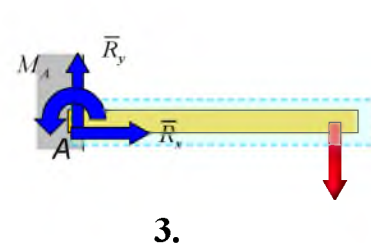
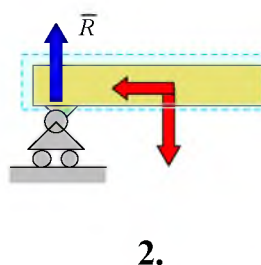
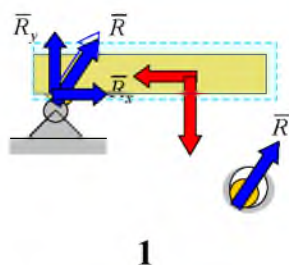
$$\sigma = E\varepsilon \quad \text{yoki yuqoridagi formulaga asosan } \sigma = \frac{Eu}{\rho}$$

Bu formuladan ko‘rinadiki, balkaning bo‘ylama tolalarida hosil bo‘lgan normal kuchlanish neytral qavatga nisbatan joylashishiga bog‘liq bo‘lap ekan, ya’ni oraliq u ga to‘g‘ri proporsional. Neytral qavatdan pastda joylashgan qavat tolalarida esa siqilish kuchlanishi hosil bo‘ladi.

2. Tayanchlarning xillari va reaksiya kuchlari.

Balka muvozanatda bo‘lishi uchun uning ikki uchi tayanchga tiraladi. *Tayanch* deb, balkani muvozanat holatida ushlab turish uchun xizmat qiladigan *yostiqchalarga* aytiladi. Tayanchlar uch xil bo‘ladi (26-rasm):

1. Silindrik sharnirli qo‘zg‘almas tayanch (1);
2. Silindrik sharnirli qo‘zg‘aluvchan tayanch (2);
3. Qistirib tiralgan tayanch (konsol) (3):



26-rasm

Agar balkaning tiralgan uch kesimi deformatsiya natijasida aylanish imkoniyatiga ega bo'lib, lekin gorizontal va vertikal yo'nalishdagi ko'chishlarga ega bo'lmasa, bunday tayanch *sharnirli qo'zg'almas tayanch* deyiladi. Unda vertikal U_A va gorizontal X_A yo'nalishdagi reaksiya kuchlari hosil bo'ladi, ya'ni tayanchning ko'rsatgan qarshiligi bog'lanish (reaksiya) kuchi bilan almashtiriladi. (1). Bundan tashqari, gorizontal reaksiya kuchlarining mavjud bo'lishi balkada qo'shimcha cho'zilish yoki siqilish kuchlanishlarini hosil qiladi. Qo'shimcha kuchlanish esa o'z navbatida balkaning to'g'ri chiziqli holatini buzadi. Bu qo'shimcha kuchlanishlarni yo'qotish maqsadida hamda masalani statik aniq qilish uchun sharnirli qo'zg'almas tayanchlarning bittasini qo'zg'aluvchan kilib olamiz. U holla tayanch to'g'ridan-to'g'ri asosga emas, balki g'altakka yoki g'ildirakka o'rnatiladi (2). Natijada balkaning bir uchiga gorizontal yo'nalish bo'ylab ko'chish imkoniyati beriladi va tayanchdagi X_V reaksiya kuchi nolga tenglashadi. Bunday ko'rinishdagi balkalar uchun 3 ta reaksiya kuchini topish kifoy. Demak, sharnirli qo'zg'aluvchan tayanch faqat bitta vertikal yo'nalishdagi reaksiya kuchini berar ekan (2).

Balkani muvozanatda tutish uchun uni 2 ta tayanchga tiramasdan faqat bitta tayanchga qistirib tirasa ham bo'ladi. U holda balkaning qistirilgan uch kesimi aylanish va gorizontal hamda vertikal yo'nalishda ko'chish imkoniyatiga ega bo'lmaydi (3). Bu xildagi birikmada reaksiya kuchlarishishg soni 3 ta: U_A , X_A , M_A bo'ladi. Bunda M ga *reaktiv moment* deyiladi.

Bir uchi bilan qistirilib tiralgan va boshqa uchi erkin bo'lgan balka va ikki tayanchli balkaning tayanchidan chiqib turgan qismi *konsol* deyiladi.

3. Balkalarda hosil bo'ladigan kuchlanishlar xarakteri. Eguvchi moment va kesib o'tuvchi kuch.

Ikki uchi bilan sharnirli tayanchlarga tiralgan balka R_1 va R_2 yuklar va reaksiya kuchlari ta'sirida muvozanatda turadi. Balkaning turli kesimlarida hosil bo'ladigan ichki kuchlarni balkani fikran kesish usulidan foydalanib topamiz.

Buning uchun masalan, balkaning chap tayanchidan x masofada $m - n$ tekislik bilan kesilgan kesimni olamiz va o'ng qismini tashlab yuboramiz. Bunda balkaning muvozanati buziladi. Muvozanatni tiklash uchun cho'zilish va siqilish deformatsiyasidagi singari tashlab yuborilgan qismini ta'sir kuchi bilan almashtiramiz.

Ko'ndalang kesimning har bir nuqtasiga, umumiy holda normal (σ) va urinma (τ) kuchlanishlar ta'sir qiladi. Kesim bo'yicha yoyilgan bu kuchlanishlar balkaning tekshirilayotgan qismiga qo'yilgan tashqi kuchlar R_A va P_I bilan muvozanatlashadi. Demak, tashqi R_A va P_I kuchlar bilan kesim bo'yicha yoyilgan kuchlanishlar o'zaro muvozanatlashgan fazoziy kuchlar sistemasini tashkil qiladi.

Balkaning har qanday ko'ndalang kesimida hosil bo'ladigan σ va τ kuchlanishlarni aniqlaydigan umumiy formulalarni keltirib chiqarish kerak. Biz tekshirayotgan balka uchun ta'sir qilayotgan kuchlar bir tekislikda yotganligini hisobga olib, har biridan shu tekislikda yotuvchi bir juft kuch bilan vertikal yo'nalishdagi bir kuchni olamiz. Buning uchun R_A va R_I kuchlarini ko'ndalang kesimning markaziga ko'chirib keltiramiz. U holda R_A va R_I larga teng bo'lgan qarama-qarshi yo'nalishdagi kuchlarni olamiz, ya'ni R'_A $R''_A \propto 0$ va $R' R''_I \propto 0$

$$R_A = |R'_A| = |R''_A| \quad P_I = |P'_I| = |P''_I|$$

Bunda R_A va R'_A , R_I va R'_I juft kuchlar; $Mx_1 = R_A x$, $Mx_2 = R (x-a)$;

R''_A va P''_I bosh vektorlardir.

Juft kuchlar momentlarining yig'indisini M_x desak: $M_x = R_A x - P_I (x - a)$

Bosh vektorlarning yig'indisini Q_x deb olsak: $Q_x = R''_A - P''_I = R_A - P_I$

Shunday kilib, balkaning kesilgan kesimidan chap qismiga qo'yilgan R_A va R_I kuchlarning o'rniga, kesilgan kesimning markaziga qo'yilgan Q_x kuch bilan, momentga teng bo'lgan juft kuchni oldik. Mana shu kesimda olingan M_x moment *eguvchi moment* va Q_x - *ko'ndalang kuch* yoki *kesib o'tuvchi kuch* deyiladi. Eguvchi moment tekshirilayotgan kesimning bir tomonidagi kuchlarning kesim markaziga nisbatan olingan momentlarining algebraik yig'indisiga teng bo'ladi. Kesib o'tuvchi kuch Q_x esa tekshirilayotgan kesimning bir tomonidagi kuchlarning

algebraik yig'indisiga tengdir. M_x va Q_x balkaning turli kesimlarida turli qiymatlarga ega bo'lganliklari uchun ular x ning funksiyalaridir, ya'ni $M = M(x)$
 $Q = Q(x)$

Biz yuqorida balkaning faqat chap kesiminigina tekshirdik. Ba'zan balkadagi uchastkalar soni ikkitadan ortganda yoki chap uchi qistirilgan konsol balkalarda o'ng kesimni tekshirishga to'g'ri keladi. Shuning uchun ularning orasidagi farqni yaxshi bilib olish kerak. Bu farq M_x va Q_x larning yo'nalish ishoralaridadir, ya'ni balkaning chap tomon uchun eguvchi M_x moment soat strelkasi harakati yo'nalishi bo'yicha aylanib, kesib o'tuvchi Q kuch esa yuqoriga qarab yo'nalsa, balkaning o'ng qismi uchun M_x moment soat strelkasi harakat yo'nalishiga teskari aylanib, kesib o'tuvchi Q kuch pastga qarab yo'nalgan bo'lsa, M moment va Q kuchlar musbat hisoblanadi. Aksincha manfiy ishorada olinadi. Ishoralar shu tarzda tanlansa, balkaning o'ng yoki chap qismini tekshirishdan qat'i nazar M_x va Q_x lar bir xil qiymatlarini olamiz.

M_x va Q_x lar x ning funksiyasi bo'lganligi sababli balkaning o'qi bo'ylab ularning qiymati o'zgaruvchan bo'ladi. Shu o'zgarish qonunini tasvirlovchi grafikka tegishli eguvchi moment va kesib o'tuvchi kuch *epyuralari* deyiladi. M_x va Q_x epyuralarni chizish uchun, balkaning o'qiga parallel qilib, balka tagidan absissa o'qi o'tkaziladi. Ordinata o'qi bo'ylab ma'lum masshtabda har qaysi kesimdagi M_x va Q_x ning qiymatlari mazkur kesim tagiga qo'yiladi.

M_x va Q_x qancha katta bo'lsa, σ va τ kuchlanishlar ham shuncha katta bo'ladi. Balkaning mustahkamligini tekshirish uchun bu kuchlanishlarning eng katta qiymatlarini aniqlashimiz lozim. M_x va Q_x lar maksimal qiymatlarga erishgan kesim *xavfli kesim* deyiladi. Xavfli kesimlarni izlashda balkaning o'qi bo'ylab M_x va Q_x larning o'zgarishini tasvirlovchi epyura katta yordam beradi.

4. Egilishdagi urinma kuchlanish.

Normal kuchlanish eguvchi moment ta'sirida hosil bo'ladi. Ko'ndalang kuch

ta'siridan esa balka kesim yuzasida urinma kuchlanish hosil bo'ladi. Bu urinma kuchlanishlar ko'ndalang kesim yuzada hamda kuchlanishlarning juftlik qoidasiga ko'ra balkaning uzunligi bo'ylab neytral qavatga parallel bo'lgan kesimlarda sodir bo'lishidan foydalanib topiladi.

Urinma kuchlanishning ko'ndalang kesim yuza bo'yicha taqsimlanish qonuni va miqdorini topish uchun ko'ndalang egilishga ishlayotgan to'g'ri to'rtburchak kesim yuzali balkani quyidagi ikkita gipotezaga asoslanib tekshiramiz:

1. Ko'ndalang kesimda hosil bo'ladigan urinma kuchlanishlar kesuvchi Q kuchga parallel yo'nalishda bo'ladi.

2. Ko'ndalang kesimning neytral o'qdan teng masofada turgan barcha nuqtalarining urinma kuchlanishlari teng, ya'ni ular ko'ndalang kesim eni bo'yicha tekis taqsimlanadi. (Juravskiy gipotezasi). $\tau = \frac{S_y dM_x}{b J_y dx}$

Bu formuladagi dM_x balkaning dx uzunligidagi eguvchi momentlarining orttirmasi bo'lib, u shu elementdagi ko'ndalang kesuvchi kuchni beradi, ya'ni: $\frac{dM_x}{dx} = Q_x$

$$\tau = \frac{Q_x S_y}{b J_y}$$

Bunda τ - ko'ndalang kesimning ixtiyoriy nuqtasidagi urinma kuchlanish;

Q_x - tekshirilayotgan ko'ndalang kesimdagi kesuvchi kuch;

S_y - ko'ndalang kesimning neytral o'qqa nisbatan statik momenti;

b – urinma kuchlanish topiladigan qatlamdagi kesimning eni;

I_y – ko'ndalang kesimning y o'qiga nisbatan inersiya momenti.

Urinma kuchlanishni topish formulasini birinchi bo'lib rus olimi D. I. Juravskiy yaratgan. Shuni uchun bu formula uning nomi bilan yuritiladi.

5. Balkalarning mustahkamligini normal va urinma kuchlanishlar bo'yicha tekshirish.

Biz yuqorida balkalarning kesim yuzalarida hosil bo'ladigan normal va urinma kuchlanishlarga etarli qarshilik ko'rsatishi uchun uning kesim yuzasida hosil bo'ladigan maksimal normal va urinma kuchlanishlar balka materiali uchun

ruxsat etilgan normal va urinma kuchlanishlardan ortib ketmasligi to'g'risida ran yuritgan edi. Bu shart egilishga va kesilishga mustahkamlik sharti deb, nomlanadi va quyidagicha ifodalanadi:

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W} \leq |\sigma|; \quad \tau_{max} = \frac{Q_{max} S_y}{b J_y} \leq |\tau|$$

Bunda M_{max} - balka kesim yuzasidagi eng katta eguvchi moment (momentlar epyurasidan olinadi), W - egilishning neytral o'qqa nisbatan qarshilik momenti,

Q_{max} - balka kesim yuzasidagi eng katta ko'ndalang kuch (ko'ndalang kuchlar epyurasidai olinadi), S_u - balka kesim yuzasining neytral o'qqa nisbatan o'qdan yuqoridagi yuzaning statik momenti,

J_u — balka kesimning neytral o'qqa nisbatan inersiya momenti,

b - balka kesim yuzasining eni.

Mustahkamlik sharti formulasidan balkaning mustahkamligini ta'minlovchi kesim yuza o'lchovlari topiladi. To'g'ri to'rtburchak kesim yuzaning maksimal urinma kuchlanishi bizga ma'lum bo'lib, uning mustahkamlik ifodasi quyidagicha:

$$\tau_{max} = \frac{3Q}{2F} \leq |\tau|$$

bunda $F = bh$ kesim yuza bo'lib, uni topish uchun kesim o'lchovlarining nisbati berilgan bo'lishi kerak, ya'ni: $h/b = S$ va $F = cb^2$ bo'lib,

$$\frac{3Q_{max}}{2cb^2} \leq |\tau|, \text{ bunda } b = \sqrt{\frac{3Q_{max}}{2c|\tau|}}$$

Laboratoriya mashg'ulotlarining asosiy tavsifi shundaki, unda talabalar mustaqil ravishda vazifa bajaradilar yoki eksperiment o'tkazadilar.

Ilmiy-texnik taraqqiyot sharoitida laboratoriya ishlari talabaga nazariy bilimlarni qo'llash mexanizmini chuqur va ko'rgazmali o'rganish imkonini beradi. Laboratoriya mashg'ulotlari talabaga tadqiqot o'tkazish ko'nikmalarini shakllantiradi, fan va texnikaga ijodiy yondashishni ta'minlaydi, eksperimentning umumiy metodikasini egallashga imkon beradi.

Laboratoriya mashg'ulotlarini o'tkazishda quyidagi didaktik tamoyillarga amal qilinadi:

- laboratoriya mashg'ulotlarini rejalashtira olish va o'tkaza olish;
- laboratoriya mashg'ulotlarining maqsadini aniq belgilab olish;
- fan va ishlab chikarish buyicha bilimlarni chuqurlashtirish imkoniyatlariga talabalarda qiziqish uyg'otish;
- talabada natijani mustaqil ravishda qo'lga kiritish imkoniyatini ta'minlash;
- talabani nazariy jihatdai tayyorlash;
- laboratoriya mashg'ulotlari nafaqat aniq mavzu bo'yicha bilimlarni yakunlash, balki talabalarni tarbiyalash manbai hamdir.

BIRINCHI TARTIBLI ELASTIKLIK MODULI "YE"NI ANIKLASH TAJRIBA O'TKAZISHDAN MAQSAD.

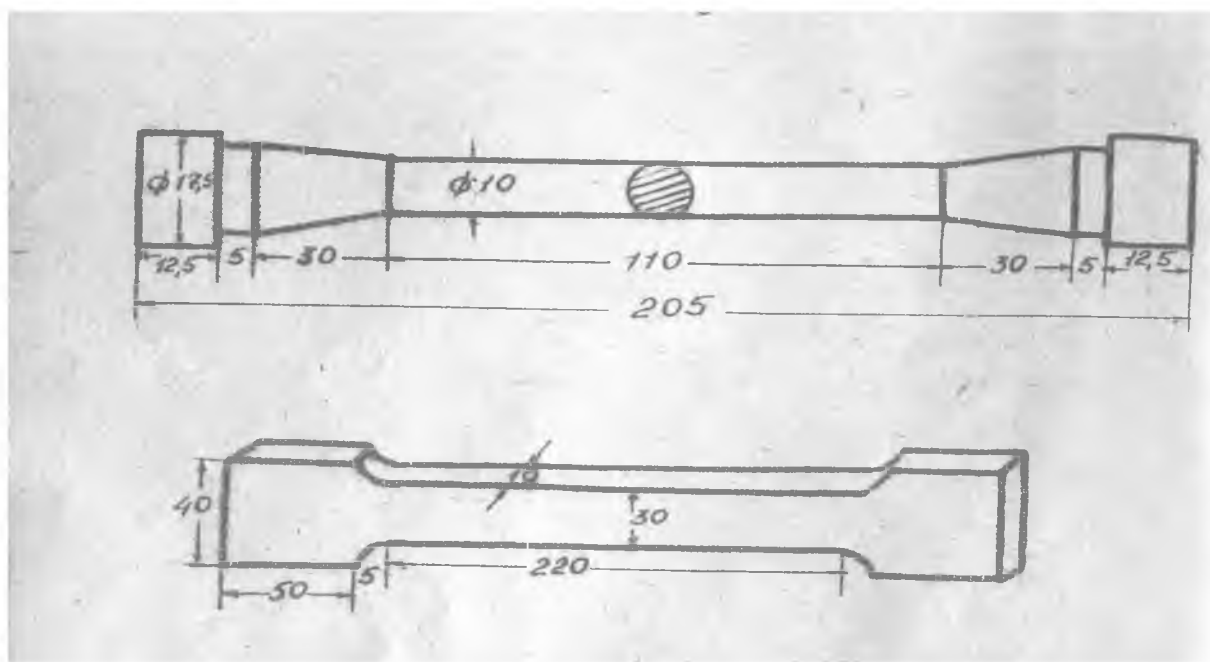
Cho'zilishda Guk konunini tekshirish va po'latning elastiklik modulini aniklash.

Tajribaning qo'yilishi. Po'latning elastiklik modulini aniklash uchun avval namunaning bo'ylama deformatsiyasini o'lchash kerak. Buning uchun namunaga statik yuk qo'yib, uni proporsionallik chegarasiga cho'zish lozim. Sinalayotgan namuna odatda, tsilindirik shaklda tayyorlanadi. . Tsilindirik shaklda tayyorlashning iloji bo'lmaganda, tekis shaklda tayyorlanadi. 1-shaklda tsilindrik va tekis normal namunalar tasvirlangan.

Hamma o'lchamlar namunaning o'rta qismidan olinadi, yani silindrik namuna uchun 110 mm qo'yilgan, tekis namuna uchun esa 220 mm qo'yilgan oraliqdan olinadi, chunki namunaning shu qismlaridagina kuchlanish ko'ndalang kesimlar bo'yicha tekis tarqaladi.

Normal namunani silindrik shaklda tayyorlab, sinalayotgan qismning uzunligi (ℓ) bilan diametri (d) malum munosabatda olinadi.

SNGda $\ell = 10d$ deb qabul kilingan. Tekis namuna uchun esa $\ell = 11,3\sqrt{F}$ qabul kilingan. Buylama deformatsiyani o'lchash uchun turli asboblarda ishlatiladi: ulardan biri qo'sh richagli MIL tenzometridir. (2 – shakl, a). Bu tenzometrni Y.N.Morozov bilan A.P.Ilina loyihalagan. Namunani cho'zishda kuch namunaning o'qi bo'ylab yo'nalmasligi ham mumkin.



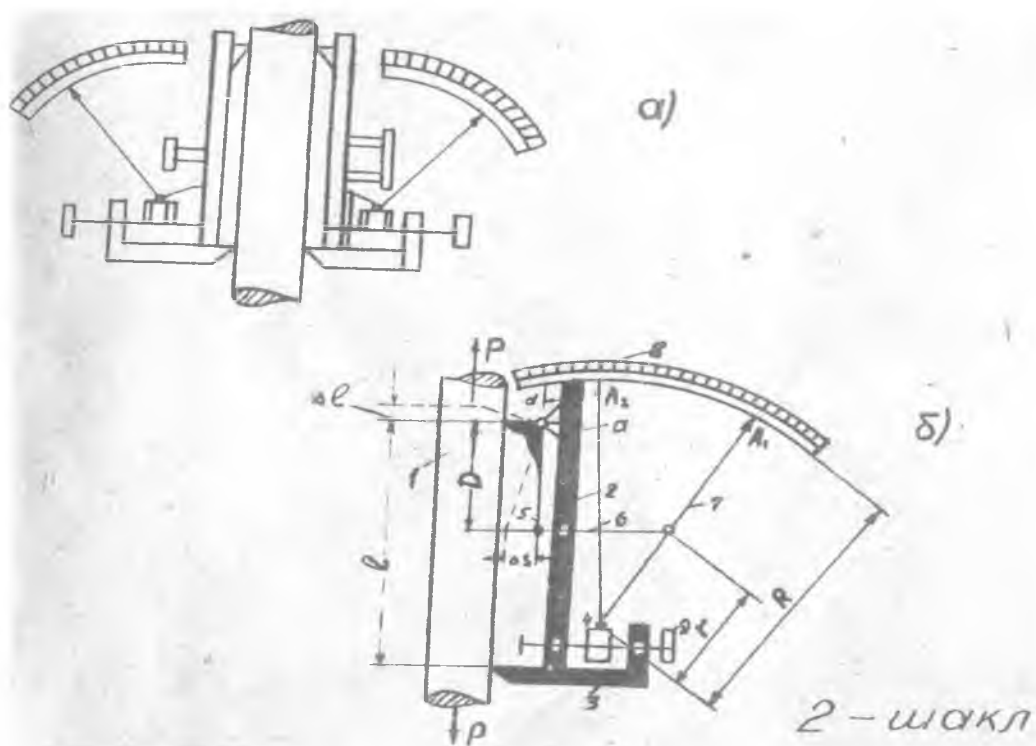
1-shakl

Buning oqibatida vujudga keladigan xatoni yo'kotish uchun ikkala tomondagi shkala ko'rsatishining o'rta qiymati olinadi. Tenzometrning namunaga tegib turgan ikkita prizmasi oralig'i baza deyiladi. Tenzometrning bazasi $\ell = 100$ mm ga teng. Tenzometrning ko'paytirish koeffitsiyenti 500 ga barobar, 2-shakl, a da tenzometning namuna o'rnatilgan holati ko'rsatilgan.

Tenzometrning asosiy sterjeni (5) ning pastki uchiga strelka (7)ni yurgizuvchi tortqi (6) sharnir (4) vositasida ulangan sterjen (5) ning pastki uchi ΔS oraliqqa ko'chganda tortqi (6) sharnir (4) ga o'rnatilgan strelka (7) ni harakatga keltiradi, strelkaning uchi esa shkala (8) bo'ylab ΔA oralikqa, ya'ni A_1 nuqtadan A_2 nuqtaga kuchadi (2-shakl, b). Bunda $\Delta \ell$ deformatsiya quyidagi bog'lanishdan topiladi:

$$C_1 = \frac{\Delta S}{\Delta \ell} = \frac{D}{d}.$$

ΔA kuchish ΔS kuchishdan $C_1 = \frac{\Delta A}{\Delta S} = \frac{R}{r}$ marta katta bo'ladi.

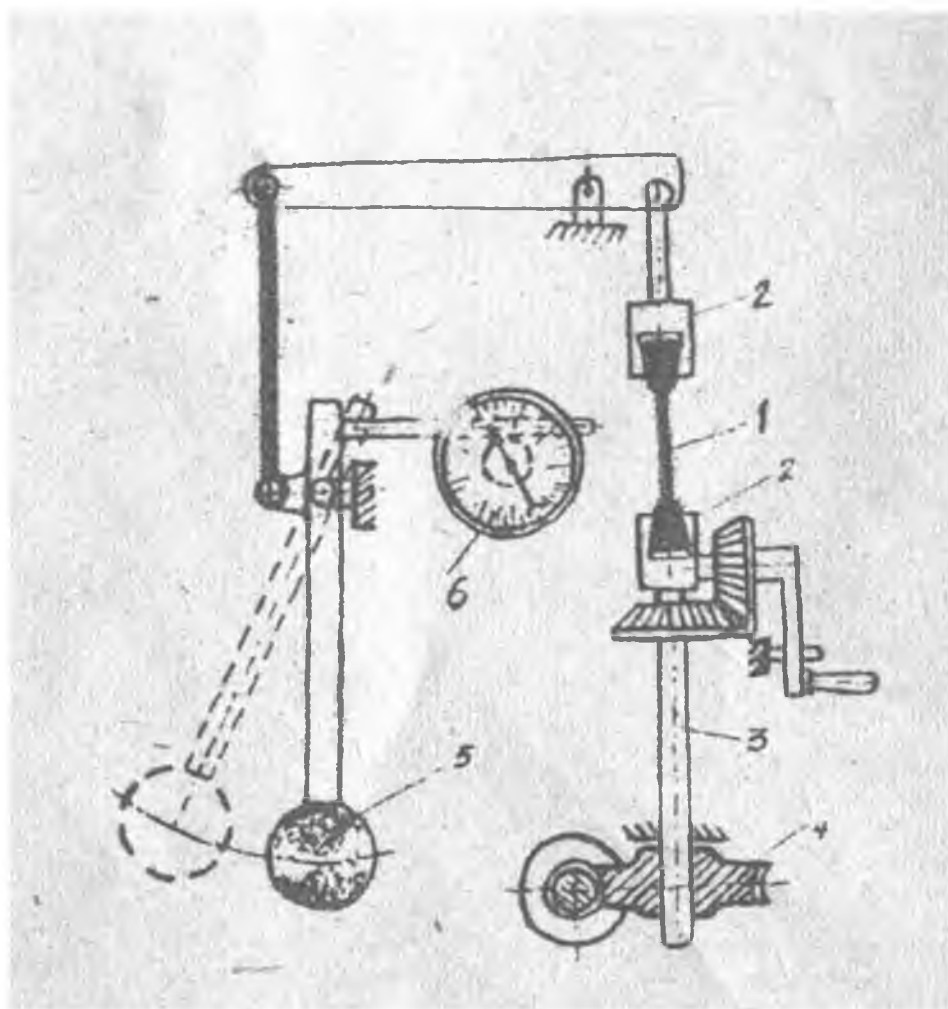


Asbobning kattalashtirish koeffitsenti (s) quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$C = \frac{\Delta A}{\Delta \ell} = C_1 C_2 = \frac{DR}{d \cdot r}.$$

Tajriba 5 tonnali universal mashinada o'tkaziladi.

Bu mashina namunada hosil bo'ladigan zo'riqlashlarni yetarli darajada aniq o'lchashga imkon beradi. Deformatsiya esa sinov mashinasiga o'rnatilgan maxsus mexanizmlar yoki sinov mashinasini tarkibiga kirmaydigan alohida asboblار vositasi bilan o'lchanadi. Bu asboblardan bittasi yuqorida aytilgan tenzometrdir. Mashinani sxemasi 3-shaklda ko'rsatilgan.



3 - shakl

Namuna mashina qisqichlariga mahkamlab qo'yilgach, unga tenzometr o'rnatiladi, so'ngra kuch asta-sekin oshira boriladi, bunda kuch proporsianallik chegarasidan oshmasligi shart. Kuchni oshira borish jarayonida tenzometrning ikkala shkalasida har 200 kg kuchga to'g'ri kelgan ko'rsatishlari maxsus jadvalga yozib boriladi (1-jadval).

Tartib №	Yuk (kg)	Tenzometrning ko‘rsatishlari				Ikki ayirmaning O‘rta arifm. qiymatlari
		Chap tomondagi shkala		O‘ng tomondagi shkala		
		Ko‘rsatish A	Ayirma ΔA	Ko‘rsatish V	Ayirma ΔB	
1	200					$\Delta = \frac{\Delta_2 + \Delta_{yht}}{2}$
2	400					
3	600					
4	800					
5	1000		$\Delta_{qan} = \frac{\sum \Delta A}{5}$		$\Delta_{yht} = \frac{\sum B}{5}$	
6	1200					

$$\Delta = \frac{\Delta_2 + \Delta_{yH2}}{2}$$

$$\Delta_{\text{чан}} = \frac{\sum \Delta A}{5}$$

$$\Delta_{yH2} = \frac{\sum B}{5}$$

Bunda, Δ - natijaviy o'rta arifmetik kiymat.

TAJIRIBA NATIJALARINI YAKUNLASH. Agar jadvalga yozilgan har ikki ayirmaning o'rtacha arifmetik qiymatlari yig'indisini ikkiga bo'lib chiqqan natijani asbobning bir bo'linmasi bahosiga ko'paytirsak, bir kuzatishga to'g'ri kelgan cho'zuvchi kuch (200 kg) ta'sirida namunaning absolyut cho'zilishini topgan bo'lamiz.

$$\Delta \ell = \Delta \cdot C \quad (1)$$

Bunda S- asbobning bir bo'linmasi bahosi, MIL markali asbob uchun u $2,5 \cdot 10^{-4}$ sm ga teng.

Deformatsiya topilgandan keyin Guk qonunidan foydalanib, choʻzilish yoki siqilishdagi birinchi tartibli elastiklik modulini topamiz:

$$E = \frac{\Delta P \cdot C}{F \cdot \Delta C} \quad (2)$$

(2) formuladagi $\Delta \ell$ (1) formuladan topiladi, $\Delta P = 200$ kg, F - namunaning koʻndalang kesim yuzi, ℓ -tenzometr bazasining uzunligi boʻlib, 100 ml ga teng. Yumshoq poʻlat uchun elastiklik modulining qiymati $(1.8-2.2) \cdot 10^6 \text{ kg/sm}^2$ atrofida chiqishi kerak.

Olingan natijalarni maxsus jurnalga yozib borish tavsiya qilinadi.

BAJARILGAN ISHLARNI MUSTAHKALASH UCHUN SAVOLLAR:

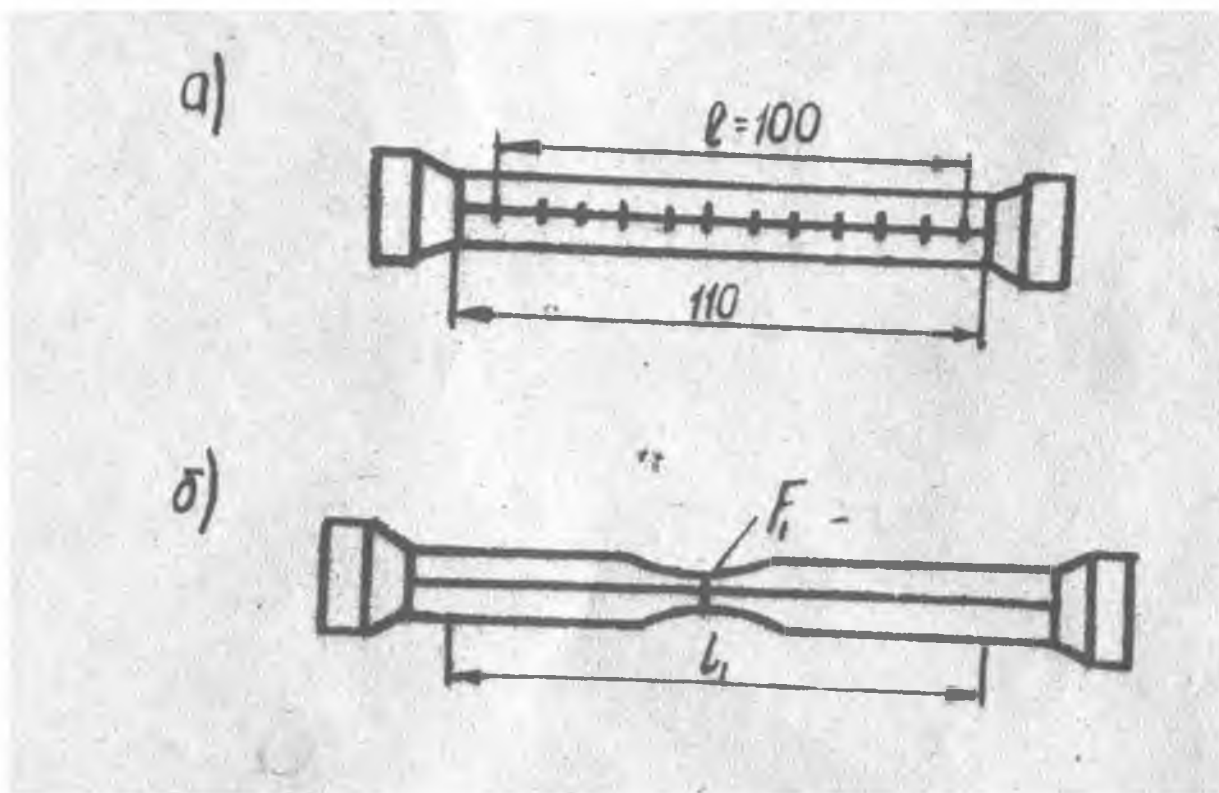
1. Tenzometr asbobi qanday tuzilgan
2. Bu asbob nimani aniqlaydi va kimlar tomonidan ixtiro kilingan.
3. Tajriba qanday mashinada oʻtkaziladi.
4. Absolyut choʻzilish nima?
5. Guk qonuni nimadan iborat va uning matematik ifodasi qanday yoziladi.
6. Choʻzilish yoki sikilishdagi elastik moduli nimani xarakterlaydi.
7. Choʻzilish va siqilish bikrligi nima?
8. Bikrlik koefsenti nima?

METALLARNING MEXANIK XARAKTERISTIKALARINI ANIQLASH.

TAJRIBA OʻTKAZISH.

Yumshoq poʻlatning choʻzilishdagi mustahkakmlik va elastiklik xarakteristikalarini aniqlash.

Tajribaning qo'yilishi: Namuna uchun cho'zilishdagi namunadan foydalanilsa ham bo'ladi. fakat sinalayotgan qismni bir sm dan qilib o'n bo'lakka bo'linadi (4-shakl, a).

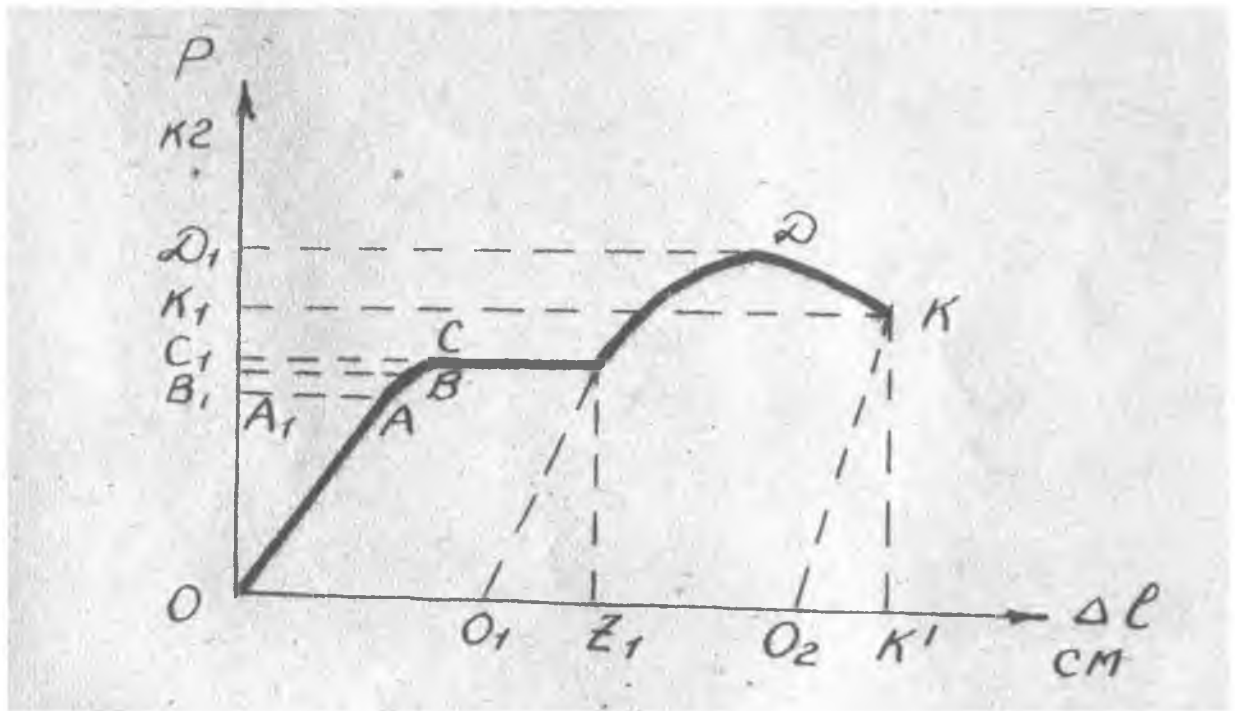


4 shakl.

Tajriba 5 tonnali universal vintovoy mashinada o'tkaziladi, bu mashinada cho'zilish yoki siqilish diagrammasi hosil qiladigan apparat bo'ladi. Tajriba boshlashdan avval namunaning hisob uzunligi va kesimining diametri aniq o'lchanib, laboratoriya jurnaliga yozilishi va namunani eskizi chizilishi lozim. Namuna mashina qiskichlariga mahkamlanib, cho'zuvchi kuch asta sekin oshirib boriladi.

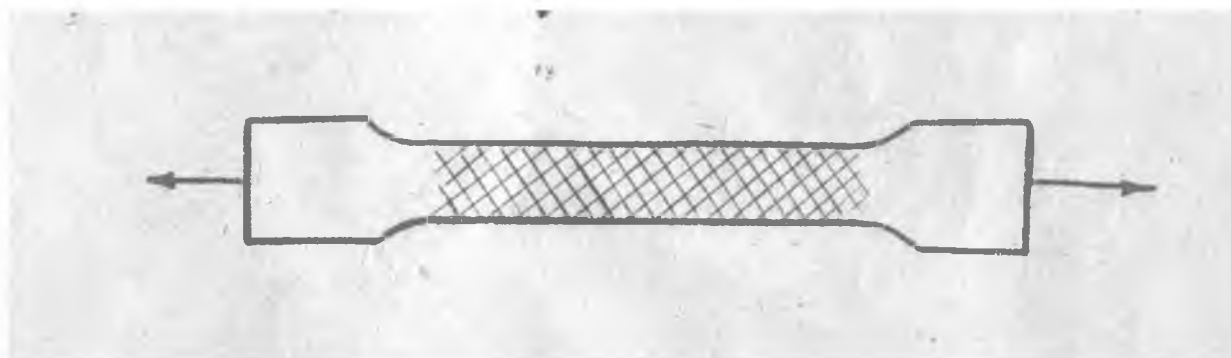
Sinash vaqtida mashinaning kuch o'lchash asbobidan oquvchanlik chegarasiga tegishli cho'zuvchi R_{OK} kuch bilan namunaning uzilishidan oldingi maksimal R_m kuch qayd qilinadi. Namuna uzilgandan keyin tajriba tugaydi.

CHo'zilish diagrammasi



Grafikadagi to'g'ri chizik kesmasi kuch bilan absolyut cho'zilish orasida to'g'ri prorarsionallik qonuni borligini ko'rsatadi. Bu chizik Guk qonunining grafik ifodasidir. Bu to'g'ri proporsionallik bog'lanishning chegarasi yumshoq po'lat uchun 2000 kg/sm^2 gacha boradi, namunaning bunday kuchlanish holati diagrammada A nuqta bilan ko'rsatilgan, bu kuchlanish materialning proporsionallik chegarasi deyiladi. Bu chegaradan salgina yuqorida elastiklik chegarasiga tegishli nuqta B ga yetadi. Bu nuqtaga tegishli normal kuchlanish elastiklik chegarasi deyiladi. Bu chegaradan pastda namunada faqat plastik (yo'qoluvchi) deformatsiya hosil bo'ladi, kuchlanish undan yuqori bo'lsa ham elastik, ham qoldiq deformatsiya hosil bo'ladi. Kuchlanish proporsiallik chegarasiga erishgandan boshlab, deformatsiya kuchlanishga qaraganda tezrok o'sa boshlaydi. Shundan keyin grafik o'ng tomonga burila boshlaydi va tez orada kuchlanish o'smasa ham deformatsiya o'sa boradi, ya'ni grafikada gorizontall chizik hosil bo'ladi. Bu holatga to'g'ri kelgan kuchlanish oquvchanlik chegarasi deyiladi va σ_{ok} bilan belgilanadi. Bu chegaradan yuk oshmasa xam deformatsiya

davom etadi. St.3 markali po‘lat uchun uning qiymati $\sigma_{ok}=2400 \text{ kg/sm}^2$ dir. Kuchlanish bu chegaraga erishganda materialning tuzilishi sifat jihatidan o‘zgaradi, ya’ni silliq sirti xiralashib chiziqlar bilan qoplanadi. Bu chiziqlar namuna o‘qiga 45° ga yaqin burchaklar ostida qiya bo‘ladi va cho‘zuvchi kuch orttirilgan sari ular qalinlasha borib, 5- shaklda ko‘rsatilgandek, namuna sirtini ikki tomonlama qoplay boshlaydi.



5 - shakl

Bu chiziqlarni, eng avval Chernov va Lyuders degan olimlar topgani uchun, ular Chernov chiziqlari deyiladi.

Oqish chegarasidan keyin materialning qarshilik ko‘rsatish qobiliyati yana o‘sa boshlaydi, ya’ni material mustahkamlanadi. Namunaning cho‘zilishini davom ettirish uchun cho‘zuvchi kuchni ko‘paytirish kerak bo‘ladi.

Diagrammaning eng yuqori nuqtasi D va kuchlanish eng katta qiymatga erishadi, bu kuchlanish mustahkamlik (σ_m) chegarasi deyiladi. Bu kuchlanishga tegishli yuk uzuvchi yoki maksimal yuk (R_m) deb ataladi.

Kuchlanish mustahkamlik chegarasiga erishish oldida namunaning biror joyida “bo‘yin” hosil bo‘la boshlaydi. (4-shakl,b).

Kuchlanish mustahkamlik chegarasiga erishganda, bo‘yin ingichkalanadi, namuna tezda uziladi. Uzilish diagrammaning D nuqtasiga mos kelmay, undan keyin yotuvchi boshqa bir K nuqtaga mos keladi. Ko‘ramizki, D nuqtadan keyin kuchlanish ozayib, deformatsiya juda tez o‘sa boshlaydi. Namunadagi kuchlanish

D nuqtaga tegishli qiymatga erishganda, uning qarshilik ko'rsatish qobiliyati tugaydi. D nuqtadan keyin deformatsiya hech qanday kuchlanishsiz davom etadi va nixoyat, namuna K nuqtada uziladi. Namuna uzilganda diagramma chizayotgan qalamning uchi K nuqtadan, yana OA ga parallel chiziq chizib, O₂ ga kelib tuxtaydi. K ning absissasidagi proyeksiyasini K' desak, O₂ K' = Yeye namuna uzilishi natijasida yo'lgan elastik deformatsiyani tasvirlaydi.

OK' - to'liq deformatsiya.

OO₂ - qoldiq deformatsiya.

O₂K' - elastik deformatsiya.

TAJIRIBA NATIJALARINI YAKUNLASH.

1. Namuna materialining proporsionallik chegarasi (σ_n) oquvchanlik chegarasi (σ_{ok}) mustahkamlik chegarasi (σ_M) materialining mustahkamlik xarakteristikalarini deyiladi. Bularni aniqlash uchun R_n , R_{ok} , R_m ni (bu miqdorlarni cho'zilish diagrammadan bevosita topish ham mumkin) namunaning boshlang'ich ko'ndalang kesimi yuziga bo'lish kerak, ya'ni:

$$\sigma_n = \frac{P_n}{F}; \quad \sigma_{ok} = \frac{P_{ok}}{F}; \quad \sigma_M = \frac{P_M}{F};$$

2. Uzilgan namunaning bo'laklari bir-biriga yaxshilab ulangandan keyin uning ikki chetki chizik orasidagi hisobga olinadigan masofa bilan hosil bo'lgan bo'yin kesimining diametri o'lchanadi. So'ng yumshok po'latning plastiklik xarakteristikalarini aniqlanadi, ya'ni

a) nisbiy qoldiq cho'zilish.

$$\delta = \frac{\Delta \ell}{\ell} \cdot 100\%; \quad \Delta \ell = \ell_1 - \ell$$

$$\delta = 8 \div 28\%$$

bunda ℓ - namunaning sinashdan oldingi uzunligi;

ℓ_1 - namunaning uzulgandan keyingi uzunligi.

b) Nisbiy qoldiq ingichkalanish.

$$\psi = \frac{F - F_1}{F} \cdot 100\%; \quad \psi = 35 \div 60\%$$

bunda F – namunaning sinashdan oldingi ko‘ndalang kesimi yuzi

F_1 – namunaning uzilgandan keyingi ko‘ndalang kesim yuzi.

Namunani har bir kesim orasidagi nisbiy qoldiq cho‘zilishni topib namunani uzunligi bo‘yicha bu deformatsiyani taqsimlanishini ko‘rsatadigan grafik chizish mumkin.

$$\delta_1 = \frac{\Delta \ell}{\ell} \cdot 100\%; \quad \delta_2 = \frac{\Delta \ell}{\ell} \cdot 100\%; \dots$$

Materialning mustahkamlik va plastiklik xarakteristikolari shu materialning mexanik xarakteristikolari deyiladi.

Olingan natijalar va cho‘zilish diagrammasi laboratoriya jurnaliga ko‘chiriladi

O‘zlashtirish uchun savollar.

- 1) Nisbiy cho‘zilish nima va uning o‘lchami qanday?
- 2) Yumshoq po‘latning cho‘zilish diagrammasida qanday xarakterli nuqtalar bo‘ladi?
- 3) Proporsiallik chegarasi, elastiklik chegarasi, oquvchanlik chegarasi va mustahkamlik chegarasi nima?
- 4) Sinalayotgan namunada Chernov chiziqlari qanday hosil bo‘ladi?
- 5) Sinalayotgan namunada qanday deformatsiyalar sodir bo‘ladi?
- 6) Nisbiy qoldiq uzayish va nisbiy ingichkalanish qanday topiladi.?

Bular metallning qanday xarakteristikalarini belgilaydi?

HAR XIL MATERIALLARDAN YASALGAN

NAMUNALARNI SIQILISHGA SINASH

Konstruksiya uchun ishlatiladigan materiallarni, asosan, quyidagicha gruppaga bo'lish mumkin:

Plastik va mo'rt.

Bir jinsli va bir jinsli bo'lmagan.

Sezilarli darajada deformatsiya qoldirib, yemiriladigan materiallarga plastik materiallar deyiladi. Juda oz deformatsiya qoldirib yemiriladigan materiallarga mo'rt materiallar deyiladi.

Uzilishda plastinkani xarakterlovchi nisbiy qoldiq uzayish:

$$\delta = \frac{\Delta \ell}{\ell} \cdot 100\%;$$

va ko'ndalang kesimni nisbiy qoldiq ingichkalanishi:

$$\psi = \frac{F - F_1}{F} \cdot 100\%;$$

2-laboratoriya ishidan bizga ma'lum edi.

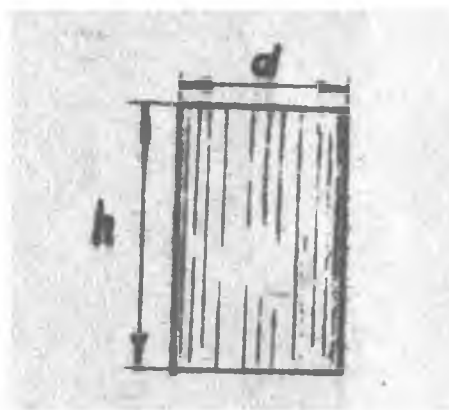
I. Plastik materiallar uzilish oldida anchagina deformatsiyaga ega bo'ladi. Masalan, yumshoq po'latning uzilish oldidagi cho'zilishi 20-25%ga boradi. CHO'yandek tipik material cho'zilganda to uzilguncha bilinar –bilinmas darajada deformatsiyalanadi. Bunday materiallar birdaniga uziladi. Uzilgandan keyin ularning nisbiy chuzilishi va nisbiy ingichkalanishi sezilmaydigan darajada kichik bo'ladi. Masalan, cho'yannig uzilish oldidagi deformatsiyasi 0,5-0,6% dan oshmaydi.

Metallar bir jinsli materiallar hisoblanadi. Bir jinsli bo'lmagan materiallarga: tabiiy tosh (ohak, granit va boshkalar); sun'iy sement toshlar; yogoch (sosna, yel). Yogoch anizotrop materiallar hisoblanadi chunki uning tolalari bo'ylab va tolalariga tik tomonlarini xususiyati har xil. Materiallarning siqilishiga ko'rsatadigan qarshiligini tekshirishda kub shaklidagi yoki balandligi diametrdan oz farq qiladigan silindir shaklidagi namunalardan foydalanishga to'g'ri keladi. uzun namunalar bilan tajriba o'tkazilganda, bunday namunalarning egilmay turib sof siqilishiga erishish juda qiyin bo'ladi.

METALLARNING SIQILISHGA KO'RSATIDIGAN QARSHILIGINI TEKSHIRISH

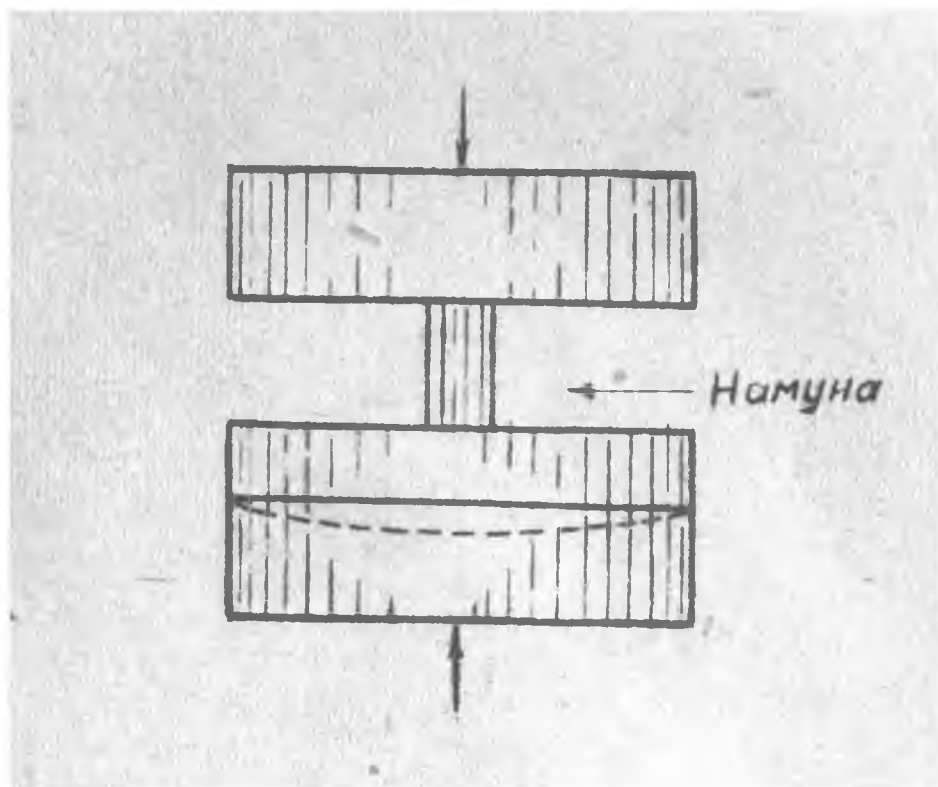
TAJRIBA O'TKAZISHDAN MAQSAD: Plastik va mo'rt materiallarning siqilishidagi puxtaligini sinash.

TAJRIBANING QO'YILISHI: Tajriba siqilish diagrammasi yozuvchi 5 tonnali universal mashinada o'tkaziladi. Materiallardan yasalgan namunalar silindr shaklidan bo'lib, ularning balandligi diametridan taxminan 1,5-2 marta kata bo'lishi kerak (6-shakl)



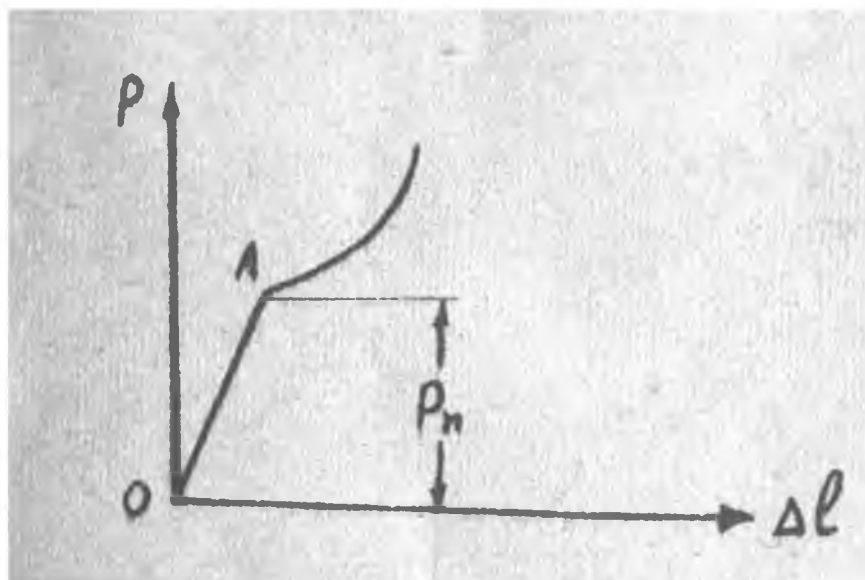
6 - shakl

1. Plastik materiallarning (mis, qo'rg'oshin va boshqalarining) siqilishdagi puxtaligini sinash. Namuna silindrik qilib yasaladi, namunaning o'lchamlari: $h = 15$ mm, $d = 8$ mm. Namuna sinash pressining tovog'i orasiga qo'yib, sekin-asta oshib boruvchi kuch bilan siqiladi (7-shakl).



7 - shakl

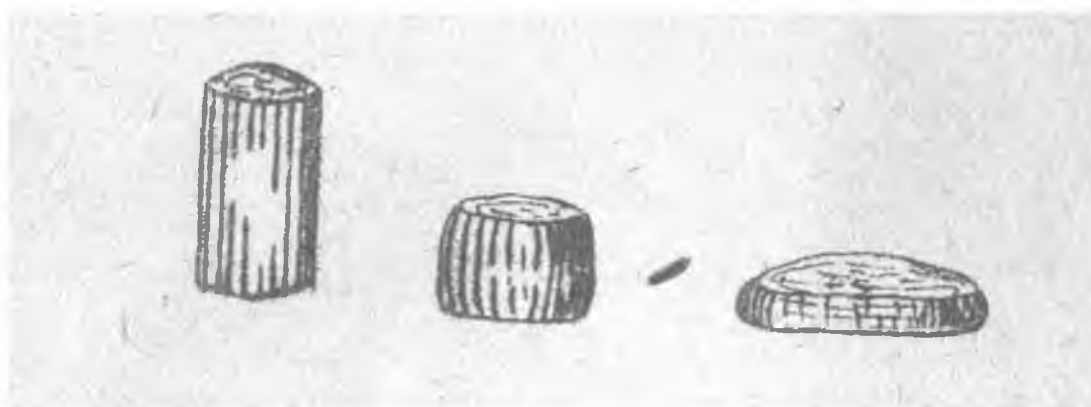
Mashinaning barabanida siqilish diagrammasi yoziladi (8-shakl).



8 - shakl

Diagrammada dastal OA to'g'ri chiziq kesmasidan iborat bo'ladi, bu esa kuch bilan deformatsiya orasida to'g'ri proporsionllik qonuni borligini ko'rsatadi. Diagramma A nuqtadan keyin egri chiziq tarzida ko'tarila boshlaydi.

Proporsionallik chegarasidan keyin namunaning plastik deformatsiyasi o'sadi va kesim kattalasha boradi. Ko'ndalang kesim kattalashgan sari, namunaning yuk ko'tara olish xususiyati oshadi. Namunani sinash pressining tovagi bilan namuna asosining yuzasi hosil bo'ladigan ishqalanish kuchlari namuna qirg'oqlarining ko'ndalangiga tomon deformatsiyalanishiga yo'l qo'ymaydi. Shuning uchun, namuna sinash natijasida bochkaga o'xshash shaklga kiradi (9-shakl). Ko'ndalang



9 - shakl

kesim yuzi kengaygan sari, deformatsiya yana ham ko'paytirish uchun, siquvchi yukni oshirib borish kerak. Namunaning siqilishi davom ettirilsa, u kulchaga o'xshab qoladi. Proporsionallik chegarasi quyidagi formuladan topiladi.

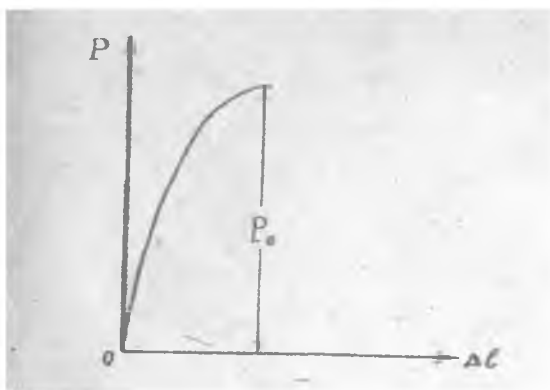
$$\sigma_n = \frac{P_n}{F} \text{ кгс / см}^2$$

Bu yerda P_p - proporsionallik chegarasiga to'g'ri kelgan kuch,

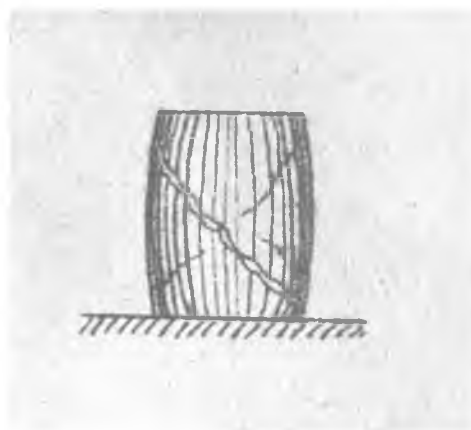
F - namuna ko'ndalang kesimining deformatsiyagacha bo'lgan yuzi.

2. Mo'rt materiallarning (cho'yan va boshqalarning siqilishdagi puxtaligini sinash. Tajriba bundan oldingi tajribadek o'tkaziladi. Cho'yan uchun siqilish diagrammasi 10-shaklda ko'rsatilgan. Diagramma koordinatalar boshidan ma'lum nuqtagacha taxminan to'g'ri chiziq kesmasidan iborat bo'ladi. Bu to'g'ri chiziq kesmasi, dastlab ordinatalar o'qidan, ya'ni R o'qidan juda kam og'adi, ohiriga borib tez egiladi va kuch eng kata qiymatga erishgach, diagramma birdaniga uziladi. Kuch namunani yemirgach, juda tez kamayadi va namuna yuk ko'tara

olmaydigan bo‘lib qoladi. CHo‘yan namuna siquvchi kuch tasirida bir oz qisqarib, bochka shakliga kiradi. Bu kichikroq plastik deformatsiya bo‘lganligidan dalolat beradi. Kuch maksimal qiymatiga borayotgan paytida namunaning sirtida qiya bir qancha darzlar paydo bo‘ladi (11-shakl).



10 – shakl



11 - shakl

CHo‘yanning siqilishdagi mustahkamlik chegarasini quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$\sigma_M = \frac{P_M}{F} \text{ kZ/cm}^2$$

Bu yerda P_m - mustahkamlik chegarasiga to‘g‘ri kelgan kuch;

F - namuna ko‘ndalang kesimining deformatsiyagacha bo‘lgan yuzi.

TAJRIBA NATIJALARINI YAKUNLASH. Olingan natijalar va siqilish diagrammasi laboratoriya jurnaliga ko‘chiriladi. Olingan natijalarga asoslanib plastik va mo‘rt materiallarni taqqoslab yakun yasaladi.

YOG‘OCHNI SIQUVCHI KUCHLARGA BARDOSH BERA OLISHINI SINASH

TAJRIBANI O‘TKAZISHDAN MAQSAD. Yog‘ochni tolalariga tik va tolalari bo‘ylab yemirilguncha siqib, shu bir xil yog‘ochni o‘zini xususiyatini o‘rganish.

Tajribaning qo‘yilishi: Tajriba posangili tebrangich (mayatnik) bo‘lgan vintli universal mashinada o‘tkaziladi.

Yog‘ochdan standart o‘lchamli kubiklar tayyorlanadi (2,5x2,5x2,5 sm). bu kubiklarning o‘lchamlari aniqlangandan so‘ng sinash pressining tovog‘iga qo‘yilib, yemirilguncha siqiladi.

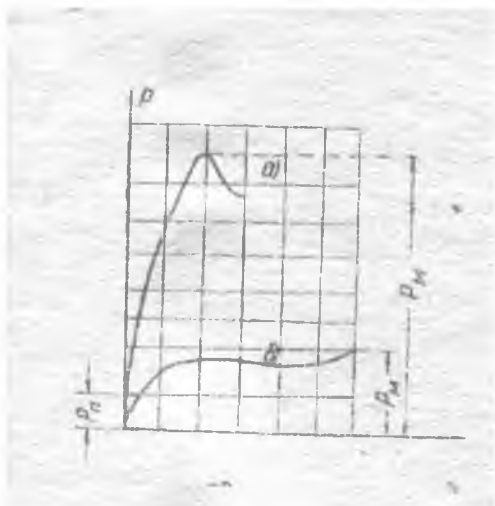
12-shakl, a da kubikning tolalariga parallel yo‘nalgan kuchlar bilan siqilgandagi diagramma tasvirlangan. Bu diagrammadan ko‘rinadiki, kubik yemirilguncha juda oz deformatsiya qoldiradi. Siquvchi kuch maksimal qiymatga, ya’ni P_m ga yetganda namuna yemirila boshlaydi va kuch pastga qarab ketadi. Kubik yemirila boshlaganda avval uning kesimlari eziladi va ko‘ndalang qatlamlar, ba’zan esa bo‘ylama tarzda ham hosil bo‘ladi. Bu hol ko‘zli namunalarda ayniqsa ko‘p uchraydi. Bunday kubiklarning yemirilgan shakli 13-shakl, a da ko‘rsatilgan

Yog‘ochning mustahkamlik chegarasi tajribalari asosida quyidagicha topiladi:

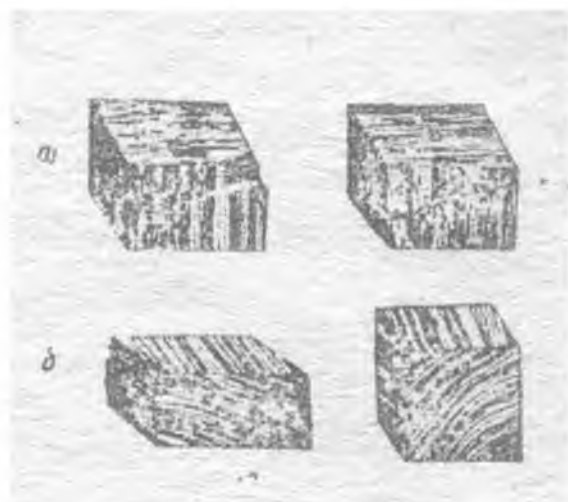
$$\sigma_M = \frac{P_M}{F} (\text{kg/cm}^2)$$

Bu yerda P_m - namunani siquvchi maksimal kuch.

F - kubning bir yog‘ini yuzi.



12 – shakl



13 – shakl

Yogʻochning tolalariga tik yoʻnalgan kuch bilan oqilgan kubik uchun siqilish diagrammasi 12-shakl, b da koʻrsatilgan. Bu diagrammadan koʻrinadiki, proporsionallik chegarasiga, yaʼni P_p ga yetguncha diagramma toʻgʻri chiziq kesmasidan iborat boʻladi. Proporsionallik chegarasidan keyin diagramma plastik materiallarinikiga oʻxshaydi, yaʼni gorizontall chiziqqa yaʼni egri chiziqdan iborat boʻladi.

Kubik siquvchi kuchning juda kichik qiymatida tez deformatsiyalanadi. Koʻzi va qiyshiq qavatlari boʻlmagan kubik yemirilamaydi, balki faqat presslanadi (13-shakl, b). Kuch oshmagan holda kubikning darajada deformatsiyalanishi uning endi yuk koʻtara olmasligidan dalolat beradi. Bunday holda kubik oʻz balandligining 1:3 qismi qadar siqilgan vaqtiga toʻgʻri kelgan siquvchi kuch yemiruvchi kuch (P_m) deb qabul qilinadi:

$$\sigma_M^{\perp} = \frac{P_M}{F} \left(\text{kg/cm}^2 \right)$$

Yogʻoch tolalariga parallel yoʻnalgan siquvchi maksimal kuchlanishning qiymati yogʻoch tolalariga tik yoʻnalgan siquvchi maksimal kuchlanish qiymatidan 8-10 marta ortiq boʻladi.

TAJIRIBA NATIJALARINI YAKUNLASH. Sinov vaqtida olingan miqdorlar, diagrammalar va namunaning tajribaning tajribadan keyingi qo‘rinishi laboratoriya jurnaliga yaxshilab ko‘chiriladi va ularni hisoblash tavsiya qilinadi.

O‘zlashtirish uchun savollar

1. Plastik va mo‘rt materillardan qanday xossalar bo‘ladi?
2. Plastik va mo‘rt materilalarning siqilgandagi diagrammalari nima bilan farqlanadi?
3. Anizotrop materiallar qanday materiallar hisoblanadi?
4. Sof siqilish hodisasi namunani tayyorlashga bog‘liqmi?
5. Nima uchun namuna bochka shakliga kiradi?
6. Plastik materiallarni siqilish diagrammasi nima uchun proporsionallik chegarasidan keyin o‘sadi?
7. 12-shakldagi diagrammalar qanday materiallarning siqilishdagi diagrammasiga o‘xshaydi?

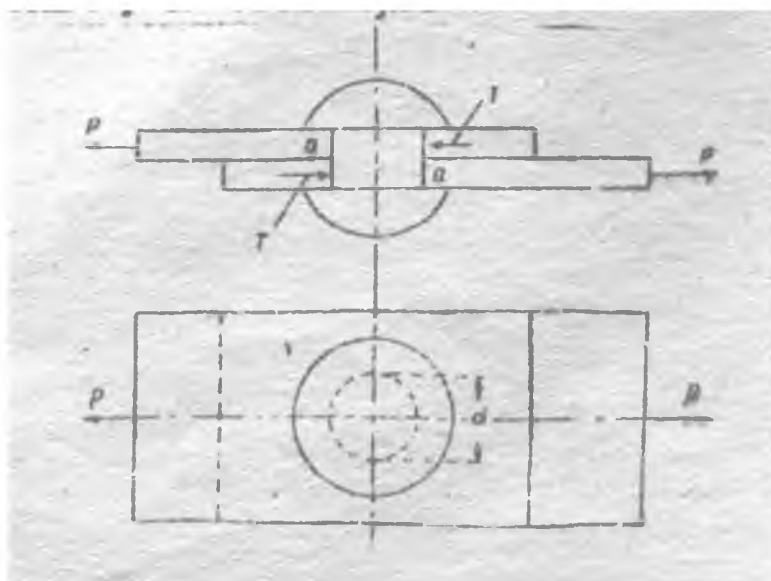
SILJISHGA ISHLOVCHI KONSTRUKSIYA ELEMENTLARINI SINASH

Siljishga ishlovchi konstruksiya elementlarining eng oddiy misollari qilib boltli birikma bilan parchin mixli birikmani olish mumkin. Hozirgi vaqtda parchin birikma o‘rniga payvand birikma ko‘proq ishlatilayotgan bo‘lsa ham, ammo ko‘pgina hollarda, parchin mixli birikma o‘z ahamiyatini saqlab kelmoqda. Chunonchi, metall qismlarni: stropilo fermalarining sterjenlarini, ko‘prik fermalarining sterjenlarini, qozonlarni hosil qiluvchi listlarni va shunga o‘xshashlarni ulashda parchin mixli birikma ishlatiladi.

Parchin mixning qanday ishlashini ko‘rsatish uchun ikki temir listning biri ikkinchisi ustiga qo‘yilib, parchin mix bilan ulangan holida tekshiramiz (13-shakl). Ulangan listlarga cho‘zuvchi kuch ta’sir ettirib, ulanishning qanday sabablardan buzilishini tekshiramiz.

P kuch bu listlarni bir-biriga nisbatan siljishga urinadi, listlarning bu siljishiga parchin mix qarshilik ko'rsatib, bu listlarning shaklda ko'rsatilganidek ta'sir etadigan kuchlarini o'ziga qabul qiladi.

Bu kuchlar ta'siridan parchin mix, 14-shaklda ko'rsatilganidek, $a-a$ kesim bo'yicha kesilishga, ya'ni parchin mixning yuqorigi qismi o'ng tomonga, pastki qismi esa chap tomonga siljishga intiladi.



13 - shakl

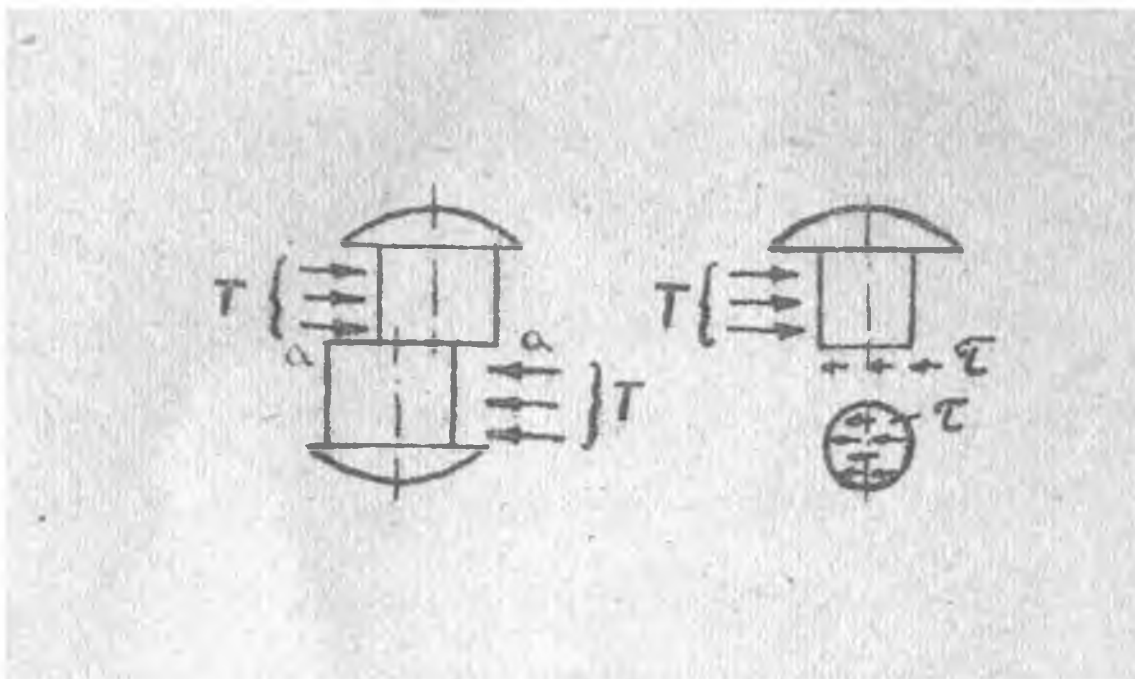
Parchin mixning $a-a$ kesmida bu kesuvchi kuch ta'siridan paydo bo'ladigan kuchlanish (τ) ni quyidagi formuladan foydalanib topamiz:

$$\tau = \frac{T}{F} \kappa z / \text{cm}^2 \quad (1)$$

Bunda P - bita parchin mixga tushadigan kesuvchi kuch;

F - parchin mixning ko'ndalang kesim yuzi;

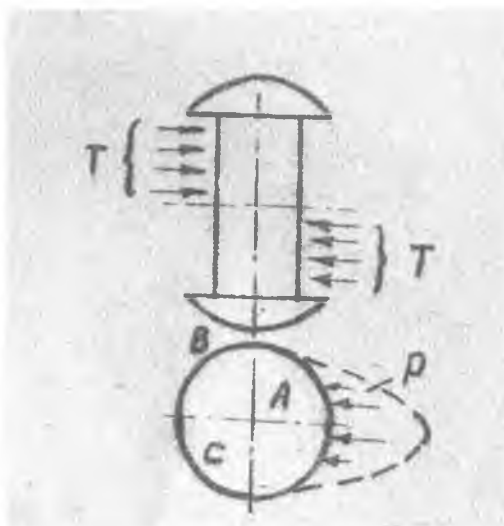
Biroq parchin mixga listning ta'sir etadigan kuchi parchin mixni kesish bilan birga, uni ezishi ham mumkin, ya'ni listning tegishli parchin mix sterjanini silindrik sirti bo'yicha eza boshlaydi. Yoki parchin mix ta'siridan teshik devorining sirti ezilishi ham mumkin. Shu sababli, parchin mix sterjeni va list teshigining devori ezilmasligi uchun, hisob vaqtida buni ham tekshirish kerak bo'ladi.



14 - shakl

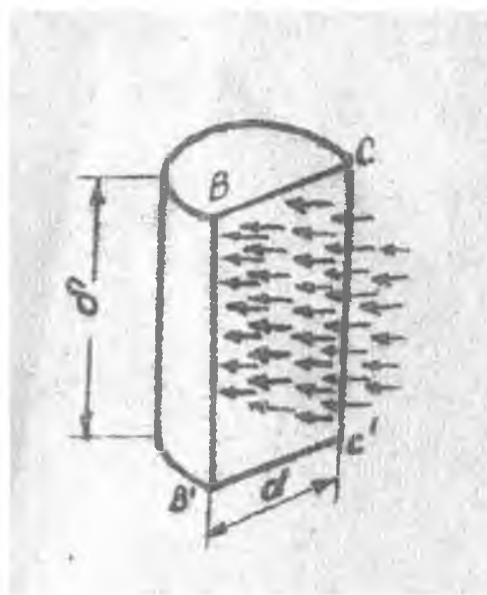
15-shaklda parchin mix sterjeniga ezuvchi kuch ta'sir etishi taxminan tasvirlangan. Ezuvchi kusning parchin mix sirti bo'yicha tarqalish qonuni bizga T ma'lum emas.

Faqat bu kuch A nuqtada eng kata qiymatga ega bo'lib, bu nuqtadan uzoqlashgan nuqtalarda kamayadi va B hamda C nuqtalarda nolga aylanadi.



15 - shakl

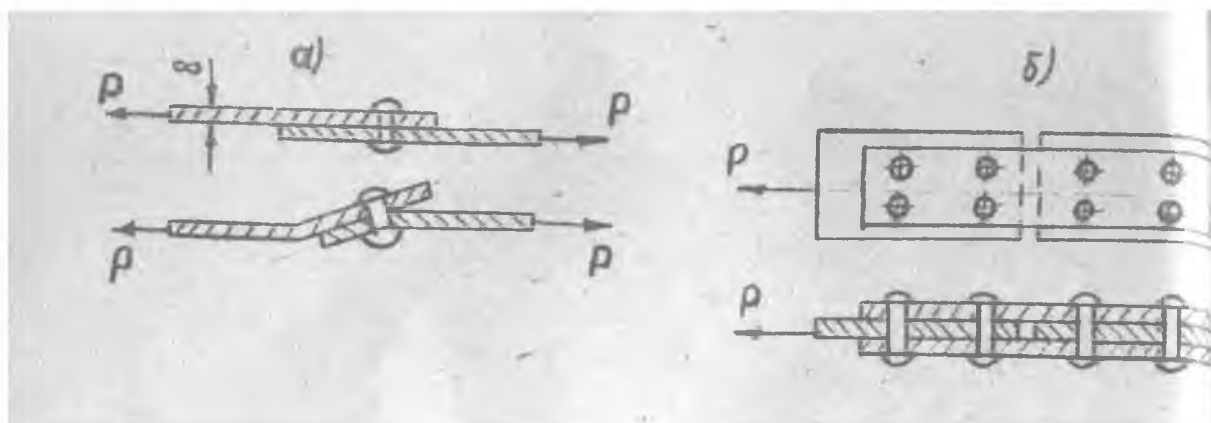
Parchin mixning diametrial kesimidagi ezuvchi kuchlanish quyidagi formuladan topiladi. (16-shakl)



16 - shakl

$$\sigma_{\text{ss}} = \frac{T}{\delta \cdot d} \text{ кгс/см}^2 \quad (2)$$

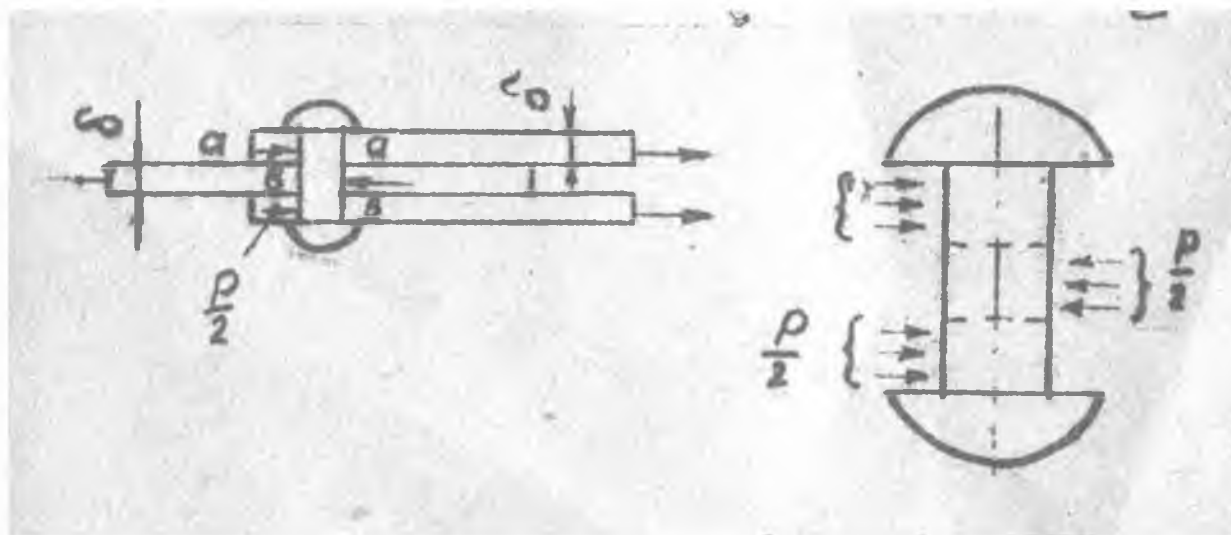
Listlar bir-biriga ustma-ust qo'yib biriktirilganda parchin mixlar faqat kesilish bilan ezilishgagina ishlamasdan, egilishga ham ishlaydi, chunki biriktiriluvchi listlar bir tekislikda yotmaganligidan ularga qo'yilgan kuchlar juft kuch hosil qiladi; natijada listlar egilib, birikma qiyshayadi (17-shakl, a). bu kamchilikka barham berish uchun listlar uchma-uch qilinib, ularning ustidan va ostidan po'lat taxtakach qo'yiladi va shundan keyin parchinlanadi (17-shakl, b).



17 - shakl

Bu taxtakachlar yordami bilan biriktirish natijasida parchin mixlar tekislikda kesilishga qarshilik ko'rsatadi. Shuning uchun, bunday birikmada ishlovchi parchin mix ikki kesilishli parchin mix deyiladi.

Ikki kesilishli bita parchin mixning ishni tekshiramiz (18-shakl).



18 - shakl

Taxtakachlar parchin mixni $\frac{P}{2}$ kuch bilan o'rta listga nisbatan o'ng tomonga siljishga intiladi. Buning natijasida parchin mix a-a va b-b tekisliklarda kesilishi mumkin.

Bu hol uchun parchin mix ikki tekislikda kesilganligidan, hisob tenglamasi quyidagicha yoziladi:

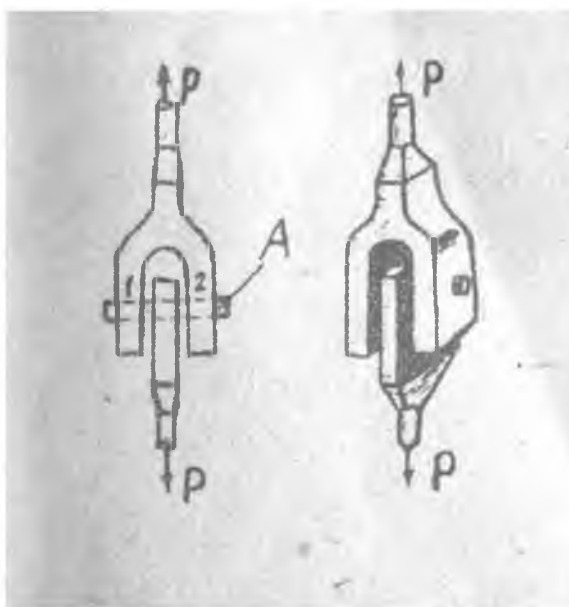
$$\tau = \frac{P}{2 \cdot \frac{\pi d^2}{4}} \text{ kg/cm}^2$$

Bu aytilganlarni tajriba qilib ko'ramiz.

TAJRIBA O'TKAZISHDAN MAQSAD: yumshoq po'latning kesilishga qarshilik ko'rsatishdagi mustahkamlik chegarasini topish.

O'tkaziladigan tajriba ikki kesilishli birikma hosil qilishda biriktiruvchi vosita silindrik namuna bo'lib, bu namuna xuddi sharni rolini bajaruvchi bolt kabi ishlaydi; namunaning diametri 8-20 mm ga teng.

TAJRIBANING QO'YILISHI. Universal mashinasining qisqichlariga namuna o'rnatilgan maxsus moslama qo'yiladi (19-shakl).



19 – shakl

Bu moslama cho'zilganda, unga o'rnatilgan A namuna ikkita 1 va 2 tekislik bo'yicha kesilishga qarshilik ko'rsatadi. Moslama ikki qismdan iborat bo'lib, uning yuqorigi qismi ayri shaklida qilib yasalgan, pastki qismi esa yassi sterjendan tuzilgan; bu qismlar bir-biriga teshiklarini bir-biriga to'g'rilab turib, teshiklarga diametrik o'lchangan namuna o'rnatilgan. Moslama universal mashinasining qisqichlariga o'rnatilgandan keyin, cho'zuvchi kuch namunani 1 va 2 tekislik bo'yicha uch bo'lakka (20-shakl) kesilguncha oshirib boriladi. Namunani kesuvchi eng katta kuch mashina dinamometrda qayd qilinadi.



20 - shakl

TAJRIBA NATIJALARINI YAKUNLASH. Kesuvchi P kuch va kesilish yuzi

$\left(F_{\text{rec}} = 2 \frac{\pi l^2}{4} \right)$ aniqlangach, kesilishdagi mustaxkamlik chegarasi $\tau_M(3)$ asosan topiladi.

O‘ZLASHTIRISH UCHUN SAVOLLAR

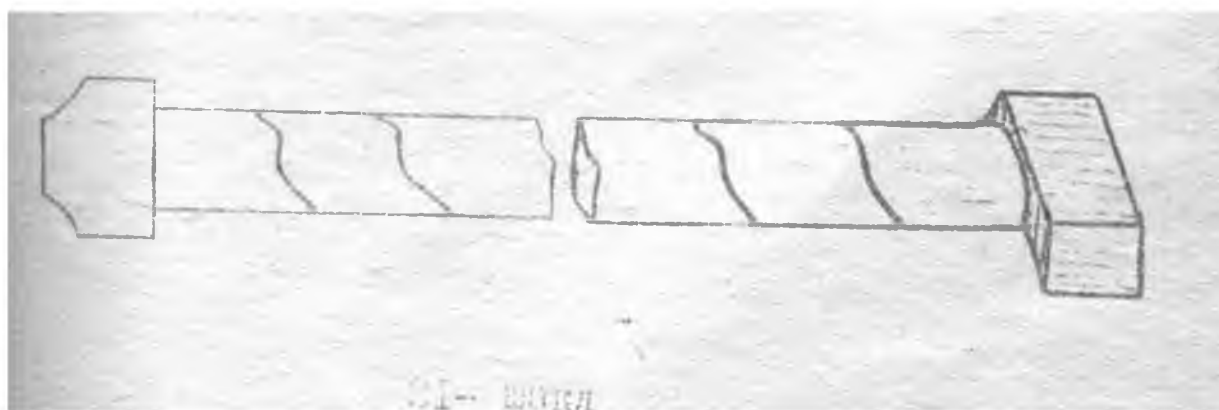
1. Nima uchun listlar biriktirilganda usti va ostiga taxtakachlar qo‘yiladi?
2. Parchin mixlar qanday qarshiliklarga ishlaydi?
3. Ikki kesilishli parxin mix deb qanday parxin mixlarga aytiladi?
4. Kesilishga ishlayotgan boltining mustahkamlik chegarasi qanday topiladi?

TURLI MATERIALLARDAN YASALGAN NAMUNALARNING BURILISHDAGI MUSTAHKAMLIK CHEGARASINI ANIQLASH

TAJRIBA O‘TKAZISHDAN MAQSAD: Turli materiallardan yasalgan namunalarning burilishini tekshirish va ularning mustaxkamlik chegarasini aniqlash. Nazariyadan ma’lumki, buralgan sterjenlarning materiallari tekis kuchlanish holatida bo‘ladi. Sterjenning o‘qiga tik va parallel yo‘nalgan yuzalarda urinma kuchlanishlar hosil bo‘ladi, namunaning o‘qi bilan 45^0 burchak hosil qilgan yuzlardan esa bosh kuchlanishlar paydo bo‘ladi ($\sigma_1 = \tau$ va $\sigma_3 = \tau$).

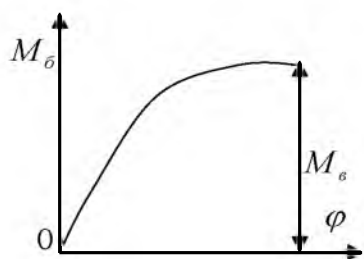
Buralishda har xil materiallar choʻzilish yoki siljishga turlicha qarshilik koʻrsatishlik uchun, turli materilallardan yasalgan namunalarning yemirilish protsessii ham har xil oʻtadi.

Tajribaning qoʻyilishi. Tjriba burash mashinalarining birida oʻtkaziladi. Bunday mashina haqida shu ishning oxirida yozilgan. Tajriba oʻtkazilish uchun yumshoq poʻlat, choʻyan va yogʻochdan bir xil koʻndalang kesim yuzaga ega boʻlgan (15-20 mm diametrli) uzun namuna tayyorlanadi. Namunalar diqqat bilan oʻlchangandan soʻng mashina qisqichlariga oʻrnatilib, ular yemirilguncha buraladi. Poʻlat namuna boʻyin, hosil qilmasdan oʻz oʻqiga tik kesim boʻyicha xuddi pichoq bilan kesilgandek, ortiqcha tovush chiqarmay yemiriladi (21-shakl).



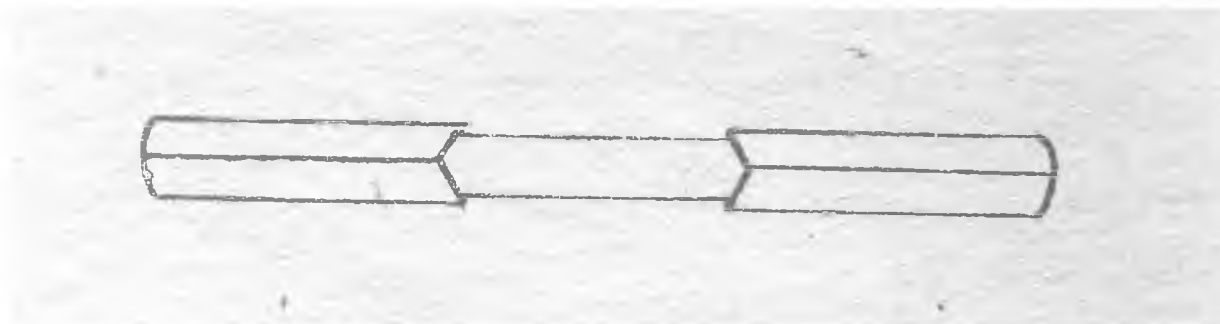
21 - shakl

Namuna sirtiga boʻylama chiziq chizilgan boʻlsa u vint chizigʻiga aylanadi.



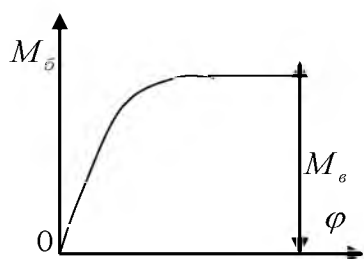
22 – шакл

Buralish diagrammasi 22-shaklda koʻrsatilgandek boʻladi, burovchi moment maksimal qiymatga yetganda ($M_{\delta} = M_B$) boʻlganda diagramma chizigʻi uziladi (22-shakl). Choʻyan namuna hamma vaqt qiya kesim boʻyicha qattiq tovush chiqarib yemiriladi (23-shakl).



23 – shakl

CHO‘yan namunaning buralish diogrammasi ba‘zan to‘g‘ri yaqin egri chiziqdan,



23 – шакл

ba‘zan esa egri chiziqdan iborat bo‘ladi (24-shakl).

Yog‘och namuna yemirilgan bo‘ylama yo‘riqlar hosil qiladi (25-shakl), shu sababli burovchi moment tez kamayib ketadi, bu hol buralish diagramma xarakteridan ravshan ko‘rinib turibdi (26-shakl).

Tajribani yakunlash. Har bir namuna uchun yemiruvchi moment mashina dinamometridan olinadi. CHO‘yan va yog‘ochning mustahkamlik chegaralari

$\tau_{\max} = \frac{M_{\delta}}{W_p}$ formuladan hisoblab topiladi, chunki bu xildagi materiallarning buralish

diagrammasi to‘g‘ri chiziqqa yaqindir. Natijalar taxminiy bo‘ladi. Po‘lat

namunaning mustahkamlik chegarasi plastiklik nazariyasida chiqarilgan $\tau_M = \frac{3M_{\delta}}{W_p}$

formula yordamida topiladi. Bu formulaning haqiqiy yaqinligini tajribalar tasdiqlaydi. Hisob natijalarini jadvalga yozish tavsiya qilinadi.

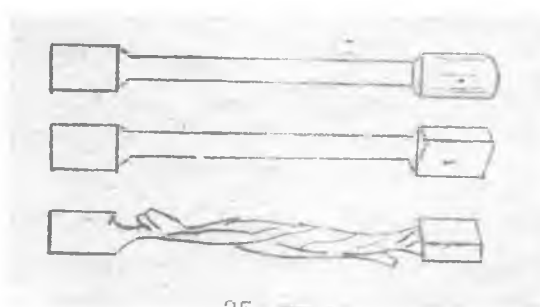
Jadval

Namuna materiallari	d cm	W_p cm^3	M_B $KZ \cdot cm$	$\tau_M = \frac{3M_B}{4W_p}$	$\tau_M = \frac{M_B}{W_p}$
------------------------	-------------	-----------------	------------------------	------------------------------	----------------------------

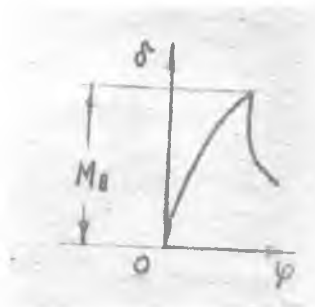
Buralish diagrammalari va namunalarning yemirilgandan keyingi shakllari laboratoriya daftariga chizib olinish kerak.

Xulosa. Po‘lat namuna (21-shakl) urinma kuchlanish ta’sirida yemiriladi. Bu urinma kuchlanish buralgan namunaning ko‘ndalang kesim yuzi hosil bo‘ladi. Cho‘yan namuna o‘z o‘qi bilan 45^0 burchak tashkil qilgan yuzalarda hosil bo‘lgan bosh norma kuchlanishlar ta’sirida uziladi, chunki cho‘yan cho‘zilishga zaif qarshilik ko‘rsatadi (23-shakl).

Yog‘och namuna bo‘ylama yoriqlar bo‘yicha yemiriladi (25-shakl), bunday namunaning yemirilish xarakteri namuna o‘qidan o‘tgan va uning yasovchisiga parallel bo‘lgan yuzalardan urinma kuchlanish hosil bo‘lishidan dalolat beradi.



25 – shakl



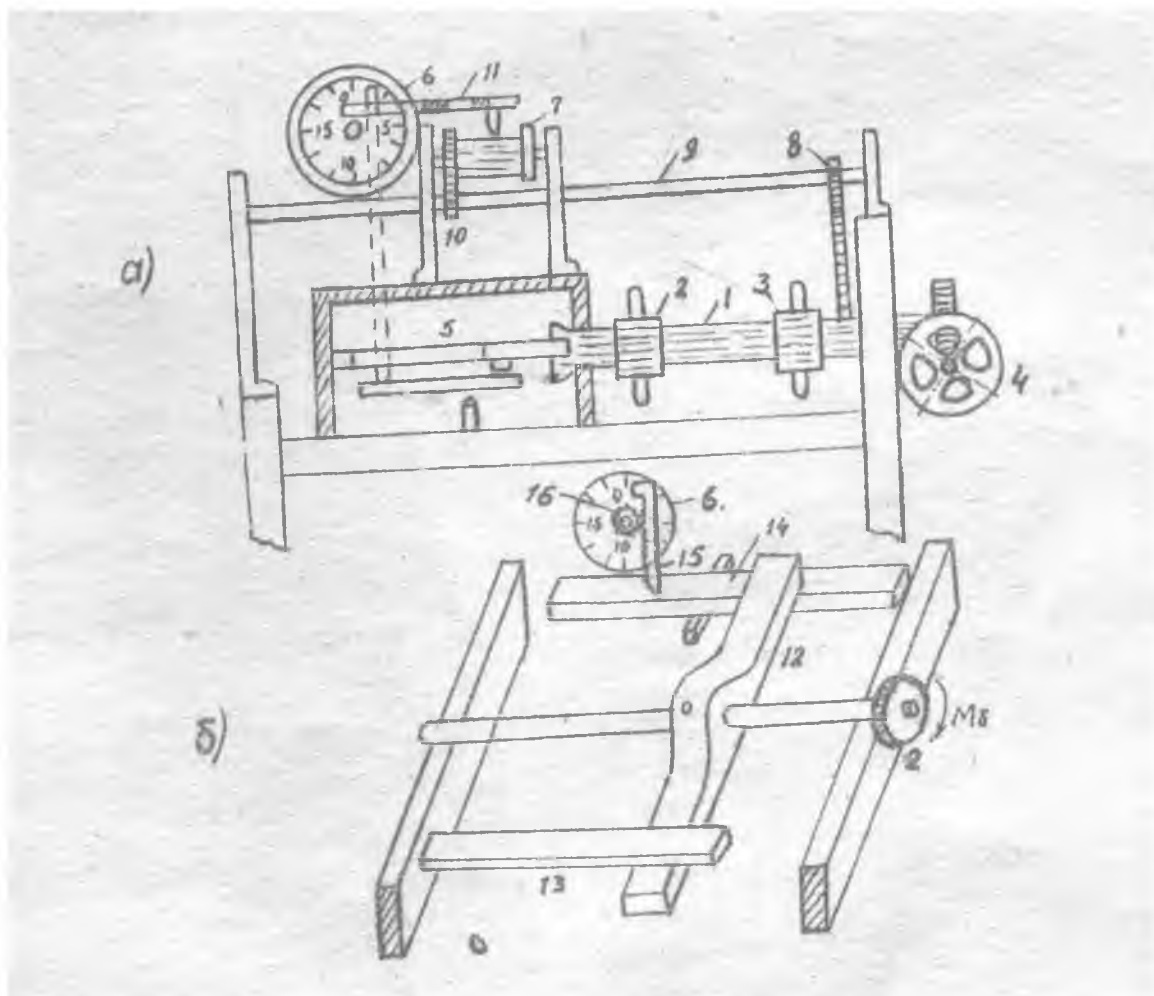
26 – shakl

BURALISHGA SINASH RIIT MASHINASI

(A.P.Korobov sistemasi; burovchi moment 20 kgm)

Kichik namunalarni sinash uchun mo‘ljallangan burash mashinasi bilan tanishib chiqaylik (27-shakl,a). bu mashina Rostov transoprt irjenerlari institutining ustaxonasida tayyorlangan, shuning uchun u RIIT deyiladi. Doiraviy kesimli namuna (1) mashina qisqichlari (2 va 3) ga mahkamlab qo‘yiladi. O‘ng tomondagi qisqich (3) mashina ostonasiga qimirlamaydigan qilib o‘rnatilgan podshipnikda aylanadi. Chapki qisqich (2) o‘z podshipnigi bilan birga biror tekislik sirtida mashina bo‘ylab suriladi, demak, mashinaga har xil uzunlikdagi

namunalarni o'rnatish mumkin. Shturval (4) tishli g'ildiraklar orqali qisqich (3) ga ulanadi, binobarin, shturval buralganda namunaga birovchi moment o'tadi. Chap qisqich richaglar sistemasidan tuzilgan kuch o'lcham mexanizmi (5) bilan boglangan (27-shakl,b). O'ng tomondagi qisqichning aylanish namunana orqali chap qisqichga o'tadi. Chap qisqich mahkamlangan quti ichida kuch mexanizmi joylashgan. Chap qisqich o'rnatilgan o'qqa richag (12) aylanmaydigan qilib ulangan. Chap qisqis aylanganda richagning bir uchi prujina (13) ga bosim o'tkaziladi; bu prujinaning ikki uchi quti devoriga mahkam biriktirib qo'yilgan. Prujinaning egilish salqiligi richagdan o'tgan bosim kuchining kattaligiga bog'liqdir. Richag (12) ning ikkinchi uchi richag (14) ga tayanadi; bu richag erkin uchining vertikal ko'chishi prujina (13) ning egilish salqiligiga bog'liqdir. Bu ko'chishlarda richag (14) uzun yelkasining uchiga tayangan vertikal sterjen (15) ko'tariladi. Bu sterjenning ko'chishi buruvchi proporsionaldir. Vertikal sterjen (15) ko'tarilganda shestern(16) ni aylantiriladi, chunki shestern sterjendagi tish o'qiga siferblat (6) ning strelkasi o'rnatilgan, bu strelka ta'sir qiladigan burovchi momentning qiymatini o'lchaydi.



27 – shakl

Mashina 5 kgm yoki 20 kgm oralig'ida ishlashi mumkin. Yuk richag (14) ga qo'shimcha tayanch kiritish yo'li bilan o'zgartiriladi. Bunday tanch shaklda ko'rsatilgan emas.

Mashinada burilish diagrammasini avtomatik chizadigan moslama bor. Bu moslama (7) dan iborat; barabanni asosiy val (2, 1, 3) va tishli uzatma orqali aylantiradi. Tishli uzatma tishli g'ildirak (8), valik (9), tishli g'ildirak (10) va barabanda suriluvchi reyka (11) dan iborat. Shunday qilib, diagramma buruvchi moment bilan qisqich (8) ning aylanish burchagi orasidagi bog'lanishni ko'rsatadi.

1. Namunaning qaysi nuqtasida eng katta kuchlanish hosil bo'ladi?
2. Burovchi moment nima va uning o'lchamligi qanday?
3. Doira qarshildik momenti qanday formulalar yordamida topiladi?
4. Tajriba qaysi mashinada o'tkaziladi?

VINTSIMON SILINDRIK PRUJINALARNING DEFORMATSIYASI (CHO'KISH)

Vagon, avtomobil resoralarida va boshqa mexanizmlarda cho'zuvchi va siquvchi kuchlar ta'sir etadigan vint prujinalar ishlatiladi. Bunday prujinalarni loyihalash uchun ularning mustahkamligini hisoblash bilan birga, qo'yilgan yuk ta'siridan naqadar cho'kishini yoki cho'zilishini xam oldindan aniqlash lozim.



Siqilayotgan yoki cho'zilayotgan vint prujina buralilishga qarshilik ko'rsatishini o'tkazilgan tajribalar tasdiqlaydi. Silindrik prujinaga o'qi buylab yo'nalgan chuzuvchi P kuch ta'sir etsin. (28 shakl)

Prujina o'rami o'qining radiusini R o'ramlar sonini n prujina o'rami ko'ndalang kesimini diametirini prujina material uchun siljish modulini G deymiz. P kuch juda sekin o'zgaruvchi, ya'ni statik kuch bulsin. Bu xolda prujina cho'ziladi va kuch qo'yilgan uchlari pastga va yuqoriga λ oraliqqa ko'chadi. P kuchning bu ko'chishda bajargan ishi $A = \frac{1}{2} P \cdot \lambda$ bo'ladi. Biroq bu ish prujina sterjinining

buralishida to'plangan potinsial energiya $U = \frac{M_{\delta}^2 \cdot \ell}{2G \cdot J_p}$ ga teng bo'ladi.

$$(A = U)$$

Demak

$$\frac{1}{2} P \lambda = \frac{M_{\delta}^2 \cdot \ell}{2G \cdot J_p} (a)$$

bunda, ℓ - prujina sterjenining to'la uzunligi. Prujina o'ramlarining gorizantga qiyaligi hisobga olinmasa, uning qiymati qo'yidagicha yoziladi:

$$\ell = 2\pi Rn$$

$$M_{\delta} = PR, \quad J_p = \frac{\pi d^4}{32}$$

bo'ladi, bu qiymatlarning xammasini (a) ga qo'yib prujinaning cho'zilishini topamiz.

$$\lambda = \frac{64PD^3 \cdot n}{G \cdot d^4} \quad (1)$$

(1) formula prujina siqilgan paytda ham o'z kuchini saqlaydi. Bu formuladan foydalanib siljish moduli topiladi.

TAJRIBA O'TKAZISHDAN MAQSAD.

Ikkinchi tartibli elastiklik moduli « G » ni aniqlash

Tajribaning qo'yilishi. Po'lat prujinaning elastiklik modulini aniqlash uchun avval namunadek deformasiyasini (chukishini) o'lchash kerak. Tajriba 5 tonnali universal mashinada o'tkaziladi. Tajriba boshlashdan avval namunaning geometrik o'lchamlari o'lchanib, laboratoriya daftariga yozilishi va namunaning eskizi chizilishi lozim. Namunani sinash pressining tovog'i orasiga qo'yiladi. Prujinani oldiga uning balandligi bilan bir xil balandlikda indikator o'rnatiladi. (29 shakl). Prujinaning deformatsiyasi indikator yordamida aniqlanadi. Kuchni oshira borish jarayonida indikatorning shkalasidan har 20 kg kuchga tug'ri kelgan ko'rsatishlari maxsus jadvalga yozib boriladi (7 jadval)

№ t/r	yuk kg	Indikatorning shkalasini kursatishi	ayirmasi	ayirmani o'rta arif kiymati	G xisobi (1)
----------	-----------	---	----------	-----------------------------------	--------------------

1	20				
2	40				
3	60				$\lambda = \Delta_{yp} \cdot 0,001$
4	80				
5	100				$G = \frac{64\Delta P \cdot R^3 \cdot n}{\lambda \cdot d^V}$
6	120				
7	140				
8	160				

bunda, Δ_{yp} - natijaviy oʻrta arifmetik qiymat.

Tajriba natijalarini yakunlash. Agar jadvalga yozilgan oʻrtacha arifmetik qiymatni indikatorning bir boʻlinmasi bahosiga koʻpaytirsak, kuzatishga toʻgʻri kelgan siquvchi kuch (20 kg) taʼsirida prujinaning siqilishini topgan boʻlamiz.

$$\lambda = \Delta_{yp} C \quad (2)$$

bunda C - indikatorning bir boʻlinmasini bahosi

$$C = 0,001 \text{ sm ga teng}$$

Deformatsiya topilgandan keyin formuladan foydalanib siljish moduli G ni topomiz.

$$G = \frac{4\Delta P \cdot R^3 n}{\lambda \cdot r^4} \quad (3)$$

(3) formuladagi λ (2) formuladan topiladi, $\Delta P = 20 \text{ kg}$ ga teng. Poʻlat uchun ikkinchi tartibli elastiklik modulining qiymati $8 \cdot 10^5 \text{ kg/cm}^2$ atrofida chiqishi kerak.

O'ZLASHTIRISH UCHUN SAVOLLAR.

1. Polyar inersiya momenti nima va u kanday o'lchamlikka ega.
2. Qayday miqdor buralishdagi birklik deyiladi.
3. Buralishdagi potensial energiya formulasi qanday yoziladi.
4. Indikator qanday asbob.
5. Vintoimon silindrik prujinalarning deformatsiyasi (chukishi) qanday formula bilan ifodalanadi.



HAR XIL MATERIALLARDAN YASALGAN NAMUNALARNI EGILISHGA SINASH

To'g'ri o'qli brus tik yo'nalgan kuchlar yoki brusning geometrik o'qi orqali o'tuvchi tekislikda yotadigan juft kuchlar ta'sirida brus egiladi, ya'ni

deformatsiyalanadi. Bunday kuchlar ta'sirida brusning to'g'ri chiziqli geometrik o'qi egri chiziqqa aylanadi. Sterjenning bunday deformatsiyasi egilish deyiladi. Egilishga qarshilik ko'rsatuvchi bruslar balka deb ataladi.

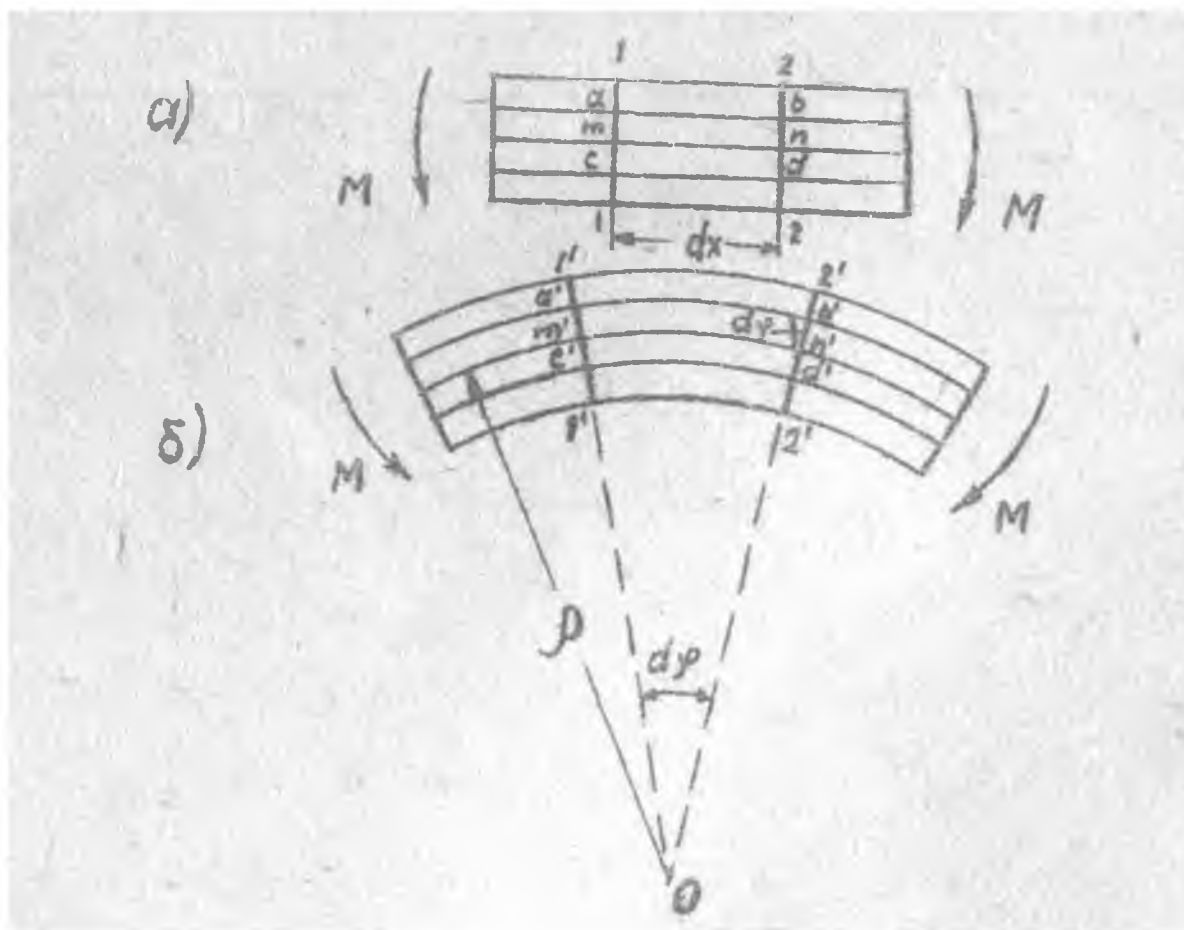
1. Balkaning biror uchastkasida eguvchi moment o'zgarmas miqdor bo'lib, kesuvchi kuch nolga teng bo'lsa, balkaning shu uchastkasidagi egilish sof egilish deyiladi.

Demak sof egilishda egiluvchi momet o'zgarmas bo'lib, kesuvchi kuch doimo nolga tengdir.

2. Balkaning uchastkalarida eguluvchi momentlar o'zgaruvchan miqdor bo'lib, kesuvchi kuch nolga teng bo'lmasa, bu uchastkalardagi egilish ko'ndalang egilish deyiladi.

Balkaga ta'sir qilgan kuchlar balkaning bosh tekisliklaridan birortasini ustida yotsa, balkaning hamma uchastkalari to'g'ri egiladi. Agar sof egilgan balkada hech qanday o'zgarish sezilmaydi, (30 shakl, a) deformatsiyadan keyin qo'yidagi hodisalar namoyon bo'ladi. (30 shakl, b).

1. Balkaga chizilgan 1-1 va 2-2 to'g'ri chiziqlar deformatsiyadan keyin ham to'g'ri chiziqligicha qolib, faqat juda kichik biror $d\varphi$ burchakka og'adi. Demak, balkaning deformatsiyagacha bo'lgan tekis ko'ndalang kesim yuzi deformatsiyadan keyin ham tekisligicha qoladi. Bu holat tekis kesim yoki Bernulli gipotizasi deyiladi.



30 – shakl

2. Balkaning qavariq tomonidagi ab tolasi choʻzilib, botiq tomonidagi cd tolasi siqiladi. Ular orasidagi biror mn tolaning uzunligi oʻzgarmaydi. Balkaning choʻzilmagan hamda siqilmagan bu tolalari yotgan qavati neytral qavat deyiladi. Neytral qavat tekisligi bilan balkaning koʻndalang kesim tekisligi kesishgan chiziq mazkur kesimning neytral oʻqi deb ataladi. Balka egilganda har bir koʻndalang kesim oʻz neytral oʻqi atrofida aylanadi.

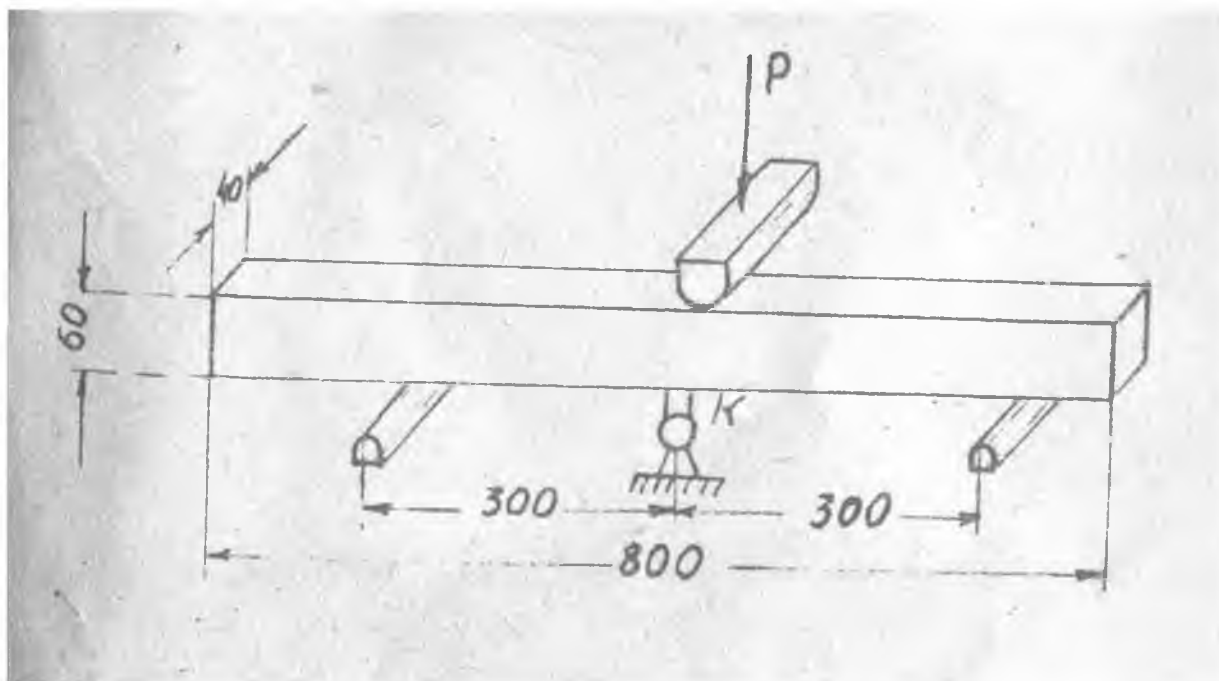
Tajriba natijalari shuni koʻrsatadiki, balka egilganda uning tolalari turlicha deformatsiyalanadi: neytral oʻqdan eng uzoq yotgan tolalarning deformatsiyasi eng katta boʻladi.

YOG‘OCHNING ELASTIKLIK MODULI “E”NI ANIQLASH

TAJRIBA O‘TKAZISHDAN MAQSAD: Topilgan elastiklik modulini nazariy elastiklik moduli ($E = 10^5 \text{ kg/cm}^2$) bilan taqqoslash.

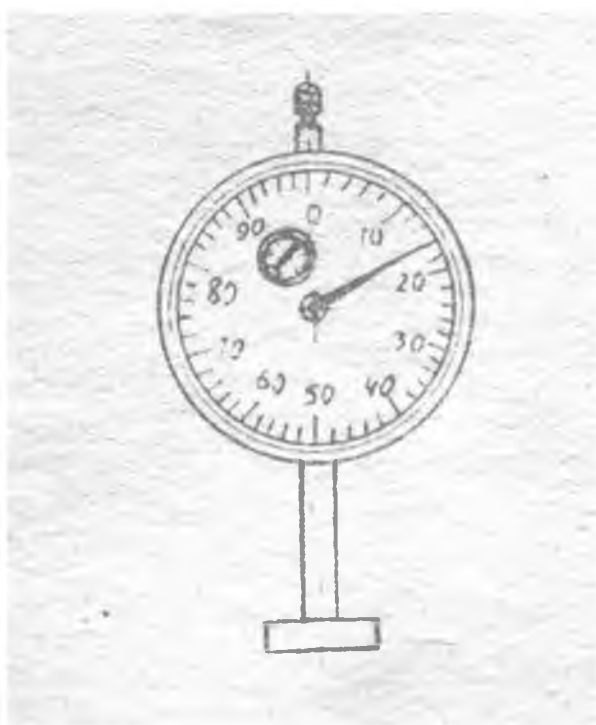
Tajribani qo‘yilishi. Egilish sinaladigan tajriba RIIT sistemadagi mashinada bajariladi. Namuna balkaning uzunligi $\ell = 800 \text{ mm}$, ko‘ndalang kesimi $60 \times 40 \text{ mm}$; material qarag‘ay. Tajriba sxemasi 31 shakilda ko‘rsatilgan.

Balka mashinaning pastki traversiga o‘rnatilgan ikki tayanchga qo‘yilib, ustki traversaga o‘rnatilgan tayanchlarning biri balkaning o‘rtasiga tirab qo‘yiladi.



31 – shakl

Pastki traversa ko‘tarilishi bilan balka egila boshlaydi; balkaning K nuqtasiga deformatsiya o‘lchaydigan indekator qo‘yiladi (32 shakl).



32 - shakl

Kesimning ma'lum kuchga, masalan, 60, 120, 180, 240...ga to'g'ri kelgan salqiligi indikator strelkasining ko'rsatishiga qarab, maxsus jadvalga yozib boriladi (8 jadval).

№ t/r	yuk kg	Indikator strelka sining ko'rsatish	Ko'rsatishlar farqi	ΔP - ga to'g'ri kelgan salqilik, sm
1	60			
2	120			
3	180			$\Delta Z_{yp} = \Delta_{yp} \cdot C$
4	240			
5	300			
6	360			

7	420			
---	-----	--	--	--

Tabiiyki, bu ishlarning xammasi materialni proporsionallik chegarasida bajariladi.

Tajriba natijalarini yakunlash. Jadvalda yozilgan deformatsiyalarning farqlari xisoblangandan so‘ng, bu farqlarning o‘rtacha arifmetik qiymati topiladi

$$\left(\Delta_{yp} = \frac{\sum \Delta}{n} \right).$$

Bu o‘rtacha qiymat indikator bo‘linmasining qiymatiga ko‘paytirilsa, ΔP ga to‘g‘ri kelgan o‘rtacha egilish salqligi ΔZ_{yp} ni topgan bo‘lamiz:

$$\Delta Z_{yp} = C \cdot \Delta_{yp}$$

bu yerda $C = 0,001$ sm ga teng.

Balka (namuna) materialining elastiklik moduli “E” quyidagi bizga ma’lum bo‘lgan formulada aniqlanadi:

$$\text{Bundan} \quad f_{\max} = \frac{\Delta P \cdot \ell^3}{48 E J_y}; \quad E = \frac{\Delta P \cdot \ell^3}{48 J_y \cdot \Delta Z_{yp}}$$

Laboratoriya jurnaliga tajribani o‘tkazishda ishlatiladigan mashina indikatorning sxemalari ham chizilishi lozim.

Elastiklik moduli topilgandan keyin kuchni oshira boramiz, toki namuna yemirilguncha. Shundan so‘ng yog‘ochni mexanik xarakteristikalarini aniqlaymiz.

$$\sigma_n = \frac{M_n}{W} - \text{egilishda proporsionallik chegarasi}$$

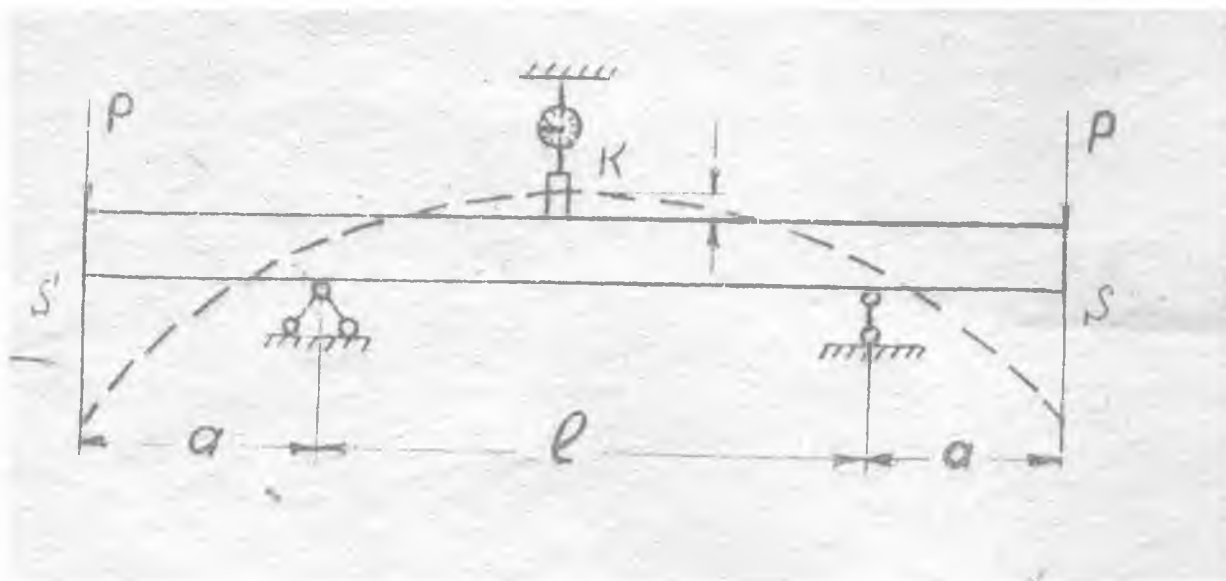
$$\sigma_n = \frac{M_{\max}}{W} - \text{egilishda mustahkamlik chegarasi.}$$

KONSOLLI IKKI TAYANCHDA YOTGAN PO‘LAT BALKANING
EGILISH SALQILIGINI TAJRIBA YORDAMIDA ANIQLASH.

TAJRIBA O‘TKAZISHDAN MAQSAD: Po‘lat balkaning egilish salqiligini tajriba yordamida topib, uni nazariy yo‘l bilan topilgan salqilikka taqqoslash.

Tajribaning qo‘yilishi: Tajriba RIIT mashinasida o‘tkaziladi. Namuna balki po‘latdan yasalgan reshora taxtachasidir (33 shakl). Namuna balkaning kesim yuzi 45x7,8mm. Inersiya momenti.

$$J_y = \frac{bh^3}{12} = 0,178 \text{ cm}^4$$



33 - shakl

Balka mashinaning pastki traversiga o‘rnatilgan ikki qo‘yilib, ustki traversaga o‘rnatilgan tayanchlar esa balkaning ikki chegarasiga tirab qo‘yiladi.

Pastki traversa ko‘tarilishi bilan balka shaklda ko‘rsatilganidek egila boshlaydi; balkaning K va S nuqtalariga deformatsiya o‘lchaydigan indikator qo‘yiladi (33 shakl). Kuch ma’lum miqdorda (20,40 va 60 kg va xokazo) ketma-ket oshirib boriladi. Balkaning o‘rtasiga va chekkasiga qo‘yilgan indikatorlardan bu kuchlarning har biriga to‘g‘ri kelgan salqilikni o‘lchab maxsus jadvalga yozib boriladi. (9- jadval)

№	Yuk	Indikatorni	Ko‘rsatishlar	Tajribadan

t/r		ko'rsatish	farqi	topilgan f_0
1	40			
2	60			
3	80			
4	100			
5	120			
6	140			
7	160			

Tajriba natijalarini yakunlash: 9- jadval yozilgandan keyin, universal tenglama yordamida konsoldagi va balkani o'rtasidagi salqilik topiladi. Avval harfli ifodada keyin namunani o'lchamlarini qo'yib sonli miqdorlari topiladi. Shundan keyin tajriba yo'li bilan topilgan salqilik bilan nazariy yo'l bilan topilgan salqilikni taqqoslab jadval tuzamiz:

Jadval

№ t/r	Salqilik miqdorlari		Farqi
	Tajribadagi	Nazariy yul bilan topilgan	
	sm	sm	%
1			
2			

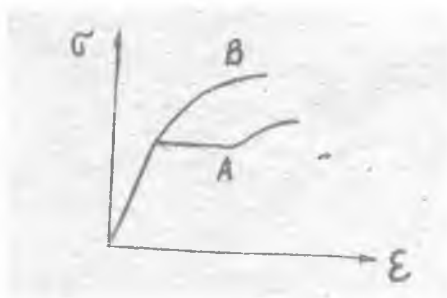
O‘ZLASHTIRISH UCHUN SAVOLLAR

1. Tekis kesim gipotezi nima?
2. Neytral qavat va neytral o‘q nima xamda ular balka kesimiga nisbatan qanday joylashgan bo‘ladi?
3. Qanday egilish xillarini bilasiz?
4. Qanday egilish sof egilish deyiladi?
5. Egilishdagi bikiqlik nima?
6. Egilishdagi qarshilik momenti nima? uning o‘lchamini ayting.
7. Balkani egilish tajribasi qaysi mashinada o‘tkaziladi? Mashinani ishlash prinsipini aytib bering.
8. Indikator qanday asbob?
9. Yog‘ochni elastiklik moduli qanday aniqlanadi?

ZARB TA’SIRIDAN O‘TKAZILADIGAN SINOV ISHINING METODLARI BILAN TANISHISH

TAJRIDA O‘TKAZISHDAN MAQSAD: Zarb ta’sirida o‘tkaziladigan sinovlar materiallarni sifatiga baho berishi, ya’ni nuqsonlarni ko‘rsatish mumkin qaysiki statik kuchlar ta’sirida mumkin bo‘lmagan.

Plastik materiallar statik kuchdan uzilish oldida anchagina deformatsiyaga ega bo‘lishini va mo‘rt materiallarni yemirilish oldidagi deformatsiyasi juda oz bo‘lishini 3-labariatoriya ishida aytib o‘tilgan edi. Shu sababli, plastik materiallar diagrammasining yuzi mo‘rt materiallar diagrammasining yuziga qaraganda ancha kattadir. Plastik materiallarni yemirish uchun mo‘rt materiallarni yemirishdagiga qaraganda ancha ko‘p ish sarf qilinadi. Shuning uchun ham, konstruksiya elementlari zarbali kuchlar ta’siriga duch kelgan bo‘lsa, ular plastik materiallardan ishlanadi. Mo‘rt materialli kuch ta’siriga bardosh berolmay, juda tez yemirildi. 34-shaklda ikkita cho‘zilish diagrammasi ko‘rsatilgan statik kuchdan (A) va zarba yukdan (B).



34 – шакл

Bu diagrammalardan ko‘rinadiki, materiallar zarba yukdan cho‘zioganda ularning oqish chegarasi bilan mustahkamlik chegaralari oshadi. Tekshirishlar shuni ko‘rsatdiki oqish chegarasi 20-70%ga, mustahkamlik chegarasi esa 10-30% oshadi. Deformatsiya tezligining ko‘payishi bilan materialning plastikligi kamayadi.

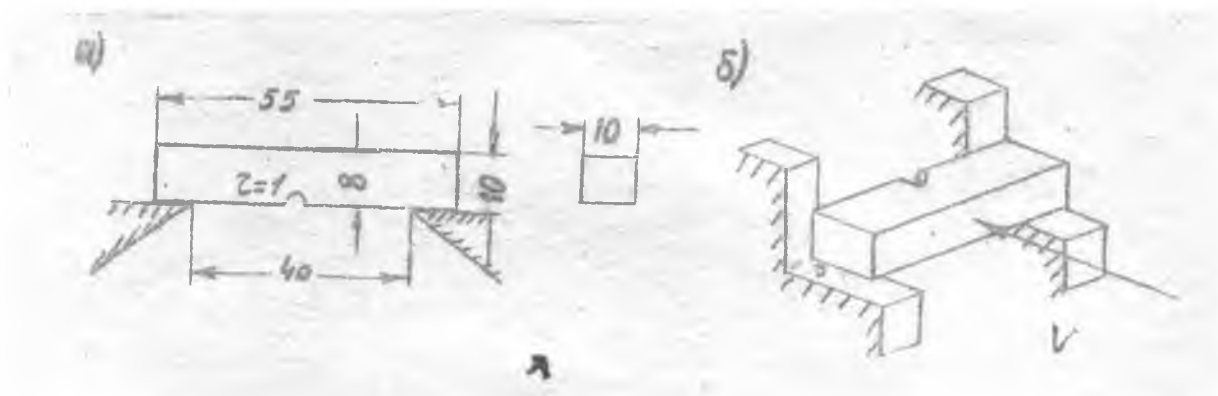
Zarba yukdan cho‘zilish diagrammasini (B)ni chizish uchun murakkab mashina kerak. Shuning uchun tajriba ma’lum markali po‘latdan namunalar yasali b ularning yemirish uchun sarf bo‘lgan zarb ishining miqdori (zarbiy qovushoqlikni) topiladi.

Tajribani o‘tkazish. Namunani yemirish uchun sarflangan ishning qarshilik yuziga yoki qarshilik hajmiga nisbatan zarb ish zarbiy qovushoqlik deb ataladi:

$$a = \frac{A}{F} \text{ kJ/cm}^2; \quad a = \frac{A}{V} \text{ kJ/cm}^3 \quad (1)$$

Zarb ta’siridan o‘tkaziladigan sinov ikki xil ko‘rinishda o‘tkaziladi:

1. Eguvchi zarba. Sinov uchun standart namuna olinadi, bunday namunaning o‘lchamlari va shakli 35-shakl, a da ko‘rsatilgan. Tajriba oldidan namunani o‘lchab, uning eskizini laboratoriya daftariga chizish kerak. Namuna tebrangichli kopyor tayanchlariga o‘rnatiladi; bunda tebrang‘ich tig‘i namunaning kesikli keimiga to‘g‘ri kelishi zarur.



Kopyor tebrangichi qo'l bilan ko'tarilib, maxsus tishli g'ildirakka tebrangichdagi richag yordamida tirab qo'yiladi; tebrangichning bu vaziyati uchun unga bog'langan shkalada ma'lum raqam to'g'ri keladi. Bu raqam tebrangich ko'tarilganda hosil bo'ladigan A_1 energiyani ifodalaydi. Tebrangich qo'yib yuborilgandan keyin u namunani egib sindirib, orqa tomonga ko'tariladi va uning bu vaziyatiga shkalada ikkinchi A_2 raqam to'g'ri keladi. Bu keyini raqam tebrangichni orqaga ko'tarish uchun sarf bo'lgan energiyani ko'rsatadi.

Shunday qilib, namunani sindirish uchun sarf bo'lgan energiya yuqorida hosil bo'lgan energiyalarning ayrimasiga teng bo'ladi.

$$A = A_1 - A_2 \quad (2)$$

Tajriba natijalarini yakunlash. Namunaning keskinli kesimiga to'g'ri kelgan zarbga qarashlik ko'rsatuvchi yuzi (F) cm^2 hisobida olinadi. A_1 va A_2 larning qiymatlari yoziladi. Namunani sindirish uchun sarf bo'lgan energiya (A), (2) formulaga asosan ($\text{kg}\cdot\text{m}$ hisobida topiladi) va zarbiy qovushoqlik quyidagicha aniqlanadi:

$$a = \frac{A}{F} \text{ kJ/m}^2 \quad (3)$$

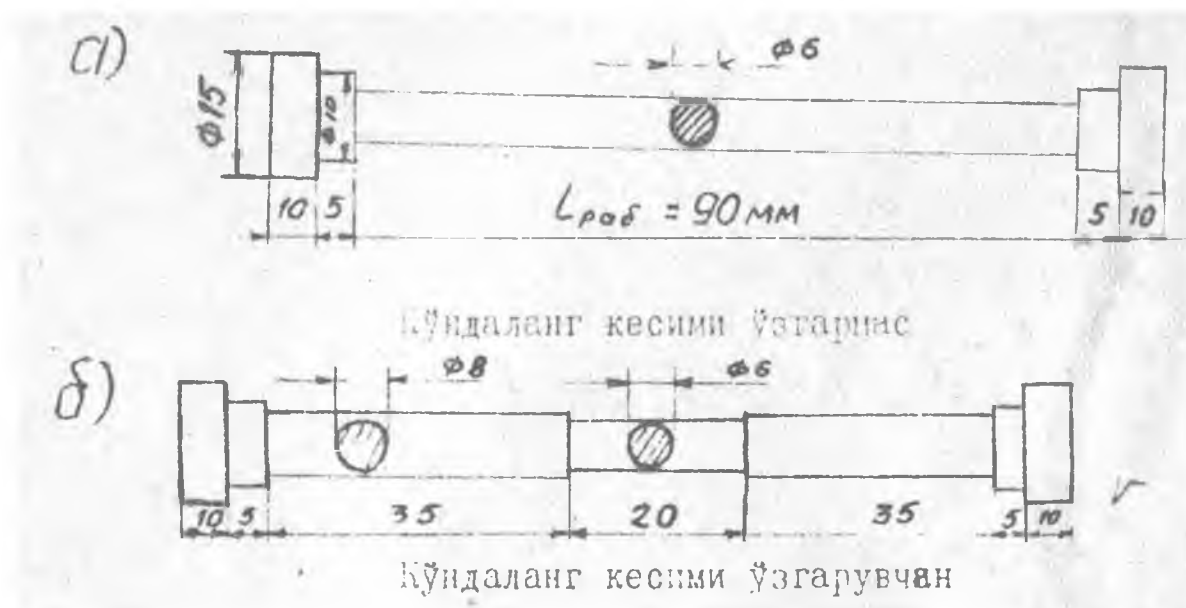
Cho'zuvchi zarba. Sinov uchun ikki xil silindrik namuna olinadi, bunday namunaning o'lchamlari va shakllari 36-shakl, a,b da ko'rsatilgan. Namuna tebrangichga maxsus moslamalar yordamida o'rnatiladi. Kopyor tebrangichdagi qo'l bilan ko'tarib, tishli g'altakka tebrangichdagi richag yordamida tirab qo'yiladi. Tebrangich qo'yib yuborilgandan keyin u namunani cho'zib sindiradi. Namunani sindirish uchun sarf bo'lgan ish quyidagicha aniqlanadi:

$$A = Q(h_1 - h_2) \text{ kJ} \quad (4)$$

Bunda: Q - tebrangichni og'irligi

h_1 - tebrangichni zarbagacha bo'lgan balandligi

h_2 - tebrangich zarbadan keyingi balandligi



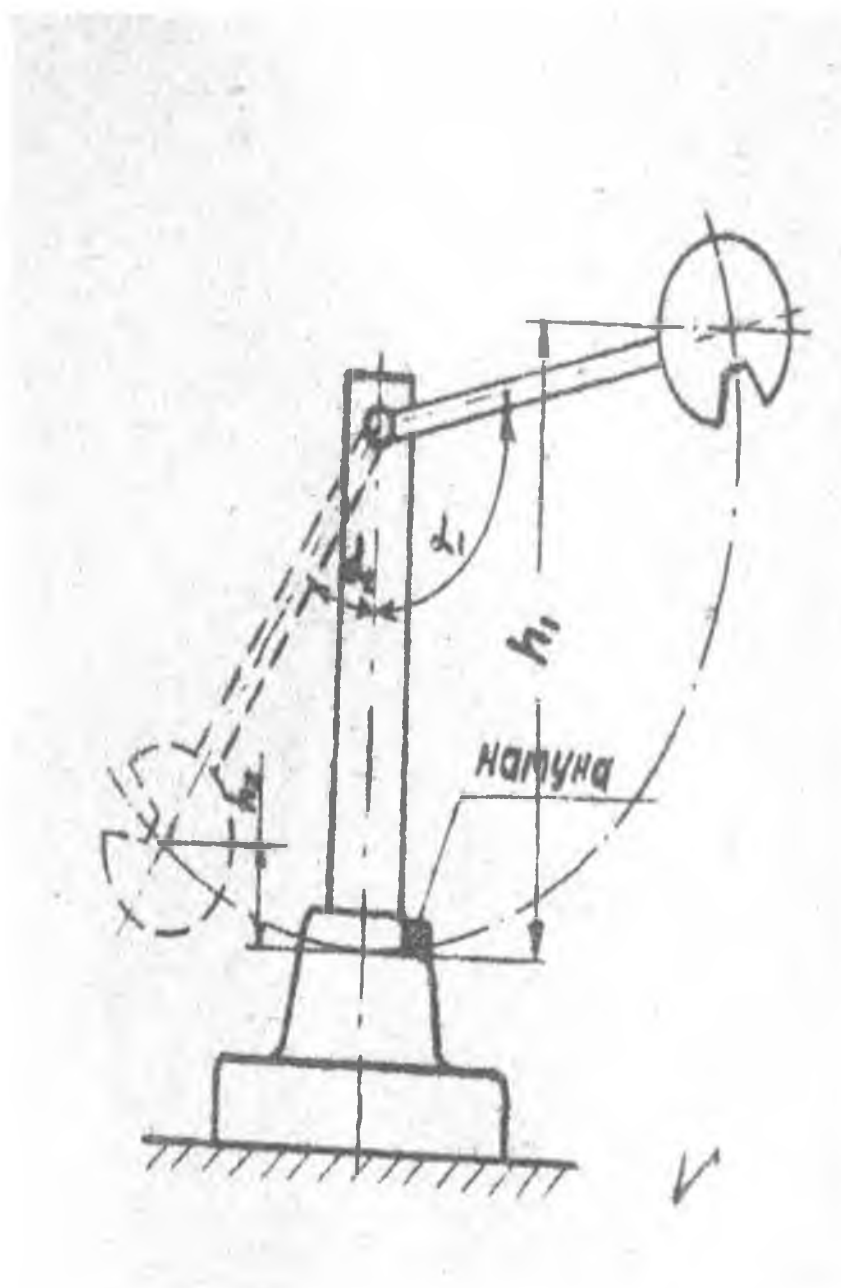
36 - shakl

Tajriba natijalarini yakunlash. Namunaning zarbga qarshilik ko'rsatuvchi hajmi (V) sm^3 hisobida olinadi. Namunani sindirish uchun sarf bo'lgan ish (A), (4) formulaga asosan (kgm hisobida topiladi) va zarbiy qovushoqlik quyidagicha aniqlanadi.

$$a = \frac{A}{V} \text{ kgm/cm}^3 \quad (5)$$

Zarbiy qovushoqlik " a " qancha kichik bo'lsa, material zarb kuchiga shuncha yaxshi qarshilik ko'rsatadi.

MK -30 tipidagi mayatnikli kopyor



37 shakl

(1) choʻyan plita, (2) plitaga yopilgan ikkita vertikal ustun, (3) tebrangich, (4) rama.

OʻZLASHTIRISH UCHUN SAVOLLAR

1. Qanday hodisa zarb deb ataladi?
2. Zarb taʼsiridan oʻtkaziladigan sinov necha xil koʻrinishda oʻtkaziladi?
3. Zarbiy qovushoqlik nima va qanday topilpdi?
4. Eguvchi zarba deb nimaga aytiladi?

5. CHo‘zuvchi zarba deb nimaga aytiladi?

Materiallar qarshidligian test savollari

1. Nisbiy buylama deformatsiyani ta’riflang?

1. Sterjen absolyut deformatsiyasini, oldingi uzunligiga nisbatiga nisbiy buylama deformatsiya deyiladi
2. Sterjen uzunligining kundalang kesimiga nisbatiga nisbiy buylama deformatsiya deyiladi
3. Sterjen kundalang kesimi ulchamlarining uzunligiga nisbatiga
4. Sterjenning barcha kundalang kesimlarining bir xilda deformatsiyalanishiga nisbiy buylama deformatsiya deyiladi

2. Guk qonuni ifodasi qaysi javobda to’g’ri berilgan?

1. $\sigma = E\varepsilon$
2. $\sigma = N\varepsilon$
3. $\sigma = F\varepsilon$
4. $\sigma = A\varepsilon$

3. Guk qonuni qaysi javobda to’g’ri berilgan?

1. $\Delta l = (N \cdot l) / (E \cdot A)$
2. $\Delta l = (A \cdot l) / (E \cdot A)$
3. $\Delta l = (\sigma \cdot l) / (E \cdot A)$
4. $\Delta l = l_1 / l.$

4. Puasson koeffitsientining ifodasi qaysi javobda to’g’ri berilgan?

1. $\nu = \varepsilon' / \varepsilon$
2. $\nu = F' / F$
3. $\nu = N' / N$
4. $\nu = \sigma' / \sigma$

5. Sterjenning chuzilish eki sikilishdagi mustaxkamlik sharti?

1. $\sigma_{\max} = \frac{N_{\max}}{A} \leq [\sigma]$
2. $[\sigma] = N_{\max} \cdot A$
3. $\sigma_{\max} = [\sigma] \cdot A$
4. $\sigma_{\max} = \frac{A}{[\sigma]}$

6. Deformatsiya nima?

1. Jismlarning tashki kuch ta’siridan, geometrik ulchamlarini uzgartirishi
2. Jismlarning tashki kuch ta’sirida ustivor bulishi
3. Jismlarning ichki zarrachalarining muvozanati
4. Jismlarning tashki kuch ta’siridan emirilishi

7. Bo‘ylama kuch uchun qaysi ifoda to’g’ri?

1. $N = \int_A \sigma \cdot dA.$
2. $N = \int_A F \cdot dA.$
3. $N = \int_A A \cdot dA.$
4. $N = \int_A dA.$

8. Absalyut bo‘ylama deformatsiya deb nimaga aytiladi?

1. Bo‘ylama uzayish yoki qisqarishga
2. Ko‘ndalang qisqarishga

3. Bo‘ylama uzayishga

4. Bo‘ylama qisqarishga

9. Absolyut ko‘ndalang deformatsiya deb nimaga aytiladi?

1. Ko‘ndalang qisqarish yoki kengayishga

2. Ko‘ndalang qisqarishga

3. Bo‘ylama uzayish yoki qisqarishga

4. Bo‘ylama uzayishga.

10. Bo‘ylama absolyut deformatsiya uchun qaysi ifoda to‘g‘ri?

1. $\Delta l = l_1 - l$

2. $\Delta \sigma = \sigma_1 - \sigma$

3. $\Delta N = N_1 - N$

4. $\Delta F = F_1 - F$

11. Ko‘ndalang absolyut deformatsiya uchun qaysi ifoda to‘g‘ri?

1. $\Delta b = b - b_1$

2. $\Delta \sigma = \sigma_1 - \sigma$

3. $\Delta N = N_1 - N$

4. $\Delta = e_1 - e$

12. Nisbiy bo‘ylama deformatsiya ifodasi qaysi javobda to‘g‘ri berilgan?

1. $\varepsilon = \Delta l / l$

2. $\varepsilon = \Delta A / A$

3. $\varepsilon = \Delta b - b_1$

4. $\varepsilon = \Delta N / N$

13. Bikrlik sharti qaysi javobda to‘g‘ri berilgan?

1. $\delta = \frac{N \cdot l}{E \cdot A} \leq \delta_{adm}.$

2. $\delta = \frac{N \cdot l^2}{E \cdot A} \leq \delta_{adm}.$

3. $\delta = \frac{N^2 \cdot l}{E \cdot A} \leq \delta_{adm}.$

4.

$\delta = \frac{N \cdot l}{E \cdot A^2} \leq \delta_{adm}.$

14. Xususiy og‘irlikni hisobga olganda tashqi kuch ta’siridagi cho‘zuvchi kuchlanish qaysi formula yordamida aniqlanadi?

1. $\sigma_{max} = F / A + \gamma$

2. $\sigma_{max} = F / A$

3. $\sigma_{max} = N / A$

4. $\sigma_{max} = A / F$

15. Xususiy og‘irlikni hisobga olganda tashqi kuch ta’sirida cho‘zilish uchun qaysi ifoda mustahkamlik shartini to‘g‘ri ifodalaydi?

1. $\sigma_{max} = F / A + \gamma \leq \delta_{adm}$

2. $\sigma_{max} = N / A \leq \delta_{adm}$

3. $\sigma_{max} = A / N \leq \delta_{adm}$

4. $\sigma_{max} = M / A \leq \delta_{adm}$

16. Tashqi va xususiy og‘irlikdan uzayish qaysi formula yordamida aniqlash to‘g‘ri?

1. $\Delta l = \frac{F \cdot l}{EA} + \frac{Gl}{2EA}$

2. $\Delta l = \frac{F \cdot l}{EA}$

3. $\Delta l = \frac{M \cdot l}{EA} + \frac{Gl}{2EA}$

4. $\Delta l = \frac{T \cdot l}{EA} + \frac{Gl}{2EA}$

17. Qanday kuch kritik kuch deb ataladi?

1. To‘g‘ri hamda egri chiziqli muvozanat xolatlari ustivor bo‘lgan vaqtga to‘g‘ri kelgan siquvchi kuch

2. Egri chiziqli muvozanat xolat ustivor bo'lgan vaqtga to'g'ri kelgan siquvchi kuch
3. To'g'ri chiziqli muvozanat xolat ustivor bo'lgan vaqtga to'g'ri kelgan siquvchi kuch
4. Qo'yilgan siquvchi yukning maksimal qiymatiga

18. Kritik kuchlanish nima?

$$1. \sigma_{kp} = \frac{P_{kp}}{F} \quad 2. \sigma_{kp} = \frac{P}{F} \quad 3. \sigma_{kp} = \frac{P_{\max}}{F} \quad 4. \sigma_{kp} = \frac{P_{\min}}{F}$$

19. Eyler formulasi qanday ko'rinishga ega?

$$1. P_{kp} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{(\mu l)^2} \quad 2. P_{kp} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{(l)^2} \quad 3. P_{kp} = \frac{\pi^2 EI_{\max}}{(\mu l)^2} \quad 4. P_{kp} = \frac{\pi EI_{\min}}{(\mu l)^2}$$

20. Uzunlikni keltirish koeffitsienti (μ)

1. Sterjen uchlarini bog'lanish turiga bog'liq bo'lgan koeffitsient
2. Sterjen uchiga qo'yilgan kuchiga bog'liq bo'lgan koeffitsient
3. Sterjen ko'ndalang kesim shakliga bog'liq bo'lgan koeffitsient
4. Sterjen ko'ndalang kesimining bikrligiga bog'liq koeffitsient

21. Ikki uchi sharnirli tayanchga tiralgan sterjenning uzunlikni keltirish koeffitsienti (μ) nimaga teng?

$$1. \mu = 1 \quad 2. \mu = 0,7 \quad 3. \mu = 2,0 \quad 4. \mu = 0,5$$

22. Bir uchi qistirib maxkamlangan, ikkinchi uchi esa sharnirli tayanchga tiralgan sterjenning uzunlikni keltirish koeffitsienti (μ) nimaga teng?

$$1. \mu = 0,7 \quad 2. \mu = 0,5 \quad 3. \mu = 2,0 \quad 4. \mu = 1$$

23. Ikki uchi ham qistirib maxkamlangan sterjenning uzunlikni keltirish koeffitsienti (μ) nimaga teng?

$$1. \mu = 0,5 \quad 2. \mu = 0,7 \quad 3. \mu = 2,0 \quad 4. \mu = 1$$

24. Siqilgan sterjenlarning ustivorlik sharti qanday yoziladi?

$$\begin{array}{llll}
1. \quad \sigma = \frac{P}{F_{brutto}} \leq \varphi[\sigma] & 2. \quad \sigma = \frac{P}{F_{brutto}} \geq \varphi[\sigma] & 3. \quad \sigma = \frac{P}{F_{netto}} \leq \varphi[\sigma] & 4. \\
\sigma = \frac{P}{F_{netto}} \geq \varphi[\sigma] & & &
\end{array}$$

25. φ koeffitsienti nima?

1. φ - mustaxkamlik uchun berilgan asosiy ruxsat etilgan kuchlanishni kamaytirish koeffitsienti
2. φ - mustaxkamlik uchun berilgan asosiy ruxsat etilgan kuchlanishni oshirish koeffitsienti
3. φ - ustivorlikni bildiruvchi koeffitsienti
4. φ - ustivorlikka hisoblashda ko'ndalang kesimdagi ichki kuchlarni aniqlash uchun ishlatiladigan koeffitsient

26. φ koeffitsienti qanday aniqlanadi?

$$\begin{array}{llll}
1. \quad \varphi = \frac{[\sigma_y]}{[\sigma]} & 2. \quad \varphi = \frac{[\sigma]}{[\sigma_y]} & 3. \quad \varphi = \frac{\sigma_{kp}}{[\sigma_y]} & 4. \quad \varphi = \frac{[\sigma]}{\sigma_{kp}}
\end{array}$$

27. Siqilgan sterjenning egiluvchanligi λ qanday formula asosida aniqlanadi?

$$\begin{array}{llll}
1. \quad \lambda = \frac{\mu \ell}{r_{min}} & 2. \quad \lambda = \frac{P_{kp}}{F} & 3. \quad \lambda = \frac{P_{kp}}{F} & 4. \quad \lambda = \frac{\ell}{r_{min}}
\end{array}$$

28. Eylerning kritik kuch formulasi sterjenning qaysi deformatsiyasiga eng yaqin?

1. Egilish deformatsiyasiga
2. Siljish deformatsiyasiga
3. Buralish deformatsiyasiga
4. Siqilish(cho'zilish) deformatsiyasiga

29. Siqilgan sterjen ustivorligi masalasida $\lambda = \frac{\mu \ell}{r_{min}}$ formuladagi r_{min} nimaga bog'liq?

1. Sterjen kesimining geometrik xarakteristikalariga
2. Sterjenga qo'yilgan kuchga
3. Sterjen egiluvchanligiga
4. Sterjenning uzunligi

30. Siqilgan sterjenning ustivorligi masalasida Eyler formulasidan qo'llanish chegarasi po'lat material uchun qaysi chegarada belgilangan?

1. $\lambda \geq 100$ 2. $40 \leq \lambda < 60$ 3. $\lambda > 40$ 4. $\lambda < 40$

31. Qanday kuch kritik kuch deb ataladi?

1. To'g'ri hamda egri chiziqli muvozanat holatlari ustivor bo'lgan vaqtga to'g'ri kelgan siquvchi kuch
2. Egri chiziqli muvozanat holat ustivor bo'lgan vaqtga to'g'ri kelgan siquvchi kuch
3. To'g'ri chiziqli muvozanat holat ustivor bo'lgan vaqtga to'g'ri kelgan siquvchi kuch
4. Qo'yilgan siquvchi yukning maksimal qiymatiga

32. Faqatgina sterjenning uzunligini 3 marta oshirsak, kritik kuchning qiymati qanday o'zgaradi?

1. 9 marta kamayadi 2. 9 marta oshadi 3. 3 marta oshadi 4. 3 marta kamayadi

33. Sterjenning elastiklik moduli 2 marta oshsa, kritik kuch qanday o'zgaradi?

1. 2 marta oshadi; 2. o'zgarmaydi; 3. 2 marta kamayadi; 4. 4 marta oshadi.

34. Balka deb nimaga aytiladi

1. Buralishga ishlaydigan sterjnlr 2. Egilishga ishlaydigan sterjnlr
3. Buralishga va egilishga ishlaydigan sterjnlr

35. Tayanch reaksiyalari nimalarga bog'liq

1. Balkalarning uzunligiga 2. Balkaga ta'sir etuvchi kuchlarga
3. Tayanchlarni tuzilishiga 4. Balkaning og'irligiga

36. Balkalarga qo'yiladigan kuchlarni ko'rsating

1. To'plangan kuchlar 2. Yoyilgan kuchlar
3. Yoyilgan kuchlar va to'plangan kuchlar 4. Juft kuchlar

37. Tutash balka deb qanday balkaga aytiladi?

1. Bir-biri bilan bikir va sharnirli birikma orqali bog'langan elementlardan tuzilgan inshoot
2. Bir-biriga bikir qilib biriktirilgan sterjenlardan tashkil topgan inshoot
3. Sterjen birikmasidan tashkil topgan inshootlar

4. Bir necha oraliqdan tashkil topgan uzluksiz balka

38. Materiallarning mexanik xossalari nimalar kiradi?

1. Mustaxkamligi, elastikligi, plastikligi, korroziabardoshligi
2. Elastikligi va plastikligi
3. Issiqbardoshligi, qattiqligi, elastikligi, plastikligi, korroziabardoshligi
4. Mustaxkamligi, elastikligi, plastikligi, qattiqligi va qovushqoqligi

39. Materialning plastik xarakteristikalar nimalardan iborat?

1. Nisbiy uzayish, nisbiy ingichkalanish.
2. Nisbiy uzayish, nisbiy ingichkalanish, mustaxkamlik.
3. Nisbiy uzayish, nisbiy ingichkalanish, qattiqlik.
4. Nisbiy uzayish, nisbiy ingichkalanish, qovushqoqlik.

40. Mo'rt materiallar uchun ruxsat etilgan kuchlanish formulasini ko'rsating.

$$1. [\tau] = \frac{\tau_{ie}}{\phi} \quad 2. [\sigma] = \frac{\sigma_{ie}}{\phi} \quad 3. [\sigma] = \frac{\sigma_d}{\phi} \quad 4. [\tau] = \frac{\tau_d}{\phi}$$

41. Plastik materiallar uchun ruxsat etilgan kuchlanish formulasini ko'rsating.

$$1. [\tau] = \frac{\tau_{ie}}{\phi} \quad 2. [\sigma] = \frac{\sigma_{ie}}{\phi} \quad 3. [\sigma] = \frac{\sigma_d}{\phi} \quad 4. [\tau] = \frac{\tau_d}{\phi}$$

42. Plastik materiallar uchun siljishda urinma ruxsat etilgan kuchlanish qanday tanlanadi?

1. $[\tau] = (0,8 \div 1) \cdot [\sigma]$
2. $[\tau] = (0,5 \div 0,6) \cdot [\sigma]$
3. $[\tau] = (0,7 \div 0,9) \cdot [\sigma]$
4. $[\tau] = (0,8 \div 0,9) \cdot [\sigma]$

43. Eng katta urinma kuchlanishlar bosh yuzalar bilan qanday burchak hosil qilgan yuzalarda hosil bo'ladi.

1. 450 va 1350 burchak
2. 300 va 1500 burchak
3. 500 va 1300 burchak
4. 250 va 1550 burchak

44. Siljishdagi ro'xsat etilgan kuchlanish qaysi mustaxkamlik nazariyasi bo'yicha aniqlaniladi.

1. 2 mustaxkamlik nazariyasi
2. 3 mustaxkamlik nazariyasi
3. 4 mustaxkamlik nazariyasi
4. 2,3,4 mustaxkamlik nazariyalari

45. Tekis kesim yuzalarining geometrik tavsiflari nima uchun kerak?

1. Kesim yuzani aniqlash uchun
2. Oddiy va murakkab deformatsiyalarda mustahkamlikga va bikrlikka hisoblash uchun;
3. Kuch momentini aniqlash uchun
4. Kesimning o'lchamini tanlash uchun

46. Kesimni X o'qiga nisbatan statik momenti formulasini ko'rsating?

$$1. \quad S_x = \int_0^A y dA \quad 2. \quad S_x = F \cdot A; \quad 3. \quad S_x = F \cdot \ell; \quad 4. \quad S_x = \int_0^A y^2 dA$$

47. Murakkab kesim yuzalarining og'irlik markazi qaysi formula bilan aniqlanadi?

$$1. \quad X_c = \frac{x_1 A_1 + x_2 A_2 + x_3 A_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots}; \quad Y_c = \frac{y_1 A_1 + y_2 A_2 + y_3 A_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots}$$

2. Kesimning diagonallarini kesishtirish usuli bilan;

$$3. \quad X_c = \frac{S_x}{A}; \quad Y_c = \frac{S_y}{A} \quad 4. \quad \sum S_x = y_0 \cdot \sum A \quad \sum S_y = x_0 \cdot \sum A$$

48. Kesimni inersiya momenti deb nimaga aytiladi?

1. Elementar yuza bilan tegishli o'q orasidagi masofa kvadratiga ko'paytmasining integraliga aytiladi.
2. Elementar yuza bilan tegishli o'q orasidagi masofa kvadratiga b'linmasining integraliga aytiladi.
3. Elementar yuza bilan qutb nuqtasi orasidagi masofa ko'paytmasining integraliga aytiladi.
4. Elementar yuzani elkaga ko'paytmasiga aytiladi

Asosiy atamalarning qisqacha manosi (Glossariy)

<i>Terminlar</i>	<i>Rus tilida</i>	<i>Ingliz tilida</i>	<i>Izohi</i>
Mustahkamlik	Прочность	durability	qismning tashqi kuch ta'siridan emirilishiga qarshilik ko'rsatish qobiliyati
Deformasiya	Деформация	deformation	jismlarning tashqi kuch ta'siridan o'z razmer va shakllarini o'zgartirishiga
Ustivorlik	Упругость	priority	kuch ta'sirida deformasiyalangan qismlarni ozgina bo'lsa ham muvozanatining buuzilishiga qarshilik ko'rsatish qobiliyati
Sterjen	Стержен	cored	prizmatik yoki silindrik shakldagi jismlarning ko'ndalang kesim o'lchamlariga qaraganda bir necha marta kichik bo'lishi
Ruxsat etilgan kuchlanish	Допускаемое напряжение	Constant voltage	konstruksiyaning emirikmay uzoq vaqt xavfsiz ishlashini ta'minlaydigan eng katta kuchlanish
Buralish deformasiyasi	Деформация кручения	obstructing deformasiyasi	agar bir uchi bilan qistirilgan silindrik sterjenning ikkinchi erkin uxgiga, sterjen geometrik o'qiga tik tekislikda yotuvchi juft kuch ta'sir ettirilsa, sterjenning erkin qistirilgan uchiga nisbatan burilishi
Buralishdagi qarshilik momenti	Полярный момент сопротивления	Moments when volvulus	aylanma harakatda qarshilik ko'rsatuvchi yuzaga
Balka	Балка	beam	egilishga qarshilik ko'rsatuvchi sterjenlarni
Murakkab qarshilik deformasiyasi	Деформация сложного сопротивления	Sophisticated resistance deformasiyasi	bir vaqtda sterjen kesim yuzasida ikki va undan ortiq yo'nalishda deformatsiya sodir bo'lsa
Siljish deformasiyasi	Деформация сдвига	progress deformasiyasi	agar brusning kesim yuzasiga urinma kuch yoki urinma holda bir tekislikda yotmagan qarama-qarshi yo'nalishdagi ikkita kuch ta'sir etsa
Brus	Брус	Brus	ko'ndalang kesim o'lchamlari uzunlik o'lchamlariga nisbatan juda kichik bo'lishi
Tayanch	Опора	base	balkani muvozanat holatida ushlab turish uchun xizmat qiladi
Cho'zilish yoki siqilish deformatsiya	Деформация растяжения или сжатия	stretching and compression	brusning markaziy o'qi bo'ylab modullari teng qarama – qarshi yo'nalgan ikkita kuch ta'sir ettirilganda.
Siljish(qirqilish)	сдвиг (срез)	shearing	konstruksiya elementinig ko'ndalang kesimida (Q_x yoki Q_y) ko'ndalang

			kuch hosil bo'ladi.
Egillish	Изгиб	bend	geometrik o'qiga tik kuchlar ta'sir qilganda sodir bo'ladi.
Kuchlanishlar	Напряжение	stresses	ichki kuchning yuzaganisbati bilan aniqlanadi
Ko'ndalang deformatsiya	Поперечная деформация	teansverse deformation	Sterjen ko'ndalang kesim o'lchamlarining o'zgarishi
Ichki kuchlar	Внутренние силы	internal forces	mexanik sistimani tashkil etuvchi nuqtalarning o'zaro tasir kuqlari.
Elastik deformatsiya	Эластичная деформация	elastic deformation	agar jism tashqi kuch ta'siridan ozod etilganida o'zining oldingi holatiga tamomila qaytishi.
Plastik deformatsiya	Пластичная деформация	plastic deformation	agar jism tashqi kuch ta'siridan ozod etilganida o'zining oldingi holatiga tamomila qaytmasligi.
Plastik materiallar	Пластичные материалы	plastic materials	Deformatsiyalanish davrida sezi-larli o'lchamlarini o'zgartirib, uzilganda esa ma'lum darajada deformatsiya qoldiradi
Mo'rt materiallar	Хрупкие материалы	brittle materials	Deformatsiyalanish davrining sezilmasligii va to'satdan uzilishi yoki singanda qoldiq deformatsiya bo'lmasligi
Guk qonuni	Закон Гука	Hooke's Law	sterjenning har qanday Δl elas-tik deformatsiyasi bu deformat-siyani vujudga keltirgan kuch R ga va sterjen uzunligi L ga to'g'ri proporsional bo'lib, sterjenning ko'ndalang kesim yuzi F ga, materialning mate-rialning xossasiga bog'liq bo'lgan o'zgar-mas miqdor E ga teskari proporsionaldir.
Proporsionallik chegarasi	Условие пропорциональ-ности	boundary ofproportionali-ty	maksimal zo'riqishlarni aniq-laydi, zo'riqish bu chegaradan ortsa, uzayish va kuch orasida-gi to'g'ri proporsioallik buzi-ladi.
Oquvchanlik chegarasi	Условия текучести	elastic limit	shunday zo'riqishga aytiladiki, zo'riqish shu chegaraga etganda materialning oqish hodisasi ro'y beradi.
Mustahkamlik chegarasi	Условие прочности	border of consolidation	shunday zo'riqishga aytiladiki, bunda material emiriladi.
Statik kuchlar	Статические силы	static forces	hamma vaqt o'z miqdor va yo'nalishini saqlaydi. Statik kuchga inshoot qismlarining o'z og'irligi kiradi.
Dinamik kuchlar	Динамические силы	dynamic forces	esa miqdori va yo'nalishi o'zgaradigan bo'ladi.
Normal kuchlanish	Нормальное напряжение	normal voltage	Tekislikka tik yo'nalgan kuch-lar ta'sirida vujudga keladigan

			kuchlanish $\sigma = \frac{N}{F}$
Urinma kuchlanish	Касательное напряжение	shearing stress	Tekislik boylab yo'nalgan kuchlar ta'sirida vujudga kela-digan kuchlanish $\tau = \frac{T}{F}$
Neytral qavat	Нейтральное слой	neutral layer	Normal kuchlanishlar nolga teng bo'lgan nuqtalarning geometric o'rnidir
To'plangan kuch	Сосредоточенная сила	focused strength	jismning bitta nuqtasiga qo'yilgan deb faraz qilinadi. Amalda esa kuch biron sath yordamida uzatiladi, biroq bu sathlarning o'lchami juda kichik bo'lgani uchun, kuchlar nuqtaga qo'yilgan deb hisolanadi.
Yoyilgan kuch	Распределенная сила	distributed force	inshoat qismining ma'lum yuzasi yoki uzunligi buyicha qo'yilgan kuch uzluksiz ravishda ta'sir ko'rsatadigan kuch.
Hajmiy kuch	Объемная сила	volumetric force	kuch jism hajmining barcha nuqtalariga qo'yilgan bo'ldi
Ichki kuch epyurasi	Эпюра внутренних сил	internal force diagram	sterjenning uzunligi bo'yicha ichki kuch o'zgarishini ko'rsatadigan grafik
Xavfli kesim	Опасное сечение	hazardone section	maksimal kuchlanish to'g'ri kelgan kesimiga
Mustahkamlikni tekshirish	Проверка на прочность	test of strength	sterjen kesim yuzasidagi eng katta kuchlanish aniqlanadi va ruxsat etilgan kuchlanishga solishtiriladi, ya'ni : $\sigma_{\max} \leq [\sigma]$
Statik aniq balkalar	Статическая определенная балка	static defined beam	agar balkaning tayanch reaksiyalari faqat statika tenglamalari yordamida aniqlansa
Statik noaniq balkalar	Статическая неопределенная балка	static now defined beam	agar noma'lum reaksiyalar soni, shu balka uchun tuzilgan statika tenglamalari sonidan ortiq bo'lishi
Nisbiy surilish	Относительный сдвиг	relative shift	absolyut surilishning tegishli yon tomoniga nisbati.

Adabiyotlar va elektron ta'lim resurslari ro'yxati.

1. Mirziyoev SH.M. «Erkin va farovon, demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz». O'zbekiston Respublikasi Prezidenti lavozimiga kirishish tantanali marosimiga bag'ishlangan Oliy Majlis palatalarining qo'shma majlisidagi nutqi. – T.: O'zbekiston, 2016, –56 b.
2. Mirziyoev SH.M. «Tanqidiy tahlil, qat'iy tartib – intizom va shaxsiy javobgarlik – har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo'lishi shart». O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Maxkamasining 2016 yil yakunlari va 2017 yil istiqbollari bag'ishlangan majlisidagi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining nutqi. – T.: 2017, –104 b.
3. 2017–2021 yillarda O'zbekiston Respublikasini rivojlantirishning beshta ustuvor yo'nalishlari boyicha harakatlar strategiyasi. –T.: 2017.
4. Mansurov «Materiallar qarshiligi» T. «O'qituvchi.» 1993 y
5. Muslimov N.A., Qo'ysinov O.A. Kasb ta'limi o'qituvchilarini tayyorlashda mustaqil ta'limni tashkil etish. (Metodik qo'llanma). T.: TDPU, 2006. 52 b.
5. Muxamedjanov B.K. va boshqalar «Materiallar qarshiligi» elektron darslik 2007. DGU 01329
6. Nabiyeu A.«Materiallar qarshiligi» T. «O'qituvchi.» 2008 y
7. Yuldoshbekov S.A. «Materiallar qarshiligi» T. «O'qituvchi.» 1995 y.
8. Qoraboyev B «Materiallar qarshiligi» T. 1991 y.
9. Strength of materials. Doc. Ing. Miroslav Sochor. CSc. 2011

Texnik mexanika (Materiallar qarshiligi)

Mundarija

Kirish. Materiallar qarshiligi.	2
1. Materiallar qarshiligi fanining mazmuni va maqsadi. Asosiy tushunchalar va ta'riflar.	3
2. Deformatsiya va ularni turlari.	7
3. Ichki kuchlar va ularni aniqlash metodi.	8
4. Kuchlanishlar. Normal va urinma kuchlanish.	9
Cho'zilish va siqilish.	
1. Cho'zuvchi va siquvchi kuchlar ta'siridan hosil bo'lgan ichki kuch va kuchlanishlar.	10
2. Ko'ndalang kesimdagi kuchlanish.	12
3. Boylama deformatsiya. Guk qonuni.	13
4. Ko'ndalang deformatsiya. Puasson koeffitsienti.	15
5. Materiallarning xossalari va ularning klassifikatsiyasi.	16
6. Chozilishni eksperimental tekshirish.	18
7. Siqilishni eksperimental tekshirish.	19
8. Ta'sir etuvchi va ruxsat etilgan kuchlanish. Mustahkamlikni ta'minlash koeffitsienti.	21
Siljish.	
1. Siljish. Sof siljishdagi kuchlanish. Siljish uchun Guk qonuni.	29
2. Siljishda ruxsat etilgan kuchlanish.	32
3. Ezilish.	33
4. Parchin mixli birikmalarni hisoblash.	34
Buralish deformatsiyasi	
1. Buralish deformatsiyasi haqida tushuncha.	45
2. Tekis kesim yuzalarining geometrik xarakteristikalar.	47
3. Burovchi moment. Burovchi moment epyuralari.	50
4. Burovchi moment epyurasi.	51
Egilish deformatsiyasi	
1. Egilish deformatsiyasi to'g'risida umumiy tushuncha.	57
2. Egilishdagi normal va urinma kuchlanish.	59
3. Balkani hisoblash sxemasi.	61
4. Tayanchlarning xillari va reaksiya kuchlari.	72
5. Balkalarda hosil bo'ladigan kuchlanishlar xarakteri. Eguvchi moment va kesib o'tuvchi kuch.	73
6. Egilishdagi urinma kuchlanish.	75
7. Balkalarning mustahkamligini normal va urinma kuchlanishlar bo'yicha tekshirish.	76
Materiallarning mexanik xarakteristikalarini aniqlash.	
1. Birinchi tartibli elastic moduli "E" ni aniqlashtajribasini o'tkazish	78
2. Metallarning mexanik xarakteristikalarini aniqlash.	83
3. Xar xil materiallardan yasalgan namunalarni siqilishga sinash.	89
4. Yog'ochni siquvchi kuchlarga bardosh bera olishini sinash.	94
5. Siljishga ishlovchi konstruksiya elementlarini sinash.	96
6. Turli xil materiallardan yasalgan namunalarni buralishdagi mustahkamlik chegarasini aniqlash.	102
7. Buralishga sinash RIIT mashinasi.	105
8. Xar xil materiallardan yasalgan namunalarni egilishga sinash.	111

9.	Yog'ochning elastic moduli "E" ni aniqlash.	114
10.	Zarb ta'siridan o'tkaziladigan sinov ishining metodlari bilan tanishish.	119
	Materiallar qarshiligidan test savollari.	120
	Asosiy atamalarning qisqacha manosi.	131
	Foydalanilgan adabiuotlar ro'yxati.	134

Техническая механика (Сопротивление материалов)

Оглавление

	Предисловие. Сопротивление материалов	2
1.	Цель и задачи курса сопротивление материалов	3
2.	Виды деформации.	7
3.	Внутренние силы и их методы определения.	8
4.	Напряжение.	9
	Деформации растяжения и сжатия	
1.	Внутренние силы и напряжение.	10
2.	Напряжение при поперечном сечении.	12
3.	Продольная деформация.	13
4.	Коэффициент Пуассона.	15
5.	Свойства материалов и их классификация.	16
6.	Экспериментальное определение растяжения.	18
7.	Экспериментальное определение при сжатии.	19
8.	Допускаемое напряжение при сжатии.	21
	Деформации сдвига и смятие	
1.	Сдвиг. Напряжение при чистом сдвиге. Закон Гука при сдвиге.	29
2.	Допускаемое напряжение при сдвиге.	32
3.	Смятие.	33
4.	Расчет заклёпочных соединений.	34
	Деформация кручения	
1.	Общее понятие о деформации кручения.	45
2.	Геометрические характеристики.	47
3.	Крутящий момент.	50
4.	Эпюра крутящего момента.	51
	Деформация изгиба	
1.	Общее понятие о деформации изгиба.	57
2.	Нормальное и касательное напряжение при изгибе.	59
3.	Схема расчета балки.	61
4.	Разновидности опор.	72
5.	Перерезывающая сила.	73
6.	Касательное напряжение.	75
7.	Расчет на прочность балки по нормальным и касательным напряжениям.	76
1.	Определение модуля «Е» при растяжении и сжатии.	78
2.	Проверка на растяжение пластических материалов.	83
3.	Проверка на сжатие пластических и хрупких материалов.	89
4.	Проверка древесины на сжатие под действием сил.	94
5.	Проверка элементов конструкции работающие на сдвиг.	96
6.	Определение условия прочности образцов разных материалов на кручения.	102
7.	Испытательная машина РИИТ.	105
8.	Испытание различных материалов на изгиб.	111
9.	Проверка древесины на сжатие под действием сил.	114

10.	Методы испытания разновидности ударов при различных нагрузках.	119
	Тестовые вопросы по сопротивлению материалов.	120
	Краткое содержание основных терминов.	131
	Список использованных литератур	134

Technical mechanics (Resistance of materials)

Table of Contents

	Foreword. Materials Resistance	2
1.	Foreword. The purpose and objectives of the course materials Soprotivleniy	3
2.	Types of deformation	7
3.	Internal forces and their methods of determinatio	8
4.	Stresses	9
	Stretching and compressive deformations	
1	.Internal forces and tension	10
2	Voltage at cross-section	12
3	Longitudinal deformation	13
4	Poisson's ratio	15
5.	Properties of materials and their classification	16
6.	Experimental determination of the tensile	18
7.	Experimental determination under compression.	19
8.	Allowable stress at compression	21
	Shear and warping deformations	
1.	Shift. Tension in pure shear. Hooke's law under shear	29
2.	The permissible shear stress	32
3	Crumple	33
4.	Calculation of riveted joints	34
	Torsional strain	
1.	The general concept of torsion deformation	45
2.	Geometrical characteristic	47
3.	Torque.	50
4.	The diagram of torque	51
	Deformation of bending	
1.	The general concept of the deformation	57
2.	Normal and shear stress at bending	59
3.	Calculation scheme beams	61
4.	variety of supports	72
5.	The shear force.	73
6.	Tangential stress.	75
7.	Calculation of the strength of the beam for normal and tangential stresses	76
1.	Determination of the "E" module under tension and compression	78
2.	Tensile testing of plastic materials	83
3.	Compression test of plastic and brittle materials	89
4.	Checking wood for compression under the action of forces	94
5.	Verification of structural elements working on shear.	96
6.	Determination of the strength condition of specimens of different materials for torsion	102
7.	RIIT Testing Machine	105

8.	Test different materials for bending	111
9.	Checking wood for compression under the action of forces	114
10.	Methods a variety Test of impacts at various loads.	119
	Test questions on Resistance of materials.	120
	Summary of main terms	131
	List of literature used	134