

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA’LIM
VAZIRLIGI

QARSHI DAVLAT UNIVERSITETI

KASB TA’LIMI KAFEDRASI

“Himoyaga tavsiya etilsin”
Fizika-matematika fakulteti
dekani _____ prof A. Tashatov
“ _____ ” _____ 2015 yil.

Fizika – matematika fakulteti kunduzgi bo‘lim 51110000 – Kasb ta’limi
(5320100-materialshunoslik va yangi materiallar texnologiyasi) yo‘nalishi
bitiruvchisi **Mallaeva Muhayyoning** bakalavr darajasini olish uchun
“**Metall konstruksiya elementlarining emirilish mexanikasi**” mavzusida
yozilgan

BITIRUV MALAKAVIY ISHI

Bitiruvchi talaba: _____ Mallaeva M.
Ilmiy rahbar: _____ f-m. f.n., dots.Y.Bobojonov

M U N D A R I J A

Kirish.....

I BOB. METALL KONSTRUKSIYA ELEMENTLARINING EMIRILISH XARAKTERI TO‘G‘RISIDAGI UMUMIY MA‘LUMOTLAR

- 1.1. Emirilish mexanikasining vazifalari**
- 1.2. Metallarning emirilishi va uning sababalari**
- 1.3. Metallar emirilishining turlari**
- 1.4. Metallarnig mexanik xarakteristikalariga temperatura,
radiktiv nurlanish, termik ishlov berish va boshqa omillarning
ta’siri**

II BOB. DEFORMATSIYA VA KUCHLANISHLARNI TOPISHNING EKSPERIMENTAL USULLARI

- 2.1. Lok qoplamalari usuli**
- 2.2. Muar polosalari usuli**
- 2.3. Kuchlanishlar konsentratsiyalanishini optik usul va lok
qoplamalari yordamida o‘rganish**
- 2.4. Chidamlilik chegarasi haqida tushuncha**

III BOB. METALL KONSTRUKSIYA ELEMENTLARINING EMIRILISH MEXANIKASI

- 3.1. Metallarda emirilish mexanizmi.**
- 3.2. Mo‘rt emirilish mexanikasi va kuch orqali yondashuv**
- 3.3. Yoriqlarning beqaror va barqaror rivojlanishi (kengayishi)**

Xulosa.....

Foydalanilgan adabiyotlar

Ilovalar.....

KIRISH

Mavzuning dolzarbligi. So‘nggi 20-30 yil ichida deformatsiyalanuvchi qattiq jism mexanikasining yangi yo‘nalish-emirilishlar mexanikasi shakllanib faol rivojlanmoqda. Emirilishlar mexanikasi deganda metall konstruksiyalarda mikroyoriqlar mavjud bo‘lganda barqarorlik va tarqalishdan tortib konstruksiyaning butunlay emirilishi shartlarini o‘rganadigan fan tushuniladi.

Dengiz kemalari, neft va gaz quvurlari, turli metall konstruksiyalari va boshqa ob‘ektlar bilan yuz bergan qator falokatlar uncha katta bo‘lmagan kuchlanishlar tufayli yuzaga kelgan. Chetdan qaraganda bu holatlar mo‘rtlashgan materiallarning birdan ishdan chiqqanligi bilan izohlanadi. Bunday emasligini yaxshi o‘rganilgach bilib olish mumkin. Bunday ko‘zga ko‘rinmas yoriqlar, bo‘shliqlar metallarda hamisha bo‘lishi mumkin.(Masalan texnologik nuqsonli materiallar)

Bunday mikroyoriqlar bilan yuz beradigan muammolar yuqori kuchlanishda ishlaydigan konstruksiyalarning, zaharli moddalarni saqlovchi idishlarning, odamlar yashaydigan binolarning, turli mashinalarning mustahkamligini va xavfsizligini ta‘minlashda hozirgi paytda butun dunyoda dolzarb qilib qo‘yilmoqda.

Metallardagi emirilish nima? Bu savolga javob berish bir tomondan oddiy, ikkinchi tomondan murakkab hisoblanadi. Metall quyishda yoki payvandlashda kichkina nuqson juda katta talofat va qurbonlarga olib kelishi tarixdan ma‘lum. Shuning uchun ham metall konstruksiyalarda uchraydigan emirilish mexanizmini o‘rganishni dolzarb masala deb hisoblab, ushbu bitiruv malakaviy ishimizda metall konstruksiya

elementlarining emirilish mexanikasi bilan tanishishni maqsad qilib qo'ydik va shu doiradagi ba'zi masalalarning sonli hisoblarini bajardik.

Tadqiqotga qo'llanilgan metodlar

Ushbu bitiruv malakaviy ishda elastiklik nazariyasiga tayangan holda metallarda uchraydigan yoriqlar (nuqsonlar)ning yoyilish sharoitlari to'g'risida boshlang'ich hisoblashlarni bajardik.

Emirilish mexanikasi adabiyotlarda keng yoritilgan bo'lsa-da, u adabiyotlarda ko'rilgan masalalarni umumlashtirish, aniq sharoitlar uchun hisoblash formulalarini keltirish ishning ilmiy yangiligini belgilaydi.

Metallardagi kuchlanish va deformatsiyani hisoblash usullariga tayangan holda yoriqli metall konstruksiyalarning mustahkamligini hisoblash, yoriqning ustuvorligi va yoyiluvchanligining shartlarini aniqlash metall konstruksiyalarini loyihalashda katta amaliy ahamiyatga ega bo'ladi.

I BOB. METALL KONSTRUKSIYA ELEMENTLARINING EMIRILISH XARAKTERI TO‘G‘RISIDAGI UMUMIY MA’LUMOTLAR

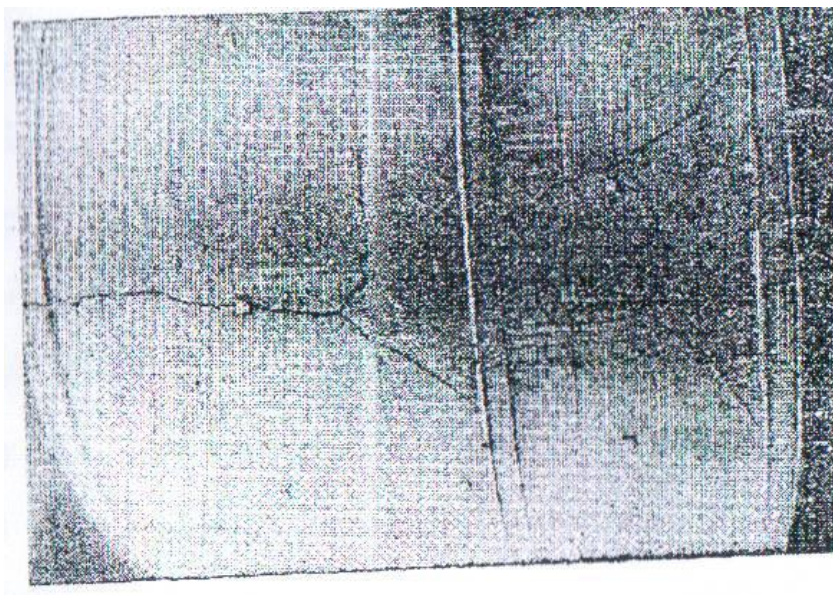
Qadim zamonlardan boshlab insoniyat mustahkamlik va emirilish muammosi bilan duch kelgan. Uzoq vaqtlar mustahkamlik va emirilish haqidagi bilimlar tasodifiy ravishda to‘planib, ular avloddan avlodga o‘tib turgan. Bu hol xuddi ustachilik siri sifatida oshkor ham qilinmagan arxitektura ansabliyalari bizlarni hozirgacha hayratga solib keladi. Birinchi navbatda “Olamning etti mo‘‘jizasi”: Olimpiyadagi Zevs haykali, Vavilonning osma bog‘lari, Aleksandryadagi Kolos Rodovskiy mayog‘i, Efesdagi Artemida ibodatxonasi, bizgacha saqlanib kelayotgan obida – Misr ehromlari shular jumlasidandir. Odamzod bu obidalarni bunyod etayotib ularni qanday mustahkam qilib qurish, ularni emirilishidan qanday asrash muammolariga duch kelishgan. Mustahkamlik nima? Mustahkamlik degandda material yoki jismning uzoq vaqt emirilishga uchramay turishiga aytiladi. Biz bilamizki, barcha jismlar qattiq yoki suyuq holatda bo‘lishidan qat’iy nazar ma’lum mustahkamlikka ega bo‘ladi.

Jumladan suv, muz va tosh, to‘qima, inson soch tolasi, qon tomiri va suyaklar ham, shuningdek, atom, molekula va kristallar ham shunday xususiyatga ega bo‘lishadi. Bu xususiyat tirik organizm va tirik bo‘lmagan jismlarga ham birday taaluqlidir.

Emirilish nima? Bu savolga javob bir tomondan oddiy, ikkinchi tomondan murakkab hisoblanadi. Emirilish tabiatning murakkab jarayoni hisoblanadi. Bu material xarakteristikasi haqidagi eng yangi fan hisoblanadi. Emirilish insoniyatga ham quvonch (tog‘ jinslarinig emirilishi

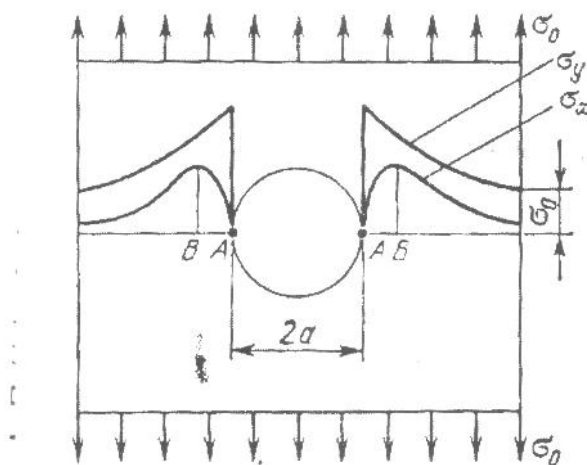
tufayli qimmatbaho metallar ajratib olinishi, metallarni kesishda emirilishning yordami va hokazolar) ham kulfat (havodagi, erdagi, suvdagi halokatlar) keltiradi. U ulkan materiallarning yo‘qotilishiga, inson o‘limiga sababchi bo‘ladi. Emirilish tufayli yuzaga keladigan yo‘qotishlar, sarf xarajatlarni miqdori juda katta, bu yildan yilga oshib bormoqda.

Birgina misol: AQSH ning Ogayyo shtati Kolumbus shahrida Batels instituti olimlarining emirilish tufayli AQSH iqtisodiyotiga bir yilda keltiradigan o‘rtacha zarari hisoblab chiqilganda u 20 milliard dollarni tashkil etib, u milliy daromadning 4 % ko‘prog‘ini tashkil etar ekan. Tabiiy ofatlar bo‘lgan yillarida esa bu raqamlar yanada ortib ketar ekan. SHuning uchun emirilishning oldini olish muammosi hozirgi zamonning eng aktual muammosiga aylandi. Bu muammo haqidagi fan ilmiy izlanishlar keyingi 25 yil ichida tizimli olib borilmoqda. Emirilishning insoniyatga etkazilgan zararlari haqida yana quyidagi misollarni keltirish mumkin. Masalan AQSH dagi Takoma ko‘prigi (1940y) 1-rasm, Volxov alyuminiy zavodi fosfor kislota omborxonasi (1974y) 2-rasm Rossiyaning Cherepovets ximiya zavodining kislota saqlanadigan ulkan idish 3-rasmda ko‘rsatilgan. Shuningdek UMK korxonasidan chiquvchi magistral gaz quvuri Mang‘it qishlog‘i yonida yorilib portlab ketishi (1984y) payvandlashdagi arziyas nuqson tufayli yuzaga kelgan emirilish natijasi hisolanadi.



1.1-§ Emirilish mexanikasining vazifalari

1898 yilda nemis mexanik olimi G. Kirsh kichik teshikli to'g'ri to'rtburchakli plastinkani bir yo'nalishda cho'zayotib, teshik chetida A nuqtada kuchlanishning birdan ortib ketishini aniqladi.



1.1-rasm

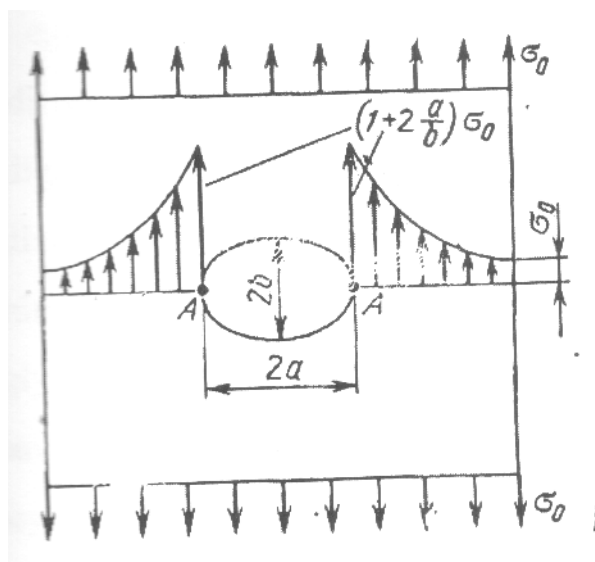
A nuqtadagi kuchlanish boshqa nuqtalardagi kuchlanishdan 3 marta ortiq ekanligini aniqlandi. 1909 yilda rus olimi G. V. Kolosov tomonidan xuddi shunday plastinkaning o'rtasi elleptik teshikli bo'lgan hol uchun

choʻzilib tekshirildi. U holda teshik chktlaridagi nuqta kuchlanish boshqa nuqtalardan 7 marta katta boʻlishi aniqlandi.

Bu hol ayniqsa metal boʻlmagan materiallarda xavfli tus olar ekan. Umuman kuchlanish konsentratsiyasining chekka nuqtalarda teshikning egriligiga toʻgʻri proporsional boʻlar ekan. Ingliz mexaniki K. Inglis tashabbusi bilan kuchlanishlarni hisoblash tajribasiga “kuchlanish konsentratsiyasi” tushunchasi kiritildi.

Mahalliy (teshik chetidagi nuqtada) kuchlanishning minimal kuchlanishdan necha marta ortiqqligini koʻrsatuvchi songa kuchlanish konsentratsiyasining koeffitsienti deyiladi.

Emirilishni oʻrganish materiallar mexanikasining eng qiyin, yosh sohalaridan biri hisoblanadi. Bu haqda gipoteza va qonunlar juda koʻp boʻlib, ular emirilish jarayonini turli nuqtai nazardan oʻrganishga asoslangan.



1.2-rasm

Maʼlumki emirilish jarayoni murakkab va koʻp pogʻonalik jarayon boʻlib, toki dastlabki yoriqlar koʻzga koʻringuncha boshlangan boʻladi. Emirilishning jarayonini aniq nazariyasi boʻlmaganligi (balki umuman

yagona usul yaratilmas) sababli uni juda mayda mikroyoriqlar bo'lishidan boshlab millimetrdan toki kilometrgacha bo'lgan makro yoriqlar paydo bo'lguncha bo'lgan jarayonlarni o'rganishga to'g'ri keladi. Boshqacha qilib aytganda olimlar ma'lum masshtablarda emirilish jarayonini yaxshi aks ettiradigan, materiallarning ichki tuzilishini e'tiborga oladigan modellardan foydalanishga harakat qilmoqdalar.

Bir so'z bilan aytganda materiallarning emirilish mexanikasi mazkur materiallarning emirilishiga kuchlanishning geometriyasining va material xususiyatining ta'sirini o'rganadi. Bu ma'noni boshqacha qilib anda materiallarning mustahkamligini ulardagi mavjud yoriqlar ta'siri ostida o'rganadigan fan sohasiga emirilish mexanikasi deyiladi. Bu nazariya avvalgi nazariyalarni inkor qilmaydi, balki yangi soha bilan to'ldiradi.

Masalan tadqiqotchi yoriqli jismning mustahkamligini o'rganayotganda u yoriqning qanday rivojlanishini oldindan aytib berish imkoniyatiga ega emas. U holda elastiklikning klassik nazariyasiga murojaat qiladi. U holda faqat mustahkamlikning chegaraviy qiymatidan oshib ketmaydigan parametrlarni aniqlashga kirishadi.

Materiallardagi yoriqlarning yoyilishi mumkinligini hisobga olish shu materialning qancha kuchlanishga bardosh bera olish qobiliyatini aniqlashni qiyinlashtiradi. Bunday holda yoriqlarning rivojlanish qonuniyatini aniqlash talab etiladi, ya'ni:

- a) qanday kuchlanishlarda ular ortib boradi.
- b) qanday kuchlanishlarni ular muvozanat holatida turadi (yoriqlar kengaymaydi)

YOriqlarni hisobga olgandagi mustahkamlik hisobi matematik jihatdan katta qiyinchilik tug'diradi. SHuning uchun yoriqli materialning berilgan nagruzkaga qurbi etish etmasligini aniqlash bosh masala hisoblanadi.

Hozirda emirilish mexanikasi mexanikaning eng tez rivojlanib borayotgan sohalaridan biri hisoblanadi.

Bu muammolar sirasiga katta plastik deformatsiyalik muhitda emirilish muammosi, nometall materiallarda emirilish nazariyasini ishlab chiqish (kolepozitlar, keramika, beton, tog' jinslari va hokazolar), dinamik yuklamalarda yoriqlar rivojlanishini o'rganish, agressiv muhitlarda (oltingugurtli, suvli, neftli) emirilish jarayonlarini o'rganish masalalari kiradi.

1.2-§ Metallarning emirilishi va uning sababalari

Birinchi mashinalar paydo bo'lishi bilan mashina detallari davriy o'zgaruvchan kuchlanish ta'siridan o'zgarmas kuchlanishlarda xavfli bo'lgan nagruzkalardan kichik nagruzkalarda ham emirilish aniq bo'lib qoldi. Texnika taraqqiyoti, tez yurar mashina va mexanizmlar yaratilishi bilan vagon hamda lokomotivlarning o'qlari, bandajlar, g'ildiraklar, relslar, resorlar, turli vallar, shatunlar, krivoshiplar, prujinalar, turbina kurakchalari kabi detallarning sinishi kuzatila boshladi. Mashina detallari birdan sinmasdan, ba'zan mashina yoki mexanizm uzoq muddat ishlagandan so'ng sinishi ham yuz berdi.

Odatda, detallar plastik materialdan tayyorlansa ham sezilarli qoldiq deformatsiyalarsiz emirildi. O'garuvchan kuchlanish ta'siridan material vaqt o'tishi bilan "toliqadi", plastik material mo'rt bo'lib qoladi, degan taxmin paydo bo'ldi.

Keyinchalik, laboratoriya sinov usullarining takomillashuvi bilan o'zgaruvchan kuchlanishlar ta'siridan materialning strukturasi va mexanik xossalari o'zgarmasligi aniqlandi, lekin hodisaning fizik mohiyatini ochib bermasa ham materialning "toliqishi" degan tushuncha qoldi va undan xozirgi vaqtda ham foydalaniladi.

Metallarning “toliqishi” ko‘pdan beri tadqiqotchilarning e‘ti-borini jalb qilib keladi. Lekin haligacha bu emirilishlarning mohiyati aniqlanmagan. Quyidagi “tuyuntirish eng qonikarli hisoblanadi”.

Metallar polikristall jism bo‘lganligidan o‘zaro qatlamchalar, nometall qo‘shimchalar bilan ajratilgan kristallardan tashkil topgan. Kristallitlar bir jinsli emas; ularning tuzilishi kristallanish prokatlanish sharoitiga bog‘liq. Kristallit qismlari- “don”larini u yoki bu darajada bir jinsli deb qarash mumkin. Ayni bir kristallit donlarining elastikligi, plastikligi, mustahkamligi turlichadir. Nagruzka ta’siridan ayrim donlarda miqdori va yo‘nalishi turlicha bo‘lgan kuchlanish paydo bo‘ladi. Ularning ba’zilar kesimdagi o‘rtacha kuchlanish elastiklik chegarasidan kichik bo‘lsa ham plastik deformatsiylanib bo‘ladi. Rentgenografik va metallografii tadqiqotlar o‘zgaruvchan nagruzkada ham, o‘zgarmas nagruzkada ham plastik deformatsiya mexanizmi mohiyati bir xil bo‘lishini ko‘rsatdi. Birinchi holda ham ikkinchi holda ham kristall panjaralarning siljishi va buzilishi kuzatiladi. Lekin ular bir-biridan sifat jihatidan keskin farq qiladi. Statik yuklanishdan xosil bo‘ladigan plastik deformatsiya bilan namunaning butun hajmi qamrab olinadi va namuna bitta yo‘nalishda diformatsiyalanadi. O‘zgaruvchan nagruzka ta’sirida hosil bo‘ladigan plastik deformatsiya esa bir necha donlardan tashkil topgan kichik hajmda sodir bo‘ladi.

Donlarning bunday o‘ta yuklanishida barvaqt mikrodarzlar paydo bo‘lishi mumkin. O‘zgaruvchan kuchlanishlarning ma’lum qiymatida donlardagi mikrodarz o‘sa boradi, boshqa mikrodarzlar bilan qo‘shiladi va butun kristallitni kesib o‘tib, nihoyat detal ko‘ndalang kesimining ma’lum sohasiga tarqaladi.

O'zgaruvchan nagruzkalardan paydo bo'ladigan darzlar goh kengayib, goh torayadi, natijada yirik donlar maydalanadi. SHu sababli, toliqib emirilgan joyda silliq (mayda donli) zona bo'ladi. Darzning tubida, kesikning o'tkir uchida kuchlanishning konsentratsiyalanishi katta bo'ladi. Material bu joyda hajmiy kuchlanish holatida bo'ladi, plastik deformatsiya tormozlanadi. Bu darzning yanada o'sishiga olib keladi, bu o'sish detal kesimini kuchsizlantiradi va uni birdan (mo'rt) emirilishga olib keladi.

SHunday qilib, hozirgi vaqtda toliqish deganda darz paydo bo'lishi va emirilishiga olib keladigan o'zgaruvchan kuchlanishlar ta'sirida material shikastlanishining asta-sekin to'planish protsessi tushuniladi. Materialning toliqishga qarshi tura olish xossasiga chidamlilik deyiladi.

Vagon o'qining toliqishidan singan joyi ko'rsatilgan. Rasmda darz asta-sekin rivojlangan silliq zona aniq ko'rinib turibdi.

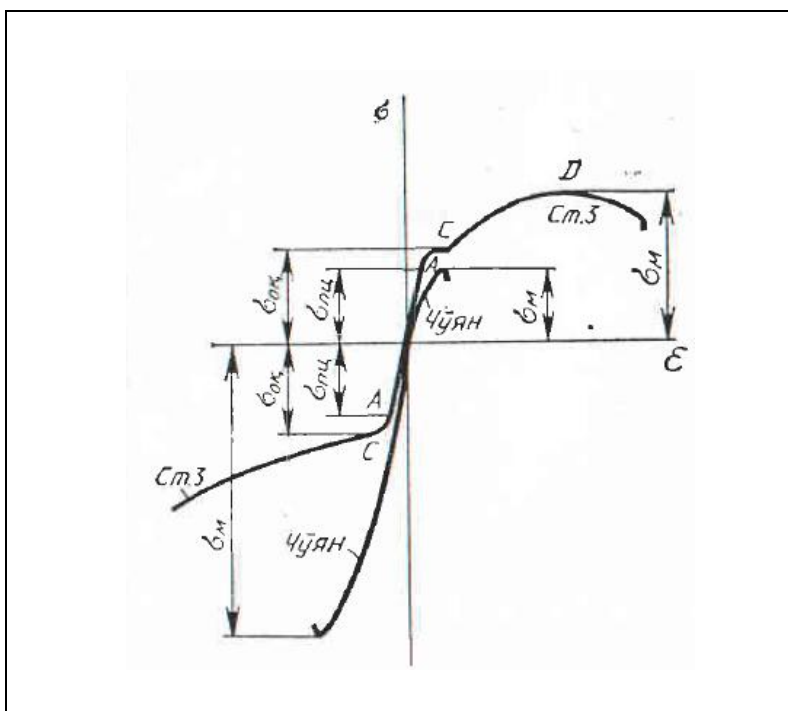
Relsning singan kesimi tasvirlangan, unda darzning rivojlanishi kesimning ichidan boshlangan. Egilish bilan buralishga ishlagan o'qning toliqishidan singan kesimi ko'rsatilgan. Toliqish darzi shponka ariqchasi tubida-kuchlanishlar konsentratsiyalanadigan erdan o'sa borgan.

Siqilishda materiallar "holatini" o'rganish uchun siqilish diagrammalari quriladi.

Materiallar siqilishga sinash balandligi diametriga teng bo'lgan silindrik namunalarda bajariladi (odatda, $d=h=20\text{mm}$, avtomatik sinov mashinalari uchun $d=h=6\text{mm}$). Boshqa materiallar uchun kub ko'rinishdagi namunalardan foydalaniladi (kubning tomonlari yog'och namuna uchun $a=50\text{mm}$, sement

namuna uchun 70 mm, beton namuna uchun 200 yoki 300 mm qabul qilinadi).

Po‘lat va cho‘yanning siqilish diagrammalarini ko‘rib chiqamiz. Ko‘rgazmali bo‘lishi uchun ularni cho‘zilish diagrammalari bilan birga tasvirlaymiz (1.3-rasm). Birinchi chorakda cho‘zilish, uchinchi chorakda esa siqilish diagrammasi tasvirlangan.



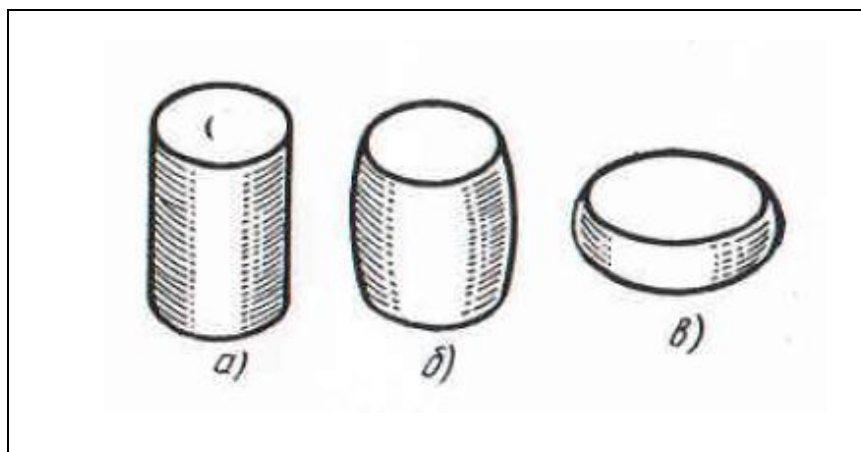
1.3- rasm

Yuklanishning boshlang‘ich davrida kam uglerodli plastik po‘lat St.3 ni siqishda kuchlanish diagrammasi cho‘zilishdagi diagrammaga egrilanib, gorizontalga juda kichik burchak ostida yo‘nalgan oquvchanlik uchastkasiga o‘tadi. Siqilishda oquvchanlik maydonchasi cho‘zilishdagi kabi aniq bilinmaydi.

Siqilish proporsionallik, elastiklik va oquvchanlik chegaralari taxminan cho‘zilishdagiga o‘xshash. Cho‘zilish va siqilishda

diagramma to'g'ri chiziqli uchastkalarining og'ish burchaklari bir xil, demak, elastiklik modullari ham bir-biriga teng.

Siqilishda po'lat namunaning uzunligi qisqaradi (1.4 rasm, a), ko'ndalang o'lchamlari esa, ayniqsa o'rta qismida kattalashadi.



1.4 rasm

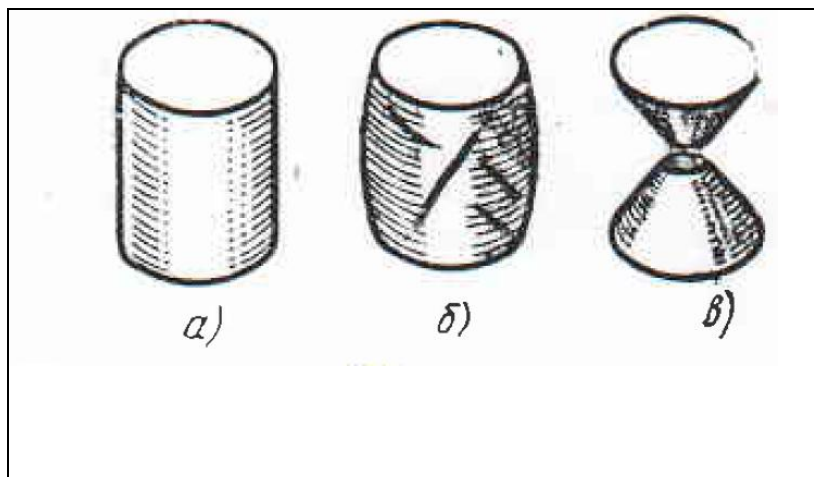
Namuna chekka uchlari sinov mashinasi tekisligiga tegib turganidan bu kesmlarning ko'ndalang deformatsiyalanishi qiyin, shuning uchun silindr siqilganida bochkasimon ko'rinishni oladi (1.4rasm, b). Namuna yanada yuklantirilsa, u asta-sekin yassilanadi (1.4 rasm, v), lekin uni parchalash mumkin bo'lmaydi, shuning uchun ham mustahkamlik chegarasini aniqlab bo'lmaydi.

Siqilishdagi mustahkamlik chegarasi shartli ravishda cho'zilishdagi mustahkamlik chegarasiga teng deb olinadi.

Boshqa plastik metallar (mis, alyuminiy)dan yasalgan namunalar siqilishda po'lat namuna kabi deformatsiyalanadi, shuning uchun ularning siqilishdagi kuchlanish diagrammasi ham po'latnikiga o'xshash bo'ladi.

Cho'yanning siqilish diagrammasi shakl jihatdan uning cho'zilish diagrammasiga o'xshash. Bu diagrammalar boshlanishidanoq egrilanib boradi, nagruzka eng katta qiymatga

etishi bilan diagramma keskin uziladi (1.7 rasm). Lekin siqilishda kuchlanish diagrammasining ordinatalari choʻzilishdagiga nisbatan bir necha marta katta. CHuyanning siqilishdagi mustahkamlik chegarasi $q \approx 5000-15000 \text{ kg/cm}^2 = 500-1500 \text{ MN/m}^2$ ga teng, ya'ni choʻzilishdagiga nisbatan 4 — 5 marta kattadir. SHunday kilib, choʻyan choʻzilishga nisbatan siqilishga ancha yaxshi ishlaydi. Choʻyan namuna siqilganda (1.8 rasm, a) uning boʻylama deformatsiyalari kichik boʻladi. Namunaning oʻrta qismi biroz qavaradi, ozgina boʻlsa ham bochka shaklini oladi. SHundan soʻng namuna oʻqiga 45° burchak ostida eng katta urinma kuchlanish paydo boʻladigan yuzalar boʻylab darzlar paydo boʻladi. Bu vaqtda nagruzka keskin kamayadi va diagramma uziladi. Emirilish paytida namunaning yon qismlari ajralib chiqadi va u ikkita kesik konus shaklini oladi (1.5 rasm v).

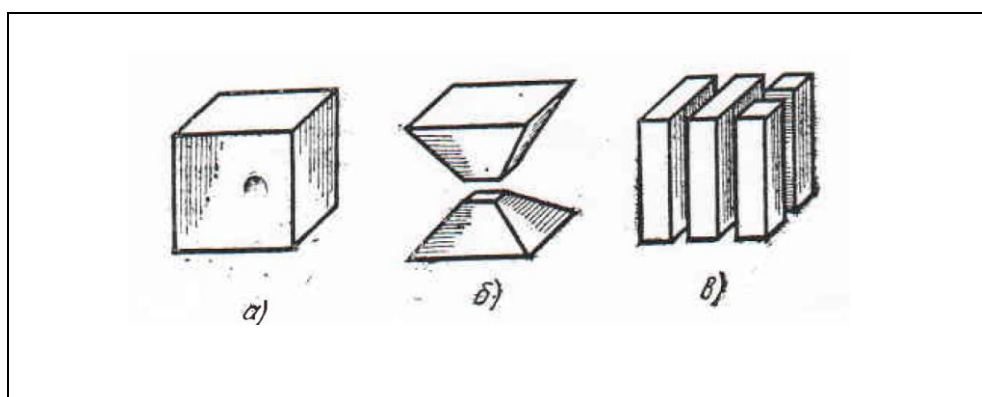


1.5 rasm

Koʻpgina murt materiallar (beton, gʻisht) siqilishda xuddi choʻyan kabi emiriladi va choʻyannikiga oʻxshash siqilish

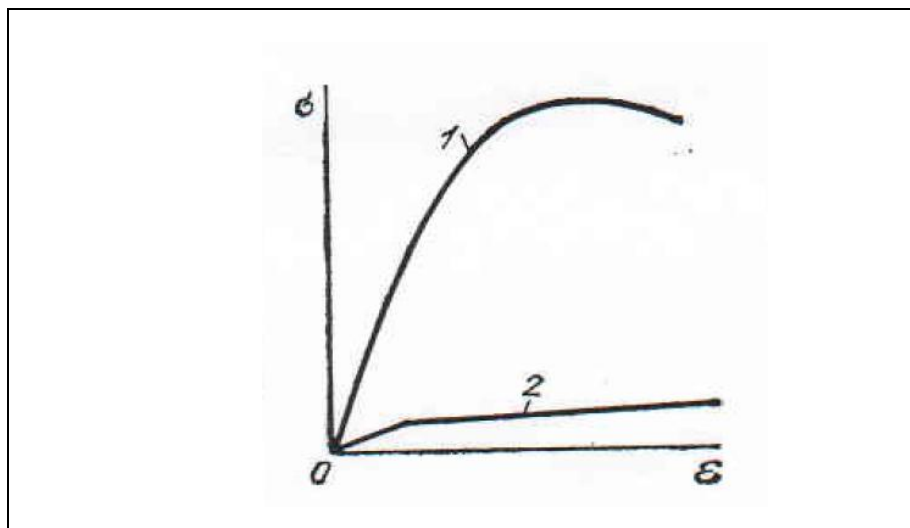
diagrammasiga ega bo'ladi. Siqilishda bu materiallarning mustahkamlik chegarasi cho'zilishdagiga qaraganda ancha katta bo'ladi (betonniki taxminan 20 marta katta). Barcha mo'rt materiallar cho'zilishga yomon ishlaydi.

Beton yoki sementdan yasalgan kubiklar bosib pachaqlansa, ikkita kesik piramida ko'rinishini oladi; beton kubikning emirilishidan oldingi va keyingi ko'rinishlari 1.9 rasm, a,b, da ko'rsatilgan. Agar siqiladigan beton kubik tomoni bilan mashina tekisligi orasini parafin bilan moylab, ishqalanish yo'qotilsa, kubik ta'sir etuvchi kuchlarga parallel tekisliklar bo'ylab emiriladi(1.6 rasm, v).



1.6- rasm

YOg'ochni siqilishga sinaganda u anizotrop material ekanligini, tolalari bo'ylab va tolalarga ko'ndalang ravishda kuch qo'yilganda turlicha ishlashini hisobga olishga to'g'ri keladi. YOg'och tolalari bo'ylab va tolalariga ko'ndalang siqilganida olingan kuchlanish diagrammalari 1.7 rasmda mos ravishda 1va 2 egri chiziqlar bilan ko'rsatilgan.



1.7- rasm

Tolalari bo‘ylab siqilishdako‘pgina yog‘och jinslari kattagina kuchlanishlarga chidash bera oladi, masalan, qarag‘ayning mustahkamlik chegarasi $400-800 \text{ kgk/sm}^2 \approx 40-80 \text{ MN/m}^2$ ga etadi. Bunda kubik bir qismining ikkinchi qismiga nisbatan siljishi tufayli emirilishi ro‘y beradi.

Yog‘ochni tolalariga ko‘ndalang siqqanda u emirilmaydi, balki ancha presslanadi.

Taqqoslash uchun ba‘zi materiallarning cho‘zilish va siqilishdagi mustahkamlik chegaralari jadvalda berilgan.

	Mustahkamlik chegarasi, lol			
	CHo‘zi	Siqi	CHo‘zi	Siqi

Materialning nomi	lishda	lishda	lishda	lishda
	Kgk/mm ²		MN/m ²	
St.3	38-47	-	380-470	-
Xromli po‘lat 20X . . .	80	-	800	-
Dyuralminiy D 16	45-50	-	450-500	-
Titanli qotishma VT4 . .	80-90	-	800-900	-
Kul rang cho‘yan SCH . . .	12-38	-	120-380	500-1500
Qarag‘ay, tolalari bo‘ylab	8	4	80	40
Granit.	0,3	12-26	3	120-260
Qum tosh	0,2	4-15	2	40-150
G‘isht	0,07- 0,3	0,7-3	0,7-3	7-30
Beton	0,025- 0,175	0,5-3,5	0,25- 1,75	5-35

1.3 § Metallar emirilishining turlari

Texnika rivojlanishi bilan yangi metall konstruksiyalar kirib keldi va shuning bilan birga bir qatorda ularni ekspluatatsiya qilish bilan bog‘liq muammolar ham paydo bo‘ldi. Ulardagi juda kichik nuqsonlar sababli yoriqlar paydo bo‘lib, bu yoriqlar xavfli o‘lchamlargacha kengayib konstruksiyalarni ishdan chiqishiga sabab bo‘lmoqda. Detallarning korpusni ishdan chiqishiga sabab bo‘ladi (1) Metallar emirilishlarga ko‘pincha quvurlar, idishlar, mashinalarning po‘lat konstruksiyasi elementlari past temperaturalarda uchraydi. Toliqish emirilishlarda ko‘priklar, samalyot fyuzelyajlari, mashina detallarining aylanuvchi qismlari ko‘proq uchraydi. Shunga o‘xshash holatlardagi uzulishlar tufayli keladigan zarar va an’anaviy usullar bilan bunday emirilishlarga qarshi kurasha olmaslik (yuqori mustahkamlikka ega materiallarni ishlatish) emirilish mexanikasining taraqqiyotiga sabab bo‘ldi.

Yoriqlarning tarqalish xususiyati metallardagi uzulishning turlari bilan bog‘liq bo‘li, u xilma-xilligi bilan ajralib turadi.

Po‘lat, alyuminiy qotishmalari va boshqa metall materiallar turli yuklanishga ko‘ra (kuchlanganlik holati, kuchlanish tezligi, temperatura va hokazolar) turli shakldagi emirilishlarga uchraydi. Quyida emirilishlarning asosiy shakllari sifatida qovushqoq, mo‘rt va toliqish emirilishlari haqida ma’lumot keltiriladi.

Qovushqoq emirilishga sezilarli ravishda yuzaga kelgan plastik deformatsiyalar sabab bo‘ladi. Masalan bir o‘q bo‘ylab cho‘zilayotgan sterjenda kuchlanish tufayli yuzaga kelgan bo‘yinchada emirilish yuzaga keladi. Bunday namunaning cho‘zilishidan ko‘rinadiki, qovushqoq emirilish katta energiyani talab qiladi yoki bunday emirilishga olib kelish uchun tashqi kuchlar ko‘p vaqt ta’sir qilib turishiga to‘g‘ri keladi.

Mo'rt emirilish yoriqlarning tez tarqalishi bilan (5000-7000 km/soat tezlik) xarakterlanadi.

Mo'rt emirilish yoriqlari kichik plastik demormatsiya va arziyas energiya bilan ham tez tarqalishi kuzatiladi. Mo'rt mastahkamlikka past temperatura va o'rganuvchan kuchlanish ham sabab bo'lishi mumkin. Bunday holat ko'pincha kam uglerodli po'latlarda ko'proq kuzatiladi, alyuminiy va boshqa qotishmalarda bunday holat kuzatilmaydi.

Toliqish emirilishi doimiy ravishda o'zgaruvchan nagro'zkalar ta'sirida asta-sekin yig'ilib boruvchi qaytmas deformatsiya va emirilishlar tufayli sodir bo'ladi. Toliqishdagi emirilish jarayoni uchta asosiy bosqichdan iborat bo'ladi:

- 1- bosqich. Yoriqning paydo bo'lishi
- 2- bosqich. Yoriqning sekin o'sish bosqichi.
- 3 – bosqich. Uzulish yoki butunlay sinish bosqichi.

1.4-§ Metallarnig mexanik xarakteristikalariga temperatura, radioktiv nurlanish, termik ishlov berish va boshqa omillarning ta'siri

Yuqorida bayon etilgan tajriba natijalari 20⁰S li xona temperaturasida o'tkazilgan namuna sinoviga tegishlidir. Lekin ko'p mashina detallari juda yuqori temperaturalarda (gaz turbinalari, bug' qozonlari, ichki yonuv dvigatellari, reaktiv dvigatellar), ba'zi qurilish konstruksiyalari esa past temperaturalarda ishlaydi.

Ko'pgina materiallar uchun mustahkamlik xarakteristikalari (mustahkamlik chegarasi σ_m , oquvchanlik chegarasi σ_{OK} va proporsionallik chegarasi σ_{ny}) temperatura ko'tarilishi bilan kamayadi, temperatura pasayishi bilan ortadi. Plastiklik xarakteristikalari esa (qoldiq deformatsiya δ , uzilishda ko'ndalang kesim yuzasining nisbiy ingichkilanishi ψ), aksincha, temperatura ko'tarilishi bilan ortadi, pasayishi bilan kamayadi. Temperatura ortishi bilan elastiklik moduli E kamayadi, Pusson koeffitsienti μ ortadi, temperatura pasayganda esa teskari hodisani kuzatish mumkin.

Ba'zi materiallar bu qoidadan istisnodir, ba'zilar esa o'ziga xos xususiyatlarga ega. Masalan, uglerodli po'latni qizdirganda, avvaliga uning mustahkamlik chegarasi ortadi va 300⁰S temperaturada eng katta qiymatga erishadi. ($\sigma_{m300^0} \equiv 1,2\sigma_{m20^0}$) keyin esa intensiv ravishda kamayadi ($\sigma_{m400^0} \equiv \sigma_{m20^0}$; $\sigma_{m600^0} \equiv 0,4\sigma_{m20^0}$). Oquvchanlik chegarasi temperatura ko'tarilishi bilan kamayadi, oquvchanlik maydonchasi kichrayadi va 300⁰ temperaturada butunlay yo'qoladi. Po'latlar sovitilsa, mustahkamlik xarakteristikalari ortadi.

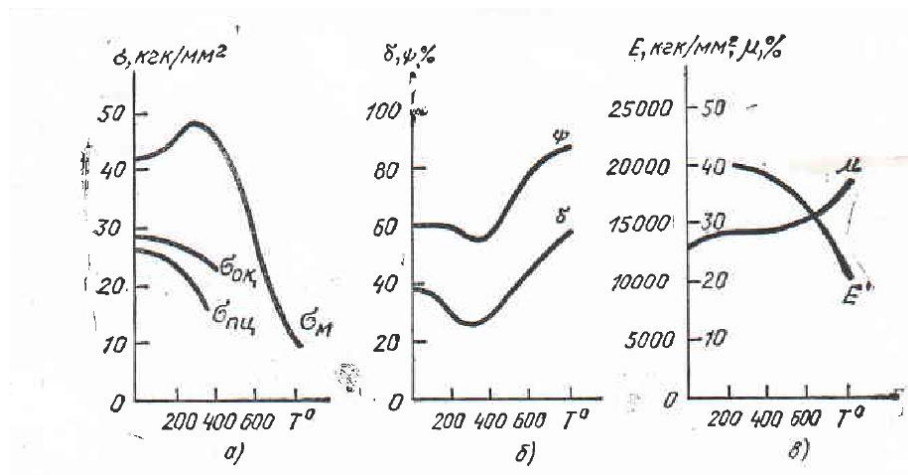
Po'lat qizdirilganda plastiklik xarakteristikalari avvaliga kamayib, - 300⁰ da temperaturada minimumga tushadi, keyinchalik temperatura

koʻtarilishi bilan ortadi. Poʻlatlar qizdirilganda elastiklik moduli avvaliga sekin, soʻngra intensiv kamayadi ($E_{600} \equiv 0,7E_{20^0}$; $E_{800} \equiv 0,5E_{20^0}$), sovitganda esa ortadi ($E_{-200^0} \equiv 1,1E_{20^0}$). Poʻlatlarni qizdirganda puasson koeffitsienti ortadi, sovitilganda esa kamayadi. 1.12-rasmda uglerodli plastik poʻlatning mustahkamlik xarakteristikalarini σ_m , σ_{ok} va σ_{ny} plastiklik xarakteristikalarini δ va ψ va fizik konstantalar E va μ larning temperaturaga bogʻliqligi grafiklari keltirilgan.

Rangli metallarni qizdira boshlaganda ularning mustahkamlik chegarasi kamaya boradi va -600^0S temperaturada xona temperaturasidagi mustahkamlik chegarasining bir necha protsentigagina teng boʻladi. Alyumotermik xrom bundan mustasno boʻlib, mustahkamlik chegarasi ortadi, 1100^0S temperaturada maksimumga erishadi ($\sigma_{m1100^0} \equiv 2\sigma_{m20^0}$).

Baʼzi rangli metallarni (mis, jez, nikel) qizdirganda plastiklik xarakteristikalarini kamaysa, boshqalarniki (alyuminiy, magniy) ortadi. Sovitilganda esa teskari hodisani koʻrish mumkin.

Rezina va plastmassalarni qizdirganda, ularning mustahkamlik chegaralari tez kamayib ketadi (masalan, shisha tekstolitda $\sigma_{m200^0} \equiv 0,75\sigma_{m20^0}$, ftoroplast – 4 da $\sigma_{m100^0} \equiv 0,75\sigma_{m20^0}$ viniplast va orgshishda $\sigma_{m100^0} \equiv 0$). Bu materiallar sovitilganda juda moʻrt boʻlib qoladi, plastik xarakteristikalarini kamayib ketadi.



1.8-rasm

Atom reaktorlari, atom elektr stansiyalari, sinxrofazotronlarda paydo bo‘ladigan radiktiv nurlanish ta‘sirini ko‘rib chiqamiz. Nurlanish metallarning mustahkamlik xarakteristikalarini (mustahkamlik chegarasi σ_M ni va ayniqsa oquvchanlik chegarasi σ_{OK} ni oshiradi va plastik xarakteristikalarini pasaytiradi, ya‘ni nurlanish o‘z ta‘siriga ko‘ra mustahkamlik va plastik xarakteristikalariga temperatura pasayishi kabi ta‘sir qiladi. Nurlanish natijasida plastmassalarning nurlanishi deyarli ta‘sir etmaydi (masalan, polietilenga), boshqalarida esa (masalan, katalinda) mustahkamlik chegarasini keskin kamaytirib yuboradi, uchinchi xilida (masalan, selektronda) mustahkamlik chegarasini keskin oshirib yuboradi. Nurlanishning qay darajada ta‘sir etishi uning dozasiiga bog‘liq bo‘ladi albatta.

Metallarning mustahkamlik va plastiklik xarakteristikalarini o‘zgartirish uchun ularga termik ishlov beriladi. U ma‘lum qizdirish va sovitish rejimlaridan iborat bo‘lib, bunda metall strukturasi o‘zgaradi. Bu strukturaviy o‘zgarishlar birdaniga emas, balki, ma‘lum vaqt oralig‘ida sodir bo‘ladi.

Po‘latga termik ishlov berishning asosiy xillarini ko‘rib chiqamiz.

Yumshatish po‘latga sovuqlayin ishlov berishda paydo bu‘ladigan boshlang‘ich ichki kuchlanishlarni yo‘qotish uchun bajariladi. Buning

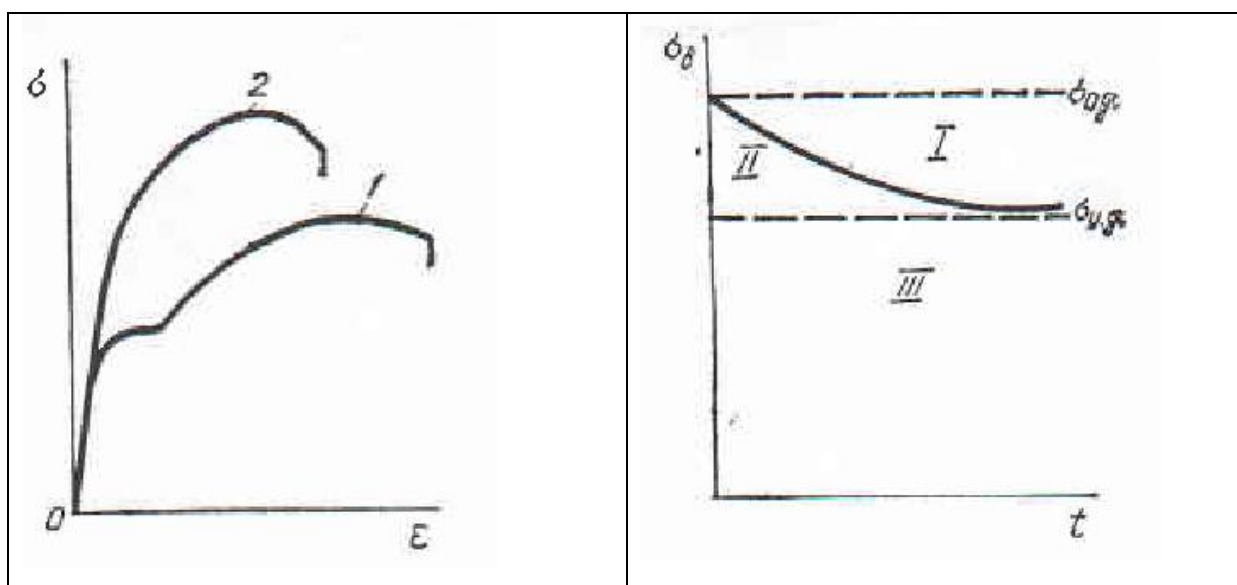
uchun po‘lat ma‘lum temperaturagacha qizdiriladi, uzoq muddat bu temperaturada ushlab turiladi, so‘ngra asta-sekin sovutiladi. Yumshatish natijasida po‘latning mustahkamlik xarakteristikolari pasayadi, plastiklik xarakteristikolari esa ortadi, natijada uni qirqib ishlash va bosim ostida ishlov berish yaxshilanadi.

Po‘latning qattiqligini oshirish uchun u toblanadi. Toblash uchun po‘lat ma‘lum temperaturagacha qizdiriladi, so‘ngra suv yoki moyda sovutiladi. Toblangandan so‘ng po‘latning mustahkamlik xarakteristikolari ortadi, plastikligi esa kamayadi.

Toblangan po‘latning plastikligini oshirish uchun u bo‘shatiladi. Buning uchun toblangan po‘lat ma‘lum tezlikda qizdiriladi va ma‘lum teiperaturada tutib turiladi. Natijada po‘latning plastiklik xarakteristikolari ortib, mustahkamligi biroz kamayadi.

Oldingi paragraflarda namunani statik ravishda yuklantirish ko‘rib o‘tilgan bo‘lib, bunda cho‘zuvchi kuch miqdori juda sekin orttirib borilgan edi. Agar cho‘zish juda qisqa muddat ichida amalga oshirilsa, plastik deformatsiyalar to‘la ro‘yobga chiqmay qoladi.

1.13 rasmda plastik po‘latning unga kuch statik 1 va juda tez 2 qo‘yilganda ikkita cho‘zilish diagrammasi ko‘rsatilgan.



1.9 rasm

1.10 rasm

Bu diagrammalardan ko‘rinib turibdiki, aynan bir po‘latning mustahkamlik va plastiklik xarakteristikalari nagruzkaning ta’sir etish tezligiga bog‘liqdir. YUklanish tezligi ortishi bilan plastik material o‘z xossalari bilan mo‘rt material ga yaqinlashib qoladi.

Qurilish konstruksiyalarida nagruzka odatda juda sekin o‘zgaradi, shuning uchun hisoblashlarda material xossalarining yuklanish tezligiga bog‘liq holda o‘zgarishi e’tiborga olinmaydi.

Plastmassaga nagruzka uzoq muddat ta’sir etsa, uning mustahkamlik chegarasi ancha kamayadi. Bu hol mustahkamlik chegarasining vaqtga bog‘liq ravishda o‘zgarishini tasvirlovchi egri chiziq-uzoq muddatli qarshilik chegarasi. Bu grafikda uchta sohani ko‘rsatishi mumkin: I sohada yotuvchi nuqtalarga sterjenga qo‘yish mumkin bo‘lmagan kuchlanishlar mos keladi, chunki $\sigma > \sigma_m$; II sohada yotuvchi nuqtalarga sterjen ma’lum vaqt oralig‘ida qabul qilishi mumkin bo‘lgan kuchlanishlar mos keladi, belgilangan vaqt oralig‘ida qabul qilishi mumkin bo‘lgan kuchlanishlar mos keladi, belgilangan vaqt o‘tishi bilan sterjen emiriladi; III sohada yotuvchi nuqtalarga $\sigma < \sigma_m$ tengsizlik mos keladi, shuning uchun bu sohada emirilish bo‘lmaydi.

Oniy nagruzka ta’sirida paydo bo‘ladigan oniy deformatsiya ε_{on} ni uzoq muddat ta’sir qiladigan nagruzkadan paydo bo‘ladigan elastik – qovushqoq deformatsiya $\varepsilon_{e,q}$ dan farqlash lozim. Bu deformatsiyalarning yig‘indisi uzoq muddatli deformatsiyaga teng bo‘ladi:

$$\varepsilon_u = \varepsilon_{on} + \varepsilon_{e,q}$$

II BOB. DEFORMATSIYA VA KUCHLANISHLARNI TOPISHNING EKSPERIMENTAL USULLARI

Umumiy tushunchalar

Materiallarning hisoblashlarda foydalaniladigan mustahkamligi elastikligi va plastikligi haqidagi barcha ma'lumotlar tajriba yo'li bilan olingan. Bita mana shu misolning o'zi deformatsiya va kuchlanishlarni tajriba yo'li bilan aniqlash injerenlik ishlarida qanchalik muhim rol o'ynashini ko'rsatib turibdi. Shuni aytib o'tish lozimki, elastiklik moduli, Puasson koeffitsienti, proporsionallik chegarasi kabi xarakteristikalarini aniqlash yo'li, odatda juda sodda bo'lib, standart metodika bo'yicha bajariladi.

Mashina detallari va inshoot elementlarida deformatsiya va kuchlanishlar taqsimlanishini tajriba yo'li bilan aniqlash ancha murakkab bo'lib, tajriba o'tkazuvchidan katta mahorat talab qiladi. Bunday masalalar turli sabablar tufayli paydo bo'ladi. Ulardan biri turli cheklanish va gepotezalar asosida keltirib chiqarilgan hisob formulalarini tekshirishdan iborat.

Bundan tashqari, detalning shakli murakkabligi tufayli masalani nazariy yo'l bilan echib bo'lmaydi. Bunday hollarda inshoot va uning elementining modelini tajriba yo'li bilan o'rganish katta rol o'ynaydi. Ba'zan modelni emas, natural o'lchamda ob'ektning o'zini tayyorlash va uni laboratoriya yoki ekspluatatsiya sharoitida tekshirish hamda uning o'zini tutishini uzoq muddat kuzatish kerak bo'ladi. Masalan, xuddi shunday maqsadlarda ko'priklarning tajriba proetlari quriladi.

Bunday hollarda kuchlanishlarni topish uchun, ko'pincha, tenzometriya usulidan foydalaniladi, ya'ni inshootning ayrim nuqtalaridagi

kichik deformatsiyalar o'lchanadiva keyinchalik Guk qonunidan foydalanib, ulardagi kuchlanishlar topiladi.

Mashina detallarini hisoblash bo'yicha spravochniklarga kiritilgan ba'zi ma'lumotlar tajriba yo'li bilan olingan. Xususan bunday ma'lumotlar kuchlanishlar konsentratsiyasini, ya'ni detallardagi teshiklar, o'yiq va yo'nilgan erlar atrofida kuchlanishlar keskin ortib ketishini o'rganish uchun olinadi. Bunda kuchlanishlarni tekshirishning optik usuli katta rol o'ynaydi, hozirgi vaqtda ma'lum hisob usullari bilan echish mumkin bo'lmagan ko'pgina masalalar shu usul bilan echilgan. Bunday masalalarni echishda boshqa tajriba usuli bo'lmish mo'rt qoplamalar bilan qoplash usulidan ham foydalaniladi.

Quyida aytib o'tilgan tajriba usullari bayon qilinadi.

Bundan tashqari, so'nggi yillarda deformatsiya va kuchlanishlarni tajriba yo'li bilan tekshirishda ko'p qo'llanilayotgan muar poloslari usuli haqida tushuncha beriladi.

2.1-§ Lok qoplamalari usuli

Lok qoplamalari usulidan, odatda, deformatsiya va kuchlanishlar taqsimlanishini umuman aniqlash uchun, shuningdek detal sirtidagi ko'p yuklangan zonalarini aniqlash uchun foydalaniladi.

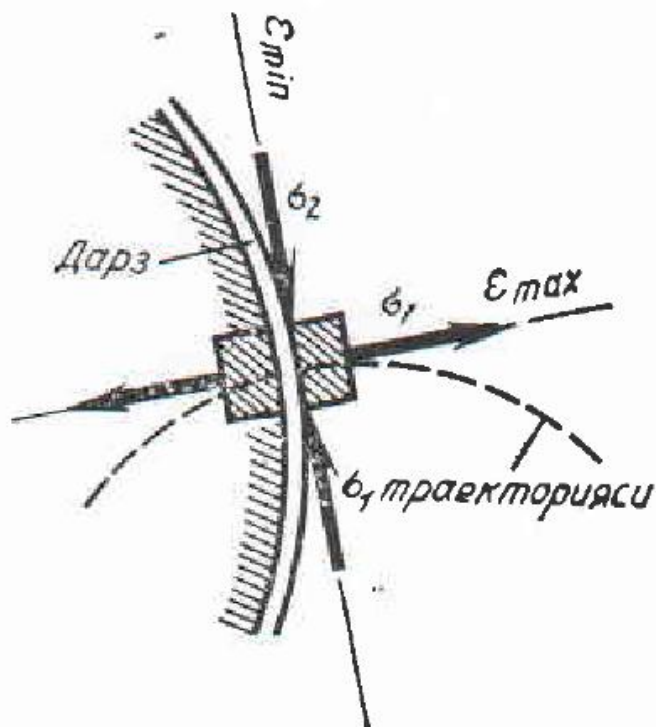
Sinovdan oldin detalning tekshiriladigan sirti yoki uning modeli yupqa maxsus mo'rt lok bilan (0,07-0,15mm), masalan, kanifolselluloid loki (selluloid qo'shilgan kanifolning spirtdagi yoki boshqa eritkichdagi eritmasi) bilan qoplanpdi. Lok detal sirtiga yassi cho'tka bilan surtiladi yoki pulvezator bilan purkaladi, yoki detal lok solingan idishga botirib olinadi. Quritilgach (ba'zi lok sortlari ma'lum temperatura rejimida qizdirilishi kerak) detal lok solingan idishga botirib olinadi. Quritilgach

(ba'zi lok sortlari ma'lum temperatura rejimida qizdirilishi kerak) detal sinovdan o'tkaziladi.

Detal bilan birgalikda deformatsiyalanadigan lok qatlamida paydo bo'lgan darzlar sinovning asosiy natijasi hisoblanadi. Nagruzka ortishi bilan ularning ketma-ket paydo bo'lishi ham muhim. Eng birinchi darzlar detalning eng ko'p yuklangan zonalarida paydo bo'ladi.

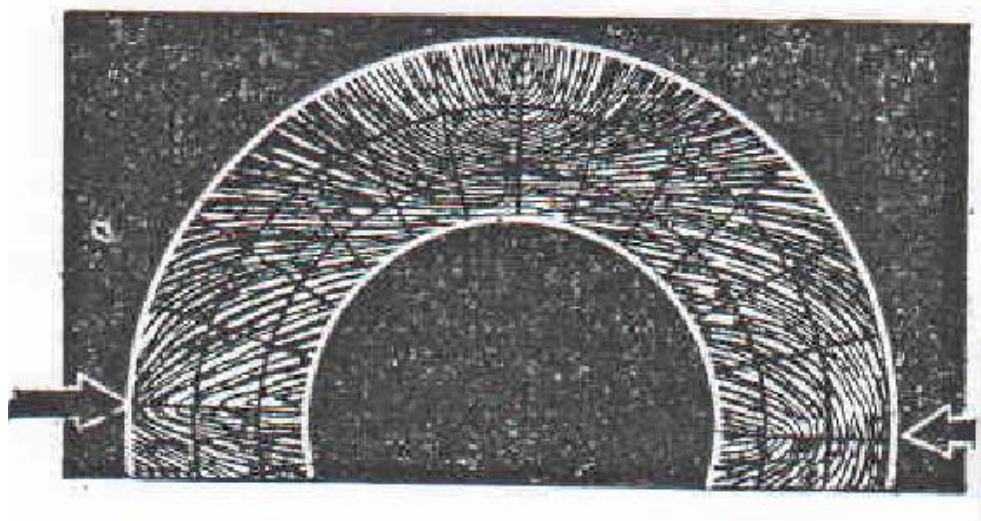
Darzlar hosil qilishning ikkita usulidan, ya'ni detalni yuklantirish va yuksizlantirish usulidan foydalaniladi.

Birinchi usulda lok detal sirtiga u yuklangunga qadar surtiladi. Tabiiyki, detal yuklanganida paydo bo'ladigan darzlar sirtning har bir nuqtasida eng katta cho'zilish yo'nalishiga perpendikulyar yo'nalishda, ya'ni bosh cho'zilish ϵ_1 yoki bosh kuchlanish σ_1 yo'nalishga perpendikulyar joylashadi. (2.1-rasm)



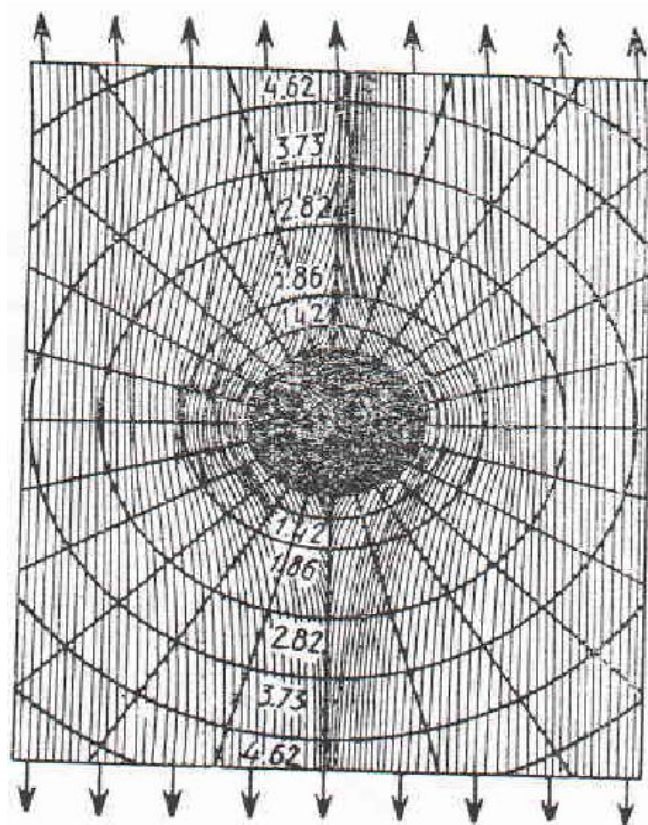
2.1-rasm

SHunday qilib, yuklanganda paydo bo'ladigan darz har bir nuqtada σ_2 yo'nalishiga mos tushadi va bu kuchlanish traektoriyasi hisoblanadi. 2.2-rasmda ushbu usul bilan diametri bo'ylab siqilgan alyuminiy halqaning qoplamasidagi darzlar rasmi ko'rsatilgan.



2.2-rasm

Darzlar olishning ikkinchi usulida lokni yuklangan detalning sirtiga surtiladi. Lok qurigach, detal asta-sekin yuksizlantiriladi, bunda yuksizlantirish jarayonida detal siqilgan yo'nalishda cho'zilish yuzaga keladi, va aksincha. Yuksizlantirish natijasida σ_1 traektoriya bilan ustma-ust tushuvchi darzlar paydo bo'ladi, yuklantirish protsessida esa σ_2 traektoriyasi yo'nalishida darzlar paydo bo'lgan edi. Teshikli cho'zilgan polosani yuksizlantirishda olingan darzlarning surati 2.3-rasmda ko'rsatilgan.



2.3-rasm

Shunday qilib, lok qatlamidagi darzlar bosh kuchlanishlardan birontasining traektoriyalari to‘plamini beradi. Boshqa bosh kuchlanish traektororiyalari to‘plamini darzlarga ortogonal egri chiziqlar o‘tkazib olish mumkin. Shunday qilib, detal sirtidagi nuqtalarda bosh kuchlanishlar yo‘nalishi aniqlanadi. Lok qoplamlari yordamida bosh kuchlanishlar qiymatini topishning eng ishonchli usullaridan biri deformatsiyalarni tenzometrlar yordamida o‘lchashdir. Buning uchun kerakli nuqtalarga σ_1 va σ_2 yo‘nalishlarda ikkitadan tenzometr (yoki datchik) qo‘yiladi, ular yordamida E_1 va E_2 deformatsiyalar o‘lchanib formulalar bo‘yicha bosh kuchlanishlar hisoblab topiladi.

Tenzometrsiz deformatsiya qiymatini, ba’zi hollarda kuchlanishni aniqlashga imkon beradigan lok qoplamalari usuli ham mavjud, lekin bunda ma’lum chegaraviy nisbiy cho‘zilish E_g da darzlar paydo bo‘ladigan

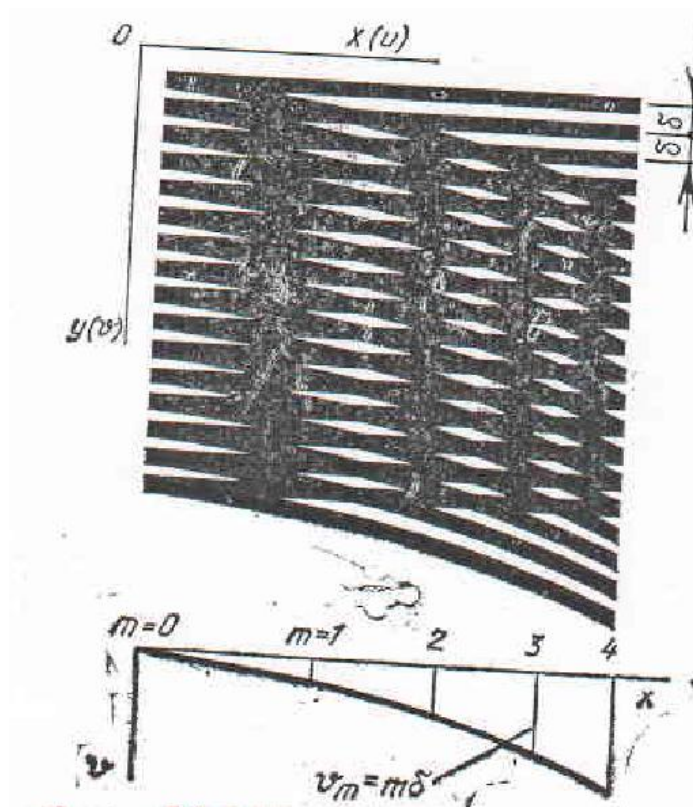
yuqori sifatli loklardan foydalanish kerak bo‘ladi. Odatda $E_g = 3,5 \cdot 10^{-4}$ qiymatli loklardan foydalaniladi. Bu qiymat po‘latdagi $E_g = 3,5 \cdot 10^{-4} \times 2 \cdot 10^6 = 700 \text{ kgk/sm}^2$ kuchlanishga to‘lari keladi.

Shuni aytish kerakki, lok qoplamasida darzlarning paydo bo‘lishiga ko‘pgina omillar sezilarli ta’sir qiladi (lok quriganda paydo bo‘ladigan cho‘kish kuchlanishlari, detal va qoplama materiallarning elastik xossalari turlicha bo‘lishi, sinov vaqtidagi havo temperaturasi va boshqa). Bu omillardan ba’zilari hisob yo‘li bilan, shuningdek, tarirovka qilinuvchi namunalar bilan hisobga olinishi mumkin; namunalar E_g lar sinov sharoitlari bilan bir xil sharoitlarda topiladi. Lok qoplamalari usulida kuchlanishlar miqdorini topish aniqligi nisbatan uncha katta emas ($\pm 15\%$).

Bu usuldan detallarda, ayniqsa murakkab shaklli detallarda kuchlanishlar taqsimlanishining sifatini tez aniqlashda foydalanish maqsadga muvofiqdir. Lok qoplamalari usulidan harakatlanayotgan detallarda va zarbiy nagruzka ta’sir etganda foydalansa ham bo‘ladi.

2.2§ Muar polosalari usuli

So‘nggi yillarda deformatsiyalarni o‘lchashda keng qo‘llanilayotgan muar polosalari usuli boshqa tajriba usullari ichida ommaviy bo‘lib qolmoqda. Fotoelastik usuliga o‘xshash bu usul ham sinalayotgan model yoki detalning barcha sirtida kuchish va deformatsiyalar taqsimlanishi kartinasini olish imkonini beradi. Bu usulning turli ko‘rinishlarini bayon qilish bu kursdan chetga chiqadi va elastiklik nazariyasining ba’zi bo‘limlari bilan tanishishni talab qiladi. SHuning uchun bu usul haqida asosiy tushunchalar bilan cheklanamiz.



2.4-rasm

Faraz qilaylik, qandaydir usul bilan deformatsiyalanmagan tekis plastinka sirtiga o'zgarmas δ qadam bilan qora-oq chiziqlar chizilgan. Plastinka endi o'zining xOu tekisligida qandaydir deformatsiyaga uchradi deylik. Plastinka nuqtalari ko'chishning Ox va Ou o'qlari bo'yicha tashkil etuvchilarini mos ravishda u va v orqali belgilaymiz. Plastinka bilan birga qora-oq chiziqlar ham ko'chadi. 2.4 rasmda misol uchun har bir xil vertikal ko'chish olganligi va qandaydir $v = v(x)$ egri chiziq bo'yicha egrilanganligi ko'rsatilgan. Faraz qilaylik, chiziqlar to'rini deformatsiyalangandan keyin rasimga olib, ularni 2.4-rasmda ko'rsatilgandek ustma-ust joylashtiramiz. Bunday ustma-ust joylashtirilgan qora va yorug' muar polosalari deb ataladigan optik effekt paydo bo'ladi. O'zaro kesishadigan chiziqlar sistemasining kichik nisbiy surilishlari muar polosalarining anchagina ko'chishiga sabab bo'ladi, bu ko'chishlar plastinka sirtida to'lqinga

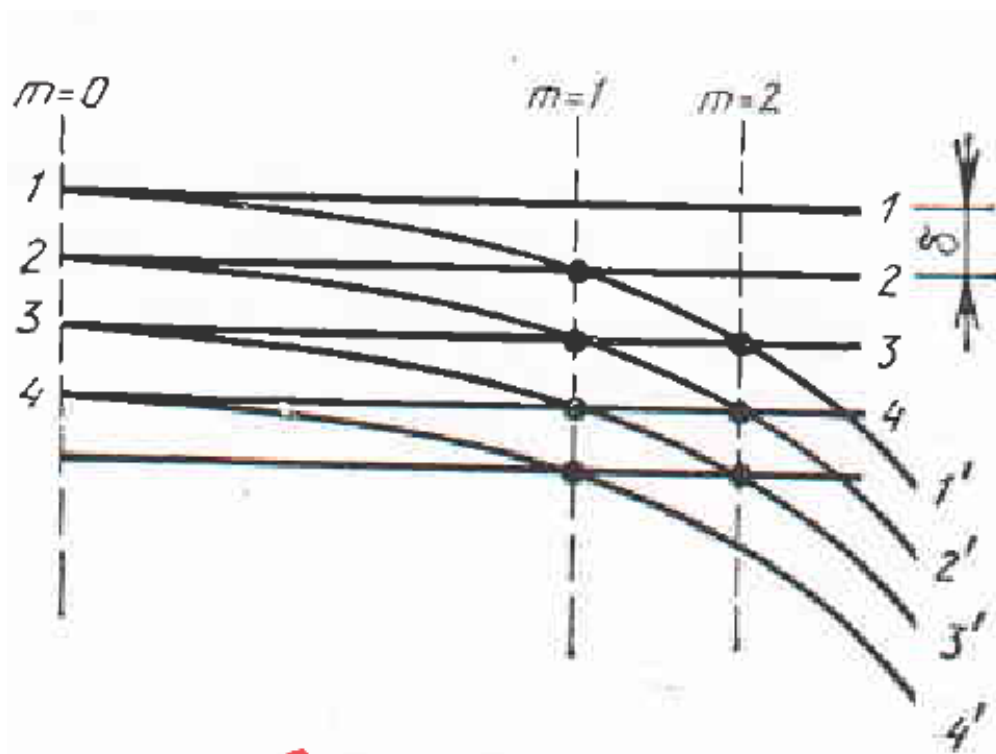
o'xshash harakatlanadi (muar so'zi fransuzcha moire so'zidan olingan bo'lib, to'lqinsimon rasm degan ma'noni bildiradi). O'zaro kesishuvchi chiziqlarning kichik surushlariga muar polosalarining sezgirligi ko'chish va deformatsiyalarni o'lchash uchun muar effektidan foydalanish imkonini beradi.

Chiziqlar qadami δ , odatda, juda ham kichik bo'lganligidan fotografiyada yoki ekranda o'zaro kesishadigan chiziqlar ko'rinmaydi, balki muar polosalarining o'zi ko'rinadi. Muar polosalari bilan sirtidagi nuqtalar ko'chishi orasidagi bog'lanishni yuqoridagi misolda ko'rib chiqamiz.

Muar polosaning yorug' effekti deformatsiyalanmagan 1-1, 2-2, 3-3, ... va deformatsiyalangan 1-1', 2-2', 3-3', ... chiziqlarning kesishishidan hosil bo'lgan egri chiziqli cho'zilgan to'rtburchaklarning ketma-ketligi bilan hosil bo'lgan egri chiziqli cho'zilgan to'rtburchaklarning ketma-ketligi bilan hosil qilinadi. Yorug' polosaning o'qi bu chiziqlarning kesishgan nuqtasi orqali o'tadi (to'rtburchaklarning qisqa dioganallari bo'ylab). Yorug' polosalar o'rtasidagi oraliq kesishuvchi chiziqlarning bir-biriga mos kelmaydigan uchastkalari bilan yanada qorong'ilashtirilgan, kam yorug'likni qaytarib, qora muar polosali effektini hosil qiladi. Kesishadigan chiziqlarning turlicha qalinligi tufayli qaytariladigan yorug'likning o'zgaruvchan intensivligi muar effektini hosil qiladi. Bu effekt ba'zan mexanik yoki geometrik interferensiya deb ham ataladi.

2.5-rasmdan ko'rinib turibdiki, agar to'r chiziqlarning kesishish nuqtalari $m=0$ vertikalda $\nu_0 \equiv 0$ ko'chishga ega bo'lsa $m=1$ vertikalidagi kesishish nuqtalari $\nu_1 \equiv \sigma$ ko'chishga ega bo'ladi, keyingi qatordagi bunday nuqtalar $\nu_2 \equiv 2\sigma$ ko'chishga ega bo'ladi va hokazolar. SHunday qilib, agar m ni yorug' muar polosasining parametri deb qarasak, uning o'qida

yotuvchi barcha nuqtalarda (ya'ni bu polosaning o'rta chizig'ida) $v_m \equiv m\sigma \equiv const$ tenglik bajariladi.



2.5-rasm

v funksiya qo'shni muar polosalari o'rtasida uzluksiz shunday o'zgaradiki, qo'shni polosalar o'rta chiziqlaridagi nuqtalar ko'chishlari orasidagi farq o'zgarmas bo'lib, δ ga teng bo'ladi. Odatda, deformatsiyalarni hisoblash uchun qo'shni nuqtalar ko'chishlarining farqini bilish kifoya. Agar bizni ko'chishlarning o'zi qiziqтира, qo'shimcha ravishda ko'chishi v (yoki u) nolga teng bo'lgan nuqtani topish kerak. Misol uchun, simetriya o'qida yotuvchi nuqtalar shunday nuqtalardir.

Agar deformatsiyanmagan chiziqlar to'rini vertikal joylashtirsak va deformatsiyalangan tasvir bilan birlashtirsak, nuqtalarning u ko'chishlari (ya'ni $u_n \equiv n\delta \equiv const$) o'zgarmas bo'lgan muar polosalarini olamiz. SHunday qilib, ikki xil muar polosalari to'plamiga ega bo'lamiz:

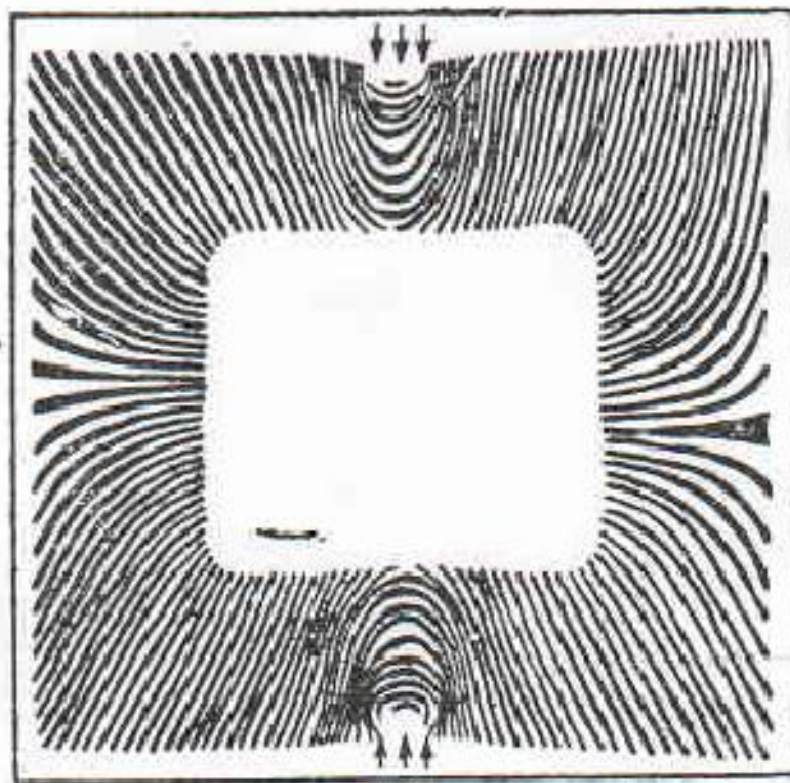
$$v_m = v_m(x, y) = \text{const}(m = 0, 1, 2, 3 \dots)$$

$$u_n = u_n(x, y) = \text{const}(n = 0, 1, 2, 3 \dots)$$

Agar $u = u(x, y)$ va $v = v(x, y)$ funksiyalarni qandaydir sirtlar deb interpretatsiya qiladigan bo'lsak, muar polosalari bizga bu sirtlarning gorizontallar (u va v funksiyalarning o'zgarmas sathlari chiziqlari) dagi tasvirlarni beradi.

2.6-rasmda vertikal kuchlar bilan siqilgan kvadrat teshikli dyuralyuminiy plastinka uchun muar polosalari $v \equiv \text{const}$ ning fotosurati keltirilgan. Chiziqlar gorizontal turining qadami $\delta \equiv 0,125 \text{ mm}$. Muar polosalari kartinasi shu chiziqlar yordamida olingan.

u va v larning qiymatlarini raqamli differensiallash yo'li bilan plastinka nuqtalaridagi chiziqli va burchak deformatsiyalarini (kichik deformatsiyalarda) bildiruvchi hosilalar qiymatiga o'tish mumkin:



2.6- rasm

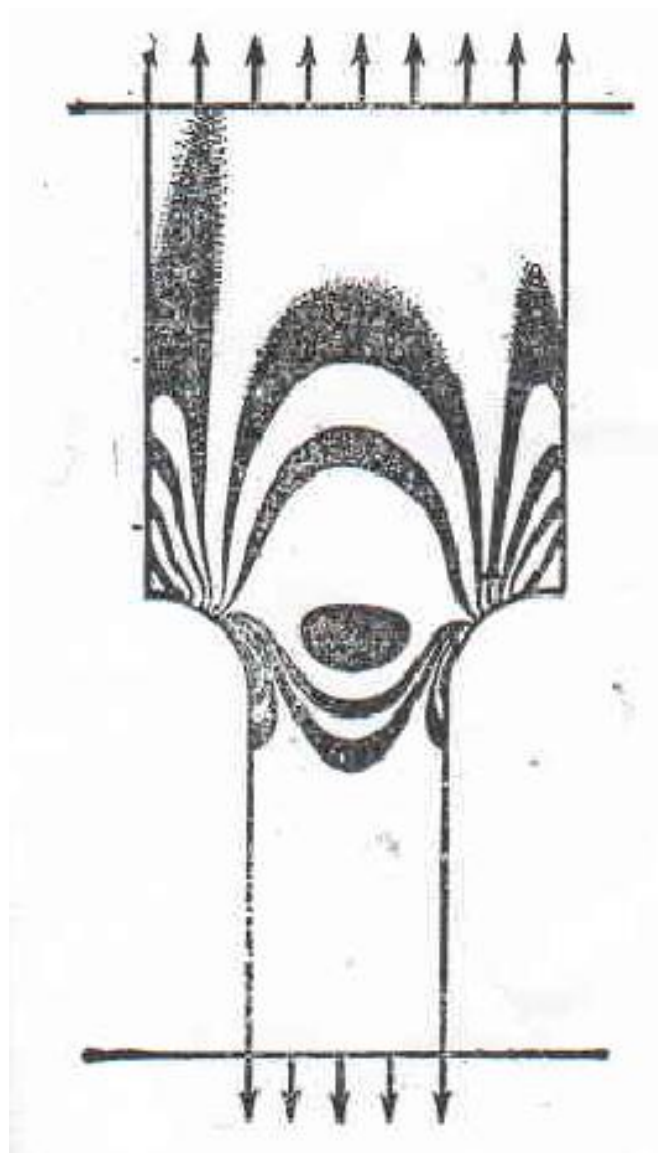
$$E_x = \frac{\partial u}{\partial x} \qquad E_y = \frac{\partial v}{\partial y} \qquad Y_{xy} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}$$

Bu tengliklarning birinchisi $E_x = \frac{du}{dz}$ tenglikka o'xshash. Farq shundaki, o'tgan bobdagi hosila bilan almashtirilgan; u va v funksiyalari oddiy cho'zilishdagi kabi bitta argumentning emas, balki ikkita argumentning funksiyasidir. Siljish burchagi Y_{xy} uchun formula elastiklik nazariyasi bo'limida keltirib chiqariladi. Agar deformatsiyalarni kichik deb hisoblab bo'lmasa, ko'chishlardan E_x , E_y va Y_{xy} ifodalarga o'tish chiziqsiz elastik nazariya bo'limlarida bayon qilingan murakkab ifodalar bilan amalga oshiriladi. Elastiklik bosqichida deformatsiyani bilgan holda Guk qonuni yordamida osongina kuchlanishni topish mumkin. Noelastik deformatsiyalarni o'rganishda bu holda plastiklik nazariyasidagi ifodalardan foydalaniladi.

2.3§ Kuchlanishlar konsentratsiyalanishini optik usul va lok qoplamalari yordamida o'rganish

Kuchlanishlar konsentratsiyalanishi V bobda batafsil yoritilgan optik usul bilan samarali o'rganish mumkin. Mashinaning biror detali murakkab shaklga ega bo'lsa, masalani analitik usulda echish murakkablashadi va engib bo'lmaydigan qiyinchiliklar yuzaga keladi.

Bunday holda optik usuldan foydalanish mumkin. Buning uchun maxsus materialdan namuna yasali, qutblashtirilgan nur bilan yoritiladi. Masalan, 2.7-rasmda eni keskin o'zgaradigan, cho'zilishga ishlaydigan plastinadagi polosalar tasvirlangan. Polosalar joylanishini analiz qilish eng ko'p kuchlangan nuqtalarni topish va kerakli darajada aniqlik bilan konsentratsiyalanish koeffitsientini aniqlash imkonini beradi.

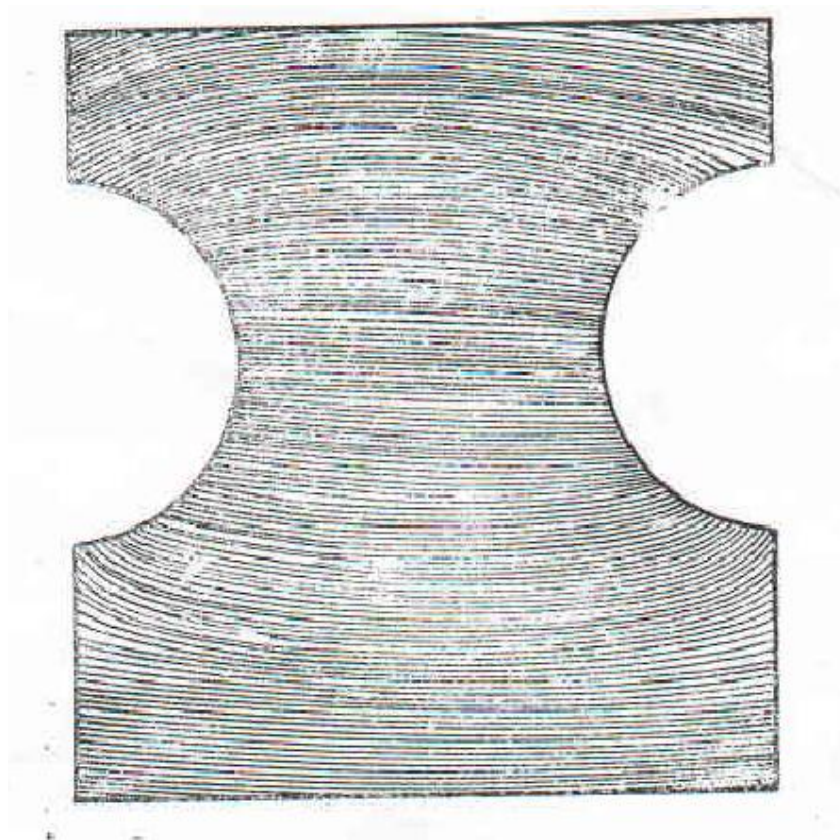


2.7-rasm

Mashinasozlikda ba'zi joylari murakkab kuchlanish holatida bo'ladigan detallar uchraydi. Bunday hollarda kuchlanishlar taqsimlanishi xarakterini va kuchlanishlar konsentratsiyalanadigan joylarni tajriba yo'li bilan aniqlash usullaridan biri mo'rt lok qoplamasidan foydalanish usulidir.

O'rganilayotgan detal V bobda yoritilganidek, lok bilan qoplanadi. Detal deformatsiyalangandan so'ng uning sirtida darzlarning qalin to'ri hosil bo'ladi. Bu to'r kuchlanishlar traektoriyasini aniqlash, demak, kuchlanish holatining xarakterli belgilash imkonini beradi.

Ikki yonida yarim doiradan iborat o'yiqlari bo'lgan cho'zilishga ishlaydigan polosa lok qoplamasidagi darzlar tasviri 2.8 rasmda ko'rsatilgan. Ba'zi hollarda mazkur usul bilan kuchlanishlar son qiymatini ham taqriban topish mumkin.



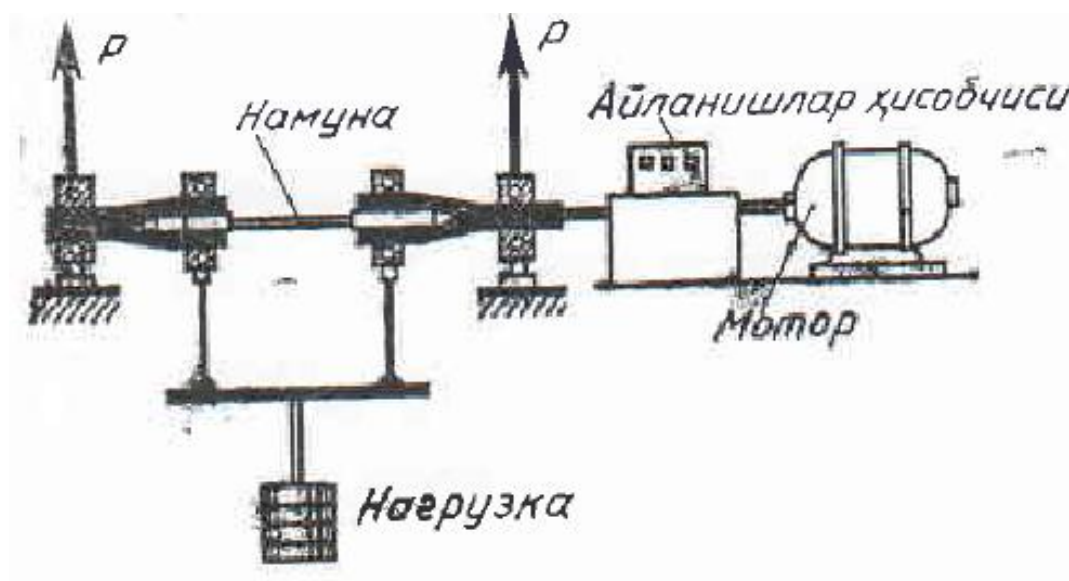
2.8-rasm

Kuchlanishlar konsentratsiyasini tekshirishda lok qoplamalari usuli kam aniqlik beradi, shuning uchun biror sababga ko'ra, masalan, detalning shakli murakkabligi tufayli optik yoki boshqa usullardan foydalanib bo'lmasagina, bu usulni qo'llash mumkin.

2.4§ Chidamlilik chegarasi haqida tushuncha

Shuni unutmaslik kerakki, miqdori o'zgaruvchan har qanday kuchlanish toliqish emirilishiga olib keladi. Detalning biror nuqtasidagi o'zgaruvchan kuchlanish qiymati chidamlilik (toliqish) chegarasi deb ataladigan kritik qiymatdan oshib ketganda emirilish sodir bo'ladi.

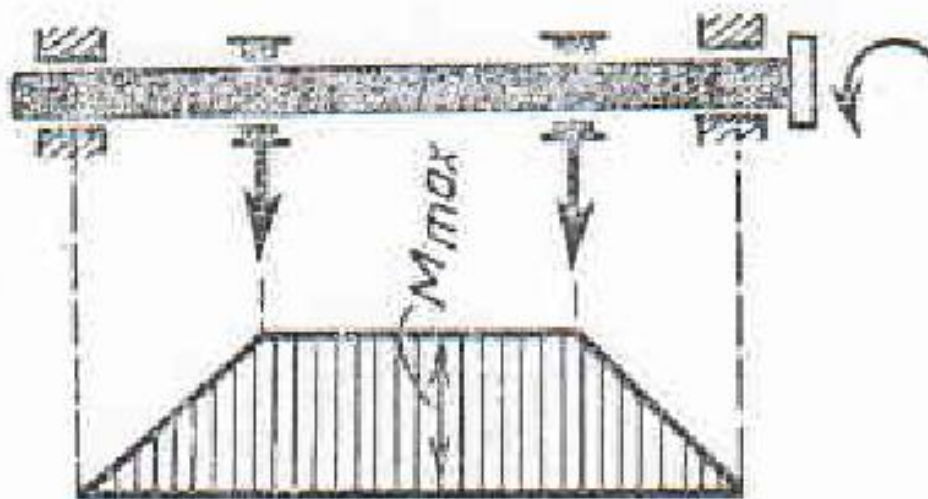
Chidamlilik chegarasi deb, sikllar soni cheklanmagan holda ko'p bo'lganda detalning toliqishi emirilishiga sabab bo'lmaydigan sikl maksimal kuchlanishning eng katta qiymati σ_{max} ga (yoki agar $|\sigma_{max}| < |\sigma_{min}|$ bo'lsa σ_{min} ga) aytiladi. Chidamlilik chegarasi σ_R orqali belgilanganda, bu erda, R –sikl asimmetriyasi koeffitsienti. Chidamlilik chegarasi simmetrik siklda σ_{-1} , oddiy cho'zilish va siqilishda σ_{+1} noldan boshlanadigan siklda σ_0 orqali belgilanadi.



2.9-rasm

Simmetrik sikldagi chidamlilik chegarasi σ_{-1} boshqa sikllardagi chidamlilik chegarasiga qaraganda kichikdir, lekin uni aniqlash boshqa sikllardagiga qaraganda soddaroqdir. σ_{-1} ni tajriba yo'li bilan aniqlash

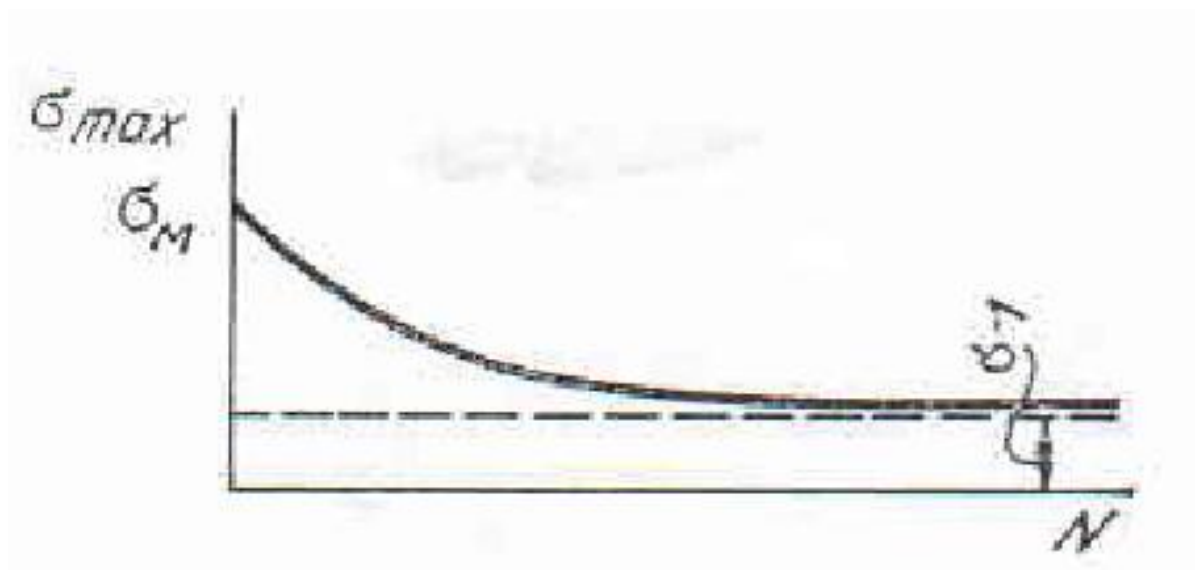
uchun ko'pgina mashinalar mavjud bo'lib ulardan biri sxematik tarzda 2.9-rasmda tasvirlangan. Bu mashinada namunalar egilishga sinaladi. Sinaladigan materialdan 6-10 ta bir xil namunalar tayyorlanadi. Namuna mashinaga o'rnatiladi, uning o'rta qismi sof egilishga ishlaydigan qilib, podshipniklar orqali yuklanadi; buni namunaning eguvchi moment epyurasida 2.10-rasmda ko'rsatilgan.



2.10-rasm

Mashinada aylantiriladigan namunaning har bir tolasi u har 180^0 ga aylantirilganda goh cho'ziladi, goh siqiladi. Namunaga siklning turli kuchlanish qiymatlari σ_{max} ni berib, namuna emirilishgacha olib boriladigan sikl soni aniqlanadi. Tajriba natijalari asosida chidamlilik egri chizig'i $\sigma_{max}=f(N)$ quriladi (bu erda σ_{max} - yiklning maksimal kuchlanishi, N – namuna emirilgan sikllar soni. 2.11-rasm. Bu rasmdan ko'rinib turibdiki, $\sigma_{max}=f(N)$ egri chiziq asimptomik ravishda to'g'ri chiziqqa yaqinlashadi. Bunday sinovda bu egri chiziq gorizontaal asimptotasining ordinatasi chidamlilik chegarasi σ_{-1} ga teng bo'ladi.

Tajribalar shuni ko'rsatadiki, agar namuna 10^7 marta aylangandan so'ng emirilmasa, undan ko'p aylanishlarda ham emirilmaydi. SHuning uchun qora materiallardan yaalgan namunalar



2.11-rasm

sinovi 10^7 marta aylanishdan so'ng (sinash bazasi), rangli metallar uchun 10^8 marta aylanishdan so'ng tuxtatiladi. Rangli metallar uchun qurilgan chidamlilik egri chiziqlari asimptotaga ega bo'lmaydi, aylanishlar soni ortishi bilan egri chiziq nolgacha tushadi. Ular uchun chidamlilik chegarasi sifatida namuna kamida 10^8 siklga chidash bergan eng katta kuchlanish qabul qilinadi va uni cheklangan chidamlilik chegarasi deyiladi. Yuqorida qayd qilingan sikllar soni to'g'risida tasavvur hosil qilish uchun shuni aytib o'tamizki, temir yo'l vagoni o'qi Moskvadan Vladivostokkacha borguncha $3 \cdot 10^6$ siklni o'taydi.

III BOB. METALL KONSTRUKSIYA ELEMENTLARINING EMIRILISH MEXANIKASI

3.1.§ Metallarda emirilish mexanizmi.

Emirilish mexanikasi endi paydo bo'lgan yoriqning imkoniyati va xarakteri haqidagi tasavvurga bog'liq. Bu tasavvurga erishish uchun tadqiqotchidan nafaqat ichki kuchlanish taqsimotiini bilishni, balki emirilishga sabab bo'ladigan mumkin bo'lmagan kuchlanishni aniqlashni (kritik kuchlanish), shuningdek yoriq uzunligini (mumkin bo'lsa traektoriyasini ham) aniqlashni talab qiladi.

Afsuski, elastiklikning klassik nazariyasi tenglamalarida yuqorida ma'lumotlar aks etmaydi. Elastiklik nazariyasida yuzaga keladigan kuchlanish va deformatsiya to'g'risidagi savollarga javob beriladi. Ichki tuyg'ularimiz bizga kuchlanish bilan yoriq orasida bog'lanish mavjudligini bildirib turadi. Bu bog'liqlikni o'rgatish uchun ba'zi qo'shimcha fikrlarni jalb qilish zarur. SHunday fikrlardan biri emirilish aniq biror energiyani talab etilishidan iborat bo'lib, u energiyaning saqlanish qonuni bilan bog'liq bo'ladi. Ushbu fikrga birinchi bo'lib ingliz olimi A.A. Griffist (1983-1963)keldi.

Uning 1920 yil 26 fevralda e'lon qilgan "Emirilish hodisasi va qattiq jismning oqishi" nomli maqolasi revolyusion ahamiyatga ega bo'ldi. Griffist shunday yozgan edi: "SHunday umumiy xulosa qilish mumkinki, Izotrop qattiq jismlarda yuzaga keladigan etarli bo'lmagan mustahkamlik ularda yaxlitlikning buzilishi va nuqsonlar tufayli sodir bo'ladi. Ularning

o'lchamlari molekulalararo masofadan katta bo'ladi. Agar shu nuqsonlar bartaraf etilsa, materialning mustahkamligi kamida 10-20 marta oshadi".

Bu paytda Griffitsning yoshi 27 da edi. U mashhur bo'lmaganligi tufayli uning maqolasi e'tibordan chetda qolib ketgandi.

Griffitsning emirilish jarayoniga nisbatan yondashuvi mutlaqo noan'anaviy bo'lib, undan so'ng 70 yil o'tgach emirilish mexanikasining mazkur konsepsiyasi zamonaviy texnika yutuqlariga tadbqiq etildi.

Griffitsning fikricha mo'rt emirilish jarayonidagi energiya roli quyidagicha. Yoriqning uchidagi kuchlanish konsentratsiyasining o'zi jismni yorish uchun kamlik qiladi. Agar yoriq uchiga etarlicha energiya berilmasa emirilish davom etmaydi. Xuddi mator soz avtomobil bakida benzin qolmasa harakatdan to'xtagani kabi. Ushbu energiya muammosini tushunib olish uchun quyidagi oddiy masalani qaraymiz. To'g'ri to'rtburchakli metall plastinka olamiz.

Plastinkani σ kuchlanish bilan cho'zamiz va shu holda mahkamlaymiz. Plastinka bo'yli va enini qalinligidan ko'ra uzun deb hisoblaymiz. Agar qalinlikni 1 ga teng desak, $a \gg 1$ va $b \gg 1$ bo'ladi.

Mahkamlangan plastinkada elastik deformatsiyaning $W_0 \equiv \frac{\sigma^2}{2E} ab$ energiya

zaxirasi mavjud bo'ladi. Birlik yuzaga $\frac{\sigma^2}{2E}$ energiya to'g'ri keladi. Faraz

qilaylik plastinkada jkda kichik o'lchamdagi yoriq ko'rinishidagi nuqson (defekt) paydo bo'lsin. Yoriq uzunligi $\ell(a \gg \ell, b \gg \ell)$ Bu yoriqcha

deformatsiyaning kamayishiga, asosan yoriqqa yondosh sohalarda soha yuzasi ℓ^2 tartibga teng bo'ladi. Demak, ozod bo'lgan elastik energiya

$$W \equiv W_0 - C \frac{\sigma^2}{2E} \ell^2.$$

S- ko‘paytuvchi shtrixlangan sohaning yuzasi noaniqligi va undagi deformatsiyaning bir xil emasligi tufayli kiritilgan. Griffits $S=2\pi$ ga

tengligini aniqladi, ya’ni
$$W = W_0 - \frac{\pi\sigma^2\ell^2}{E}$$

Bir necha almashtirishdan so‘ng $\sigma = \sqrt{\frac{2E\gamma}{\pi\ell}}$ (3.1) ekanligi keltirib chiqariladi bu erda γ - emirilishdagi solishtirma ish.

(1) formuladan kritik kuchlanishni aniqlash mumkin, bu kuchlanishda 2ℓ yoriq uzunligi xavfli bo‘lib qoladi. (1)ni quyidagicha ham yozish mumkin.

$$\ell = \frac{2E\gamma}{P\sigma^2} \quad (3.2)$$

Bundan ℓ_e - yoriqning kritik uzunligini aniqlash mumkin.

Hosil qilingan munosabatlar tekis kuchlanganlik holatiga taaluqli va ular quyidagicha yoziladi.

$$\sigma = \sqrt{\frac{2E\gamma}{\pi(1-\gamma^2)\ell}} \quad \text{va} \quad \ell = \frac{2E\gamma}{\pi(1-\gamma^2)\sigma^2} \quad (3.3)$$

(1-3) kritik kuchlanish va defekt o‘lchami orasidagi munosabat Griffitsning asosiy nazariy natijalari hisoblanadi.

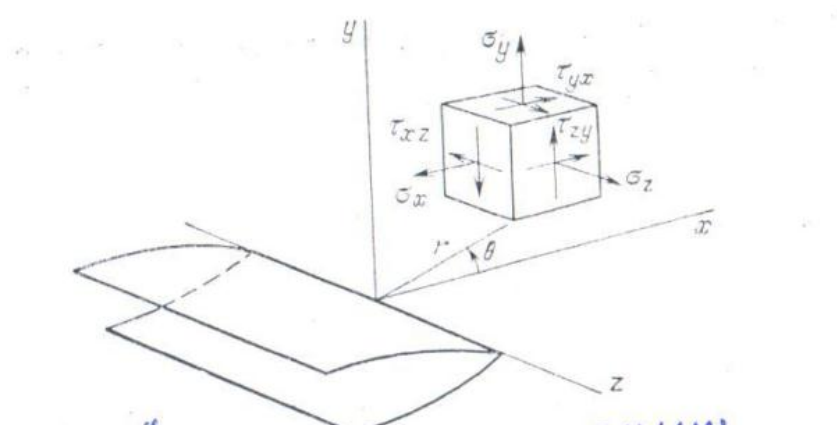
Ammo Griffits formulalariga ko‘ra yoriqli qattiq jismning mustahkamligini hisoblash undagi energiya qatnashuvi tufayli murakkab va hisoblash nuqtai nazaridan noqulay hisoblanadi. Shuning uchun ham 1957 yilda Irvin tomonidan emirilish mexanikasiga kuch buyicha yondashuv bilan hisoblash formulasi ishlab chiqilgunga qadar (1-3) formulalar bilan emirilish mexanikasiga doir hisoblar hech kimga oxirigacha nasib etmagan

3.2 § Mo'rt emirilish mexanikasi va kuch orqali yondashuv

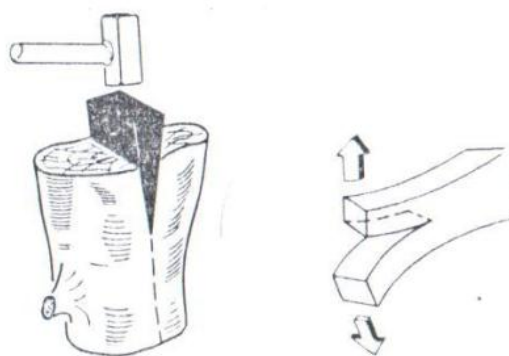
Biz shu paytgacha yoriqning rivojlanish tahlilini energetik nuqtai nazaridan qarab keldik.

Bunday masalada kuch bilan yondoshuvda ham asosiy ob'ekt yoriqchani cheti hisoblanadi. U erda eng katta kuchlanish konsentratsiyasi yuzaga keladi. Keyingi emirilish chetki nuqtadan boshlanadi.

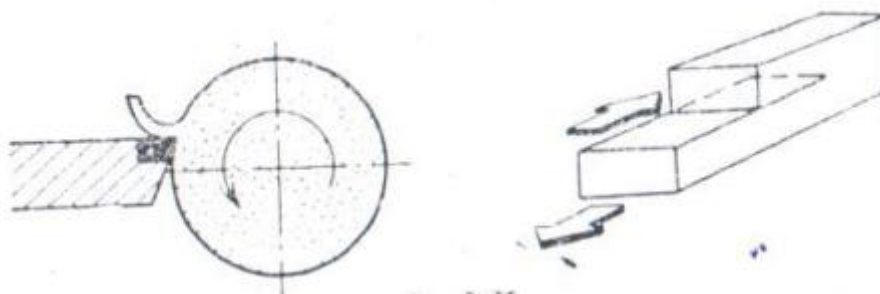
Yoriq chetida yuzaga keladigan deformatsiya va kuchlanish maydonining eng umumiy holatini quyidagi tekis va notekis deformatsiyaning xususiy hollari uchun kuchlanishni yuzaga keltirish orqali hosil qilish mumkin.



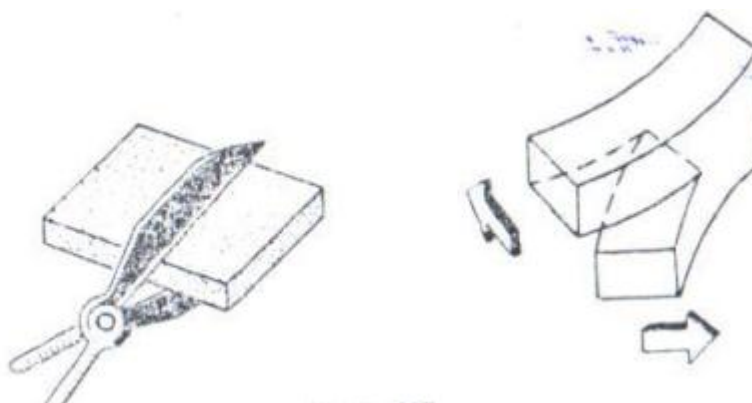
3.2-rasm. Yoriq uchidagi koordinatalar sistemasi kuchlanish komponentalari



I ko'rinish



II ko'rinish



III ko'rinish

3.3-rasm Yoriq sirtlari siljishining asosiy ko'rinishlari.

I ko'rinish ajraluvchi siljish bilan bog'langan bo'lib, bu holda yoriq sirtlari bir-biridan qarama-qarshi tomonga ajraladi. (bunday hol yog'ochga pona qoqqanda ro'y beradi)

II ko'rinishda yoriq sirtlari bir-birining sirtidan sirpanadi. (bunday hol material sirtini tokarlik pichog'i yo'nayotganda hosil bo'ladi)

III ko'rinishda antitekis deformatsiya (bu hol materialni (tunukani) qaychi bilan kesishda sodir bo'ladi) bunda bir sirt ikkinchi sirtga nisbatan frontal siljiydi.

Bu masalalarning echimi matematika nuqtai nazaridan juda murakkab bo'lib, u elliginchi yillarda echilgan.

Yoriq atrofidagi kuchlanish va siljish maydoni elastiklik nazariyasi masalalari deyarli bir xil strukturaga ega ekanligi aniqlandi.

Bu natijani birinchi bo‘lib ingliz olimlari Dj. Irvin va M. Vilyais aniqladilar. Lekin bu hol uchun aniq matematik isboti ancha keyinroq keltirildi. Biz quyida ana shu formulalarni keltiramiz va bunda ko‘p nuqtalar o‘rnida hisobga olmasa ham bo‘ladigan cheksiz kichik hadlar tushuniladi. Barcha formulalar $W=0$ hol uchun ya’ni tekis kuchlanish holati uchun keltirilgan va bunday holda $\sigma_z=0$, bo‘lib, Puassan koeffitsienti ν o‘rniga $\frac{\nu}{1-\nu}$ ga almashtiramiz.

Birinchi ko‘rinishdagi yoriq uchun

$$\begin{aligned}\sigma_x &= \frac{K_1}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\theta}{2} \left(1 - \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{3\theta}{2} \right) + \dots, \\ \sigma_y &= \frac{K_1}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\theta}{2} \left(1 + \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{3\theta}{2} \right) + \dots, \\ \tau_{xy} &= \frac{K_1}{\sqrt{2\pi r}} \sin \frac{\theta}{2} \cos \frac{\theta}{2} \cos \frac{3\theta}{2} + \dots, \\ \tau_{xz} &= \tau_{yz} = 0, \quad \sigma_z = \nu(\sigma_x + \sigma_y), \\ u &= \frac{K_1}{\mu} \sqrt{\frac{r}{2\pi}} \cos \frac{\theta}{2} \left(1 - 2\nu + \sin^2 \frac{\theta}{2} \right) + \dots, \\ v &= \frac{K_1}{\mu} \sqrt{\frac{r}{2\pi}} \sin \frac{\theta}{2} \left(1 - 2\nu + \sin^2 \frac{\theta}{2} \right) + \dots,\end{aligned}$$

Ikkin ko‘rinishdagi yoriq ko‘rinishdagi

$$\sigma_x = -\frac{K_{11}}{\sqrt{2\pi r}} \sin \frac{\theta}{2} \left(2 + \cos \frac{\theta}{2} \cos \frac{3\theta}{2} \right) + \dots,$$

$$\sigma_y = \frac{K_{11}}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\theta}{2} \sin \frac{\theta}{2} \cos \frac{3\theta}{2} + \dots,$$

$$\tau_{xy} = \frac{K_{11}}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\theta}{2} \left(1 - \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{3\theta}{2} \right) + \dots,$$

$$\tau_{xz} = \tau_{yz} = 0, \quad \sigma_z = \nu(\sigma_x + \sigma_y),$$

$$u = \frac{K_{11}}{\mu} \sqrt{\frac{r}{2\pi}} \sin \frac{\theta}{2} \left(2 - 2\nu + \cos^2 \frac{\theta}{2} \right) + \dots,$$

$$\nu = \frac{K_{11}}{\mu} \sqrt{\frac{r}{2\pi}} \cos \frac{\theta}{2} \left(2\nu - 1 + \sin^2 \frac{\theta}{2} \right) + \dots,$$

Uchinchi ko‘rinishdagi yoriq uchun

$$\sigma_x = \sigma_y = \sigma_z = \tau_{xy} = 0,$$

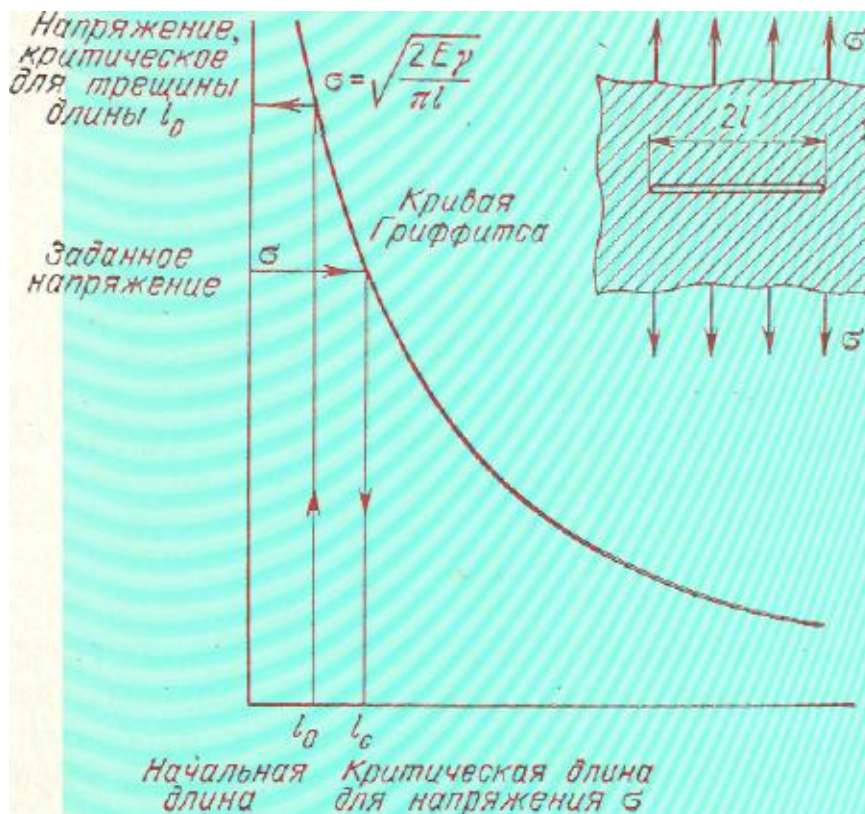
$$\tau_{xz} = -\frac{K_{111}}{\sqrt{2\pi r}} \sin \frac{\theta}{2} + \dots, \quad \tau_{yz} = \frac{K_{111}}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\theta}{2} + \dots,$$

$$u = \vartheta = 0, \quad w = \frac{K_{111}}{\mu} \sqrt{\frac{2r}{\pi}} \sin \frac{\theta}{2} + \dots$$

3.3.§ Yoriqlarning beqaror va barqaror rivojlanishi (kengayishi)

Griffits tomonidan kashf etilgan $\sigma = \sqrt{\frac{2E\gamma}{\pi\ell}}$ nimani ko'rsatadi.

Avvalo ushbu munosabatning grafigini tahlil qilamiz.



3.2-rasm. Kritik kuchlanish va yoriq o'lchamlarining bog'liqligi

ℓ_0, ℓ_c - mos ravishda boshlang'ich va kritik uzunliklar

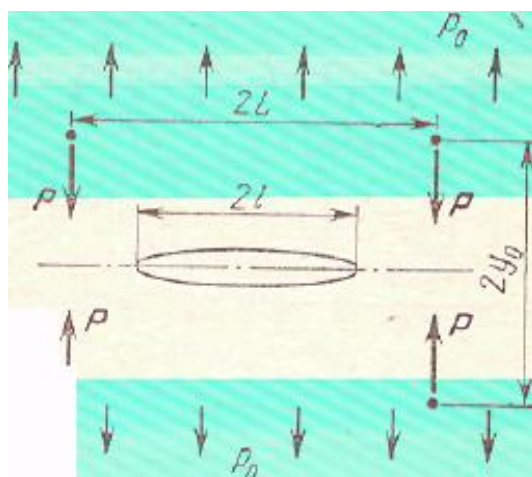
Faraz qilaylik bizga qattiq jismdagi yoriqning boshlang'ich uzunligi ℓ_0 ma'lum bo'lsin. Bu qiymatni gorizontal ℓ o'qqa joylashtirib, undan σ ning grafigigacha vertikal chiziq o'tkazsak, unga ya'ni ℓ_0 - kritik kuchlanishdan kichik bo'lsa, u holda emirilish, ya'ni yoriqning kengayishi davom etadi. Albatta griffits kritik kuchlanish tushunchasi qimmatli. Chunki u yoriqning boshlang'ich holati bilan bog'liq bo'lib, materialning

keyin yoriq o'sishiga qarshiligini o'rganadi. Ammo bu yoriqning eni o'sa boshlash jarayonini tushunish uchun etarl emas. Emirilish qanday yuz beradi? Jism har vaqt yoriq tufayli ikki qismga bo'linib ketadimi, yoki butunlay bo'linmasdan yoriq to'xtaydimi? Yoriq kengaya boshlashi bilan nima ro'y beradi?

Bir qarashda, demak yoriq o'ssa boradimi, albatta jism uziladi. Bu hol faqat yoriqning shiddatli, beqaror tarqalishidagina yuz berishi mumkin.

Ekspereimentlar va hisoblar yoriqlarning to'siq va chegaralarga duch kelishi yoriq rivojlanishi barqaror bo'lib, kuchlanishning katta diapazonlarida ham jismning butunlay sinib ketishi ro'y bermaydi.. SHu narsa aniqki metall konstruksiyalari va inshootlari ma'lum kattalikda kuchlanishlar sharoitida bunda barqaror yoriqlarga ega bo'lganda ham xavfsiz hisoblanishadi. Bunday metall konstruksiya va inshootlarning ishlash muddatini parchin mix, plastinka bilan mustahkamlash va yoriq uchini parma bilan teshish orqali sun'iy ravishda uzaytirish mumkin.

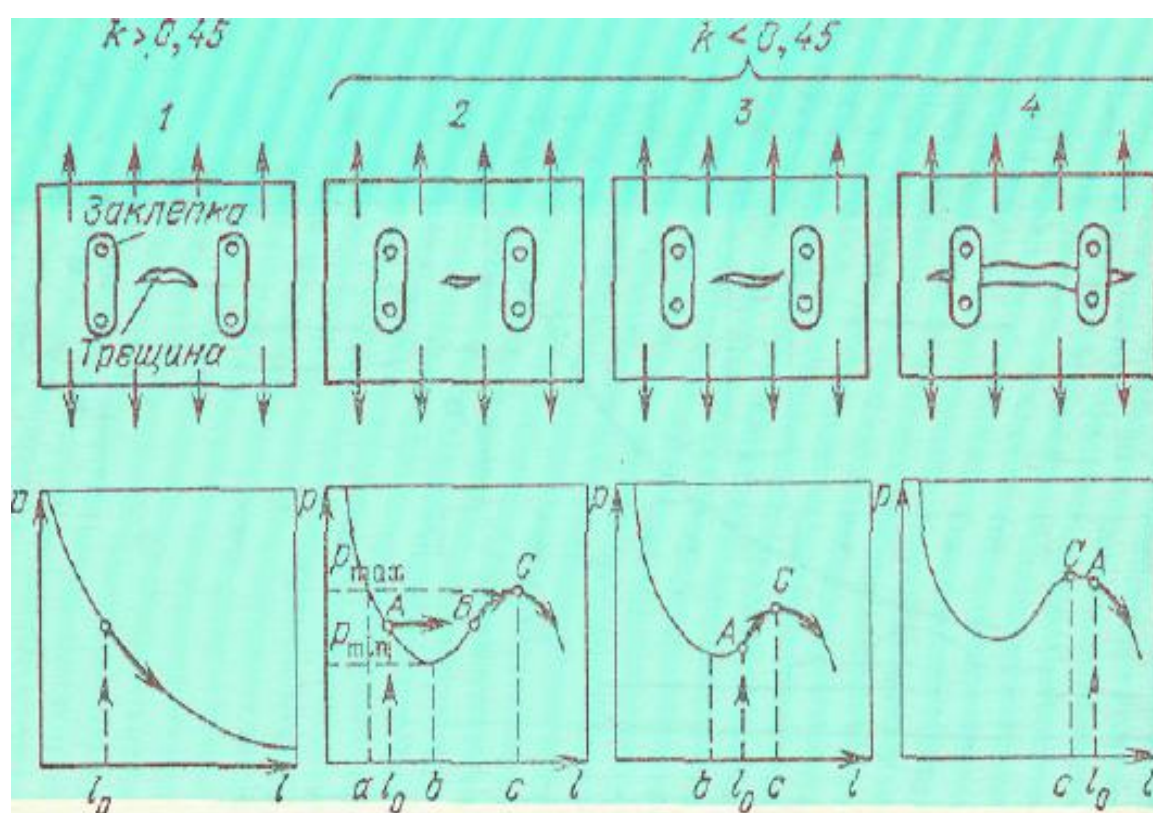
Bir masala ustida batafsil to'xtalamiz. Metalldagi yoriqni yoyilib ketmasligi uchun uni parchin mixli qovurg'a bilan mustahkamlaydilar.



3.5-rasm.a) metallardagi yoriqni yoyilishini oldini oluvchi moslama;
b) yuzaga keluvchi kuchlar yo'nalishi.

Agar parchin mixli qovurg'a yoriqdan uzoq turgan bo'lsa uning yoriq kengayishiga ta'siri kam bo'ladi. Ikki parchin mixli qovurg'a cho'zilishga qarshi ikkita umumlashgan kuch bilan ta'sir qilib yoriqning kengayishiga qarshilik qiladi. Bu erda shunday savol tug'iladi: parchin mixlar orasidagi masofaga nisbatan qanday bo'lishi kerak.

Agar $K > 0,45$ bo'lsa yoriq o'sgan sayin kuchlanish tushishi kuzatiladi.



3.6-rasm. Qovurg'a bilan mustahkamlangan panelning uzilishi.

Cho'zuvchi nagruzka o'sishi bilan yoriq uzunligi o'zgarmaydi, toki nagruzka o'zining kritik qiymatiga erishguncha. Nagruzka kritik qiymatga erishganda yoriq beqaror ravishda usib ketadi va jism uziladi(3.6-rasm).

Agar parchin mixlar vertikal bo'yicha bir-biriga yaqin joylashgan bo'lsa, cho'zilish egri chizig'ida σ ning qiymati ko'rtarilish uchastkasi paydo bo'ladi. $a_1 b_1 c_1$ rasmlar. Qayd etish lozimki, lokal maksimum nuqta S ga obsessa S to'g'ri keladi va hokazo.

Metall konstruksiya elementlarining emirilish mexanikasiga doir ba'zi amaliy masalalar

Metall konstruksiya elementlarining mustahkamlikka hisobiga doir masalalarni emirilish mexanikasi usullaridan foydalanib hal etishga doir ba'zi amaliy misollarni ko'rib chiqamiz.

1-misol Eni $b=2m$ va qalinligi $h=100m$ alyuminiy panel payvand qilingan joyida $\ell \equiv 20mm$ lik yoriq paydo bo'lgan. Agar panel $F=1400t$. Kuch bilan cho'zilsa yoriq kengayib ketmaydimi?

Material-5083-0 alyuminiy qotishmasi qovushqoq emirilish koeffitsienti kuchlanish intensivligining kritik koeffitsienti

$$K_{ic} \equiv 25mIII \cdot M^{1/2}$$

Echilishi. Panel kengligidan yoriq kengligi ancha kichik kuchlanishning intensivlik koeffitsienti $K_1 \equiv \sigma \sqrt{\frac{\pi}{2} \ell}$. Mo'rt yoriqning

kritik o'lchamini topamiz: $\ell_c \equiv \frac{2K_{1c}^2}{\pi \sigma^2}$ ℓ_c ni hisoblashdan avval barcha kattaliklar CN sistemaga o'tkazamiz:

$$F \equiv 1400m \cdot \kappa = 1,37 \cdot 10^7 H, \text{ kuchlanish}$$

$$\sigma \equiv \frac{F}{bh} = \frac{1,37 \cdot 10^7 H}{2 \cdot 0,1m^2} \approx 69MPa \quad \text{demak,}$$

$$\ell_c \approx \frac{2 \cdot (25)^2}{\pi (69)^2} m \approx 0,085m, \quad \text{ya'ni yoriqning kritik uzunligi}$$

$\ell_c = 85mm$, holbuki yoriq uzunligi $\ell = 20mm$ kritik uzunlik bo'la olmaydi. Panelning xavfsizligini tasdiqlash uchun avvalo muhandis ushbu yoriq qanday qilib 20mm ga etgan va u 85 mm ga yaqin vaqtga etmaydimi.

2-misol. Po‘lat kran balkaning eni $b=254$ mm lik pastki polkasida uzunligi $\ell = 30$ mm bo‘lgan yoriq ko‘ndalang joylashgan. Balka $\sigma \equiv 172$ MPa maksimal cho‘zuvchi kuchlanish ostida ishlasa kran ekspluatatsiyasi xavfli emasmi?

$$K = 165 MIIa \cdot m^{1/2}$$

Echilishi. Tekshirishni ikki usulda olib boramiz:

1) K_1 ni hisoblaymiz:

$$K_1 \equiv \sigma \sqrt{\frac{\pi}{2} \ell} \equiv 172 \sqrt{\pi \cdot 0,015} MIIa \cdot m^{1/2} \approx 37,3 MIIa \cdot m^{1/2}$$

Topilgan qiymatni emirilishning qovushqoqlik qiymati bilan solishtiramiz.

Solishtirib ko‘rsak $K_1 < K_{1s}$ bo‘lgani uchun balka umuman xavfsiz.

2) $\ell_c \equiv \frac{2K_{1c}^2}{\pi\sigma^2}$ formuladan defektning kritik uzunligini aniqlaymiz:

$$\ell_c \equiv \frac{2 \cdot (165)^2}{\pi(172)^2} \approx 568_{mm}$$

Ya’ni yoriqning mavjud uzunligi uning kritik uzunligidan diyarli 20 marta kichik ekan. Demak kranning ishlashi xavfsiz ekan.

U L O S A

1. Metall konstruksiya elementlarining emirilishiga sabab bo'ladigan omillar (yoriq, texnologik nuqsonlar)ning xususiyatlari aniqlandi.

2. Metall materiallarda endi bo'layotgan nuqsonlarni aniqlashning eksperimental usullari va shu eksperimentni o'tkazish tartibi bayon etildi.

3. Materiallarning mustahkamlik hisobi elastiklik nazariyasining an'anaviy metodi bilan emirilish mexanikasi metodi orasidagi farq ko'rsatib beriladi.

4. Metall konstruksiya elementlarining mustahkamlik masalalarini emirilish mexanikasi asosida matematik modeli yaratildi va turli deformatsiya holatlari uchun echimlari keltirildi.

5. Metall materiallarning turli kuchlanish va deformatsiya kattaliklarini hisoblash uchun zarur bo'lgan kuchlanishning intensivlik koeffitsienti formulalari ishlab chiqildi.

6. Metall konstruksiya elementlarining emirilish mexanikasiga doir zarur amaliy masalalar echimi ko'rsatildi, mustahkamlik hisoblari bajarildi.

7. Metallardagi mavjud yoriqlar kengayishining ustuvorlik yoki noustuvorlik shartlariga doir hisoblash usuli yaratildi.

8. Yoriq harakatini to'xtatishga doir tadbirlar tavsiyasi keltirildi.