

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

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT
DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

B.M. SAYDUMAROV, N.M. RIZAEVA

PROKAT ISHLAB CHIQARISH NAZARIYASI

Amaliy mashg‘ulotlar

O‘QUV USLUBIY QO‘LLANMA

2-qism

TOSHKENT-2021

Saydumarov B.M., Rizaeva N.M. “Prokat ishlab chiqarish nazariyasi” fanidan amaliy mashg‘ulotlar uchun o‘quv uslubiy qo‘llanma. 2 - qism. - Toshkent: ToshDTU, 2021. 66 b.

“Prokat ishlab chiqarish nazariyasi” fani bo‘yicha amaliy mashg‘ulotlar uchun o‘quv uslubiy qo‘llanma “5320300 - Texnologik mashinalar va jihozlar (prokat mashinalari)”, “5313600 - Metallarga bosim bilan ishlov berish mashinalari”, “5322100 - Prokat ishlab chiqarish texnologiyasi” va “5322100 - Metallar texnologiyalari (prokatlash texnologiyasi)” ta’lim yo‘nalishlarida tahsil olayotgan talabalarga fan bo‘yicha amaliy mashg‘ulotlarni bajarishda foydalanish uchun mo‘ljallangan.

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universitetining
2021 yil 24 fevraldagi ilmiy - uslubiy kengashi 6 sonli qaroriga muvofiq
nashr etilmoqda

Taqrizchilar:

Raximov B.A. - V.L.Galperin
nomidagi Toshkent Truba Zavodi
Po‘latni issiq holda prokatlash sexi
boshlig‘ining o‘rinbosari

Berdiyev D.M. - t.f.d. prof.
ToshDTU “Metallarga bosim bilan
ishlov berish” kafedrasi mudiri

Kirish

Jamiyatning globallashuv jarayoni va tezkorlik bilan taraqqiy etib borishi hamda texnika va texnologiyalarning yangilanishi natijasida sanoatning barcha tarmoqlari, ayniqsa mashinasozlik, metallurgiya sanoati, shu jumladan metallarga bosim bilan ishlov berish va prokat ishlab chiqarish jarayonlari rivojlanib bormoqda.

Hozirgi kunda metallurgiya sanoati rivojlanishining asosiy yoʻnalishi metall mahsulotlarining ishlab chiqarish turlari sifatini oshirish va ishlab chiqarish hajmini kengaytirish dolzarb masalalardan biri boʻlib qolmoqda.

Yuqoridagi masalalarning yechimi sifatida ushbu sohada oʻquv mashgʻulotlarining sifatini va samaradorligini oshirish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Taʼkidlash joizki, “Prokat ishlab chiqarish nazariyasi” fani bosim bilan ishlov berish jarayonlarining fundamental asosi hisoblanadi, desak mubolagʻa boʻlmaydi. Ushbu oʻquv uslubiy qoʻllanma kurs talabalarining oʻquv jarayonlarda olgan nazariy bilimlarini amaliy mashgʻulotlarni bajarish orqali yanada mustahkamlab borishlari uchun moʻljallangandir.

Oʻquv uslubiy qoʻllanma oʻz tarkibida prokat ishlab chiqarishning barcha turlari haqida hamda prokatlash, metallarga ishlov berish jarayonlarida sodir boʻladigan oʻzgarishlarni qamrab oladi.

Odatda bosim bilan ishlov berish 2 ta asosiy maqsadni nazorat qiladi:

- tayyorlab qoʻyilgan oddiy shakllarda murakkab shakllarni olish;
- quyma metallning kristall panjaralari bilan mexanik xususiyati oshirilishini.

Yarim tayyor mahsulotlarni qayta ishlash bosim bilan amalga oshiriladi. Metall plastik deformatsiyasi boshlangʻich zagotovka yoki ishchi asbobning bosim bilan qirindi osti ajralishi va uni kesish yoʻli bilan ishlangan: pichoqlar, qoliplar va boshqalar.

Prokat ishlab chiqarish usuli iqtisodiy va taraqqiy etayotgan jarayon hisoblanadi. Respublikamizdagi barcha sanoat tarmoqlarining ildam qadamlar bilan bosqichma-bosqich rivojlanishi turli prokat metallari va ular qotishmalarini ishlab chiqarish hajmining yil sayin orta borishi bilan bevosita bogʻliqdir. Bu borada metall va qotishmalarni bosim bilan ishlash usullarining mashinasozlikda oʻrni katta. Chunki bu usullar boshqa texnologik usullarga qaraganda ish unumdorligining yuqoriligi, aniq shaklli va oʻlchamli buyumlar ishlab chiqarishi, chiqindining kamligi, tejamkorligi va boshqa koʻrsatkichlariga koʻra ajralib turadi.

Oxirgi yillarda “Prokat ishlab chiqarish nazariyasi” usullari yuqori samaradorligi, iqtisodiy tejamkorligi hamda metallarda mustahkamlikni oshirishning qulay usullaridan bo‘lganligi tufayli ishlab chiqarish korxonalarida ushbu usuldan juda keng miqyosda foydalanib kelinmoqda.

Shu jumladan, ishlab chiqarish korxonalarining, xususan prokat ishlab chiqarish sohasida kadrlarga bo‘lgan ehtiyojini qondirish va shu sohadagi malakali kadrlarni yetishtirib berishda ushbu fanning o‘rni beqiyosdir.

“Prokat ishlab chiqarish nazariyasi” fani ko‘plab zamonamiz olimlarining mehnati bilan yaratilgan. O‘zbekistonda fanning bu tarmog‘ining rivojlanishi va joriy qilinishiga B.M.Saydumarov va boshqalar o‘z hissalarini qo‘shganlar.

21-amaliy mashg'ulot

Deformatsiya o'chog'ida metallning o'rtacha oquvchanlik chegarasini aniqlash

Kontakt bosimini hisoblashda qo'llaniladigan barcha formulalariga deformatsiyalanayotgan metallning oquvchanlik chegarasining qiymati kiradi. Ko'p hollarda formulalarda metallning deformatsiya o'chog'ida oquvchanlikning o'rtacha chegarasi qo'llaniladi. Uning qiymati to'plangan eksperimental ma'lumotlar asosida aniqlanadi.

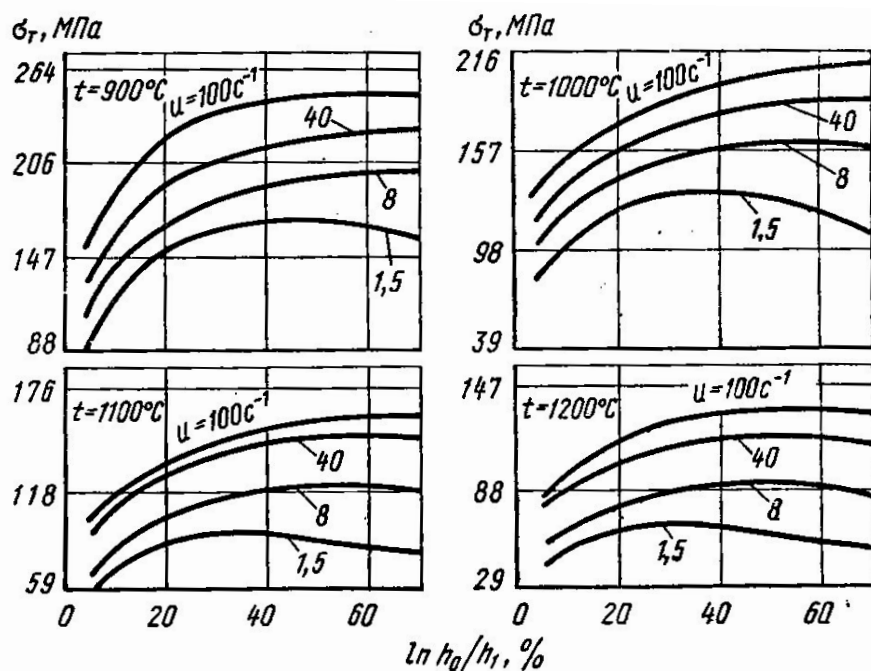
Issiq holda prokatlashda oquvchanlik chegarasini aniqlashda harorat, tezlik va deformatsiya darajasini hisobga olish kerak. Maxsus mashina-plastometrlar orqali olingan eksperimental ma'lumotlar, odatda grafik koordinatorlar $\sigma_T - \varepsilon$ yoki $\sigma_T - u$ ko'rinishida berilgan. Misol tariqasida 21.1 va 21.2 - rasmlarda, P.M. Kuk va A.A. Dinnikning taniqli asarlaridan grafiklar keltirilgan. Bunday grafiklardan foydalanilganda, deformatsiyaning o'rtacha tezligini aniqlashda $u_{cp} = (v_1/l_d)(\Delta h/h_0)$ formulasidan foydalaniladi. A.A. Dinnikning grafiklarida asosiy egri chiziqlar $\varepsilon = 30\%$ siqishga mos keladi, ma'lumotlarni haqiqiy siqishning qiymati bo'yicha tuzatish yordamchi grafik yordamida amalga oshiriladi, unda K tuzatish koeffitsiyenti olingan, bu yerda σ_T —siqish 30% da oquvchanlik chegarasi.

$$\sigma_T = K\sigma_{T30}. \quad (21.1)$$

P.M. Kukning tadqiqotlarida po'latning 12 ta markasining ma'lumotlari keltirilgan, A.A. Dinnikning tadqiqotlarida bu ko'rsatkich 15 ta. Eksperimental ma'lumotlardan foydalanish qulayligi uchun V.I. Zyuzin termomexanik koeffitsiyent metodini ishlab chiqqan. Bu metod uchun asosiy qiymat deb oquvchanlik chegarasi $\sigma_{o.d.}$ olinadi. Deformatsiyaning quyidagi parametrlari tajribasidan olingan: $t^0 = 1000^\circ C$; $u = 10 c^{-1}$; $\varepsilon = 0,1$. Deformatsiya o'chog'ida oquvchanlik chegarasi, issiq holda prokatlashning aniq shartlari uchun quyidagi tenglamadan aniqlanadi.

$$\sigma_T = \sigma_{o.d.} k_t k_\varepsilon k_u, \quad (21.2)$$

Bu yerda $k_t k_\varepsilon$ va k_u - mos keluvchi harorat, daraja va deformatsiya tezligini hisobga oluvchi termomexanik koeffitsiyentlar.



21.1 - rasm. Kamuglerodli po‘latning oquvchanlik chegarasi, har xil harorat va deformatsiya tezligining siqishga nisbati (P.M. Kuk bo‘yicha)

Adabiyotda $\sigma_{o.d}$ oquvchanlik chegarasining boshlang‘ich qiymatlari 44 ta po‘lat markasi va 20 rangli metallar va qotishmalari uchun keltirilgan. $k_t k_\varepsilon$ va k_u koeffitsiyentlari har bir metall uchun individual qurilgan maxsus grafiklardan aniqlanadi; masalan, 45 po‘lat uchun oquvchanlik chegarasining asosiy qiymatini $\sigma_{o.d} = 86$ MPa tashkil qiladi, $k_t k_\varepsilon$ va k_u koeffitsiyentlarini tanlash uchun tegishli jadvallar 21.3 - rasmda keltirilgan.

Issiq holda prokatlash uchun oquvchanlik chegarasini faqat hisoblash uchun aniqlashga yordam beradigan bir qator po‘latlar uchun empirik formulalar ishlab chiqilgan. Formula strukturasi quyidagicha:

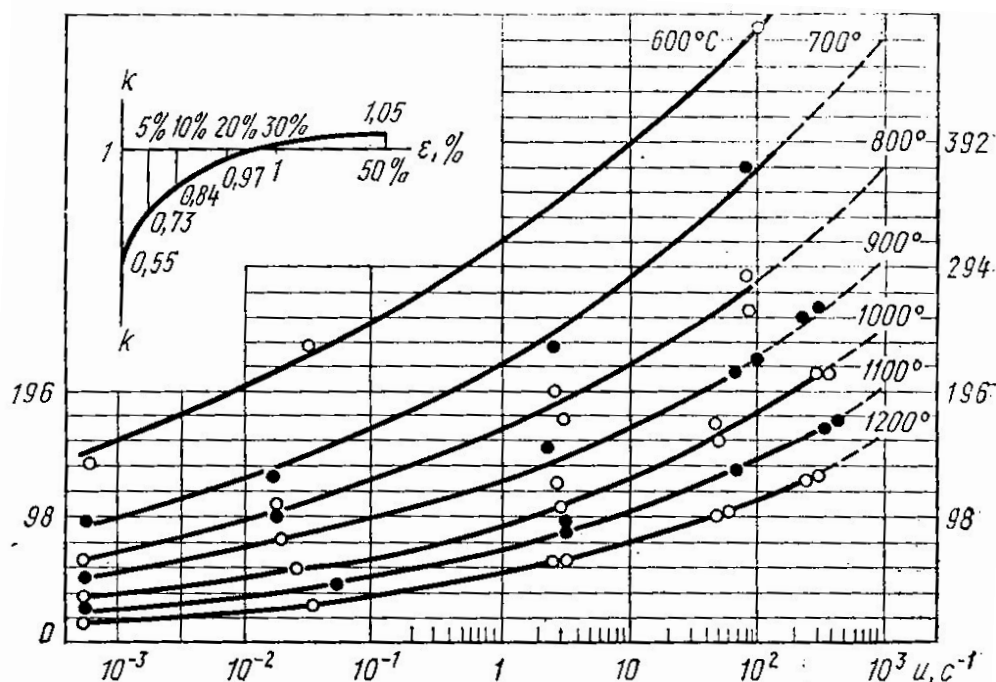
$$\sigma_T = A \varepsilon^{m_2} u^{m_3} / e^{m_1 t^0}, \quad (21.3)$$

Bu yerda A , m_1, m_2, m_3 -empirik aniqlanuvchi qiymatlar, har bir metall uchun individual.

Masalan, korroziyaga bardoshli (zanglamaydigan) 12X18H9T markali po‘lat uchun quyidagi formula tavsiya etiladi (MPa);

$$\sigma_T = 31,9 \varepsilon^{0,28} u^{0,087} / (10^{-2} e^{0,0028 t^0}). \quad (21.4)$$

Oquvchanlik chegarasi uchun analitik bog‘liqliklarni ayniqsa kompyuterda hisoblash zarur.



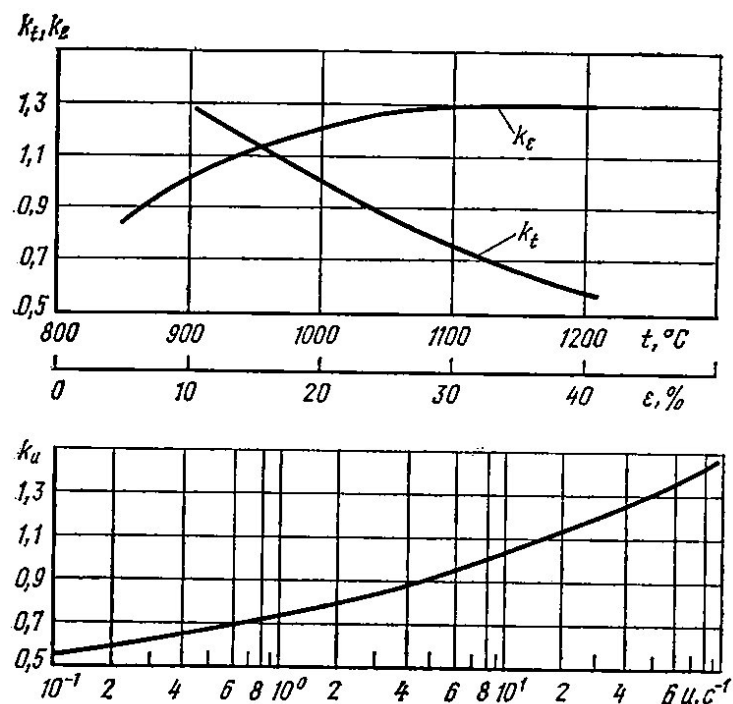
21.2 - rasm. Po‘lat oquvchanlik chegarasining har xil haroratda deformatsiyaga nisbati (A.A. Dinnik bo‘yicha)

Sovuq holda prokatlashda oquvchanlik chegarasiga ta’sir etuvchi asosiy omil deformatsion mustahkamlash (puxtalash), shuning uchun qiymatni tanlashda avvalo sovuq holda deformatsiyalashdan hosil bo‘lgan summar siqishni hisobga olish kerak. Oquvchanlik chegarasi **egri mustahkamlash** yordamida aniqlanadi, ular tortish mashinalarida sinash natijasida olingan natijalariga asosan tuziladi (4-rasm). Hozirgi vaqtda egri mustahkamlik barcha sovuq holda prokatlanuvchi metall va qotishmalar uchun mavjud.

Oquvchanlik chegrasani hisoblash yo‘li bilan aniqlash uchun egri mustahkamlik, matematik iboralar bilan taxminlangan. Asosan bu turdagi formula qo‘llaniladi:

$$\sigma_T = \sigma_{Tisx} + a\varepsilon^n, \quad (21.5)$$

bu yerda σ_{Tisx} – mustahkam bo‘lmagan metallning oquvchanlik chegarasi; ε – summar nisbiy siqish, %; a va n – empirik koeffitsiyent, metallning kimyoviy tarkibiga bog‘liq bo‘lgan.



21.3 - rasm. Po‘lat 45 uchun termomexanik ko‘effitsiyentlari (V.I. Zyuzin bo‘yicha)

A.V. Tretyakovning ma‘lumotlari bo‘yicha tarkibida uglerodi kam bo‘lgan po‘latlar uchun (markasi $C_T 1b, C_T 2, 08kp, 10, 20, 09\Gamma 2$) quyidagi formula qo‘llanilgan (MPa):

$$\sigma_T = \sigma_{Tisx} + 3364^{0,60}. \quad (21.6)$$

Ko‘pgina po‘latlar uchun egri mustahkamliklarni aniq aproksimatsiyalash quyidagi formulani qo‘llash bilan erishiladi.

$$\sigma_T = \sigma_{Tisx} + A\sqrt{\varepsilon}. \quad (21.7)$$

Faqatgina ba‘zi bir kuchli puxtalangan metallar (masalan, korroziyaga bardoshli) mos keladigan ko‘rinish.

$$\sigma_T = \sigma_{Tisx} + A\sqrt{\varepsilon} + B\varepsilon, \quad (21.8)$$

Bu yerda A va B-empirik ko‘effitsiyentlar.

(21.7) va (21.8) formulalari bo‘yicha hisob-kitoblar, (21.6) formulaga qaraganda sodda va murakkab emas. A va B ko‘effitsiyentlarning bir qator po‘latlar uchun aniqlangan qiymatlari quyida keltirilgan:

Koeffitsiyent..... A B

Po‘lat markasi:

Ст 2, 08kp, 08Ю, 10, 10sp, 20, 50XΦA, 08X13,
23X2HBΦA, 12X21H5T..... 50-60 0

20A, 35, 10Г2, 12Г2, 12X5MA, 25XГCA, 30XГCA,
Э330, Э330A..... 60-75 0

40, 45, 50, 85XΦ. XH78T..... 80-95 0

85, 65Г,..... 110-120 0

Dinamik po‘lat, Y8A, Y10A..... 30-50 3,5

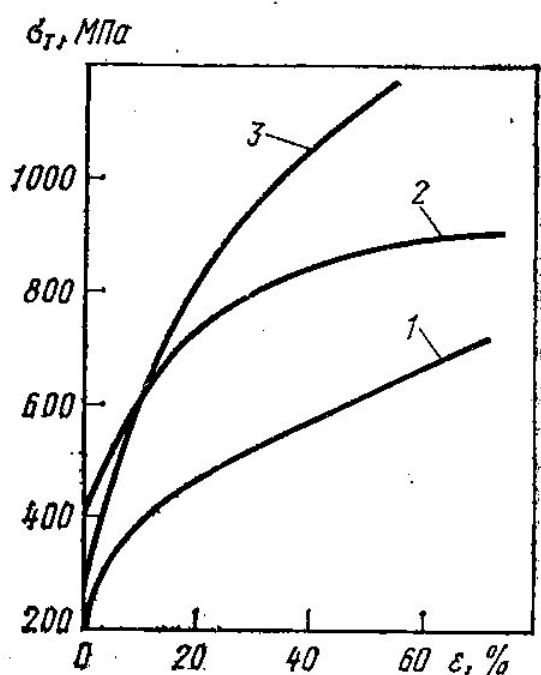
12X18H9, 12X18H9T, 12X12H10T..... 100-120 3,5

Deformatsiya o‘chog‘ida oquvchanlik chegarasining o‘rtacha tezligi
sovuq holda prokatlashda ko‘pincha o‘rta arifmetik sifatida aniqlanadi.

$$\sigma_{Tsr} = (\sigma_{TO} + \sigma_{T1})/2, \quad (21.9)$$

Bu yerda σ_{TO} va σ_{T1} —oquvchanlik chegarasining deformatsiya
o‘chog‘i kesimidan kirish va chiqishi.

Plastik deformatsiya natijasida metall harorati ko‘tarilishini hisobga
olish kerak. Intensiv sovuq holda prokatlashda metall harorati
deformatsiya o‘chog‘ida 200-250° va undan yuqori darajaga yetadi.
Metallning qizishi oquvchanlik chegarasining ma’lum miqdorda
kamayishiga olib keladi.



21.4 - rasm. Po‘lat egriligining mustahkamligi

Metall haroratining prokatlash jarayonida o'zgarishini aniqlash nazariy jihatdan hisoblangan bo'lishi mumkin. Deformatsiya o'chog'ida issiqlikning ikkita manbai bo'lishi mumkin: plastik deformatsiya vaqtida energiyaning tarqalishi va kontakt yuzalarida ishqalanish. Shu sababli issiqlikning to'liq o'sishini $\theta\Sigma$ tashkil qiladi.

$$\theta\Sigma = \theta_{\text{def}} + \theta_{Tp}, \quad (21.10)$$

Bu yerda $\theta\Sigma$ – plastik deformatsiyada ajralib turadigan issiqlik; θ_{Tp} – ishqalanish natijasida polosadan chiqadigan issiqlik.

$\theta\Sigma$ qiymatini, masalan, Fink formulasini qo'llagan holda aniqlash mumkin. Deformatsiyadagi chiqish koeffitsiyentini η_{chiq} hisobga olamiz.

$$\theta\Sigma = \eta_{chiq} P_{sr} V \ln(h_0/h_1)/\Theta, \quad (21.11)$$

bu yerda Θ – issiqlikning mexanik ekvivalenti, ($\Theta = 1$ SI sistemasi bo'yicha).

Bir tomondan issiqlik $\theta\Sigma$ tarqalishini formulada ifodalash mumkin.

$$\theta\Sigma = Gc(t_1^0 - t_0^0), \quad (21.12)$$

Bu yerda G -prokatlanayotgan polosaning og'irligi; c -metallning o'ziga xos issiqlik quvvati; t_0^0 va t_1^0 -navbati bilan metallning boshlang'ich va oxirgi harorati.

(21.11) va (21.12) formulalarini tenglashtirib, qiyin bo'lmagan ko'rinishlardan so'ng haroratning tarqalishini olamiz Δt^0

$$Gc(t_1^0 - t_0^0) = \eta_{chiq} P_{sr} V \ln(h_0/h_1)/\Theta;$$

$$\Delta t^0 = \eta_{chiq} P_{sr} V \ln(h_0/h_1)/\Theta. \quad (21.13)$$

Bu yerda p -metall mustahkamligi.

Deformatsiya o'chog'ida metallning o'rtacha haroratiga teng.

$$t_{cp}^0 = t_0^0 + \Delta t^0/2. \quad (21.14)$$

(21.13) formuladagi hisoblashdan issiqlikning chiqish koeffitsiyenti η_{chiq} ni issiq holda prokatlashda 0,8-0,9, issiq holda prokatlashda 0,95-1,0.

(21.13) formulasi taxminiy hisoblanadi va metallning jo‘valar bilan kontakt zonasida issiqlik yo‘qotilishini hisobga olmaydi. Ishqalanish issiqligining bir qismigina metall orqali qabul qilinadi. Ushbu yo‘qotishlarni aniqlash uchun issiqlik uzatish nazariyasining formulalaridan foydalanish kerak.

Qo‘shimcha berilgan faktlarni hisobga olib sovuq holda prokatlashda oquvchanlik chegarasi ushbu formula orqali aniqlanadi.

$$\sigma_T = \sigma'_T k_c k_{ut}, \quad (21.15)$$

Bu yerda σ'_T – faqatgina mustahkamlanishni hisobga olgan holda aniqlangan oquvchanlik chegarasi; k_c – yuklash sxemasini hisobga oluvchi koeffitsiyent; k_{ut} – harorat tezligini tuzatish koeffitsiyenti.

Nazorat savollari:

1. Deformatsiya o‘chog‘i deb nimaga aytiladi?
2. O‘rtacha oquvchanlik chegarasini qanday aniqlash mumkin?
3. Deformatsiya o‘chog‘ida metallning o‘rtacha harorati qancha?

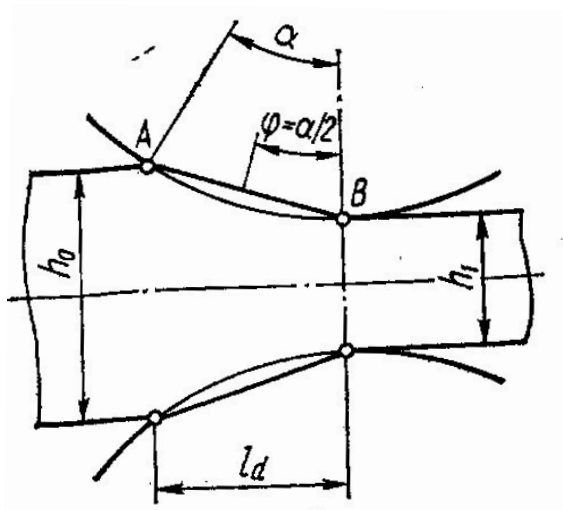
22 - amaliy mashg‘ulot

A.I. Selikov usuli bo‘yicha bosimni aniqlash usuli

A.I. Selikov,

$$dp = \left(\sigma_T^* \mp \frac{t}{tg\varphi} \right) \frac{dh_x}{hx}. \quad (22.1)$$

Tenglamaning yechimini soddalashtirish uchun polosaning qalinligi deformatsiya o‘chog‘ining chegaralarida AB yoyi o‘zgarmaydi, xordasi bo‘ylab o‘zgaradi (22.1-rasm). Shunga muvofiq aloqa yuzasining moyilig burchagi doimiy bo‘ladi: $tg\varphi = tg(a/2)$. Ishqalanish kuchi Amontonning qonuni bo‘yicha aniqlanadi: $t = f_y p$.



22.1 - rasm. A.I. Selikov bosim formulasining xulosa sxemasi

Shunda muvozanat tenglamasi (22.1) shu ko'rinishga keladi:

$$dp = (\sigma_T^* \mp \delta p) \frac{dh_x}{h_x}, \quad (22.2)$$

Bu yerda $\delta = f_y / \operatorname{tg}(\alpha/2)$. Shunda (22.2) tenglamani integrallashtiramiz.

$$\int \frac{dp}{\sigma_T^* \mp \delta p} = \int \frac{dh_x}{h_x};$$

$$\mp \frac{1}{\delta} \ln(\sigma_T^* \mp \delta p) = \ln h_x + C,$$

Bu yerda C - doimiy integrallash.

O'zgartirishlardan so'ng orqada qolish joyi uchun olamiz:

$$p = -C_0 h_x^{-\delta} + \sigma_T^* / \delta, \quad (22.3)$$

Ilgarilab ketish joyi uchun

$$p = -C_1 h_x^{-\delta} - \sigma_T^* / \delta, \quad (22.4)$$

Bu yerda C_0 va C_1 - mos ravishda orqada qolish va ilgarilab ketish joylari uchun integrallar doimiy integraldir.

C_0 va C_1 ning doimiy qiymatini topamiz .

Tekislikda, deformatsiya o'chog'iga kirishda $h_x = h_0$;

$$p = \sigma_T^* - q_0/\sigma_T^*(1 - q_0/\sigma_T^*) = \xi_0\sigma_T^*,$$

bu yerda $\xi_0=1-q_0/\sigma_T^*$ - orqaga tortish koeffitsiyenti. Chegara parametrlarini (22.4) tenglamaga almashtirgandan so'ng olamiz:

$$\xi_0\sigma_T^* = -C_0h_x^{-\delta} + \sigma_T^*/\delta;$$

$$C_0 = -\sigma_T^*(\xi - 1/\delta)h_0^\delta.$$

Tekislikda deformatsiya o'chog'idan chiqishda $h_x = h_1$;

$$p = \sigma_T^* - q_1 = \sigma_T^*(1 - q_1/\sigma_T^*) = \xi_1\sigma_T^*,$$

bu yerda ξ_1 —oldinga tortish koeffitsiyenti. (22.4) tenglamadan

$$C_1 = \sigma_T^*(\xi + 1/\delta)h_1^{-\delta}.$$

C_0 va C_1 qiymatini (22.3) va (22.4) tenglamaga qo'yib, orqada qolish joyi uchun olamiz:

$$p = \frac{\sigma_T^*}{\delta} \left[(\xi_0\delta - 1) \left(\frac{h_0}{h_x} \right) + 1 \right], \quad (22.5)$$

ilgarilab ketish uchun

$$p = \frac{\sigma_T^*}{\delta} \left[(\xi_0\delta + 1) \left(\frac{h_x}{h_1} \right) - 1 \right]. \quad (22.6)$$

(22.5) va (22.6) formulalari tegishli joylarda aloqa yoyi bo'ylab bosim tarqalish qonunini ifodalaydi. Agar prokatlash jarayoni polosaning oxirini tortishsiz amalga oshirilsa, unda $q_0 = q_1 = 0$, $\xi_0 = \xi_1 = 0$, va (22.5),(22.6) formula quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

Orqada qolish joyi uchun

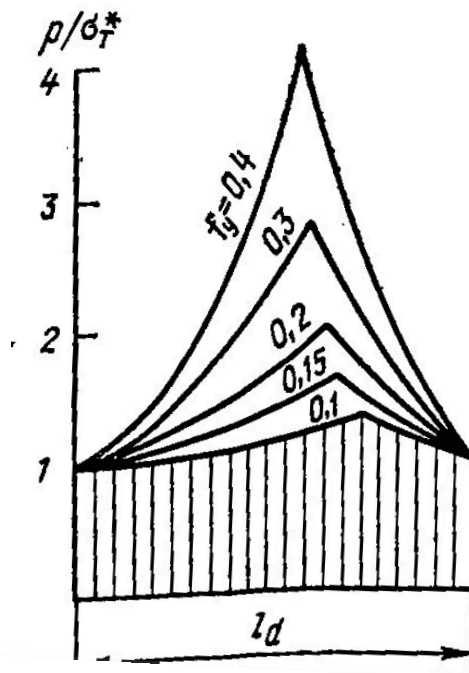
$$p = \frac{\sigma_T^*}{\delta} \left[(\delta - 1) \left(\frac{h_0}{h_x} \right) + 1 \right], \quad (22.7)$$

Ilgarilab ketish joyi uchun

$$p = \frac{\sigma_T^*}{\delta} \left[(\delta + 1) \left(\frac{h_x}{h_1} \right) - 1 \right]. \quad (22..8)$$

(22.7) va (22.8) formulalarini hisoblash natijalarini tenglamalar orqali tasvirlash uchun (22.2 - rasm) da misol tariqasida bosimning taqsimlanishi nazariy epyurada keltirilgan, aniq prokatlash sharoitlari uchun keltirilgan:

$$\varepsilon = 30\% ; a = 5^{\circ}40' ; \frac{h_1}{D} = 1,16\% ; f_y = 0,1 \div 0,4.$$



22.2 - rasm. A.I. Selikov bo'yicha kontakt yoyi bo'ylab bosim taqsimlanishining nazariy epyurasi

Kontakt yoyi bo'ylab bosimning taqsimlanish tenglamasi olingach, keyingi muammoni hal qilishni boshlash mumkin; prokatlash kuchlanishini aniqlash va o'rta kontakt bosimini aniqlash. Prokat kuchlanishini bosimning tarqalish integral yig'indisi ko'rinishida ham ifodalash mumkin.

$$P = b \int_0^{l_d} p \, dx. \quad (22.9)$$

Keyingi yechimda (22.7) va (22.8) tenglamadan foydalanib, mustaqil o'zgaruvchi sifatida polosa qalinligi h_x ni o'z ichiga oladi. Shu sababli differensial dx ni dh_x ga almashtiramiz.

$$dx = \frac{dh_x}{2tg} = \frac{l_d}{\Delta h} dh_x.$$

Bundan tashqari, integrallashni ilgarilab ketish va orqada qolish joylari uchun alohida amalga oshirish kerakligini hisobga olamiz, shunga muvofiq chegaralarda h_γ dan h_0 gacha va h_1 dan h_γ gacha, bu yerda h_γ neytral kesimda polosaning qalinligi. Shu tariqa (22.9) tenglama ko'rinishga keltiriladi.

$$P = b \frac{l_d}{\Delta h} \frac{\sigma_T^*}{\delta} \left\{ \int_{h_\gamma}^{h_0} \left[(\delta - 1) \left(\frac{h_0}{h_\gamma} \right) + 1 \right] dh_x + \int_{h_1}^{h_\gamma} \left[(\delta + 1) \left(\frac{h_x}{h_1} \right) - 1 \right] dh_x \right\}, \quad (22.10)$$

O'rtacha kontakt bosimi formulasini aniqlash uchun

$$p_{cp} = \sigma_T^* \frac{2h_1}{\Delta h(\delta - 1)} \left[\left(\frac{h_\gamma}{h_1} \right) - 1 \right]. \quad (22.11)$$

A.I. Selikov usuli bo'yicha bosim formulasining xulosasini tahlil qilib, shuni ta'kidlash kerakki, (22.11) formula sovuq holda prokatlash uchun tavsiya etiladi.

Nazorat savollari:

1. Bosimni aniqlash usulini bilasizmi?
2. Deformatsiya o'chog'ining chegaralarini qanday aniqlash mumkin?
3. Kontakt yoyi bo'ylab bosimni qanday aniqlash mumkin?

23-amaliy mashg'ulot

A.P. Chekmaryev usuli bo'yicha bosimni nazariy jihatdan aniqlashni o'rganish

(23.1) muvozanat tenglamasini yechishda, o'zgaruvchi sifatida burchak φ olinadi. $dh_x = R \sin \varphi d\varphi$ bizda mavjud; aytaylik $\sin \varphi \approx tg \varphi \approx \varphi$, shunda muvozanat tenglamasi (23.1) bunday ko'rinishga keltiriladi.

$$dp = \left(\sigma_T^* \mp \frac{t}{tg\varphi} \right) \frac{dh_x}{hx}, \quad (23.1)$$

$$dp = 2R(\sigma_T^* \varphi \mp t)(d\varphi/h_\varphi). \quad (23.2)$$

Bundan tashqari, yechimni osonlashtirish uchun deformatsiya joyi bo‘ylab polosaning qalinligi doimiy bo‘lib qoladi: $h_\varphi = h_{cp} = \text{const.}$ h_{cp} qiymatini ushbu ifodadan topiladi.

$$h_{cp} = \frac{1}{a} \int_0^a (h_1 + R\varphi^2) d\varphi = h_1 + \frac{Ra^2}{3} = \frac{h_0 + 2h_1}{3}.$$

Ishqalanish kuchi t , Zibel $t = f_\sigma \sigma_T^*$ sharti orqali aniqlanadi, bu yerda f_σ —ishqalanish kuchi ko‘rsatkichini (23.2) tenglamadan yuqoridagilarni hisobga olgan holda aniqlaymiz.

$$dp = \sigma_T^* \frac{2R}{h_{cp}} (\varphi \mp f_\sigma) d\varphi, \quad (23.3)$$

Integrallashtirilgandan so‘ng olamiz

$$p = \sigma_T^* \frac{2R}{h_{cp}} \left(\frac{\varphi^2}{2} \mp f_\sigma \varphi \right) + C, \quad (23.4)$$

bu yerda C - doimiy integrallash.

(23.4) tenglamasining yechimi orqada qolish va ilgari ketish joylari uchun alohida amalga oshiriladi.

Orqada qolish joyi uchun

$$p = \sigma_T^* \frac{2R}{h_{cp}} \left(\frac{\varphi^2}{2} - f_\sigma \varphi \right) + C_0, \quad (23.5)$$

Doimiy C_0 ni aniqlaymiz, deformatsiya o‘chog‘iga kirishda orqaga tortish yo‘qligini hisobga olamiz $p = \sigma_T^*$. (23.5) tenglamadan $\varphi = a$ ifodasi orqali:

$$C_0 = \sigma_T^* \left[1 - \frac{2R}{h_{cp}} \left(\frac{a^2}{2} - f_\sigma a \right) \right].$$

Shundan so‘ng (23.5) tenglamadan

$$p = \sigma_T^* \left[1 + \frac{R}{h_{cp}} (\varphi^2 - 2f_\sigma \varphi - a^2 + 2f_\sigma a) \right]. \quad (23.6)$$

Ilgarilab ketish sohasiga quyidagi tenglama to‘g‘ri keladi.

$$p = \sigma_T^* \frac{2R}{h_{cp}} \left(\frac{\varphi^2}{2} + f_\sigma \varphi \right) + C_1. \quad (23.7)$$

Oldinga tortishish yo‘qligida $p = \sigma_T^*$ chiqish tekisligida ($\varphi = 0$). Shuni hisobga olib, $C_1 = \sigma_T^*$ topamiz. Oxirgi shaklda ilgarilab ketish joyida bosim taqsimoti tenglamasida bo‘ladi:

$$p = \sigma_T^* \left[1 + \frac{R}{h_{cp}} (\varphi^2 + 2f_\sigma \varphi) \right]. \quad (23.8)$$

Endi biz formulada ifodalanishi mumkin bo‘lgan o‘rtacha kontakt bosimini aniqlashga o‘tamiz.

$$p = \frac{1}{a} \left\{ \sigma_T^* \int_\gamma^a \left[1 + \frac{R}{h_{cp}} (\varphi^2 - 2f_\sigma \varphi - a^2 + 2f_\sigma a) \right] d\varphi + \left\{ \sigma_T^* \int_\gamma^a \left[1 + \frac{R}{h_{cp}} (\varphi^2 + 2f_\sigma \varphi) \right] \right\} \right\}. \quad (23.9)$$

Integratsiya va oddiy o‘zgarishlardan so‘ng biz olamiz.

$$p = \frac{\sigma_T^*}{a} \left[a + \frac{R}{h_{cp}} \left(f_\sigma a^2 - \frac{2}{3} a^3 + 2f_\sigma \gamma^2 + a^2 \gamma - 2f_\sigma a \gamma \right) \right]. \quad (23.10)$$

(23.10) ifodani hisoblangan shaklga keltirish uchun γ burchakni aniqlash kerak. Buning uchun biz (23.4) va (23.6) tenglamalarning o‘ng tomonlarini tenglashtiramiz, $\varphi = \gamma$ qabul qilamiz.

$$1 + \frac{R}{h_{cp}} (\gamma^2 - 2f_\sigma \gamma - a^2 + 2f_\sigma a) = 1 + \frac{R}{h_{cp}} (\gamma^2 + 2f_\sigma \gamma). \quad (23.11)$$

Qisqartirish va o‘zgarishlardan so‘ng topamiz

$$\gamma = \frac{a}{2} \left(1 - \frac{a}{2f_\sigma} \right). \quad (23.12)$$

Ko‘rib turganimizdek, formula (23.12) Eklund–Pavlov formulasiga o‘xshash, ammo (burchak) β_y ishqalanish koefitsiyenti o‘rniga u ishqalanish kuchlari f_σ indikatorini o‘z ichiga oladi. (23.12) formuladagi γ ifodasini, (23.10) formulaga qo‘yib, o‘zgartirishlardan so‘ng kontakt o‘rta bosimining yakuniy hisoblash formulasini olamiz.

$$p_{cp} = \sigma_T^* \left\{ 1 + \frac{Ra}{2h_{cp}} \left[f_\sigma - a \left(\frac{1}{3} + \frac{a}{4f_\sigma} \right) \right] \right\}. \quad (23.13)$$

(23.13) formula tahlil qilish uchun yetarli darajada sodda va qulay, A.I Selikovning formulasi kabi yupqa polosalar prokatlashga mansub. Ushbu formulani olishda Zibelning ishqalanish qonuni qo‘llanilganligi sababli, uni issiq prokat paytida bosimni hisoblash uchun tavsiya etish mumkin.

Nazorat savollari:

1. Bosimni nazariy jihatdan aniqlash usulini bilasizmi?
2. Polosa qalinligini qanday aniqlash mumkin?
3. O‘rtacha kontakt bosim qanday aniqlanadi?

24-amaliy mashg‘ulot

Aylanuvchi momentni solishtirma ishqalanish kuchlari orqali aniqlash

Prokatlash jarayonida jo‘valarning aylanishini ta‘minlovchi kuch, jo‘valarga qo‘yilishi shart bo‘lgan aylanuvchi moment qiymatini aniqlaymiz.

Kontakt yoyi bo‘ylab taqsimlanuvchi elementar kuchlarni ko‘rib chiqib, shuni xulosa qilish mumkinki, teginuvchi t ishqalanish kuchining ta‘siri orqali aylanuvchi moment hosil bo‘ladi. p kuch bo‘lsa aylanuvchi moment hosil bo‘lmaydi, chunki ularning ta‘sir etuvchi chiziqlari jo‘vaning markazidan o‘tadi.

Bochkali jo‘valarda aylanuvchi moment elementar maydon $bRd\varphi$ da

$$dM_{pr} = tbR^2 d\varphi. \quad (24.1)$$

Ishqalanish kuchining ilgarilab ketish va orqada qolish joylarini hisobga olib, bir dona jo‘va uchun to‘liq aylanuvchi momentni tashkil etadi.

$$M_{pr} = R^2 \int_{\gamma}^a t b d\varphi - R^2 \int_0^{\gamma} t b d\varphi. \quad (24.2)$$

t ishqalanish kuchi va b polosa kengligi deformatsiya o‘chog‘i mobaynida doimiy bo‘lib qoladi, u holda integratsiyalashdan so‘ng

$$M_{pr} = t b R^2 (a - 2\gamma). \quad (24.3)$$

Amontonning ishqalanish qonunini qo‘llaymiz ($t = f_y p_{cp}$), ilk bor V.F. Bayukov tomonidan tavsiya qilingan aylanuvchi moment formulasini olamiz.

$$M_{pr} = p_{sr} b R^2 f_y (a - 2\gamma). \quad (24.4)$$

(24.4) formula qo‘llanilishi cheklangan, kontakt yoyi bo‘ylab ishqalanish kuchi va bosimning bir tekisda taqsimlanishining taxminiga asoslanib xulosa qilingan. Bundan tashqari, (24.4) formula bo‘yicha hisoblashda neytral γ burchakni yetarli darajada to‘g‘ri aniqlash talab etiladi.

Nazorat savollari:

1. Aylanuvchi moment solishtirma ishqalanish kuchlari qanday aniqlanadi?
2. Ishqalanish kuchi qanday aniqlanadi?
3. Polosa kengligi odatda qanaqa bo‘ladi?

25-amaliy mashg‘ulot

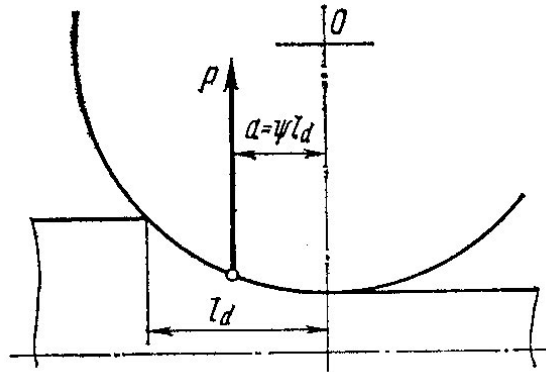
Aylanuvchi momentni prokatlash kuchi orqali aniqlash

Avvalroq aytib o‘tilgandek, barqaror, erkin prokatlash jarayonida, deformatsiya o‘chog‘ida jo‘vaga yuklangan bir xil ta’sir etuvchi barcha kuchlar, vertikal (25.1-rasm) yo‘naltirilgan kuch P . P kuch orqali paydo bo‘ladigan aylanuvchi moment,

$$M_{pr} = Pa, \quad (25.1)$$

ga teng.

Bu yerda a -joʻvaning markaziga nisbatan bir xil taʼsir etuvchi P kuchning yelkasi.



25.1 - rasm. Prokat kuchlanishining aylanish momenti formulasining xulosasi

Yelka a ni, deformatsiya oʻchogʻining maʼlum qismi deb aniqlash qabul qilingan: $a = \psi l_d$. ψ qiymatini- yelka moment koeffitsiyenti yoki prokatlash kuchlanish koeffitsiyenti yelkasi deb atashadi.

Shu tariqa, bir dona joʻva uchun mavjud.

$$M_{pr} = P\psi l_d \sqrt{R\Delta h}, \quad (25.2)$$

Sababi $P = p_{sr} l_d b$, boʻlganligi uchun, bunday koʻrinishda ham yozsa boʻladi.

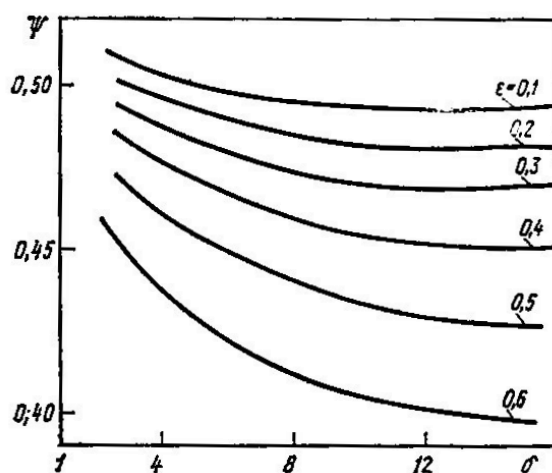
$$P = p_{cp} \psi b l_d^2 = p_{cp} \psi b R \Delta h. \quad (25.3)$$

Agar, P prokat kuchlanishini berilganligini hisobga olsak (yoki p_{sr} kontakt bosimni), u holda aylanuvchi moment hisobining asosiy muammosi P kuch qoʻyilgan nuqtaning toʻgʻri aniqlanishiga keltirilgan, yaʼni ψ momentning yelka koeffitsiyentini aniqlashga.

P kuchning, taʼsir etuvchi chizigʻi kontakt bosim epyuraning ogʻirlik markazidan deyarli oʻtadi. Yelka moment koeffitsiyenti, bosimning kontakt yoyi boʻylab boradi, shuning uchun yelka moment koeffitsiyenti bosim yoyi boʻylab bosim taqsimotining xususiyatiga bogʻliq. Bir xil

bosim taqsimoti bilan, P kuchni qo'llash nuqtasi aloqa yoyining o'rtasida va $\psi = 0,5$. Bosim taqsimotidagi har qanday assimmetriya ψ qiymatining 0,5 qiymatidan cheklanishiga olib keladi. Qalin polosalarni prokatlashda $\psi > 0,5$, bu holda maksimal bosim kirish tekisligi bilan aralash. Yupqa listlarni prokatlashda $\psi < 0,5$, maksimal bosim chiqish tekisligiga aralash bo'ladi.

Kontakt yoyi bo'ylab bosimni taqsimlash qonuni o'rnatilgan bo'lsa, u holda yelka moment koeffitsiyenti qat'iy analitik ravishda aniqlanishi mumkin. N.M. Kirilin A.I.Selikov tenglamasidan foydalanib $\sigma_T^* = const$ qo'llagan holda bu masalaning yechimini topgan. Hisoblash natijalari diagramma ko'rinishida keltirilgan (25.2-rasm).

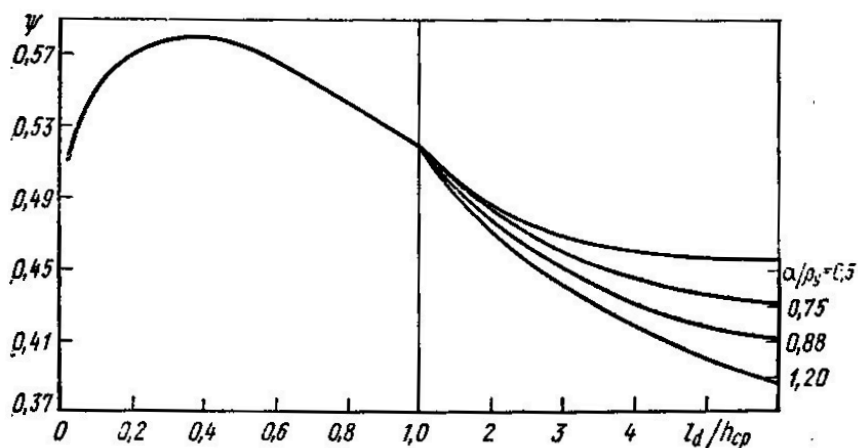


25.2 - rasm. A.I.Selikov aylanishning bosim taqsimlanishini aniqlash tenglamasi orqali yelka moment koeffitsiyentining nazariy ahamiyati

Ko'p hollarda yelka moment koeffitsiyenti eksperimental ma'lumotlar orqali aniqlanadi. (25.3-rasm) da P.L.Klimenko izlanishlari natijalari keltirilgan, bog'liqlik $\psi = \varphi(l_d, h_{cp})$ ni aniqlash uchun prokatlash natijasida olingan ($t^o = 1000 \div 1100 \text{ } ^\circ C$) qo'rg'oshin va po'lat namunalari, kontakt yoyi bo'ylab bosim taqsimlanishining eksperimental epyuralaridan foydalangan.

G. Valkvistning eksperimental ma'lumotlariga ko'ra, kam uglerodli po'latdan namunalarni issiq prokatlash paytida moment yelka koeffitsiyenti oralig'ida 0,34-0,47 bo'ladi.

Prokatlash jarayonida, nisbatan qalin namunalarni kichik siqilish natijasida ψ qiymatni olingan. Boshqa po'latlar uchun ψ ning o'zgarish chegarasi bir muncha kengroq masalan, tez kesar po'lat uchun $\psi = 0,28 \div 0,56$.



25.3 - rasm. P.L.Klimenkoning eksperimental ma'lumotlari asosida yelka moment koeffitsiyenti

Sovuq holda prokatlashda ko'p hollarda yelka moment koeffitsiyenti 0,2-0,35 chegarasida joylashgan bo'ladi. Bunday natijalar M.M. Safyan, G. Ford va boshqa olimlarning izlanishlaridan olingan. Sovuq holda prokatlash paytida nisbatan past ψ qiymati ko'rsatkichi jo'valarning yalpoqlanishi bilan tushuntiriladi. Yalpoqlanish natijasida deformatsiya o'chog'ining oldi qismi jo'vaning markaziy chizig'i bilan qo'shib ketadi va shunga muvofiq, qo'yilgan nuqta teng ta'sir etuvchi P, markaziy chiziqqa yaqinlashadi, ya'ni a yelka kichrayadi. Prokatlanayotgan polosa qanchalik yupqa va qattiqroq bo'lsa, jo'valar yalpog'lanishi qanchalik ko'p bo'lsa kuzatilgan ψ qiymat shuncha past bo'ladi.

Chiqish tekisligiga yaqinlashganda metallning qatiqlashishi kuchayadi, bu o'z navbatida bosimning o'sishini keltirib chiqaradi. Kalibrlar bilan prokatlashda yelka P kuch koeffitsiyenti orqali aylanuvchi momentni aniqlash qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi, chunki ψ qiymati asosan ishqalanish kuchi kalibrning yon devorlariga ta'sir qilishiga bog'liq.

Nazorat savollari:

1. Aylanuvchi moment prokatlash kuchi orqali qanday aniqlanadi?
2. Kontakt yoyi bo'ylab bosimni taqsimlanish qonunini bilasizmi?
3. Aylanuvchi momentni qanday aniqlash mumkin?

26- amaliy mashg'ulot

Prokatlash ishi va quvvatini nazariy usulda aniqlashni o'rganish

Agar aylanuvchi momentning kattaligi ma'lum bo'lsa, unda prokatlash ishi va prokat kuchlanishini aniqlash qiyinchilik tug'dirmaydi.

Prokat ishi A_{pr} tashkil etadi.

$$A_{pr} = 2M_{pr}\varphi = 2M_{pr}l_1/[(1+S)R], \quad (26.1)$$

Bu yerda φ – l_1 uzunlikdagi polosani prokatlash davridagi jo'valarning aylanish burchagi.

Ilgarilab ketish kattaligini e'tiborga olmasa ham bo'ladi.

$$A_{pr} = 2M_{pr}l_1/R, \quad (26.2)$$

(26.2) formulaga M_{pr} belgisini qo'yib, hosil qilamiz.

$$A_{pr} = p_{pr}\psi b\Delta h l_1. \quad (26.3)$$

Prokat ishini aniqlash uchun metallarga bosim bilan ishlov berish nazariyasidagi Fink formulasidan ham foydalanish mumkin;

$$A_{pr} = p_{pr}V\ln(h_0/h_1), \quad (26.4)$$

Bu yerda V -prokatlanayotgan polosaning hajmi.

(26.3) va (26.4) formulalar orasida asosiy farq yo'q. Agarda $(h_0/h_1) \approx \Delta h/h_1$ va $\psi = 0,5$ qabul qilib olsak, u holda formulalar bir xil bo'ladi.

Qiyin kesimli profillarni prokatlashda (tog'riburchakli emas) deformatsiya ushbu formula orqali aniqlanadi.

$$A_{pr} = p_{pr} = V\ln(l_0/l_1) = p_{sr}V\ln\lambda. \quad (26.5)$$

Jo'valar bochkasiga sarf qilinadigan kuchni tashkil etadi;

$$W_{pr} = \frac{A_{pr}}{\tau} = \frac{2M_{pr}l_1}{R(1+S)\tau} = \frac{2M_{pr}}{R} v_B, \quad (26.6)$$

Bu yerda l_1 uzunlikdagi polosani prokatlash vaqti.
Bayukov formulasi bo'yicha M_{pr} aniqlaymiz,

$$W_{pr} = 2p_{sp}bRf_y(a - 2\gamma)v_B. \quad (26.7)$$

Bayukovning (26.7) formulasiga γ burchak belgisini qo'yib, uni o'zgartirish mumkin.

$$W_{pr} = p_{sp}bRa^2v_B. \quad (26.8)$$

Bunday o'zgartirishni I.M. Pavlov kiritgan.

Agar aylanish moment formulasidan foydalanilsa, u holda prokat kuchi:

$$W_{pr} = 2p_{pr}\psi b\Delta h v_B. \quad (26.9)$$

(26.5) formula orqali prokat ishini aniqlashdan biz olamiz,

$$W_{pr} = \frac{p_{sr}F_1l_1}{\tau} \ln\lambda = p_{sr}F_1 \ln\lambda v_1, \quad (26.10)$$

Bu yerda F_1 -polosa oxirining chiqish kesim maydoni.

Nazorat savollari:

1. Prokatlash ishi va quvvatini nazariy usulda qanday aniqlash mumkin?
2. Prokat ishini aniqlash uchun yana qanday usullardan foydalanish mumkin?
3. Profillarni prokatlashda deformatsiya qanday aniqlanadi?

27-amaliy mashg'ulot

Prokatlash ishini aniqlash bo'yicha eksperimental ma'lumotlar bilan tanishish

Sanoatda turli xildagi prokatlash stanlarining energiya samaradorligi haqida eksperimental ma'lumotlar adabiyotlarda keng tarqalgan. Bu ma'lumotlar, nazariy hisob - kitoblar bilan bir qatorda, jo'valardagi aylanuvchi momentni va yuritgichning kerakli kuchini aniqlashda ham

qo'llash mumkin. Amaliy ma'lumotlarni, qiyin profillarni prokatlashda ishlatish uchun qo'llash maqsadga muvofiq, prokat kuchlanishi va yelka moment koeffitsiyentini nazariy aniqlash biroz qiyinchiliklar keltiradi.

Ekspperimental ma'lumotlarning natijalari odatda tortilish koeffitsiyentining o'sishiga qarab energiya (ishning) sarfini ko'rsatuvchi qiyali chiziqlar ko'rinishida ifodalaniladi (27.1-rasm). Listli mahsulotlarni prokatlashda energiya sarflanish qiyali chiziqlari tuzilishi polosaning kichrayishiga bog'liq.

Energiya sarflanish qismi a_n - kirishdan so'ng n - o'tishgacha f -n ni tashkil qiladi, (27.1-rasm). Shunda energiya to'liq sarflanishi (kVt.s) n - o'tishi uchun.

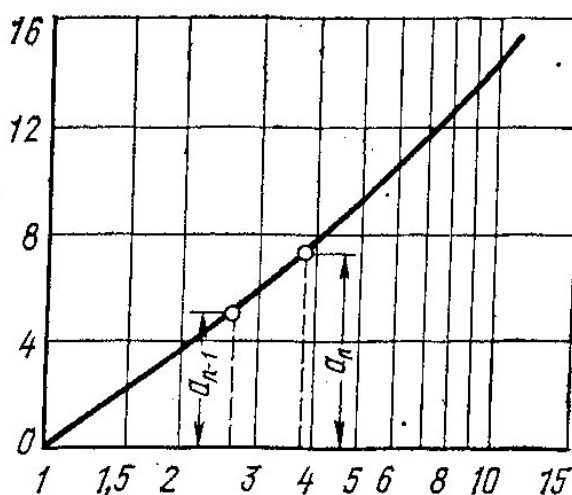
$$A = (a_n - a_{n-1})G, \quad (27.1)$$

Bu yerda G -prokatlanayotgan buyumning og'irligi.

Ishlatilayotgan kuch (kVt.s) ushbu ko'rinishdan aniqlanadi:

$$W = 3600(a_n - a_{n-1})G/\tau, \quad (27.2)$$

Bu yerda τ - o'tish vaqti.



27.1 - rasm. Prokatlash jarayonida solishtirma energiya sarfining umumiy tortilish koeffitsiyentiga odatiy bog'liqligi

Prokatlash jarayonida energiya sarfi odatda yuritgichga yuklanadigan kuch orqali aniqlanadi. Shuning uchun eksperimental egri chiziqlari prokat stanining asosiy yo'nalishidagi ishqalanish yo'qotishlarini o'z ichiga oladi, ammo ularni qurishda jo'valarning aylanishi uchun energiya sarfi chiqarib

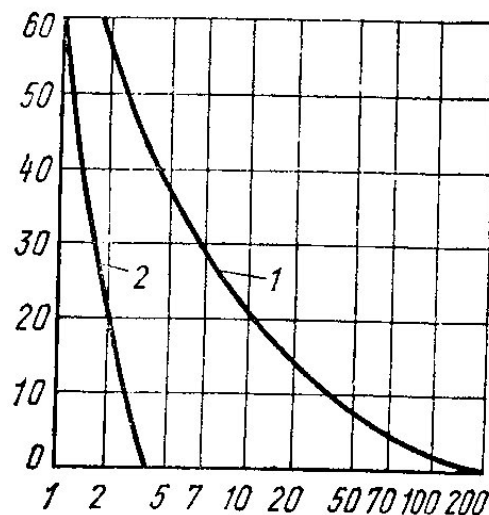
tashlanadi. Shu tariqa (27.2) formula orqali W kuch qiymati o'zidan W_{pr} yig'indisini keltirib chiqaradi. Bu yerda W_{TP} –prokatlash jarayonida stanning asosiy chizig'i mexanizmlarida ishqalanish uchun energiya sarfi.

Jo'valardagi energiya sarfini aylanuvchi moment orqali aniqlashda (27.2) formuladan aniqlanadi.

$$\frac{2M_{pr}+M_{TP}}{i} = \frac{3600(a_n-a_{n-1})GR}{\tau v_B} kH \cdot M, \quad (27.3)$$

Bu yerda M_{pr} -bir dona jo'vaning bochkasidagi aylanuvchi moment.

M_{TP} -o'tkazuvchi mexanizmdagi ishqalanish kuchlari momenti standagi asosiy uzatuvchi chiziqlar mexanizmi; i -dvigateldan yurutmaga uzatmalar soni. (27.3) formula orqali M_{pr} qiymatini aniqlash mumkin.



27.2 - rasm. Issiq holda va sovuq holda prokatlash vaqtida solishtirma energiya sarfi (A.A.Korolyeov bo'yicha): 1 - uzluksiz keng polosali; 1700 prokatlash stani; 2 - to'rtkletli; 1700 sovuqlayin prokatlash stani

Nazorat savollari:

1. Prokatlash ishini aniqlash bo'yicha eksperimental ma'lumotlarni bilasizmi?
2. Prokatlash jarayonida energiya sarfini qanday aniqlash mumkin?
3. Eksperimental ma'lumotlarning natijalari qanday aniqlanadi?
4. Solishtirma energiya sarfi deganda nimani tushunasiz?

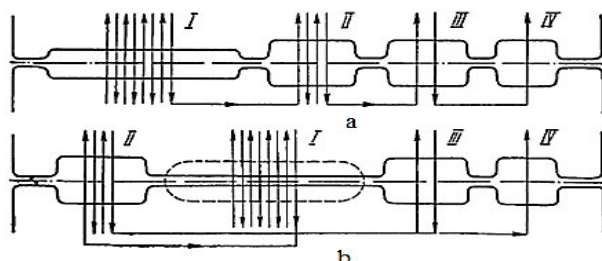
28-amaliy mashg'ulot

Blyuminglar uchun siqish rejimi va jo'valarni kalibrlashni hisoblash usullari

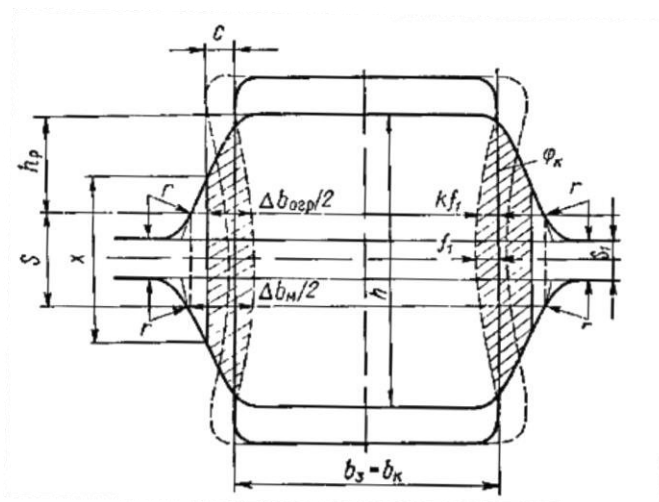
Blyuming jo'valarida quymalarni prokatlash uchun odatda uchtdan beshtagacha kalibrlar charxlanadi. Blyuming jo'valarida kalibrlashni ikki turga ajratish qabul qilingan; ketma - ket (28.1 - a rasm) va simmetrik (28.1 - b rasm) joylashgan.

Ketma - ket joylashgan kalibrlar asosiy afzalligi; blyumlarni prokatlashda tasmalar kalibrdan kalibrga bitta yo'nalishda kantovkalovchi tomonga o'tadi. Bu holatda qarama - qarshi aralashma bo'lmaydi, prokatlash jadalligi ortadi.

Amaliyotda ikki turdagi kalibrovkalash keng tarqalgan. Biroq ikkinchi sxema kam uchraydi, chunki uni qo'llash slyabda blyuming navlarga ega bo'lganda maqsadga muvofiq bo'ladi. Ko'pgina mahalliy blyuminglar ketma - ket joylashgan kalibrlarga ega, nisbatan turg'un ishni ta'minlaydi.



28.1 - rasm. Blyuming jo'valarida joylashgan kalibrlarning davomiy (a) va simmetrik (b) sxemasi:
I...IV - kalibr raqami



28.2 - rasm. To'g'ri burchakli kalibrn metall bilan to'ldirish sxemasi

To'g'ri burchakli kalibrlar qoliplarini xisoblash uchun siqish va zagotovkalash stanlarida prokatlashda siqishning ratsional rejimlarda maksimal imkoniyatli $\Delta b_{\max}$ va cheklangan kengayishlar Δb_{ogr} ni aniqlash zarur maksimal kengayish yon burchakli aylana burtlar kesishma radiusda nuqtalar darajasidagi kalibrlar kengligi farqi va mavjud yerdan prokatlashgacha bo'lgan yer. Cheklangan kengayish - taxlamalarning prokatlashgacha va prokatlashdan keyingi kenglik farqi (28.2 - rasm) umumiy qabul qilingan kaliblarni hisoblash va o'rtacha kengayish bo'yicha siqish rejimi kaliblarni to'ldirishni hisobga olmaydi.

Hisoblash amaliyotda ikki xilda bo'lishi mumkin: birinchisi mavjud kalibrlash uchun $\Delta b_{\max}$ h va s_1 , aniq bo'lganda Δb_{ogr} aniqlash talab etiladi, bir xil kalibrlashda siqish rejimini to'g'ri tanlash uchun turli prokatlash rejimlari (siqish va kengaytirish) qo'llanilish mumkin, ikkinchisi kalibrlashni hisoblash zarur bo'lganda kalibrlar qolipi va siqish rejimidan foydalaniladi. Kalibrlar qolipini hisoblashdan avval $\Delta b_{\max}$ yoki metall uchun (δ_k - kalibr chiqarish) aniqlash zarur, bunda berilgan texnologik sharoitlarga ko'ra standa prokatlanadi.

To'g'ri burchakli kalibrlarda metall kengayishini hisoblash uchun V.M. Klimenko tomonidan formula tavsiya qilingan. Formula asosida to'ldirish darajasi ko'rsatkichlari keltirilgan.

$$\psi_k = S_{\text{ogr}}/S_{\max} = (h + x) \Delta b_{\text{ogr}}/(h + s) \Delta b_{\max}, \quad (28.1)$$

Bu yerda S_{ogr} - cheklangan kengayishda ko'ndalang kesim maydoni (28.2. - rasm shtrixlangan maydon); $S_{\max}$ - kengayishning maksimal bo'lishi mumkin bo'lgan maydoni (yuritma aylana burta radiusining yon burchaklar nuqtali kesishmasigacha metallning to'ldirilishi); s - vertikal bo'ylab kalibr yon chegaralari aylanma burta nuqtalarining kesishmalari orasidagi oraliq masofa; x - metall yon burchagiga aloqador chegaralangan nuqtalar oralig'idagi (balandlik) masofa; h - kalibr balandligi (jo'valarda chiquvchi taxlama).

S_{ogr} - nisbatan (28.1) tenglikni yechib quyidagilarni aniqlaymiz.

$$\Delta b_{\text{ogr}} = [\Delta b_{\max} - 2(kf_1 + c)] \frac{[h - \sqrt{h^2 - \psi_k(h^2 - s^2)}]}{h + s} 2(kf_1 + c), \quad (28.2)$$

taxlama yon sirtida egilishlar bo'lganda, ya'ni $f_1 = 0$ va $c = 0,5 (b_k - b_3) = 0$ (28.2 formula) quyidagi ko'rinishda bo'ladi.

$$\Delta b_{ogr} = \Delta b_{max} \left[h - \sqrt{h^2 - \psi_K(h^2 - s^2)} \right] / (h - s), \quad (28.3)$$

Bunda f_1 - taxlama yon egiluvchanligidagi o'q; k - burta yon chegaralarida nuqtalarning kesishma radiusida o'qlarning egilish o'zgarishini hisobga olish koeffitsiyenti; ψ_K - kalibr to'ldirish darajasi ko'rsatkichi.

Kalibrni butunlay to'ldirganda ($\psi_K = 1$) $\Delta b_{ogr} = \Delta b_{max}$, agarda $\psi_K = 0$, to $\Delta b_{ogr} = 0$.

k koeffitsiyenti tajriba ko'rsatkichlari orqali $h_{cp}/D_p > 0,5$ bo'lganda 0,45 ga teng $h_{sr}/D_p < 0,5$ bo'lgan 0,65 ga teng bo'ladi, zagotovkalash va siqish stanlarida yakuniy kalibrlar uchun $k = 0,75$. $s = s_1 + 2r (1 - \sin \varphi_K)$, bunda s_1 - burtalar oralig'idagi tirqish; r - aylanma burtalar radiusi (0,22...0,25) $\times h_p$ ga teng, kalibr tubidan to burta oqim chuqurligi $h_p = 0,5 (h - s_1)$ s_1 burtalar orasidagi o'zgaruvchan tirqishda s kattalik quyidagicha aniqlanadi $s = h - 2h_p$, bu yerda h_p - kalibr tubi oqim chuqurligidan ajratkich yon chegaralari aylana radiusi kesishma nuqtasigacha.

Egri bog'liqliklar oilasi $\psi_K = f(\varepsilon)$ turli chiqishlar uchun (28.3 - rasm) da keltirilgan. Shtrixli oraliq va egri oraliq holati interpolyatsiya yo'li bilan aniqlanadi.

Kengaytirish uchun maksimal (zarur) maydon Δb_{max} olamiz (28.3 - rasm).

$$\Delta b_{max} = \delta_K [h - s_1 - 2r (1 - \sin \varphi_K)] + 2 (kf_1 + c), \quad (28.4)$$

Bu yerda φ_K - yon chegaraning qiyalik burchagi tg $\varphi_K - \delta_K$.

Ma'lum bo'lgan kalibrovkalashda texnologik ko'rsatkichlar metall kengayganda burta aylana radiusida yon chegara kesishma nuqtasidan o'tmasligi zarur.

Δb_{max} aniqlash uchun kalibrlashni loyihalashda (2.10) ko'rsatkichlarini δ_K ko'rsatkichlariga qo'yiladi. (28.2), (28.3) va (28.4) formulalari $a_K = b_3/b_K = 0.99...1,01$ bo'lganda yetarlicha aniq natijalarni beradi, bunda hech qanday siqilish bo'lmaydi yoki kichik bo'lmaydi.

Siqilishda ($a_K > 1$)

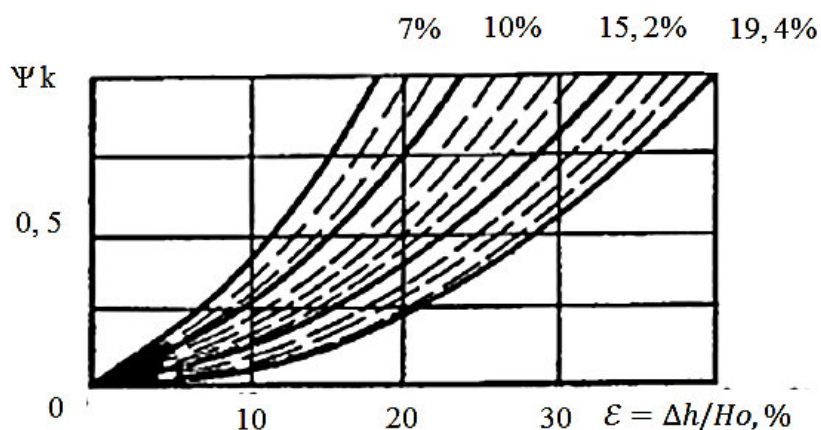
$$\Delta b_{max} = \delta_K [h - s_1 - 2r (1 - \sin \varphi_K)] + 2kf_1 \quad (28.5)$$

$$\Delta b_{ogr} = 1,6C_3 (\Delta b_{max} - 2kf_1) \frac{[h - \sqrt{h^2 - \psi_K(h^2 - s^2)}]}{h - s} + 2kf_1. \quad (28.6)$$

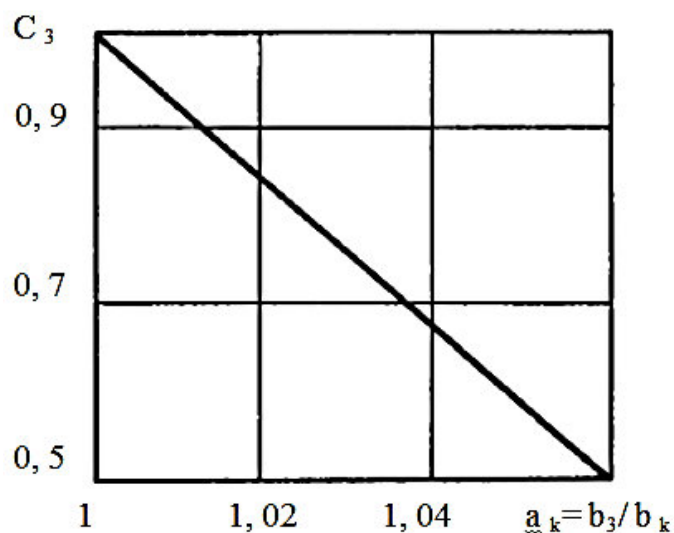
Agar $f_1 = 0$, bo'lsa, u holda

$$\Delta b_{ogr} = 1,6 C_3 \Delta b_{max} [h - \sqrt{h^2 - \psi_K(h^2 - s^2)}] / (h - s), \quad (28.7)$$

Bu yerda 1.6 - to'ldirish darajasi indeksining egri chiziqlarini aniqlash formulalariga olib kelish koeffitsiyenti δ_K ; C_3 - cheklangan kengayish kattaligini cheklashga ta'sirini hisobga olish koeffitsiyenti (28.4 - rasm).



28.3-rasm. Turli usullarda chiqarish uchun nisbiy siqishda ε kalibrni to'ldirish darajasi ko'rsatkichlari



28.4 - rasm. Kengaytirish koeffitsiyenti a_K ning C_3 koeffitsiyentga bog'liqligi

Liegrlangan po‘latlar uchun δ_k aniqlashda δ_k ko‘rsatkichini uglerodli po‘latlar uchun $m_{\text{л}}$ koefitsiyentiga ko‘paytirish, legirlangan po‘latlarni kengaytirishni hisobga olish zarur.

(28.2) va (28.6) formulalari $h_0/b_0 \leq 2$ va $h_{cp}/l_d \leq 2$ holatida prokatlash uchun yaxshi natijalar beradi, kantovkasiz bo‘shatishlar sonida $n \leq 2$ bo‘ladi. Cheklangan kengayishni hisoblash uchun $h_{cp}/l_d > 2$ va $n \geq 2$ bo‘lganda quyidagi formuladan foydalaniladi.

$$\Delta b_{ogr} = A [0,76 (\delta_k / 0,25)^{9,5} - \varepsilon^2 + 1,84 \delta_k^{2,44} \varepsilon^2] + 2 (kf_1 + c). \quad (28.8)$$

A koefitsiyent berilgan kalibrlarda bo‘shatishlar sonini hisobga oladi: blyuming uchun $A = 1/1,6 \delta_k^2 (\varepsilon - 5n)$; siqish kleti uchun $800 A - 1/n$, bu yerda n - kantovkasiz kalibrlar uchun bo‘shatishlar soni, kengayishi bunda aniqlanadi, $\varepsilon = (\sum_1^n \Delta h / H_o) 100$ - kantovkasiz bo‘shatishlar uchun n nisbiy siqish; δ_k - chiqarish (birlik ulushi).

Formulaga kiruvchi qolgan ko‘rsatkichlar (28.2) va (28.5) formulalar natijalar orqali aniqlanadi.

Prokatlash jo‘valarini kalibrlashga qo‘yiladigan asosiy talablar: yuqori samaradorlikni ta‘minlash va prokatlangan mahsulot sifati. Asosiy faktorlardan biri - kalibr shakli.

To‘g‘ri burchakli kalibrlar shaklini aniqlovchi mavjud ko‘rsatkich - chiqarish kattaligi.

δ_k chiqarish kattaligini aniqlash uchun to‘g‘ri burchakli (qutili) kalibrlarni metall bilan to‘ldirish tadqiqotlari o‘tkazildi. Tajribalarning statistik natijalari δ_k va $\sum_1^n \Delta h / H_o$ orasidagi uzviy aloqani ko‘rsatadi.

$$\delta_k - 0,65 (\sum_1^n \Delta h / H_o) - 100 - 6,06 \quad \text{bo‘lganda} \quad \sum_1^n \Delta h / h_p = 0,4 \dots 0,9;$$

$$\delta_k - 0,712 (\sum_1^n \Delta h / H_o) - 100 - 5,5 \quad \text{bo‘lganda} \quad \sum_1^n \Delta h / h_p = 0,9 \dots 1,2 \quad (28.9)$$

$$\delta_k - 0,52 (\sum_1^n \Delta h / H_o) - 100 - 0,75 \quad \text{bo‘lganda} \quad \sum_1^n \Delta h / h_p = 1,44 \dots 2,12.$$

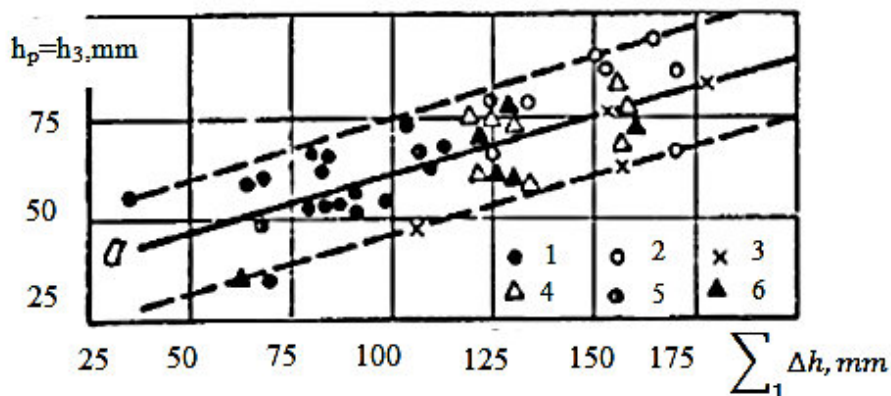
Jo‘va oqimida kesma chuqurligi uchun $h_p = 80 \dots 90$ mm.

$$\delta_k = 0,892 (\sum_1^n \Delta h / H_o) \cdot 100 - 10,44. \quad (28.10)$$

Shuni ta‘kidlash kerakki, so‘nggi yillarda kalibrlovchilar δ_k chiqish hisoblar to‘g‘riligiga va kalibrlar balandligi (oqimlar chuqurligi h_p) ga ko‘proq e‘tibor berishni boshladilar. Bundan ko‘rinadiki, qutili

kalibrlarning shakl ratsionalligi sezilarli darajada stan samaradorligi va mahsulot sifatiga bogʻliq.

V.M. Klemenko keng tajriba materiallar asosida oqim chuqurligi orasidagi bogʻliqlikni $h_p = h_3$ (28.5 - rasm) va n boʻshatishda $\sum_1^n \Delta h$ absolyut siqish yigʻindisini taklif etadi.



28.5 - rasm. Siqish stanida absolyut umumiy siqishning oqim chuqurligiga bogʻliqligi

h_3 toʻldirish kattaligi kalibir tubdan katta kenglikka mos keluvchi taxlama yon sirt nuqtasigacha boʻlgan masofaga teng.

(28.5 - rasm) dan koʻrinib turibdigi, $h_3 = h_p$ va $\sum_1^n \Delta h$ kattaligi orasida yaqqol statik bogʻliqlik bor. $\sum_1^n \Delta h$ ning h_3 ga taʼsir darajasini aniqlash uchun korrelyatsion tahlil qoʻllaniladi va regressiya tenglamasi koeffitsiyenti aniqlanadi.

Olingan regressiya tenglamasi quyidagicha koʻrinishga ega:

$$h_p = 0,262 \sum_1^n \Delta h + 38, \text{ mm.} \quad (28.11)$$

Nazorat savollari:

1. Blyuminglar uchun siqish rejimini hisoblash qanday bajariladi?
2. Kalibrlash sxemasini tushuntirib berolasizmi?
3. Toʻgʻri burchakli kalibrni metall bilan toʻldirish sxemasini tushuntirib berolasizmi?

29-amaliy mashg'ulot

Siqish rejimini hisoblash

Jo'valar ishchi diametri quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$D_p = 4H_0/\alpha_{pr} \cdot (6,88 + \alpha_{pr}). \quad (29.1)$$

Jo'valarning boshlang'ich diametric.

$$D_o = D_p + h_b$$

Bu yerda h_b - l (bochka) kalibr balandligi, bunda agar u dastur tomonidan ko'zda tutilgan bo'lsa, slyablar yakuniy qalinligi asosida qabul qilinadi.

Jo'va bochkasi ishchi diametrini aniqlash uchun α_{pr} tutish burchagi chegaraviy tutish sharoitlari bo'yicha topiladi, ya'ni formulada ishqalanish burchagi bo'ylab tutish.

$$f_3 = k_1 k_2 k_3 (0,877 - 0,000390t). \quad (29.2)$$

Bunda f_3 - tg β_3 aniqlanadi.

$$A_{pr} = \beta_3, \quad (29.3)$$

bu yerda k_1 - jo'va materialini hisobga oluvchi va uning sirt holati ko'effitsiyenti; k_2 - prokatlash tezligini hisobga oluvchi ko'effitsiyent; k_3 - prokatlanayotgan po'lat markasini hisobga olish ko'effitsiyenti; t - metall harorati, °C; f_3 - tutishdagi ishqalanish ko'effitsiyenti; β_3 - tutishda ishqalanish burchagi.

Jo'va diametrining raqamli ko'rsatkichlari (D_p и D_o) bir turdagi jo'valar o'lchamini hisobga olgan holda 1000, 1150, 1200, 1300 mm qiymatiga qadar yaxlitlash maqsadga muvofiq.

Nazorat savollari:

1. Siqish rejimini hisoblash usullarini bilasizmi?
2. Jo'valarning boshlang'ich diametrini qanday topamiz?
3. Jo'va bochkasi ishchi diametrini qanday topamiz?

30-amaliy mashg'ulot

Quymalarni prokatlash uchun bo'shatishlar dastlabki sonini hisoblash

Siqishning umumiy kattaligini aniqlaymiz.

$$\sum \Delta h_e = B_0 - b + k_{sr} (H_0 - h), \quad (30.1)$$

$$\sum \Delta h_H = H_0 - h + k_{sr} (B - b), \quad (30.2)$$

Bu yerda b va h - blyuming yakuniy kesishma o'lchami; k_{sr} - kengayishning o'rtacha hisob ko'rsatkichi; B_0 va H_0 - quymaning asl kengligi va balandligi.

Blyumingda prokatlashda quyidagicha qabul qilish mumkin: uglerodli po'latlar uchun $k_{sr} = 0,10 \dots 0,20$, legirlangan po'latlar uchun $k_{sr} = 0,15 \dots 0,25$.

Tutishning qoniqarsiz sharoitlarida jo'va boshlang'ich diyametridagi nuqtalarni hisobga olamiz.

$$D_{0min} = (0,9 \dots 0,92) D_0, \quad (30.3)$$

minimal ishchi diametrda

$$D_{pmin} = (0,9 \dots 0,92) D_p, \quad (30.4)$$

bitta bo'shatishda o'rtacha siqish

$$\Delta h_{sr} = D_{pmin} = (1 - \cos \alpha_{sr}), \quad (30.5)$$

Bu yerda $\alpha_{sr} = (a_b + \alpha_k)/2$ - tutishning o'rtacha burchagi, ruxsat etilgan silliq bochka uchun (a_b) (2.20) formula va qutili kalibrlar uchun o'rtacha ruxsat etilgan (a_k) (30.1 - rasm) qo'llaniladi.

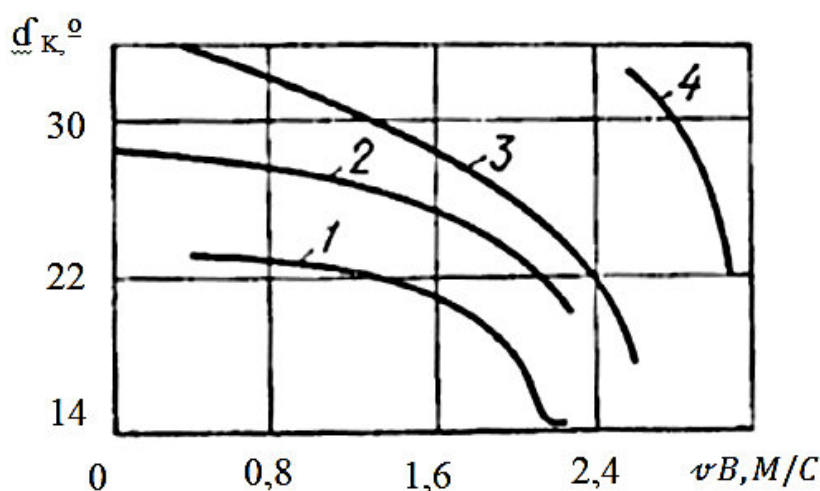
Tutishning nisbiy egri burchagi nafaqat jo'vaning aylana tezligini, balki taxlama kengligini ham hisobga oladi.

B tomonlama bo'shatishlar soni

$$n_B = \sum \Delta h_B / \Delta h_{sr}, \quad (30.6)$$

H tomonlama

$$n_H = \sum \Delta h_H / \Delta h_{sr}. \quad (30.7)$$



30.1 - rasm. Blyumingni prokatlashda yo‘l qo‘yilgan egri tutish burchagi:

1 - silliq jo‘va; 2-4 - to‘g‘riburchakli kalibr (2 - $B_k = 420...450$ mm; 3 - $B_k = 320...350$ mm; 4 - $B_k = 220...250$ mm)

n_B va n_H olingan ko‘rsatkichlar shunday hisob bilan butun songa aylantiriladiki bunda $n_B + n_H$ yig‘indisi toq songa teng bo‘lishi kerak, va quyma atrofi bo‘ylab siqish o‘rtacha kattaligi sanaladi.

$$\Delta h_{Bsr} = \sum \Delta h_B / n_B \text{ va } \Delta h_{Hsr} = \sum \Delta h_H / n_H, \quad (30.8)$$

so‘ng prokatlash sxemasida bo‘shatishlar soni va kantovkalash belgilanadi (30.1 - jadval).

Prokatlash sxemalari

30.1 - jadval.

Bo‘shatish soni	Sxema bo‘yicha prokatlashda siqish tomoni					Bo‘shatish soni	Sxema bo‘yicha prokatlashda siqish tomoni				
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
1	B	H	H	H	B	9	B	B	H	H	H
2	B	H	H	H	B	10	B	B	H	H	H
3	H	H	H	H	H	11	H	H	B	B	B
4	H	H	H	H	H	12	H	H	B	B	B
5	B	B	B	B	H	13	B	B	H	H	H
6	B	B	B	B	H	14	B	B	H	H	H
7	H	H	B	H	B	15	H	H	B	B	B
8	H	H	B	H	B						

Nazorat savollari:

1. Quymalarni prokatlash uchun bo'shatishlar dastlabki sonini hisoblashni bilasizmi?
2. Blyumingni prokatlashda yo'l qo'yilgan egri tutish burchagini tushuntirib berolasizmi?
3. Prokatlash sxemalarini tushuntirib berolasizmi?

31-amaliy mashg'ulot

Silliqlik bochkada prokatlashning texnologik ko'rsatkichlarni hisoblash

(30.8) ko'rsatkichi orqali $n = n_B + n_H$ bo'shatishlar soni uchun taxminiy siqish ko'rsatkichlarini olamiz va ularning son ko'rsatkichlarini qayta taqsimlaymiz va umumlashtiramiz. Bochkada bo'shatishlar uchun siqishni qutili kalibrlarni bo'shatishga nisbatan kamroq qilib tanlash kerak. Bo'shatishlar bo'yicha siqishni taqsimlab $\Delta h_1, \Delta h_2, \Delta h_3, \dots, \Delta h_n$ olamiz (indekslar bo'shatishlar soniga mos kelishi kerak).

Silliqlik bochkada 1 - bo'shatish quyma o'lchamlari sirt kesishmasi H_0 x B_0 va Δh_1 taxlama balandligi bo'shatishdan so'ng.

$$h_1 = H_0 - \Delta h_1. \quad (31.1)$$

Qoniqarsiz sharoitlar uchun tutish burchagi ($D_{p_{min}}$ bo'lsa)

$$\alpha_1 - \arccos (1 - \Delta h_1 / D_{p_{min}}). \quad (31.2)$$

Tutish burchagi $\alpha_1 < \beta_{3_1} = \alpha_{pr}$, shartlarini qoniqtirishi zarur β_{3_1} va α_{pr} (31.1) va (29.3) formula orqali aniqlanadi.

f_3 shu bilan birga α_{pr} ni oshirish uchun bochka sirtida o'yiq yoki yumaloqlar qilinadi, shuning uchun (29.2) f_3 bo'yiga hisoblashda $k_1 = 1,1 \dots 1,2$ qilib qabul qilish zarur.

$H_{sr}/D_p = 0,48 \dots 0,665$ va $H_0/B_0 = 0,70 \dots 1,26$ nisbatan uchun emperik formula orqali aloqa sirtiga yaqin Δb_{max} maksimal kengayish va Δb_{sr} o'rtacha balandlik aniqlanadi.

Uglerodli po'latlar uchun:

$$\Delta b_{sr_n} = (b_{n-1} \Delta b_{sr_n} / h_n) (0,555 \Delta b_{sr_n} / h_{n-1} + 0,014); \quad (31.3)$$

$$\Delta b_{max_n} = \Delta h_{sr_n} (0,0133h_{sr_n}/\sqrt{R_p \Delta h_{sr_n}} + 0,2943). \quad (31.4)$$

Legirlangan po‘latlar uchun:

$$\Delta b_{sr_n} = (b_{n-1}\Delta b_{sr_n}/h_n)(1,21\Delta b_{sr_n}/h_{n-1} - 0,04); \quad (31.5)$$

$$\Delta b_{max_n} = \Delta h_{sr_n} (0,052h_{sr_n}/\sqrt{R_p \Delta h_{sr_n}} + 0,211). \quad (31.6)$$

Bu yerda b_{n-1} - berilgan taxlama kengligi; Δb_{sr_n} - berilgan bo‘shatishdagi absolyut siqish ; h_n - berilgan bo‘shatishdan keyingi taxlama balandligi; h_{n-1} - kalibrdagi berilgan taxlam balandligi; $h_{sr_n} - (h_{n-1} + h_n)/2$ - taxlamning o‘rtacha balandligi; R_p jo‘vaning ishchi radiusi.

Birinchi bo‘shatishdan so‘ng taxlam kengligi.

$$b_{sr_1} = B_0 + \Delta b_{sr_1} \text{ va } \Delta b_{max_1} = B_0 + \Delta b_{max_1}. \quad (31.7)$$

Ikkinchi bo‘shatish. Taxlam kesishmalar o‘lchami birinchi bo‘shatishdan so‘ng $b_{sr_1} \times h_1$, ikkinchi bo‘shatishda siqish Δh_2 . (31.1) formulasi orqali α_2 . t_2 prokatlash haroratini qo‘llab tutishdagi f_{3_2} ishqalanish koeffitsiyenti va β_{3_2} ishqalanish burchagini topamiz, bunda $\alpha_2 < \beta_{3_2}$ olishimiz zarur.

Δb_{sr_2} , Δb_{max} (31.1)...(31.2) formulalari bilan aniqlanadi.

Uchinchi bo‘shatish. Kesishma o‘lchami ikkinchi bo‘shatishdan so‘ng $b_{cp_2} = b_{sr_1} + \Delta b_{sr_2}$ va $h_2 = h_1 - \Delta h_2$. Uchinchi o‘tishda siqish Δh_3 . Agar ikkinchi bo‘shatishdan so‘ng aylantirish ko‘zda tutilgan bo‘lsa, u holda taxlam maksimal kengligini hisobga olib quymaning katta kesishmasi bo‘ylab uchinchi bo‘shatishda tutish sharoitlarini tekshirish zarur.

Maksimal kenglik

$$b_{max_n} = b_{sr_{n-1}} + \Delta b_{max_n}, \quad (31.8)$$

Bu yerda $(b_{sr} = b_{sr_{n-2}} + \Delta b_{sr_{n-1}})$ - belgilangan bo‘shatishdan avvalgi taxlamning o‘rtacha kengligi.

Agar bo‘shatishdan avval aylantirish ko‘zda tutilgan bo‘lgan, b_{max} aniqlash uchun

$$\Delta h_{max_3} = b_{max_2} - h_3, \quad (31.9)$$

dan foydalaniladi

bunda $h_3 = b_{sr_2} - \Delta h_3$.

Agar ikkinchi bo'shatishdan so'ng aylantirilgan bo'lsa, unda

$$\alpha_{3_{mas}} = \arccos(1 - \Delta h_{mas_3} / D_{P_{min}}). \quad (31.10)$$

Taxlam maksimal kengligi bo'yicha $\alpha_{3_{mas}}$ aniqlangandan so'ng $\alpha_{3_{mas}} \approx \beta_{3_3} = \alpha_{pr}$ holatda bo'ladi. β_{3_3} ni aniqlash uchun taxlam haroratini t_3 ga teng qilib qabul qilamiz.

Bochkadagi qolgan bo'shatishlar uchun hisob kitoblar analogik usulda o'tkaziladi. O'zgartirilgandan so'ng α_3 tutish burchagi $b_{mas_{n-1}}$ orqali aniqlanadi.

Nazorat savollari:

1. Silliq bochkada prokatlashni qanday aniqlash mumkin?
2. Bo'shatishlar uchun hisob kitoblar qanday o'tkaziladi?
3. Taxlam maksimal kengligini qanday aniqlash mumkin?

32-amaliy mashg'ulot

Qutili kalibrlarda prokatlashning texnologik ko'rsatkichlarini hisoblash

Bochkada n bo'shatishlar va taxlam kesishmasi bajarishni qabul qilsak, 1 - qutili kalibrlarda berilgan $b_n \times h_n$ olamiz

$$\sum_{n+1}^{n+2} \Delta h = \Delta h_{n+1} + \Delta h_{n+2}. \quad (32.1)$$

(28.11) formulasi bilan uglerodli po'latlar uchun (yon chegaradagi og'malar) qutili kalibrda chiqishlarni aniqlaymiz, legirlangan po'latlar uchun

$$\Delta_{kl} = m_1 \delta_K. \quad (32.2)$$

δ_K yoki δ_{kl} uchun olingan ko'rsatkichni butun songa (katta tomonga) aylantiramiz.

(28.12) formulasi bilan h_p oqim chuqurligini aniqlaymiz.

Qutili kalibrlarda aylana radiuslar kalibr tubi bo'ylab qabul qilinadi:

$$\begin{aligned} r_1 &= (0,8 \dots 1,0)r; \\ \text{burtada} \quad r &= (0,22 \dots 0,25)h_p, \end{aligned} \quad (32.3)$$

bunda $h_p = 0,5 (h_k - s_1)$; $s_1 = 10 \dots 20$ mm - burta oralig'idagi tirqish.

Burta oralig'idagi normal tirqishda yon kalibrlar balandligi

$$h_{k_1} = 2h_{p_1} + s_1 + 2r(1 - \sin\varphi_1), \quad (32.4)$$

bunda φ_k - yon chegaralar qiyalik burchagi ($\text{tg } \varphi_k = \delta_k$).

Kalibr tubi f_1 qavariq o'qini $0 \dots 10$ mm chegarada qabul qilamiz. O'q bo'ylab kalibr balandligi

$$h'_{k_1} = h_{k_1} - 2f_1, \quad (32.5)$$

$D_{p_{max}}, D_{p_{min}}$ diametrlari (kalibr yonlari bo'yicha) va $D_{p_{max}}, D_{p_{min}}$ (kalibr o'qi bo'ylab) quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$\begin{aligned} D_{p_{max}} &= D_0 - h_k; \\ D'_{p_{max}} &= D'_0 - h_k; \\ D_{p_{min}} &= D_{0_{min}} - h_k; \\ D'_{p_{min}} &= D'_{0_{min}} - h_k. \end{aligned} \quad (32.6)$$

Taxlam kengligini kalibr tubi kengligida (b_k) nuqta bo'yicha yoki (b_1) kesishma nuqta chegarasidagi nisbatan belgilaymiz (32.1 - rasmga qaralsin).

$$a_k = b_3/b_k = 1,0 \dots 1,06 \text{ yoki } a_k = b_3/b_1 = 1,0 \dots 1,04.$$

Agar $a_k > 1$ qabul qilsak, u holda tutish burchagi ortishi bilan kalibrda metall qisilish ta'sirini hisobga olish zarur. $a_k = 1$ bo'lganda uncha katta bo'lmagan metall qisilishi mavjud bo'ladi, silliq jo'valarda analogik tutish sharoitlari bilan solishtirganda tutish burchagi o'rtacha $2 \dots 3^\circ$ bo'ladi. $a_k = 1$ bo'lganda tutish shartlarini (29.2) formula bilan tekshiramiz. Bunda $a < \beta_2 = \alpha_{pr}$ shartlarini kuzatamiz. Nisbiy tutish burchagi α_{pr} (taxlam) kalibr kengligi va tutish tezligini hisobga olib (28.9 - rasm) egrilik bo'yicha aniqlaymiz.

Taxlam balandligi $(n+1)$ va $(n+2)$ kalibr o'qi bo'shatishlaridan so'ng

$$h_{n+1} = h_n - \Delta h_{n+1}; h_{n+2} = (h_n - \Delta h_{n+1}) - h_{n+2}; \quad (32.7)$$

kalibr yonlari bo'ylab

$$h'_{n+2} = h_{n+1} + 2f_1; h_{n+2} = h_{n+2} + 2f_1. \quad (32.8)$$

Uglerodli po'latlar uchun maksimal kengayishni aniqlaymiz:

$$\Delta b_{\max} = \delta_k [h'_{n+2} - s'_1 - 2r(1 - \sin \varphi_k)] + 2(kf_1 + c); \quad (32.9)$$

legirlangan po'latlar uchun

$$\Delta b_{\max} = m_{\text{Л}} \delta_k [h'_{n+2} - s'_1 - 2r(1 - \sin \varphi_k)] + 2(kf_1 + c); \quad (32.10)$$

burtalar orasidagi tirqish

$$s'_1 = h'_{n+2} - 2h_p - 2r(1 - \sin \varphi_k). \quad (32.11)$$

$a'_k = b_3/b_1 = 1$ deb qabul qilsak u holda kalibr tubi kengligi nuqtalar bo'ylab formula orqali aniqlanadi.

$$b'_k = b'_1 - 2r_1(1 - \sin \varphi_k) \operatorname{tg} \varphi_k \quad (32.12)$$

(bunda $a_k = b_3/b_k = 1$; $b_3 = b_k$).

Yon chegarali aylana burta radiusi kesishgan nuqtalar bo'ylab kalibr kengligi

$$b'_p = b'_k + \Delta b_{\max}. \quad (32.13)$$

Birinchi quti kalibrlarning o'lchamlari bir muncha kengayish imkonini beruvchi po'latlar va siqishning maksimal miqdori uchun hisoblab chiqilishi zarur. Kalibrlarda siqishda sanoqdan kam (kalibr o'lchamlarini hisoblash uchun qabul qilingan), uning taxlamidan chiquvchi kengayishni aniqlash uchun chegaralangan kengayish Δb_{ogr} (28.1) formula bo'yicha aniqlanadi.

$h_0/b_0 \leq 2$ va $h_{\text{sr}}/l_d \leq 2$ n aylantirgich orasidagi bo'shatishlar soni 1 yoki 2 ga teng bo'lganda tasmlarni prokatlash holati uchun (28.1), (28.2), (28.3), (28.4), (28.5), (28.6), (28.7) formulalari qo'llaniladi.

$H_{sr}/l_d > 2$ va $n > 2$ bo'lgan hollarda uglerodli po'latlarni prokatlashda qutili kalibrlarning cheklangan kengligini aniqlash uchun (28.9) formulasidan foydalanish tavsiya qilinadi.

Birinchi qutili kalibrlarni prokatlashdan keyingi taxlam balandligi bo'shatishdan so'ng $n + 2$ (32.5) formulasi bilan aniqlanadi.

$$h_{n+2} - h'_{k_1} = h_{k_1} - 2f_1.$$

Kalibrlarni butunlay to'ldirgandagi taxlam kengligi

$$b_{n+2} = b_n + \Delta b_{max_1}. \quad (32.14)$$

Chala to'ldirilgan kalibr taxlam kengligi

$$b_{n+2} = b_n + \Delta b_{ogr}. \quad (32.15)$$

Aylantirilgandan so'ng taxlam xuddi shu kalibr qutisida prokatlanadi yoki ikkinchi kalibr qutisiga o'tkaziladi. Belgilangan taxlam o'lchamlari: balandlik $h = b_{n+2} = b_n + \Delta b_{max}$ yoki $h = b_{n+2} = b_n + \Delta b_{ogr}$, kenglik $b = h_{n+2} = h_k - 2f_1$ (o'q bo'ylab), $b = b_k$ (yoqlar bo'ylab). Umumiy siqish

$$\sum_{n+3}^{n+4} \Delta h = \Delta h_{n+3} + \Delta h_{n+4}.$$

Agar prokatlash birinchi kalibr nuqtasida davom etsa, u holda faqat taxlam o'lchamlari hisoblanadi. Ikkinchi kalibrga o'tkazishda barcha hisob kitoblar shunga o'xshash tarzda o'tkaziladi.

Jo'vani kalibrlash va siqish rejimini berilgan blyuming uchun hisoblash hollarida ishchi diametr D_p ni (28.13) formula bo'yicha aniqlamasa ham bo'ladi. Biroq (28.13) shartlari H_0 quyma balandligiga va α tutish burchagiga mos ravishda qondirilishi lozim, shuning uchun H_0 va D_p nisbati orasidagi tutish sharoitlarini yaxshilash uchun birinchi kalibr qutisida va bochka bo'ylab o'yiqlar va yumaloqliklar hosil qilinadi.

Hisoblangan prokat rejimini qo'llash imkoniyati o'rnatilgan blyuming kuchi bilan tekshirilishi kerak.

Misol. Blyum kesishmasi 315x330 mm og'irligi 9 t kesishmasi (865x770/725x640)x2000 bo'lgan uglerodli po'lat quymalarni prokatlash uchun siqish rejimi, kalibrlash, yangi blyum jo'va diametri hisoblansin.

Hisoblash natijalari (32.1 jadval) da keltirilgan.

Siqish rejimini nisbatan hisoblash natijalari 32.1 - jadval.

Bo'shatishlar raqami	Tekislagich o'lchami, MM		Tekislagichning siqilish tomoni	siqish Δh , MM	Kengayish , MM		$\frac{D_p}{D_{pmin}}$	Kalibr raqami va uning o'lchamlari ($h_k \times b_k \times b_p$), MM
	h	b			Δb_{sr} Δb_{sgr}	Δb_{max}		
	865	770					$D_0 = 1300$	
Kantovkalash								
1.	680	874	B	90	9	-	$\frac{1150}{1020}$	Бочка
2.	610	881	B	70	7	24	$\frac{1150}{1020}$	-»-
Kantovkalash								
3.	790	615	H	91	5	-	$\frac{1150}{1020}$	-»-
4.	720	619	H	70	4	-	$\frac{1150}{1020}$	-»-
5.	650	624	H	70	5	-	$\frac{1150}{1020}$	-»-
6.	580	630	H	70	6	23	$\frac{1150}{1020}$	-»-
Kantovkalash								
7.	540	590	B	90	10	-	$\frac{1150}{1020}$	-»-
8.	450	604	B	90	14	30	$\frac{1150}{1020}$	-»-
9.	504	464	H	100	14		$\frac{1065}{935}$	-»-
10.	404	477	H	100	13	42	$\frac{1065}{935}$	-»-
11.	387	433	B	90	29		$\frac{1065}{935}$	-»-
12.	297	462	B	90	29	72	$\frac{1065}{935}$	-»-
Kantovkalash								
13.	335	318	H	127	21	33	$\frac{1120}{990}$	-»-

Nazorat savollari:

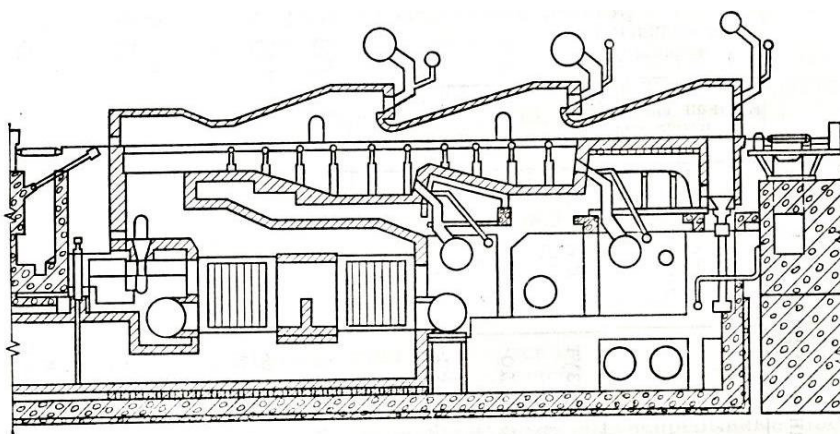
1. Qutili kalibrlarda prokatlash qanday amalga oshiriladi?
2. Siqish rejimini qanday hisoblash natijalari mavjud?
3. Chala to'ldirilgan kalibr taxlam kengligi deganda nimani tushunasiz?

33-amaliy mashg'ulot

Qizdirish pechlari

Qalin listli stanlar uchun zagotovka sifatida quymalar va slyablar qo'llaniladi. Quymalarni qizdirish uchun har qanday tag qismi harakatlanuvchi kamerali pechlardan yoki qizdirish quduqlaridan foydalaniladi. Mayda quymalarni metodik pechlarda qizdiriladi. Masalan, Jdanovski metallurgiya zavodining 4500 stani tagi harakatlanuvchi 8 ta qizdirish kamerali pechiga ega. Pechlarning kattaligi $4,0 \div 4,5 \times 9,0$ m. Pechlar tabiiy gaz yordamida qizdiriladi, yonish issiqligi 9500 kkal/m^3 , pechning hajmi 150T, ishlab chiqarish 5-10 T/S.

3600 stanida quymalarni qizdirish uchun 4 xil guruhdagi reproduktiv qizdirish quduqlari xizmat qiladi. Qizdirish quduqlari, har bir guruhi 4 ta bir biriga bog'liq bo'lmagan bo'limdan tashkil topgan. Quduqlar tabiiy gaz bilan isitiladi, yonish issiqligi 8350 kkal/m^3 . Havoni $800-850^\circ\text{C}$ gacha qizdirish uchun har bir bo'lim keramik rekuperator bilan jihozlangan. O'rnatilgan issiqlik rejimi avtomatik tartibga solish va termal boshqaruv bloklari tomonidan qo'llab - quvvatlanadi.



33.1 - rasm. Stan 2000 ning metodik itarib yuruvchi pechining uzunlama kesimdagi ko'rinishi

Slyablarni qizdirish uchun prokatlash jarayonidan oldin, metodik pechlardan foydalaniladi. Avvalda uchta zonali qizdirish pechlaridan foydalanilgan, hozirda to'rtta zonali va beshta zonali pechlaridan foydalaniladi. Pechlar yuqori o'choq va koks gazining aralashmasi bilan yoki yuqori o'choq va tabiiy gaz aralashmasi bilan qizdiriladi.

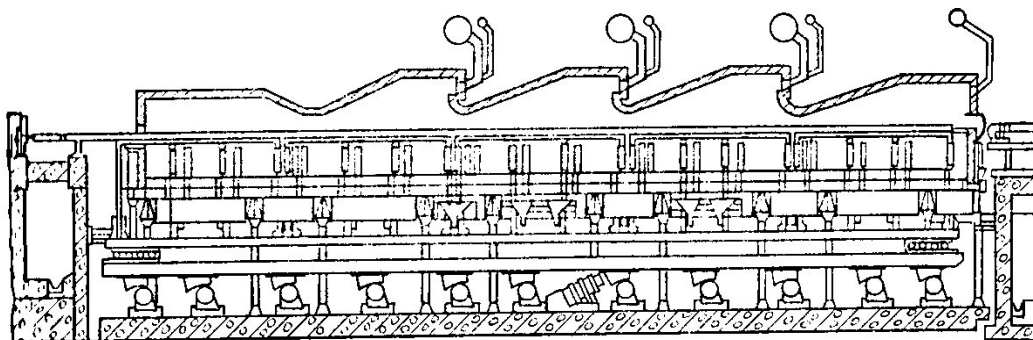
Stan 2000 va stan 3600 da slyablarni zarbasiz uzatish maxsus uskuna orqali amalga oshiriladi.

33.1-rasmda Stan 2000 ning metodik pechlaridan biri ko'rsatilgan. Pechning xususiyati pechning devorlariga glisyaj trubalarning parallel bo'lmagan holda joylashganligidir. Bu o'z navbatida slyablarning uzunlamasiga notekis qizdirilishini kamaytiradi (glisyaj belgilarni yo'q qiladi). Tajribalar ko'rsatishicha, Stan 2000 NLMZ ning ishlashi glisyaj belgilarning mutloq yo'q qilinishiga erishilmagan. Metodik itarib yuriluvchi pechlar bir qancha kamchiliklarga ega. Itariluvchi pechlar doimiy ravishda slyablar bilan to'la bo'ladi, pechni sozlashdan oldin ularni tozalash bir muncha qiyinchilik tug'diradi. Issiq layin prokatlangan polosalarning glisyaj trubalar bo'ylab siljish paytida, slyablar pastki yuzasida paydo bo'ladigan defektlarning yuzaga kelish sababi chiziqlardir.

Bu kamchiliklarni bartaraf qilish maqsadida harakatlanuvchi balkali pechlar ishlab chiqilgan, bunday pechlar chet elda ishlatilindi.

Pech ostida qalin devorli quvurlar rama shaklida yasalgan 6 qator harakatlanmaydigan va 4 qator harakatlanuvchi balkalardan iborat. Harakatlanmaydigan quvur liniyasi, harakatlanuvchi balka sharnirlariga biriktirilgan. Harakatlanuvchi balkalarning gorizontaal yurishi 480 mm ni tashkil qiladi, vertikal holatda esa 200mm tashkil qiladi. Balkalarning (to'sinlarning) bir siklda harakatlanish davomiyligi 60 s. harakatlanish mexanizmi gidravlik yuritgichga ega.

Pechning tepa qismi odatdagi kabi devorning oxiriga o'rnatilgan gorelkalar bilan isitiladi, past qismi esa-yon gorelkalar bilan isitiladi. Yon gorelkalarda (yondirgichlarda) ikkita gaz kirish joyi va ikkita konsentrik gaz nasadkalari mavjud. Nasadkalar orasidagi gaz oqimining tezligi pechning issiqlik yukiga qarab taqsimlanadi; minimal yuklamalarda gaz markaziy nasadkalar orqali yetkazib beriladi, maksimal holatda esa-chetda joylashgan nasadkalar orqali yetkazib beriladi.



33.2 - rasm. Stan 2000 pechining harakatlanuvchi balkalarining uzunlama kesimdagi ko'rinishi

Qizdirish davomida slyablarni qo'llab turuvchi balkalar (to'sinlar) ga 140 mm balandlikka ega issiqlikka chidamli po'latdan reytor o'rnatilgan. Bu o'z navbatida slyablar uzunligi bo'ylab notekis qizdirishning oldini oladi. Slyablarni qizdirish uchun elektrinshootli plitalar ham mavjud. AQSh ning bir qancha zavodlarida sanoat induksion isitish moslamasi quyma slyablarni qizdirishda ishlatiladi. U 6 ta liniyadan iborat, har biri 3 bosqichga ega. Birinchi bosqich slyablarni dastlabki 800°C gacha isitish uchun mo'ljallangan, ikkinchisi- 1220°C gacha isitadi, uchunchi bosqich slyablarni uzoq vaqt qizdirib turish uchun mo'ljallangan. Slyablarning harorati moslamadan chiqishida 1250-1300°C da bo'ladi.

Shuni ta'kidlash kerakki, elektroinshootli plitalar legirlangan po'latli slyablarni yoki qimmatbaho quymalarni qizdirishda qo'llaniladi.

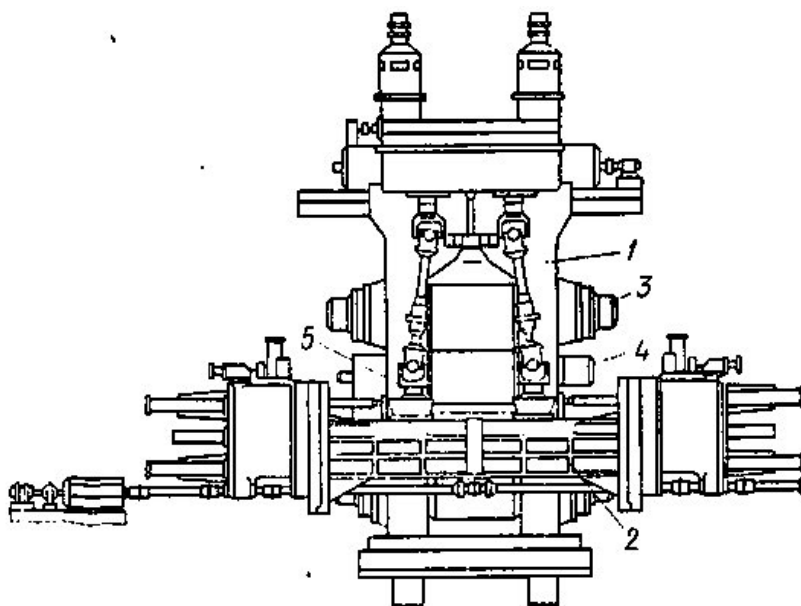
Nazorat savollari:

1. Qalin listli stanlar uchun zagotovka sifatida nimalar qo'llaniladi?
2. Metodik itarib yuriluvchi pechlar haqida nimalarni bilasiz?
3. Slyablarning harorati moslamadan chiqishida qancha bo'ladi?
4. Birinchi bosqichda slyablarni dastlabki qizdirish harorati qancha bo'ladi?

34-amaliy mashg'ulot Ishchi kletlar

Qalin listli stanlarda yakuniy kletlar sifatida va keng polosali stanlarda boshlang'ich va yakuniy kletlar sifatida to'tjo'vali kletlar qo'llaniladi. (34.1-rasm) da keng polosali stanning boshlang'ich guruhga mansub universal kleti ko'rsatilgan. U to'rt jo'vali klet va vertikal jo'valardan tashkil topgan, vertikal jo'valar to'rt jo'vali kletning staninalariga birlashtirilgan.

To'rtjo'vali ishchi klet, traversa bilan bog'langan, podshipnik yostiqlari va ishchi va tirkak vallar, uzatma, chizg'ich, bosuvchi va muvozanatlashtiruvchi qurilmadan iborat staninadan tashkil topgan. Staninalar yuqori mustahkamlik va qattqlikka ega bo'lishi kerak. Lisli stanlar uchun yopiq turdagi staninalar qo'llaniladi. Staninalar ikkita plitasimonlarga joylashtirilgan.



34.1-rasm. To'rt jo'vali kletning umumiy ko'rinishi:

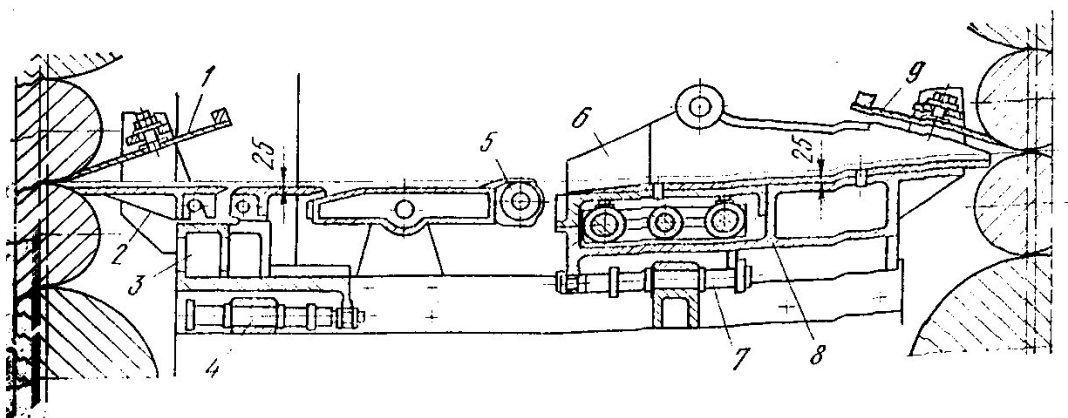
- 1- to'rt jo'vali kletning staninasi; 2- vertikal jo'vali kletning staninasi;
3- tirkak val; 4- ishchi val; 5- vertikal val

Boshlang'ich guruhga mansub to'rtjo'vali kletning ishchi jo'valarini va kuyindi sindiruvchini konusli roliklarga ega to'rt qatorli podshipniklarga o'rnatiladi; tirkak jo'valar - suyuq ishqalanishli podshipniklarda. Podshipniklar tayanch yostiqli va ishchi kletlarga joylashtiriladi.

Jo'valarning tarkibiy qorishmasini maxsus bosuvchi mexanizm orqali tekshiriladi, mexanizm ikkita juftli vintdan iborat.

Prokatlanayotgan metallni jo'valardan jo'valarga yo'naltirish uchun staninali roliklar va o'tkazgichlarni qo'llaniladi.

Staninali roliklarini yumshatish podshipniklariga o'rnatiladi va alohida elektr yuritma bilan yetkazib beriladi. Uzluksiz guruh kletlari orasidagi prokatlanayotgan polosani qo'llab - quvatlash va uni keyingi kletga yo'naltirish uchun simlar, chizg'ichlar va halqa ushlagichlar xizmat qiladi (34.2-rasm).



34.2-rasm. Uzlüksiz ishlovchi kletlar guruhiga mansub issiq holda prokatlanadigan keng polosali stanining yoʻnaltiruvchi chiziqlari, petlya ushlagich va simlarining koʻrinishi: 1-kletning orqasidagi tepa qismda joylashgan simlar; 2-kletning orqasida joylashgan pastgi simlar; 3-simli stol; 4-kletning orqa qismidagi simli stolni harakatlantiruvchi gidravlik silindr; 5-petlya ushlagich; 6-yoʻnaltiruvchi chiziq; 7-simli stolni klet oldida harakatlantiruvchi gidravlik silindr; 8-simli stol; 9-kletning oldidagi tepa qismida joylashgan sim

Polosali stanlarda qoʻllaniladigan slyablar tayyor polosaning kengligidan kam boʻlsa, dastlabki kuyindi sindiruvchining orqasiga oʻtkaziladigan, kengaytiruvchi kletlar qoʻllaniladi. Kengaytiruvchining oʻrniga bosim uchun ikki joʻvali va toʻrt joʻvali kletlar ham ishlatiladi. Kengaytiruvchi kletning joʻvalari diametri va bochkaning uzunligi, boshqa kletlarning joʻvalar diametri va bochka uzunligidan koʻproq.

Qalin listli stanlarda kengaytiruvchi sifatida boshlangʻich klet xizmat qiladi. Aylanuvchi moment, elektrodvigateldan ishchi joʻvalarga, reduktorlar, tishli gʻildiraklar (shesternya) va shpindellar orqali oʻtkaziladi. Toʻxtovsiz ishlaydigan guruhga mansub kletlarda odatda reduktorlar qoʻllaniladi.

Nazorat savollari:

1. Ishchi kletlar deganda nimani tushunasiz?
2. Prokatlanayotgan metallni joʻvalardan joʻvalarga yoʻnaltirish uchun nimalardan foydalaniladi?
3. Staninalar nimalarga joylashtiriladi?

35-amaliy mashg'ulot

Uchuvchi qaychilar

Uzluksiz prokatlash guruhiga mansub kletlarning polosali stanlarida, prokatlashdan oldin metallning oldingi va keyingi qismlari uchuvchi qaychilar bilan kesib olinadi. Tepa qismidagi pichoq gorizontaal chiziqqa muayyan burchak ostida o'rnatiladi.

Oxirgi yillarda ekspluatatsiya topshirilgan stanlarda pichoqlar shunday o'rnatiladiki, metallning oldi qismi kesilganda u shevron shakliga kelib qoladi. Bu o'z navbatida kesish kuchlanishni oldingi va oxirini ushlab olishni yengillashtiradi.

Kesilayotgan metallning kesimi va kesishning kuchlanishi uzluksiz guruhga mansub stanlar mahsulot turiga qarab aniqlanadi.

Bu turdagi qaychilarga misol qiladigan bo'lsak, 2000 NLMZ staniga o'rnatilgan qaychilar misol bo'la oladi.

Uchuvchi qaychilarning tasnifi:

Kesilayotgan metallning kesimi, mm.....40× 1850

Yuqori kesish ishi, kgm/m³.....3,5

Yuqori pichoqning qiyaligi.....1°26'

Kesishning hisoblash kuchi, ts.....350

Kesish kuchidan eng yuqori hisoblangan moment, ts·m.....150

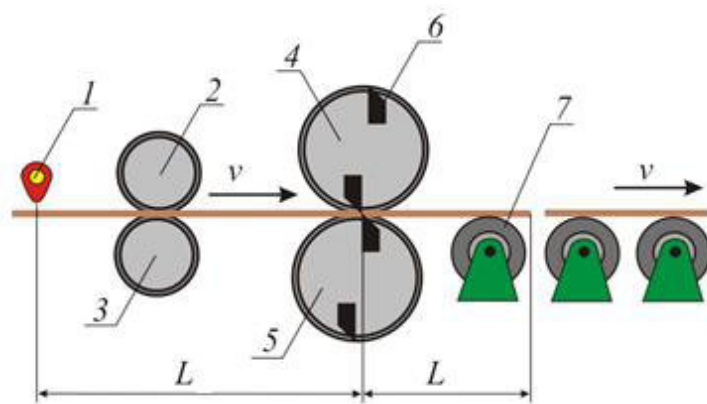
Pichoqlarning qirralari bo'ylab barabanlarning diametrik, mm:

Yuqori qism.....1130/1020

Pastki qism.....800

Asosiy yuritgich dvigatelining kuchi, kVt.....2000

Kesishning tezligi, m/s.....0,4-2,8



35.1 - rasm. Polosalarni barabanli uchar qaychilarda qirqish:

1 - fotorele; 2, 3 - suruvchi (turtuvchi) roliklar; 4, 5 - barabanlar;

6 - pichoq; 7 - rolgang;

L - kesilgan hudud uzunligi; L_f - fotoreledan kesilgan joygacha bo'lgan masofa

Nazorat savollari:

1. Uchuvchi qaychilar haqida nimalarni bilasiz?
2. Uchuvchi qaychilar qayerlarda ishlatiladi?
3. Polosalarni barabanli uchar qaychilarda qirqish mumkinmi?

36-amaliy mashg'ulot

Himoya qoplamalarini qoplash uchun mashinalar

Po'latdan tayyorlangan polosalarni korroziyadan himoya qilish uchun ularga rangli metallardan (alyuminiy, sink, qo'rg'oshinning olovli eritmasi) himoyalovchi qoplamalar qoplanadi, shuningdek plastizol ko'rinishidagi polimerlar, organozollar, plyonka, lak va bo'yoqlardan ham.

Sovuqlayin prokatlanadigan polosalarga qoplanadigan metallardan eng ko'proq qo'llaniladigani sink, undan so'ng alyuminiy va qo'rg'oshinning olov bilan qotishmasi. So'nggi paytlarda ikki qavatli qoplamalar keng tarqalmoqda. Polosaga yuqori yupqalikda metall qoplama surtiladi va unga bo'yoq yoki plyonkali polimer qoplanadi. Shu tariqa rangli metallni qoplashdagi sarfini kamaytirish imkonini beradi, qoplamaning umumiy qiymatini kamaytiradi va korroziya chidamliligini oshirish imkonini beradi. Metall qoplamalar orasida yuqori himoyalash va adgeziyalovchi xususiyatga ega alyuminiydir. Bir xil massadagi alyuminiy sinkdan 6 barobar chidamlidir, bir xil qalinlikda esa 2,5 barobar. Biroq, arzon va bardoshli alyuminiy qoplamalarini olishda yuzaga keladigan texnik qiyinchiliklar tufayli listlarni sinklash qo'llanilmoqda. Faqatgina birlamchi qoplab gruntlash uchun yupqa sinkli qoplamalar (2-10 mkm)ni, elektrolitik usul orqali olinadi. Biroq, ko'p xollarda, (90% da yuqori) sinkli qoplamalar issiq xolda sinklash usuli bilan amalga oshiriladi.

Polosa yuzasini qoplash uchun tayyorlashning bir necha usullari mavjud.

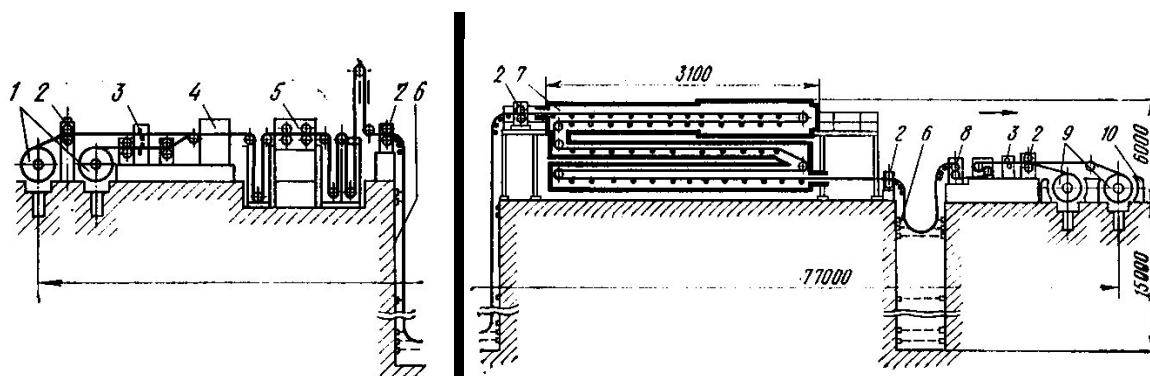
1. Metallni oksidlanish zonasida qizdirib olinadi (himoyalovchi atmosferasiz), organik ifloslanish va yog'lardan tozalash uchun o'tish pechida $400-500^{\circ}\text{C}$ gacha qizdiriladi, undan so'ng qayta tiklovchi atmosfera zonalarida (75% vodorod va 25% azot) $700-950^{\circ}$ (navbati bilan toblash va normalizatsiyalash) polosa yuzasidagi oksidlovchi plyonkadan

toza temir yuzasi hosil bo'lgunicha; bir vaqtning o'zida texnik ishlov berish ham amalga oshiriladi (Armko-Sendzimmer).

2. Polosalarni yog'sizlantirish va yedirish vannalarda ishlov beriladi, undan so'ng suyuq flyusli vannadan o'tkaziladi. Flyus sifatida xlorli rux, bazida xlorli ammoniy qo'llaniladi. Rux qoplashdan oldin metall qizdirib yumshatiladi (Kuk-Nortman usuli).

3. Yog'lar va mexanik ifloslanishlardan tozalash kimyoviy usulda maxsus yog'lardan tozalovchi vannalarda amalga oshiriladi. Polosaning yuzasidagi oksid qatlam qayta tiklovchi atmosferali (10-15%li vodorod) termik pechda qayta tiklanadi ("Yunayted Stays" usuli).

Birinchi va uchinchi metodlarda polosaning tozalanish jarayonida mexanizm ichida termik pechlar bo'lishi va polosa termik pechlar orasidan o'tishi shart. Polosalar yuzasiga ishlov berishning ikkinchi usulida termik pechlar bo'lishi shart emas, chunki himoyalovchi qoplamalarni qoplovchi agregatdan tashqarida polosalar termik ishlov berish amalga oshirilishi mumkin. Misol sifatida (36.1-rasm) da uzluksiz issiqlayin ruxlash (АГНЛК) agregatining, cho'zilgan pechning ostida mexanik uskunalarning sxemasi ko'rsatilgan.



36.1 - rasm. Ko'p qavatli gorizantal pechli uzluksiz qizdirish agregati uskunasi kompozitsiya sxemasi: 1 - listni o'ramidan yoyib beruvchi; 2 - uzatuvchi ro'liklar; 3 - gilyotinali qaychilar; 4 - kavsharlovchi mashina; 5 - tozalash moslamasi; 6 - petlya chuqurligi; 7 - tortuvchi gorizantal pech; 8 - tortuvchi stansiya; 9 - kalavalash qurilmasi; 10 - bosib oluvchi

Bu agregatlarda $0,35 \div 1,5 \times 700 \div 1500$ mm o'lchamdagi, kam uglerodli po'latdan tayyorlangan polosalar ishlov beriladi. АГНЛК uzluksiz issiqlayin ruxlash agregatiga tashqi diametri 1000-2200 mm, ichki diametri 600 mm bo'lgan rulonlar kelib tushadi, uzluksiz issiqlayin ruxlash agregatidan chiqqandan so'ng rulonlarning tashqi diametri 1000-

1300 mm, ichki diametri 600 mm. Kelib tushadigan va qaytarib beriladigan rulonlarning og'irligi 30 t gacha va 5 t gacha. Maxsulotni listlardan chiqarishda ularning uzunligi 700-4000 mm va kengligi 700-1500 mm.

Texnologik qismda polosaning tezligi 90 m/min, agregatning yillik ishlab chiqarishi 120 ming tonna.

Ishlash rejasiga qarab uskuna agregatini uchta qismga bo'lish mumkin (36.1-rasm).

1. Boshlang'ich qism (vaqti - vaqti bilan). Sovuq holda prokatlanadigan rulonlarni qabul qilish uchun va polosani ochish uchun, kesish gilotali qaychilarda, polosaning oldingi va oxirlarini uzluksiz polosaga, chekka qirralarini diskli qaychilarda kesish va qirra itargichlarda qirralarini o'rash amalga oshiriladi.

2. Agregatning o'rta texnologik qismi (uzluksiz ishlovchi). Uning uskunasi №1 petlyali uskunadan №2 petlyali uskunagacha oralig'ida joylashgan va polosa yuzasini qo'pol ximik va mexanik tozalash uchun mo'ljallangan. Shuningdek keyingi jarayon ya'ni polosani yupqa tozalash va elektrolitik vannada joriy yuvish va quritishdan iborat. Agregatning shu qismida polosali pechlarga termik ishlov berish va shuningdek ruxlangan yuzani passivlash amalga oshiriladi.

3. Agregatning uzluksiz qismi (vaqti - vaqti bilan ishlovchi). Uning uskunasi № 2 petlyali uskunadan paketlovchi stolgacha uzunlikda joylashgan va polosani agregatning texnologik qismidan o'tadi, ruxlangan polosani listlarga kesib, ularni yog'lab va paketlarga joylash vazifasini bajaradi.

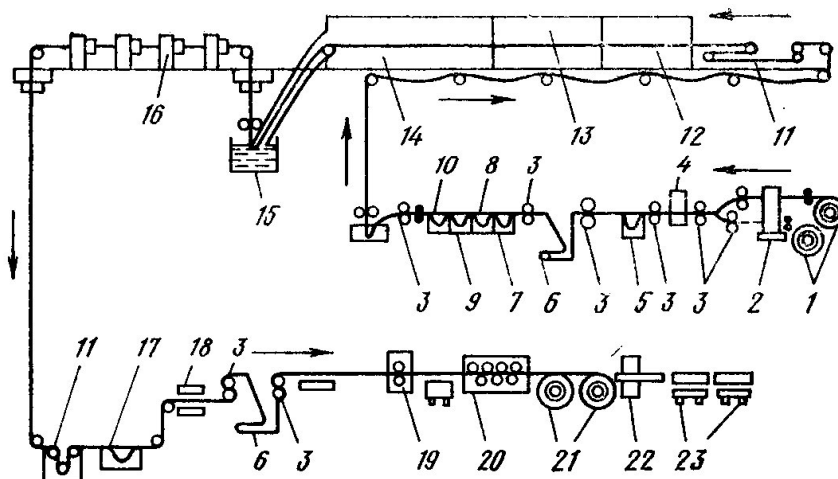
Agregatning texnologik qism uskunasi polosani birinchi va uchunchi usul bilan tozalash yoki shu ikkita usul bilan amalga oshiriladi. Polosaning yuzasini uchunchi usul bilan tozalashda oksidlovchi pechning kamerasini asosiga ulanadi, ular agregat pechning va agregatning ish unumdorligini oshirib bir butundek ishlaydi. Bu holda polosa yuzasini tozalash agregatning kimyoviy qisimida amalga oshiriladi.

Kimyoviy qismining eritmalarining tarkibi konsentratsiyasi va harorati quyida keltirilgan:

1. *Kimyoviy yog'sizlantirish*. Kaustik sodaning 30-40 g/l, metasilikat natriyning 15-25 g/l va 1-3 g/l emulgatordan iborat bo'lgan eritmada, 90-95° C da amalga oshiriladi.

2. Mexanik tozalash shyotkada yuvuvchi mashina. Tipolifosfat natriy 8-12 g/l va metasilikat natriy 1-3 g/l dan iborat eritmada, harorati 50-60°C da amalga oshiriladi.

3. Elektrolitik yog'sizlantirish. Kaustik sodaning 30-40 g/l va metasilikat natriyning 15-25 g/l dan tarkib topgan eritmada, tok zichligi 3-4 A/Dm² kuchlanishi 12V va harorati 90-95° C da amalga oshiriladi.
4. Suv bilan yuvish 90-95° C da.
5. Par bilan quritish.



36.2-rasm. Polosani issiq holda uzluksiz ruxlash agregatining texnologik sxemasi: 1 - listni o'ramidan yoyib beruvchi; 2 - gilyotinali qaychilar; 3 - tortuvchi roliklar; 4 - kavsharlovchi mashina; 5 - qirrani kalavalash qurilmasi; 6 - petlyali uskuna; 7 - xo'llash vannasi; 8 - shyotkada yuvish mashinasi; 9 - katod bilan ishlov berish vannasi; 10 - yuvish vannasi; 11 - polosaning tortilishini yo'lga soluvchi; 12 - oksidlanish kamerasi; 13 - qayta tiklovchi kamera; 14 - sovutish kamerasi; 15 - issiqdayin ruxlash vannasi; 16 - sovutish moslamasi; 17 - passivatsiya vannasi; 18 - quritish moslamasi; 19 - tortuvchi moslama; 20 - boshqaruvchi mashina; 21 - kalavalash qurilmasi; 22 - uchuvchi qaychilar; 23 - to'plamli stol

Rux qoplamasini surtish uchun 450-470°C gacha qizdirilgan polosani futerlangan germetik o'tkazuvchi qurilma orqali eritilgan ruxli vannaga o'tkaziladi. Ruxli eritma qizdirilgan polosa orqali va maxsus elektroisitgich yordamida qizdiriladi.

Oxirgi vaqtlarda ruxli qoplamaning regulirovka qilishning yangi usuli keng qo'llanilmoqda. Bu usulda suyuq ruxning ortiqcha qismi polosadan ro'liklar orqali olinmaydi, balki siqilgan havo oqimi yoki par yordamida (gazli pichoq usuli yoki djt jarayoni). Ruxli qoplamaning qalinligini regulirovka qilish siqish ro'liklari usuliga qaraganda quyidagi avzalliklarga ega.

1. Ruxlash tezligi 90 dan 150-200 m/minutgacha ortadi.
2. Qoplama og'irligining moslashuvchan tartibga solishni 60 dan 1000 g/m² va qalinligi 4.5 dan 72 mkm bo'lishini ta'minlaydi.
3. Qoplamaning sifati yaxshilanadi va agregatning ish rejimlarini tezkor qayta tiklashga yordam beradi.

Issiq holda alyuminlash ko'p hollarda ruxlash qo'llaniladigan agregatlarda amalga oshiriladi. Bu hollarda agregat tarkibiga almashadigan vannalar yoki ruxlash uchun alohida, alyuminlash uchun alohida vannalar o'rnatiladi. Yoki 2 ta alohida termik futerlangan uzatmalar polosani shu yoki boshqa vannaga uzatish uchun o'rnatiladi. Alyuminning toza eritmasi (700°C) yoki kremniy bilan 2-6 % qotishmasi qo'llaniladi.

Toza alyumin bilan qoplangan listlar atmosfera sharoitlarida qo'llashga yaroqli va 480°C issiqqa bardoshlilik xususiyatiga ega. Alyuminiy va kremniy qotishmasi bilan qoplangan listlar yuqori issiqqa bardoshlilik 700°C gacha, lekin atmosferali sharoitlarda ishlatishga yaroqsiz. Oxirgi yillarda po'latli polosaga alyuminli qoplamaning istiqbolli usuli qo'llanilmoqda. Bu usulda elektron nurli isitish yordamida vakuumli alyuminlash usuli ham qo'llanilmoqda. Qurilmada polosaning maksimal harakatlanish tezligi 8m/s. Vakuumli metallash usuli yordamida qalinligi 0.1 dan 2 mkm gacha alyuminli qoplamalar olinadi.

Nazorat savollari:

1. Po'latdan tayyorlangan polosalarni korroziyadan himoya qilish uchun qanday materiallardan foydalaniladi?
2. Ruxli qoplamani regulirovka qilishning qanday usullari mavjud?
3. Alyuminiy va kremniy qotishmasi bilan qoplangan listlar qancha issiqqa bardosh bera oladi?

37-amaliy mashg'ulot

Listli prokat qalinligini o'lchagichlar

Prokat qalinligini o'lchash uchun 2 turdagi nurlanishdan foydalaniladi: rentgenografik va γ - nurlar.

Issiq holda prokatlashda polosali stanlarda polosaning qalinligi rentgen o'lchov uskunalarida aniqlanadi. Ushbu qurilmalarning ishlashi rentgen nurlarining o'lchanayotgan polosa orasidan o'tishi va qoldiq intensivligini ma'lumot namunasida taqqoslashga asoslangan.

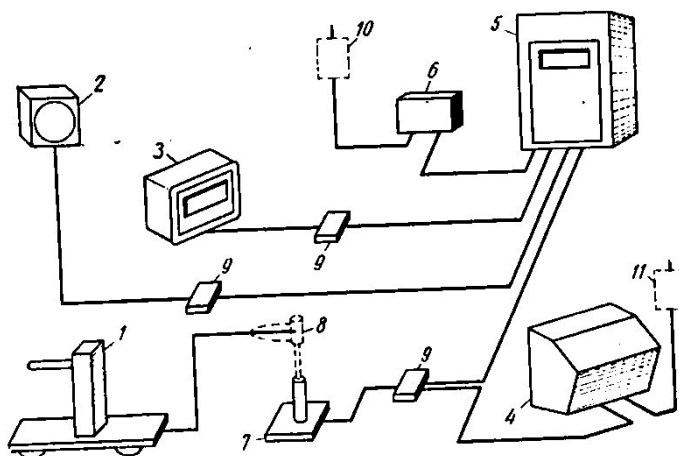
Oxirgi yillarda eng ko'p tarqalgan qalinlikni rentgenli o'lchovchi uskuna IT-5688T, uzluksiz va kontaktsiz o'lchash uchun va harakatlanuvchi issiq polosa qalinligining belgilangan o'lchamdan og'ishini qayd etish va o'lchash IT-5688T uskunasi komplekti (37.1 - rasm) da ko'rsatilgan.

Uskuna IT-5688T ikkita o'zgaruvchan *I* va *II* shkalaga ega, quyidagi o'lchov chegaralari:

Shkala *I*0-8 0-10 0-12

II0-4 0-5 0-6

7-52 mm qalinlikdagi polosalarni o'lchashda IQTPA-III o'lchov uskunasi foydalaniladi. Qalinlik o'lchagichning ta'siri o'lchanayotgan list orqali uzatiladigan γ - nurlanish intensivligining susayish darajasini to'g'ridan - to'g'ri o'lchash uslubiga asoslangan. O'lchagichning asosiy uskunasi (nurlanish manbai konteyneri va qabul qilgich) ro'lganglarda joylashgan relslar bo'ylab harakatlanadigan aravachaga o'rnatilgan.



37.1 - rasm. Qalinlikni rentgen usulida o'lchovchi qurilma ITG5688T:
1-aravachadagi o'lchovchi blok; 2 - ko'rsatuvchi qurilma; 3 - ro'yxatga oluvchi uskuna; 4-boshqaruv pulti; 5-quvvatlash pulti; 6-stabilizator;
7-osmali moslama; 8-havo va suv shlankalari; 9-kabel qutilari;
10,11-o'chirgichlar

Avtomatik va yarim avtomatik ish rejimlarida listning qalinligini uning chetidan belgilangan masofada, qo'lda o'lchash rejimida esa istalgan nuqtada o'lchash mumkin. Mutloq qiymatlar ko'rinishidagi o'lchov natijalari raqamli displeyda namoyish etiladi. O'lchov natijalarini qog'oz lentaga yozib olish uchun raqamli printer ham mavjud.

IQTPA-III ning texnik xarakteri:

Pozitsiyalar uchun mm dagi o'lchov chegaralari:

I.....7-28

II.....28-52

Asboblarning ko'rsatkichining asosiy xatosi, %..... ± 1

Polosani sovuq holda prokatlash paytida kontaktsiz qalinlikni o'lchash uchun qalinlik IT-5250 ko'rsatkichlari qo'llaniladi.

Hisoblagich yordamida polosaning o'rtacha qalinligi diametri 25 mm bo'lgan joylarda aniqlanadi. γ -nurlanish manbai turli-170 radioaktiv izotopdir. Qalinlik o'lchagichi ro'yxatga olish moslamasini va avtomatik signalizatorni ulash uchun chiqish yo'liga ega, unga ko'ra chiqayotgan polosaning qalinligi belgilangan me'yorlardan oshib ketsa, ma'lumotni yorug'lik signal ko'rinishida beradi. Qalinlikni o'lchagichni prokatlash jarayonida polosa qalinligini boshqarish tizimida ham qo'llasa bo'ladi.

IT-5250 ning texnik xarakteristikasi:

Qalinlikni o'lchash chegaralari0,4-3

O'lchashning asosiy xatosi, mkm, polosa qalinligida, mm:

0,7 gacha..... $\leq \pm 10$

0,7 dan yuqori (qalinlik o'lchashdan %)...... $\pm 1,5$

Ekspluatatsiya qilish shartlari:

Havo muhiti harorati, °C.....10-40

Nisbiy namlik.....80

Atmosferadagi ruxsat etilishi mumkin bo'lgan aralashmalar, suv bug'lari, emulsin, yog'lar.

Polosa harorati, °C ≤ 150

Quvvat kuchlanishi V.....220

Chastota, Гц.....50

Sarf qilinadigan kuchlanish, ВТ.....150

Sovuq holda prokatlash stanlarida, shuningdek sovuq holda prokatlanadigan polosalarni listlarga bo'lish agregatlarida qalinlikda rentgen usulida o'lchagichlardan foydalaniladi, ITX-5736.

Uskunaning o'lchash chegaralari, mm

Shkala I 0-3 0-4 0-5 0-6 0-8 0-10 0-12

II 0-1,5 0-2 0-2,5 0-3 0-4 0-5 0-6

Qurilma doimiy ravishda kontaktsiz o'lchovlarni amalga oshirishga va harakatlanayotgan sovuq holda prokatlangan polosaning qalinligini yozib olishga imkon beradi va chiziqli qalinligining berilgan hajmdan chetga chiqishi haqida ma'lumot beradi.

ITX-5736 ning texnik xarakteristikasi:

Polosa qalinligini o'lchashdagi asosiy xatosi, %:

Shkalaning yuqori chegaralarida 30% gacha..... $\pm 0,3$

Shkalaning yuqori chegaralarida 30% dan yuqori..... ± 1

Qalinlik o'lchashning signali yorug'lik tablolariga uzatiladi. Qurilmaning polosa qalinligi avtomatik ravishda boshqarishda qo'llaniladi.

Nazorat savollari:

1. Prokat qalinligini o'lchash uchun nechta turdagi nurlanishdan foydalaniladi?

2. Issiq holda prokatlashda polosali stanlarda polosaning qalinligi qanday aniqlanadi?

3. O'lchov natijalarini qog'oz lentaga yozib olish uchun nimalar kerak bo'ladi?

38-amaliy mashg'ulot

Issiq holda prokatlangan polosalarga termik ishlov berish

Po'latga termik ishlov berish deb uni ma'lum haroratgacha qizdirib, undan so'ng shu haroratda ma'lum vaqt saqlab va turli xil tezlikda sovutish tushuniladi. Termik ishlov berish jarayonida metallning tuzlishida o'zgarishlar ro'y beradi, prokatlash jarayonida va sovutishdan keyin yuz beradigan ichki kuchlanish kamayadi, kuchlanish natijasida metallda yoriqlar paydo bo'lishi mumkin.

Uglerodli sifatli konstruksiyali va o'rta marganesli po'latdan tayyorlangan qalin listlarga termik ishlov berishda plastik va texnologik xususiyatlari yaxshilanadi.

Oxirgi vaqtlarda issiq holatda prokatlangan po'latga yuqori xususiyatlar berish uchun unga termik ishlov berish urfga kirgan.

Qalin listli po'latlarga termik ishlov berishning turlari: toblash, normalizatsiyalash, yuqori bo'shatish va bo'shatish bilan toblash.

Kuydirib yumshatish - bu po'latni Ac_3 ning yuqori kritik nuqtasidan yuqoriroq haroratgacha yoki Ac_3 va Ac_1 oralig'idagi haroratgacha qizdirib, shu haroratda muayyan vaqt ushlab turib va keyinchalik sekin yoki past tezlikda sovutish. Kuydirib yumshatish puxtalikni kamaytirish uchun va ichki kuchlanishlarni kamaytirish uchun qo'llaniladi. Shuningdek mexanik xossalarini yaxshilash uchun ham qo'llaniladi.

Bo'shatish - Ac_1 haroratidan past haroratda qizdirishda va shu haroratda tez yoki sekin qizdirishdan iborat. Bo'shatishning uchta turi mavjud: past (qizdirish harorati 130-240°), o'rta (260-450°) va yuqori (450-700°).

Listllarni prokat ishlab chiqarishda po‘latlar uchun odatda yuqori bo‘shatishdan foydalaniladi. Po‘latni Ac_3 yuqori nuqtasidan $40-50^{\circ}C$ yuqori haroratda qizdiriladi va shu temperaturada ushlab turish va havoda sovutish normalizatsiyalash deyiladi. Normalizatsiyaga kamuglerodli listlar va kam legirlangan po‘latli listlar yo‘liqtiriladi. Yuqoriuglerodli va legirlangan po‘latlarni normalizatsiyalash yuqori bo‘shatish bilan amalga oshirilishi kerak. Normalizatsiya metall strukturasini yaxshilaydi (donachalar kichrayadi), shuningdek zarbiy qovushqoqlikni oshirish uchun ham qo‘llaniladi.

Toblash - po‘latni Ac_3 nuqtasidan yuqoriroq haroratda qizdirish yo‘li bilan amalga oshiriladi (to‘liq toblash) yoki Ac_1 va Ac_3 nuqtalari orasida (to‘liq bo‘lmagan toblash), shu haroratda ushlab turish va havoda tez sovutish, yog‘da, suvda yoki tuzlarning turli eritmalarida. Termik ishlov berishning bu turini qalinligi 15-20 mm dan yuqori kamuglerodli va konstruksion po‘latlardan bo‘lgan listlar uchun qo‘llaniladi.

Termik ishlov berishni kamerali, qopqoqli va o‘tkazuvchan pechlarda amalga oshiriladi. Hozirda o‘tkazuvchan pechlarni stanlar issiqlik oqimiga o‘rnatilmoqda, va barcha prokat listlarga termik ishlov berilmoqda.

Toblash uchun toblash mashinalari (presslar) va baklar qo‘llaniladi. So‘nggi vaqtlarda prokat issiqligida listlarni toblash uchun yoki normalizatsiyalashdan oldin ularning haroratini $500-600^{\circ}C$ gacha tezkor sovutish maqsadida, yangi qalin listli stanlarda ishchi kletlardan so‘ng stan oqimida rolikli toblash mashinasi o‘rnatilmoqda.

Metallning qattqlik xarakteristikasini oshirish uchun rolikli o‘tkazuvchan pechlarda amalga oshirilayotgan normalizatsiyalash qo‘llanilmoqda. Qizdirish rejimi po‘lat markasi va listning qalinligiga bog‘liq. Qizdirish davomiyligi listning har bir 1 mm ga vaqtning o‘rtacha davomiyligidan aniqlanadi. Ikki tomonlama qizdirishda bu normani 0,8-1,0 min/mm chegaralaridan olinadi, bir tomonlama qizidirishda esa- 2-4 min/mm katta qalinlikdagi listlarga vaqt normasi ko‘rsatkich diapazoni kichikroq.

Odatda qalinligi 2 mm gacha bo‘lgan listlarni 2-3 listli pachkalarda taxlanadi, listlarni ochiq rolganglarda sovutiladi.

Nazorat savollari:

1. Kuydrib yumshatish deb nimaga aytiladi?
2. Bo‘shatish deganda nimani tushunasiz?
3. Toblash deb nimaga aytiladi?

39-amaliy mashg'ulot

Jo'valarni ekspluatatsiya qilish

List prokat stanlarining jo'valarini tayyorlashda ma'lum miqdorda qoldiq ichki kuchlanishlarga ega bo'lishi mumkin. Bu kuchlanishlarni olish maqsadida jo'valarni kletlarga yetkazish va o'rnatishdan oldin ularni 5-6 oy davomida ushlab turish tavsiya etiladi. Bu ushlab turishni bo'shatishni qo'llash bilan chetlab o'tish mumkin, ya'ni 400-500°C gacha qizdirib ketma-ket asta sovitish.

Agar kletga sovuq jo'valar o'rnatilsa, unda termik kuchlanishning oldini olish uchun ularni sekin qizdiriladi. Agar jo'valar tezda qizdirilsa, u holda ularning yuzasida bo'ylama va urinma kuchlanish yuzaga keladi, ichki qismida - cho'zilish kuchlanishi yuzaga kelishi mumkin bularning oqibatida jo'vaning sinishiga olib kelishi mumkin.

Stanning ishlab chiqarish unumdorligini oshirish maqsadida jo'valarni kletga joylashtirishdan oldin ularni oldindan isitiladi.

Jo'valarning issiqlik rejimiga rioya qilish uchun quyidagi qoidalarga rioya qilish kerak:

1 - Standa har qanday to'xtash sodir bo'lganida sovutuvchi har qanday suyuqlik oqimini zudlik bilan to'xtatish.

2 - Jo'valarning to'xtatilishida prokatlash momentida suv kelishini zudlik bilan to'xtatish, prokatlashdan ozod qilish.

3 - Issiq suv bilan ishlangandan so'ng ehtiyotkorlik bilan taglikka yotqiziladi.

4 - Suv uzatishni o'chirgandan so'ng uning keyinchalik yoqilishi bosqichma - bosqich amalga oshiriladi.

List prokat stanlarining jo'valarda prokatlash jarayonida yeyilish sodir bo'ladi. Tirgak va ishchi jo'valarning yeyilishi ma'lum miqdorda ularning boshlang'ich profil shaklini buzilishiga olib keladi.

Ishchi jo'valarning yuzasi yeyilishining sababi ularning prokatlanayotgan polosa bilan va yuritgichsiz turgan jo'valar bilan o'zaro ta'siri ostida sodir bo'ladi, chunki tayanch va tirgak jo'valarda sirpanish sodir bo'ladi.

Jo'valar yuzasining yeyilish kattaligiga ko'p omillar ta'sir qiladi; metallning jo'valarga to'liq yoki solishtirma bosimning qiymati, jo'valar materiali va prokatlanayotgan po'latning markasi, prokat tezligi, jo'valar sirtiga ishlov berishning tozaligi va ularning qattiqligi.

Jo'valarning tekis bo'lmagan yeyilishining xarakteri prokatlanayotgan polosaning kengligi va jo'valarning profillariga bog'liq.

Nazorat savollari:

1. List prokat stanlarining jo'valarini tayyorlash usuli qanaqa bo'ladi?
2. Jo'valarning issiqlik rejimiga rioya qilish uchun nima qilish kerak?
3. Ishchi jo'valarning yuzasi yeyilishining sababi nima?

40-amaliy mashg'ulot

Prokat ishlab chiqarish mahsulotlari

Prokat ishlab chiqarish mahsulotlari 4 ta asosiy guruhlariga ajratiladi:

1) Sortli prokat (40.1 - rasm). Ushbu guruhga oddiy profillarga kiruvchi kvadrat, aylana, oltiburchak va lenta kiradi. Shveller, burchak, qo'shtavr, rels, shpuntlar kabi mahsulotlar fasonli profil hisoblanadi.

2) List prokatlash.

Qalinligi bo'yicha list prokatlash quyidagilarga bo'linadi: folga - qalinligi 0,2 mm dan kichik; yupqa listli prokat - 0,2 mm dan 0,4 mm gacha; qalin listli prokat - 4 mm dan 160 mm gacha.

3) Choksiz va payvandlangan quvurlar.

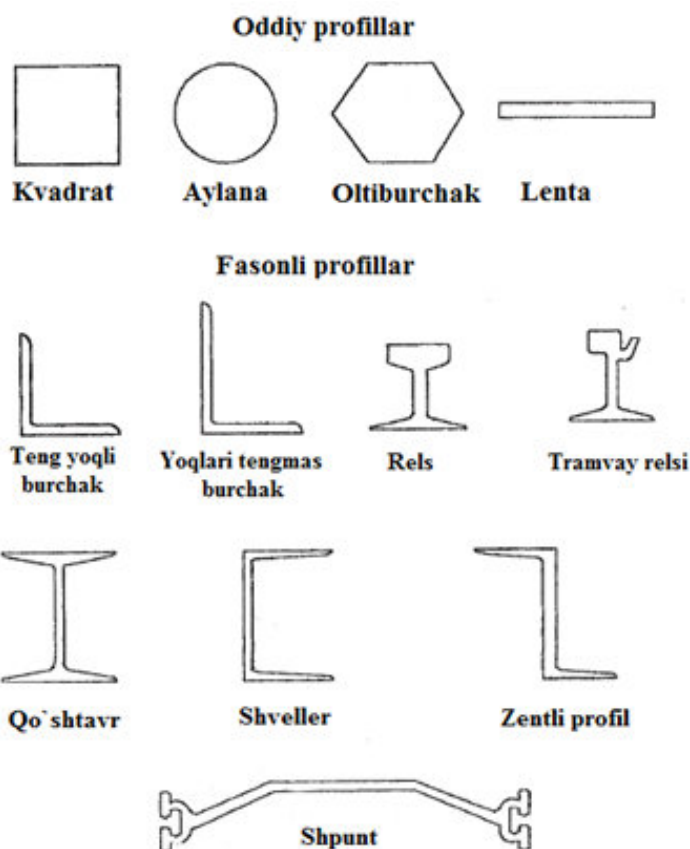
Choksiz quvurlar diametri 650 mm gacha va payvandlangan quvurlar 2500 mm gacha bo'lgan diametrlarda ishlab chiqariladi.

4) Maxsus prokat. G'ildiraklar, halqa, sharlar va turli xil profillar.

Sortli prokat mahsulotlarni ishlab chiqarish

Bunday mahsulotlarni prokatlab olishda zagotovka sifatida asosan po'lat quymalar olinib, ular zarur haroratgacha qizdirilgach, blyuming 1500 stanida prokatlanadi. Bu stanlar bir kletli ikki silindrik jo'vali reversiv bo'ladi. Jo'valar diametri 800-1400 mm bo'lib, aylanish tezligi zaruriyatiga ko'ra oson rostlanadi. Jo'valar orasidagi zazor zagotovka va mahsulot o'lchamiga ko'ra qisqa vaqtga o'zgartiriladi.

Zagotovka 2-3 marta jo'valar orasidan o'tkazib ishlangandan keyin 90° ga buriladi va yana bir necha bor prokatlanadi.



40.1 - rasm. Sortli prokat turlari

List mahsulotlarini ishlab chiqarish

Prokat mahsulotlarining 30% ga yaqini listlarga to'g'ri keladi. Listlarni prokatlab olishda zagotovka sifatida slyablardan foydalaniladi. Prokatlash uchun slyab metodik pechda 1200-1280 °C haroratgacha qizdirilib, shu haroratda ma'lum vaqt saqlangach, bir yoki ikki kletli list prokatlash stanining rolgangiga uzatilib, so'ngra prokatlanadi. Bunda slyab stanning gorizontaal va vertikal jo'valari orasidan ezib o'tkazilayotganda, u to'rt yoqlama eziladi. Zagotovkani shu yo'sinda bir necha bor prokatlash natijasida zarur o'lchamli listlar olinadi. Ish boshlashda prokat stanlari gorizontaal silindrik tekis jo'valar orasidagi zazor o'rtacha 40-80 mm, vertikal jo'valar orasidagi zazor esa 10-30 mm ga kichraytirib boriladi. Juda ham yupqa folgalarni olishda avvalo listlar sirtidagi kuyindini tozalash uchun uni 10-20% li sulfat kislotaning suvdagi eritmali vannaga tushirib, ma'lum vaqt saqlanadi. Keyin vannadan olinib, quritilgach, ko'p jo'vali list prokatlash stanida moy suyuqligidagi muhitda prokatlanadi. Olingan list mahsulotlar saralangach, moylab tegishli joyga uzatiladi.

Choksiz quvur mahsulotlarini ishlab chiqarish

Ma'lumki, turli metall va qotishmalardan har xil quvurlar prokatlash, payvandlash, presslash, kiryalash va bu usullarni kombinatsiyalash yo'llari bilan olinadi.

Choksiz quvurlarni olish uchun ma'lum haroratgacha qizdirilgan yumaloq quymalarni yoki zagotovkalarni prokatlash natijasida qalin devorli quvurlar olinadi. Bu jarayonni umumiy tarzda quyidagi bosqichlarga ajratish mumkin:

- 1) yumaloq kesimli zagotovkani zaruriy haroratgacha metodik pechda qizdirish.
- 2) bu zagotovkani prokatlab gilza olish.
- 3) qizdirilgan gilzani maxsus standda prokatlab quvur tayyorlash.
- 4) tayyorlangan quvurni kalibrlash.

Chokli quvurlarni ishlab chiqarish

Bunda zagotovka sifatida po'lat list olinib, uning eni tayyorlanadigan quvurning perimetriga, qalinligi esa uning devor qalinligiga teng bo'ladi. List zagotovka 1300-1350°C haroratgacha qizdirilib, stanning payvandlash voronkasi orqali tortib o'tkaziladi. Bunda zagotovka qirralari qisilib ezilishi oqibatida payvandlanadi. Kichik diametrli (100 mm gacha) quvurlar ana shu usulda ishlab chiqariladi. Katta diametrli (630-1420 mm) quvurlarni ishlab chiqarishda zagotovkani list qayirish stanida quvur shakliga keltirib, zarur haroratgacha qizdirilgach, uni opravkaga kiygizib, prokatlash stanining o'yiqli jo'valari orasidan ezib o'tkaziladi va payvandlanadi. Ba'zida ularning chokli joylari flyus qatlami ostida avtomatik payvandlanadi.

Nazorat savollari:

1. Prokat mahsulotlar turlarini aytib bering?
2. Sortli prokat mahsulotlarini ishlab chiqarish texnologik jarayoni haqida gapirib bering?
3. Chokli va choksiz qalin va yupqa devorli quvurlarni ishlab chiqarish usulini tushuntirib bering?

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Saydumarov B.M., Prokatlash mashinalari va jihozlari. O‘quv qo‘llanma. -Toshkent: ToshDTU, 2020. - 188b.
2. Maxmudova N.A., Metallarga bosim bilan ishlov berish asoslari. O‘quv qo‘llanma. - Toshkent: ToshDTU, 2021. - 200b.
3. Berdiyev D.M., Qizdirish qurilmalari va uskunalari. Darslik. - Toshkent: ToshDTU, 2021. - 220b
4. Saydumarov B.M., Prokat ishlab chiqarish texnologiyalari. Darslik. - Toshkent: ToshDTU, 2021. - 305b
5. Полухин П.И. и другие. Прокатное производство - М.: Металлургия. 2006.
6. Швейкин В.В., Тягунов В.А. Технология прокатного производства. -М.: Металлургия, 2008.
7. Загидуллин Р.Р. Прокат ишлаб чиқариш. Ўқув қўлланма. – Тошкент: ТошДТУ, 2013.
8. Ziyonet.uz
9. Ziyo.uz
10. edu.uz
11. gov.uz

Mundarija

Kirish	3
21-amaliy mashgʻulot	
Deformatsiya oʻchogʻida metallning oʻrtacha oquvchanlik chegarasini aniqlash.....	5
22 - amaliy mashgʻulot	
A.I. Selikov usuli boʻyicha bosimni aniqlash usuli	11
23-amaliy mashgʻulot	
A.P. Chekmaryev usuli boʻyicha bosimni nazariy jihatdan aniqlashni oʻrganish.....	15
24-amaliy mashgʻulot	
Aylanuvchi momentni solishtirma ishqalanish kuchlari orqali aniqlash...	18
25-amaliy mashgʻulot	
Aylanuvchi momentni prokatlash kuchi orqali aniqlash	19
26- amaliy mashgʻulot	
Prokatlash ishi va quvvatini nazariy usulda aniqlashni oʻrganish.....	23
27-amaliy mashgʻulot	
Prokatlash ishini aniqlash boʻyicha eksperimental maʼlumotlar bilan tanishish.....	24
28-amaliy mashgʻulot	
Blyuminglar uchun siqish rejimi va joʻvalarni kalibrlashni hisoblash usullari	27
29-amaliy mashgʻulot	
Siqish rejimini hisoblash	33
30-amaliy mashgʻulot	
Quymalarni prokatlash uchun boʻshatishlar dastlabki sonini hisoblash...	34
31-amaliy mashgʻulot	
Silliqlik bochkada prokatlashning texnologik koʻrsatkichlarni hisoblash.....	36
32-amaliy mashgʻulot	
Qutili kalibrlarda prokatlashning texnologik koʻrsatkichlarini hisoblash .	38
33-amaliy mashgʻulot	
Qizdirish pechlari	43
34-amaliy mashgʻulot	
Ishchi kletlar	45
35-amaliy mashgʻulot	
Uchuvchi qaychilar	48
36-amaliy mashgʻulot	
Himoya qoplamalarini qoplash uchun mashinalar.....	49

37-amaliy mashgʻulot	
Listli prokat qalinligini oʻlchagichlar	53
38-amaliy mashgʻulot	
Issiq holda prokatlangan polosalarga termik ishlov berish	56
39-amaliy mashgʻulot	
Joʻvalarni ekspluatasiya qilish	58
40-amaliy mashgʻulot	
Prokat ishlab chiqarish mahsulotlari	59
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR ROʻYXATI.....	62

QAYDLAR UCHUN

[illegible]

Saydumarov B.M., Rizaeva N.M. “Prokat ishlab chiqarish nazariyasi”
fanidan amaliy mashg‘ulotlar uchun o‘quv uslubiy qo‘llanma. 2 - qism.

Muharrir:

Miryusupova Z.M.