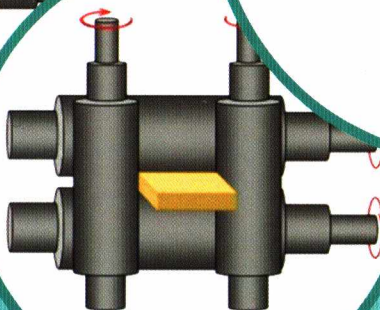
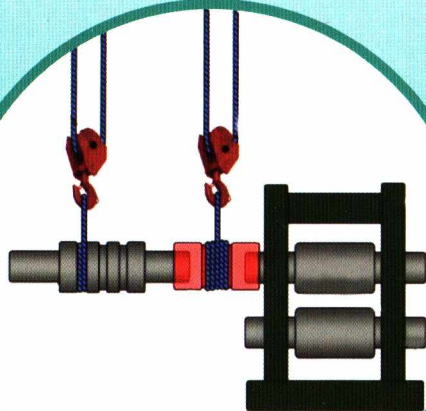
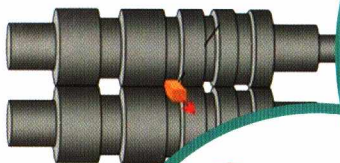
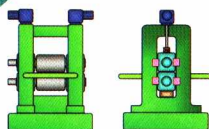


B. M. SAYDUMAROV

PROKATLASH MASHINALARI VA JIHOZLARI



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

B. M. SAYDUMAROV

PROKATLASH MASHINALARI VA JIHOZLARI

*5320300 – Texnologik mashinalar va jihozlar (prokat mashinalari),
5322100 – Prokat ishlab chiqarish texnologiyasi bakalavriat ta‘lim
yo‘nalishlarida ta‘lim olayotgan talabalar uchun o‘quv qo‘llanma
sifatida tavsiya etilgan.*

«O‘zbekiston xalqaro islom akademiyasi»
nashriyot-matbaa birlashmasi
Toshkent – 2020

UO‘K: 629.33(075.8)

KBK: 39.33ya73

S 22

B.M.Saydumarov.

Prokatlash mashinalari va jihozlari [Matn]: o‘quv qo‘llanma / B.M.Saydumarov. – Toshkent: «O‘zbekiston xalqaro islom akademiyasi» nashriyot-matbaa birlashmasi, 2020. – 188 b.

UO‘K: 629.33(075.8)

KBK: 39.33ya73

Taqrizchilar:

D.M.Berdiyev – *«Metallarga bosim bilan ishlov berish» kafedrasi mudiri, texnika fanlar doktori, professor;*

A.N.Shernayev – *«Toshkent Kimyo texnologiya instituti» Xalqaro qo‘shma ta’lim dasturlari asosida o‘qitish bo‘lim boshlig‘i (Phd), dotsent.*

O‘quv qo‘llanmadan «Texnologik mashinalar va jihozlar (prokat mashinalari)», «Prokat ishlab chiqarish texnologiyasi» bakalavriat ta’lim yo‘nalishlari talabalari, shuningdek, turdosh soha xodimlari foydalanishlari mumkin. O‘quv qo‘llanmada fanning asosiy tushunchalari, prokatlash mashinalari va jihozlari hamda jihozlarning dinamikasi va ishonchliligi bo‘yicha bilimlar yoritilgan.

O‘quv qo‘llanma O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligining 2020-yil 30-iyundagi 359-sonli buyrug‘iga asosan nashr etishga ruxsat berilgan.

ISBN 978-9943-6712-4-9

© B.M.Saydumarov, 2020

© «O‘zbekiston xalqaro islom akademiyasi»
nashriyot-matbaa birlashmasi, 2020.

KIRISH

Respublikamizda mashinasozlik sohalaridagi jarayonlarni avtomatlashtirish bo'yicha qo'llaniladigan jihozlarni takomillashtirish chora-tadbirlari amalga oshirilmoqda. 2017 - 2021 yillarda, O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasida, jumladan, «ishlab chiqarishni modernizatsiya qilish, texnik va texnologik jihatdan yangilash, eng avvalo, butlovchi buyumlar importining o'rnini bosish» vazifasi belgilab berilgan. Ushbu vazifalarni amalga oshirish, jumladan, mashinasozlikda prokatlash mashinalari va jihozlarini o'rganish muhim vazifalardan biri hisoblanadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 7-fevraldagi PF-4947-son «O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida»gi Farmoni, 2016-yil 26-dekabrda PK-2698-son «2017-2019 yillarda tayyor mahsulot turlari, butlovchi buyumlar va materiallar ishlab chiqarishni mahalliyashtirishning istiqbolli loyihalarini amalga oshirishni davom ettirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi, 2018-yil 27-aprelda PK-3682-son «Innovatsion g'oyalar, texnologiyalar va loyihalarni amaliy joriy qilish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi Qarorlari, «O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030 - yilgacha rivojlantirish konsepsiyasi» O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 08.10.2019 PF-5847 sonli Farmoni hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga prokatlash mashinalari va jihozlarini o'rganish bo'yicha tadqiqotlar muayyan darajada xizmat qiladi.

Mashinasozlik sohasi jihozlar va keng ko'lamda iste'mol buyumlarni ishlab chiqarishni o'z ichiga oladi va u hamma jamiyat ishlab chiqarishning rivojlanishida asos bo'lib xizmat qiladi. Mashinasozlikni takomillashtirish mehnat unumdorligini oshirish va mahsulot tayyorlashda mehnat hajmini kamaytirishga yo'naltirilgan. Bu rivojlanishning bosh omillaridan biri bo'lib hamma korxonalarda

texnologik va ishlab chiqarish mashinalari va jihozlari hisoblanadi. Ishlab chiqarishni avtomatlashtirish mehnat unumdorligini oshirish, ishlab chiqarilayotgan mahsulot sifatini yaxshilash va buyum ishlab chiqarishga ketadigan mehnat sarfini kamaytirish va mehnat sotsial sharoitini yaxshi tomonga o'zgartirish kabi masalalarni yechadi va insonni texnologik jarayonlardagi operatsiyalarni bajarishdan bevosita ozod qiladi.

Boshqarish tizimlarida elektron texnikaning qo'llanilishi o'ziga o'lcham va texnologik jarayonlar parametrlarini nazorat qiladigan, ba'zi hollarda jihozdagi ish tartibini o'zgartiradigan murakkab, ko'p agregatli avtomatik qatorlarni yaratish imkonini beradi.

«Prokatlash mashinalari va jihozlari» fani 5320300 – Texnologik mashinalar va jihozlar (prokat mashinalari), 5322100 – Prokat ishlab chiqarish texnologiyasi bakalavriat ta'lim yo'nalishlarida tahsil olayotgan talabalar uchun mutaxassislik fanlaridan biri bo'lib, prokat ishlab chiqarish sohasi, prokatlash mashinalarini jihozlash, ish unumdorligini oshirish va prokat mahsulotlarini ishlab chiqarishni hisobga olgan holda lentalar, listlar, tasmalar va boshqalar ko'rinishida dastlabki materialdan zagotovkalar tayyorlash jihozlarining o'ziga xos xususiyatlariga alohida e'tibor qaratilgan, shuningdek, hisoblash tamoyillari, prokat ishlab chiqarish jihozlarining asosiy asbob-uskunolari, ularga texnik xizmat ko'rsatish va jihozlarni almashtirish bo'yicha ham bilimlar keltirilgan.

I BOB. METALLURGIK MAHSULOTLARNI ISHLAB CHIQUARISH BO‘YICHA UMUMIY MA’LUMOTLAR

1.1. Ishlab chiqarish sikli

Jarayon sifatida ishlab chiqarish juda keng tushunchadir. Bu texnologiyani, uni rivojlantirishni, ishlab chiqarishni tayyorlash va tashkil qilishni, mahsulot va texnologiyani baholash mezonlari va usullarini, menejmentni va boshqa ko‘plab masalalarni o‘z ichiga oladi. Urushdan keyingi yapon ishlab chiqarishining shakllanishi jarayonida ko‘p mehnat sarflagan amerikalik iqtisodchi U.E. Deming ishlab chiqarishni to‘rtta aylanada uzluksiz harakat sifatida namoyish etadi (1.1-rasm).

1-sikl – ishlab chiqarishga tayyorgarlik - texnologik rejimlarni, ilmiy tadqiqotlarni, texnologik jarayonlar va jihozlarni loyihalash, variantlarni tanlash, asbob-uskunalarni tanlash, asboblarni hisoblash, loyihalash va ishlab chiqarishni o‘z ichiga oladi. Ushbu siklda kompyuterlar keng qo‘llaniladi.

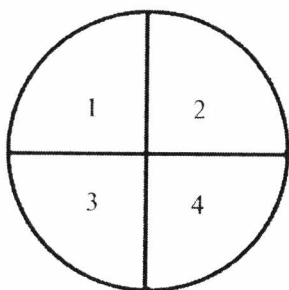
Ishlab chiqarishga tayyorgarlik bosqichi kompyuter dasturlari uchun matematik dasturlarni ishlab chiqish, texnolog uchun avtomatlashtirilgan ish joylarini yaratish, kompyuterni modellashtirish va boshqalarni o‘z ichiga olishi kerak.

2-sikl to‘g‘ridan-to‘g‘ri ishlab chiqarishning o‘ziga tegishli. Uning asosiy xususiyati mahsulдорlik va barqarorlik bo‘lib, u doimo yuqori sifatli mahsulotlarni ishlab chiqarish imkonini beradi.

Ushbu barqarorlikni ta‘minlaydigan, qo‘llab-quvvatlaydigan va boshqaradigan tizim kerak, bu ishlab chiqarishning tarkibiy qismidir.

3-siklda ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarning sifat nazorati ta‘minlanadi. Har bir texnologik operatsiyani bajarish jarayonida yetarlicha ishlab chiqilgan texnologiyani barqarorlashtirish tizimi bilan yakuniy mahsulot yuqori sifatli bo‘lishi kerak va tayyor mahsulotning sifat nazorati unchalik ahamiyatga ega bo‘lmaydi, faqat barqarorlashtirish tizimining to‘g‘ri ishlashini tekshirish kerak

va aksincha, texnologik operatsiyalarni barqarorlashtirish va nazorat qilish tizimi kam rivojlangan bo'lsa, tayyor mahsulotni nazorat qilish, tayyor mahsulotni rad etish va tuzatish, brakni «yaratish», zaxiralarni ishlab chiqarish va saqlashga ko'proq pul sarflashingiz kerak bo'ladi. Dunyo bo'ylab, televizorlar, avtomobillar va boshqalar kabi ko'plab mahsulotlarni ishlab chiqarishda mahsulot ishlab chiqarilganidan keyin uning sifatini nazorat qilish befoyda, faqat ishlab chiqarish paytida texnologiyani boshqarish sifatni kafolatlaydi. Metallurgiya ishlab chiqarishda tayyor mahsulotni boshqarish va texnologiyani boshqarish tizimlari o'rtasidagi chegaralar noaniq va harakatchan. Deyarli har bir kompaniya ikkala tizimni yaratish va ishlatish uchun umumiy xarajatlarni minimallashtirish muammosini mustaqil ravishda hal qilishga majburdir.



1.1-rasm. Deming sikli:

1 - ishlab chiqarishni rejalashtirish va tayyorlash; 2 - ishlab chiqarishni amalga oshirish; 3 - mahsulot sifatini nazorat qilish; 4 - ishlab chiqarishni tahlil qilish va muvofiqlashtirish

Va nihoyat, ishlab chiqarish 4 sikl jarayoni to'g'risida xulosa chiqarish va uni muvofiqlashtirish uchun zarurdir. Ushbu bosqichda rejalashtirilgan jarayondan chetga chiqish sabablari to'g'risida statistik ma'lumotlarning to'planishini ta'minlash, mahsulotlar va texnologiyalarning sifatini yaxshilash bo'yicha ilmiy tadqiqotlarni umumlashtirish, ishlab chiqarish va texnologik yechimlarni ishlab chiqarishda ichki va jahon tendensiyalarini tahlil qilish, bozor

o'zgarishlari tendensiyalari va boshqalar. Bunday tahlil Deming sikli orqali amalga oshiriladigan yangi, yanada progressiv ishlab chiqarishni ishlab chiqish va amalga oshirishning birinchi siklini tayyorlaydi.

Rivojlanishning siklik tabiati ishlab chiqarish uchun xos emas. Ko'rinishidan, rivojlanayotgan tizimlar va umuman inson faoliyati uchun yanada chuqurroq va umumiy qonun mavjud bo'lib, bu sikllarda o'z aksini topadi. Xuddi shu to'rt siklni biron bir hodisani yoki jarayonni ilmiy bilishning tugallangan bosqichini tahlil qilishda o'quv, tajriba faoliyati va boshqalarda farqlash mumkin. Hatto sayyoh birinchi navbatda marshrut va jihozlarni tayyorlaydi, so'ngra «yuqoriga ko'tarilish texnologiyasi»ni doimiy ravishda kuzatib boradi va sozlashni amalga oshiradi. Cho'qqini zabt etgandan so'ng, u natijani tahlil qiladi, xulosalar chiqaradi, u keyingi qiyin cho'qqiga chiqishga tayyorligi va qobiliyatini baholaydi, shu bilan o'z faoliyati keyingi bosqichining birinchi siklini boshlashga tayyorgarlik ko'radi.

1.2. Metallurgiya ishlab chiqarishining umumiy xususiyatlari

Texnologiyaning umumiy ko'rinishda tubdan farq qiladigan ikkita yo'nalishga ajratish mumkin. Birinchisi - qidirish - yangi xususiyatlarga ega mahsulotni olish yoki yangi, ilg'or texnologiyalardan foydalangan holda mahsulotni ishlab chiqarishga qaratilgan. Ikkinchisi, aksincha, an'anaviy mahsulotga bo'lgan ehtiyojni qondirish uchun yetarli bo'lgan hajmda samarali ishlab chiqarish bilan bog'liq. Ishlab chiqarish samaradorligining mezoni, qoida tariqasida, mahsulot sifati, uning ekspluatatsion xususiyatlari, ishlab chiqarishning past xarajatlari, yuqori mahsuldorlik, qisqasi, bozorda mahsulotning raqobatdoshligini ta'minlaydigan texnik va iqtisodiy ko'rsatkichlardir. Ikkala yo'nalish ham bir-biri bilan chambarchas bog'liq. Qidiruv natijalari, ayniqsa yangi materiallar va yangi texnologik yechimlarni ishlab chiqish bilan bog'liq bo'lib, oxir-oqibat yangi ishlab chiqarishning paydo bo'lishiga yoki eski

ishlab chiqarishning yaxshilanishiga olib keladi va ishlab chiqarish jarayonida yangi materiallar va texnologik yechimlarni izlash uchun g'oyalar yaratiladi.

Sanoatning barcha turlarini turli xil belgilarga ko'ra tasniflash mumkin. Bunday tasniflash barcha mos keladigan ishlab chiqarish turlarini to'liq aniqlash uchun emas, balki metallurgiya ishlab chiqarishni boshqalar bilan taqqoslash va uning butun xalq xo'jaligi tizimidagi darajasini aniqlash uchun zarurdir.

Eng keng tarqalgan mahsulot turlari bo'yicha tasniflash:

- tog' - kon sanoati;
- yarim mahsulot ishlab chiqarish;
- mashinasozlik va asbobsozlik.

Ushbu ro'yxat batafsilroq, boshqacha taqdim etilishi va davom ettirilishi mumkin edi. Taqdim etilgan ro'yxatning to'liqligi unchalik ahamiyatga ega emas. Shunisi e'tiborga loyiqki, metallurgiya, shu jumladan, prokat ishlab chiqarish, yarim mahsulot ishlab chiqarishni nazarda tutadi va u boshqa sohalar orasida o'z o'rnini egallaydi. Bu to'g'ridan-to'g'ri maishiy iste'mol uchun mo'ljallangan mahsulotlar ishlab chiqarishga yo'naltirilmagan, ammo metallurgiya zavodida prokat mahsulotlarini qimmatroq tayyor metall buyumlar (texnika), muhandislik buyumlari va iste'mol tovarlariga aylantirish tendensiyasi mavjud.

Ishlab chiqarilgan mahsulot hajmi bo'yicha tasniflash mumkin:

- ko'plab ishlab chiqarish;
- seriyali va kichik seriyali;
- individual yoki donalab.

Yirik metallurgiya korxonalari ommaviy mahsulotlarni, asosan, xalq xo'jaligining barcha tarmoqlari uchun mo'ljallangan mahsulot prokat shaklida ishlab chiqaradilar. Bunday ishlab chiqarish uchun bitta turdagi mahsulotlarni ko'p miqdorda ishlab chiqarish foydali bo'ladi. Biroq, muhandislik, ayniqsa, energetika, harbiy, kimyoviy ishlab chiqarish, elektronika va boshqa sohalarda yuqori sifatli mahsulotlar, kengaytirilgan va nostandart xususiyatlarga ega materiallarning kichik partiyalarini ishlab chiqarish talab etiladi. Bu alohida joylashgan yoki mashinasozlik korxonasining bir qismi bo'lgan kichik sanoatning rivojlanishiga olib keladi. Kichik

korxonalar unumdorlik, ishlab chiqarish tannarxi va boshqa muhim texnik - iqtisodiy ko'rsatkichlar bo'yicha yirik ixtisoslashtirilgan korxonalardan ancha past. Shu sababli, dunyodagi eng muhim muammolardan biri yirik korxonada kichik va individual ishlab chiqarishni tashkil qilish, keng ko'lamli ishlab chiqarishning afzalliklarini saqlab qolgan holda, mahsulotning bir turidan ikkinchisiga tez o'tish. Nisbatan muvaffaqiyatli ravishda ushbu muammo yapon fabrikalarida, shu jumladan, metallurgiya zavodlarida hal qilinmoqda. Uning yechimi korxonalarni boshqarish va ishlab chiqarishni tashkil etishning yangi usullarini talab qiladi.

Shuningdek, tarmoqlarni murakkablik darajasi, texnologik operatsiyalarni mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish bo'yicha tasniflash ham qiziq:

- ishlab chiqarishning katta qismi qo'l mehnati, material va energiya talab qiladigan tarmoqlar;

- mexanizatsiyalash va avtomatlashtirishning yuqori darajasiga ega bo'lgan ilmiy ishlab chiqarish;

- moslashuvchan ishlab chiqarish va jarayonlarni boshqarish tizimlaridan foydalangan holda yuqori texnologiyalar va kompyuter texnologiyalarining ulushi yuqori bo'lgan ishlab chiqarish.

Metallurgiya ishlab chiqarishi berilgan tasniflarning barcha turlarini qamrab oladi. Mashinasozlik korxonalarining metallurgiya sexlarida mahsulot ishlab chiqarish darajasi yirik metallurgiya korxonalariga qaraganda ancha past. Hozirgi kunda shiddatli raqobat sharoitida ishlab chiqarishni yangi, zamonaviy texnologiyalar darajasida doimiy ravishda takomillashtirish talab etiladi. Ko'plab yirik korxonalar bir qator kichik korxonalarga bo'linadi. Iste'molchilar yaqin atrofida joylashgan xizmat ko'rsatishga mo'ljallangan bunday korxonalar yirik korxonalarga qaraganda ancha tejamkor va mobilroq bo'lishi mumkin. Texnologiyalar darajasi bo'yicha ular yuqori darajada avtomatlashtirilgan va kompyuterlashtirilgan bo'lishi mumkin va bunday tizimlarni yaratish xarajatlari mahsulotning yuqori va barqaror sifati va bozor talablariga tez javob berish evaziga qoplanadi.

Zamonaviy yirik metallurgiya zavodlarini ishlab chiqarish, ayniqsa, prokatlash – bu metall va energiyani ko'p talab qiladigan,

ammo ishlab chiqarish va texnologik operatsiyalarni boshqarish uchun kompyuter tizimlaridan keng foydalangan holda yuqori mexanizatsiyalashgan ishlab chiqarishdir. Metallurgiyada, asosan, prokat ishlab chiqarish sanoatida fan va texnikaning foydalanilmaydigan yutuqlari yo‘q. Alohida texnologik jarayonlar yuqori deb tasniflanishi mumkin. Bunday atamani nafaqat texnologiya nuqtai nazaridan, balki ishlab chiqarishni tashkil qilishda ham, ya‘ni har qanday ishlab chiqarish siklini (Deming sikli) tashkil etish nuqtai nazaridan ham yuqori deb tushunish kerak, ular birgalikda minimal xarajatlarga ega bo‘lgan yuqori sifatli mahsulotlarning chiqarilishini ta‘minlaydi.

1.3. Ishlab chiqarish va mahsulot sifatini boshqarish

Zamonaviy korxonada ishlab chiqarishni tashkil etish alohida e‘tiborga loyiqdir. Birinchi marta 1903-yilda F. Teylor o‘zining «Korxonalarni boshqarish» asarida o‘zining amaliy va nazariy tajribasini umumlashtirib, mahsulot sifatini yaxshilash nafaqat ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish, balki ishlab chiqarishni tashkil etishni yaxshilash, ishchilar ish haqini oshirish va yuqori malakali ishchilarni rag‘batlantirish zarurligini isbotladi va barcha xodimlarni doimiy ravishda o‘qitish uchun sharoit yaratadi. F. Teylordan keyin korxonalarni boshqarish kasbga aylanadi va ushbu yo‘nalishni rivojlantirish zamonaviy sanoat va zamonaviy boshqaruv usullarini yaratishga olib keldi.

Urushdan keyingi yillarda yaponiyaliklar noldan ajoyib natijalarga erishgan holda ishlab chiqarishni boshqarish ilmini, birinchi navbatda, o‘z mahsulotlari sifatini boshqarishni joriy etdilar. «Yaponiya mo‘jizasi» nazariyotchilari – amerikalik iqtisodchilar U.E. Deming, J.M. Juran, Pareto va boshqalar – mahsulot sifatining 80-85% ishlab chiqarishni boshqarish tizimi va faqat 15-20% ijrochilar tomonidan ta‘minlanishi aniqlandi. Tayyor mahsulotni boshqarish uchun mablag‘larni ko‘paytirish orqali sifatga erishish mumkin emas, mahsulotni ishlab chiqarishdan boshlab, uni ishlab chiqarishning barcha bosqichlarida kiritish kerak. Yaponiya ko‘plab

tarkibiy qismlardan iborat yaxlit sifat menejmenti tizimini joriy qildi. Ular orasida ishlab chiqarishda texnologiyani boshqarish muhim ahamiyatga ega, ammo yetakchi roldan yiroq. Shuningdek, ishchilarning xulq-atvor qobiliyatlari, barcha darajadagi ishlab chiqarish xodimlarini tarbiyalash va doimiy ravishda tayyorlash tizimi, menejerlar va xizmatchilar o'rtasidagi munosabatlarning yumshoq usullari va boshqalar ham muhimdir. Ehtimol, ushbu tizimning asosiy elementi zaxiralarni boshqarish bo'lib, amalda bu zaxiralarni nolga kamaytirishdir. Texnologiyalar, jihozlar, uskunalar, materiallar ishlab chiqarilmoqda va takomillashtirilmoqda, bunda kichik partiyalarda va faqat yuqori sifatli mahsulot ishlab chiqarish foydali bo'ladi. Bu oraliq omborlar va yarim tayyor mahsulotlarning ortiqcha zaxiralari bo'lmaganda ishlab chiqarishni boshqarishning tezkor tizimi ***Just-in-time*** va uni qo'llab-quvvatlovchi «Kanban» axborot tizimidan foydalangan holda «aniq va o'z vaqtida» prinsipi bo'yicha aniq ishlarni talab qiladi. Har bir oraliq qayta taqsimlashda dastlabki xaridlar va materiallar kerakli vaqtda, kerakli miqdorda, ishlab chiqaruvchining aniq manzili va har doim yuqori sifatga ega bo'ladi. Foydaga «ortiqcha» va nuqsonli mahsulotlarni ishlab chiqarishda yo'qotishlarni bartaraf etish bilan bir qatorda, ishchining o'zi ishlab chiqargan mahsulotning yuqori sifatiga bo'lgan mas'uliyati va qiziqishi ham muhimdir.

Yevropa va Amerika korxonalarida mahsulotni umumiy savatda ishlab chiqarish, ishchining mas'uliyatini kamaytiradi. Har kim o'zi uchun ishlaydi. Bu yerda mahsulotning haddan tashqari ko'p ishlab chiqarilishi tufayli yuqori sifatga erishish, bu bozorni tez to'ldirish va raqobatchidan ustun turish imkonini beradi. Sifatni yaxshilash, tez o'zgarib turadigan talab sharoitida kichik o'lchamdagi mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun kompyuter tizimlari asosida murakkab ishlab chiqarishni boshqarish tizimlarini joriy etish, murakkab matematik usullarni qo'llash, hisoblash va yechish texnikasini takomillashtirish zarur.

Shu bilan birga yapon korxonasida hamkorlik psixologiyasi, korxonaga sadoqat, muammolarni hal qilishning guruhiiy usullari, doimiy va universal o'rganish va o'sish muhiti muhim ahamiyatga

ega. 70-yillardan beri Ishlab chiqarishni boshqarishdagi yapon tajribasi barcha iqtisodiy rivojlangan davlatlar tomonidan o'rganilmoqda va qisman amalga oshirilmoqda. Biroq, ko'plab iqtisodchilarning fikriga ko'ra, mahsulot sifatini integratsiyalashgan boshqarish nuqtai nazaridan kechikish kamaymaydi, aksincha, faqat ortadi. Biroq, ko'plab iqtisodchilarning fikriga ko'ra, mahsulot sifatini integratsiyalashgan (kompleks, uyg'unlikda, birgalikda) boshqarish nuqtai nazaridan kechikish qisman kamaymaydi, aksincha, faqat ortadi.

Ishlab chiqarish va bozor munosabatlari sohasidagi hamkorlikning rivojlanishi munosabati bilan mahsulot sifatini baholashda turli davlatlarning pozitsiyalari yaqinlashmoqda. Yakka tartibdagi tadbirkorlik falsafasiga asoslangan yagona sifat falsafasi paydo bo'ladi. Uning asosiy sharti va tasdig'i – bu mahsulotning sifati uchun to'liq javobgarlik ishlab chiqaruvchiga yuklanganligidir. Sifatli mahsulotning parametrlari kutilgan talablarga javob beradigan xususiyatlar to'plami sifatida iste'molchi tomonidan belgilanadi. Iste'molchi talablarini to'liq va aniqroq qondirish uchun ishlab chiqaruvchi sifatni ta'minlash usullarini va sifatni boshqarish tizimini takomillashtirishga majburdir.

Mahsulot sifati konsepsiyasini ishlab chiqishda u bir necha bosqichlardan o'tdi. Birinchidan, iste'molchi zarur sifatni **ta'minlashi** shart va «faqat mos, ya'ni standartlarga javob beradigan mahsulotni olishi kerak deb ishonishgan. Nuqsonli mahsulotlar iste'molchidan olib tashlanishi kerak». Nuqsonli mahsulotlar iste'molchiga tushmasligi uchun mahsulotni boshqarish tizimi yaxshilanishi kerak.

Ikkinchi bosqich mahsulot sifatini **boshqarishni** o'z ichiga oladi. Shu bilan birga, ishlab chiqaruvchining asosiy maqsadi – standartlarga mos keladigan mahsulotlarni olish. Ammo asosiy harakatlar ishlab chiqarish jarayonlarini boshqarishga, jarayonlar bo'yicha texnologik operatsiyalarni boshqarishga qaratilgan bo'lib, bu mos keladigan mahsulotlar rentabelligini oshirishni ta'minlaydi va yaroqsiz mahsulotlarni rad etish jarayonini avtomatlashtiradi.

Sifat konsepsiyasining hozirgi rivojlanish bosqichida asosiy vazifa mahsulot **sifatini boshqarish dasturini** tuzishdir. Dastur

nafaqat texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni boshqarish tizimini takomillashtirishga, balki sifat menejmenti tizimini qurishga asoslanadi, uning elementlari sifat muammolarida korxonalarni yuqori boshqaruvida bevosita ishtirok etadi, barcha darajadagi xodimlarni yuqoridan pastgacha sifatni ta'minlash usullarida o'qitadi va statistik boshqaruv usullarini hamda yuqori sifatga erishishni rag'batlantirishni joriy qiladi. Mahsulot sifati mahsulotni tayyorlash siklida allaqachon rejalashtirilgan. Ishlab chiqarish samaradorligini baholash o'zgarib bormoqda. Oldingi bosqichlarda samaradorlik ishlab chiqaruvchining o'zi tomonidan ishlab chiqilgan ko'rsatkichlar bo'yicha aniqlandi: samaradorlik, sotilgan mahsulotni sotishdan olingan foyda, rentabellik. Endi iste'molchilarning ehtiyojlarini qondiradigan ko'rsatkichlar, masalan, mahsulot sifati, bozordagi raqobatbardoshlik, mahsulotning o'zi va ishlab chiqarishning atrof-muhitga zararli ekanligi ta'kidlanadi.

Yangi konsepsiyaga muvofiq, ISO 9000 tizimining xalqaro standartlari ishlab chiqilgan bo'lib, unda mijozlarni sifatli mahsulot bilan ta'minlash bo'yicha talab va tavsiyalar kiradi. Ushbu standartlar birinchi navbatda «mahsulotga talablar» va «sifat tizimiga qo'yiladigan talablar» tushunchalarini aniq belgilab beradi. Sifat tizimiga qo'yiladigan talablar mahsulotlarga qo'yiladigan texnik talablarni to'ldiradi. ISO 9000 tizimining standartlari mahsulot sifatini oshirish usullarini tavsiflamaydi – bu muammolarni hal qilish korxona rahbariyatiga taqdim etiladi. Ammo ular kompaniya tomonidan hal qilinishi kerak bo'lgan sifat tizimining bir qator tashkiliy va texnik vazifalarini ishlab chiqadilar, shunda uning mahsulotlari umumiy xalqaro talablar doirasida yuqori sifatli mahsulotlar sifatida sertifikatlanishi mumkin. Sifat bo'yicha ishlarni tashkil etish bo'yicha tavsiyalar berilgan ISO 9000 seriyasining xalqaro standartlarida barchasi hisobga olinmaydi, faqat sifatga eng katta ta'sir ko'rsatadigan korxona elementlari hisobga olinadi. ISO 9000 seriyasining xalqaro standartlarida sifatli ishlarni tashkil etish bo'yicha tavsiyalar berilgan, lekin hammasi ham hisobga olinmagan, faqat sifatga eng katta ta'sir ko'rsatadigan korxona elementlari hisobga olinadi. Va ushbu elementlarning kombinatsiyasi sifat menejmenti tizimi sifatida taqdim etiladi.

Sifatni boshqarish funksiyalariga qo'shimcha ravishda (mahsulotni tekshirish, tuzatuvchi nazorat choralari va boshqalar), ushbu tizim ishlab chiqarish, dizayn, ta'minot va boshqa elementlarni o'z ichiga oladi, ular faoliyatning qaysi sohalariga tegishli bo'lishidan qat'i nazar.

ISO 9000 qonuniy ravishda har qanday korxona faoliyatining kompleks tarzda o'zaro ta'sir ko'rsatadigan texnologik **jarayonlar** tizimi (K. Ishikava tushunchasi) sifatida ko'rsatilishini ta'minlaydi. Mahsulotga qiymat qo'shish ishlarini bajarish uchun barcha jarayonlarning tarmog'i mavjud. Kompaniya doimiy ravishda tahlil qilinib va takomillashtirib turiladigan mahsulot sifatini yaxshilash bo'yicha jarayonlar tarmog'ini yaratadi, ta'minlaydi. Har bir jarayon uch bosqichdan iborat:

kirish, shu jumladan, mehnat va xom ashyo, qayta ishlanadigan materiallar, energiya, ma'lumot, hisoblash dasturlari va h.k.;

mehnat obyekti va resurslarni mahsulotga aylantirish mexanizmi; aylantirish (transformatsiya) jarayoni mehnat obyektiga qiymat qo'shish va uning yangi sifatiga erishish bilan bog'liq;

chiqish, bu nafaqat korxonaning asosiy mahsulotlariga, balki qo'shimcha mahsulotlarga - modda, yarim tayyor mahsulot, qurilma, hujjat, xizmat ko'rsatish, chizma, intellektual mahsulot, boshqaruv tizimi va boshqalarga ham xizmat qilishi mumkin.

Odatda, har bir bosqichda o'lchash datchiklar, asboblar, o'lchash tizimlari, shu jumladan, avtomatlashtirilgan va kompyuterlashtirilgan tizimlar yordamida amalga oshiriladi.

ISO 9000 standartlariga muvofiq, talablar jarayonning har bir bosqichini tashkil qilish uchun talab qilinadi va ishlab chiqarilgan mahsulot turidan qat'i nazar, ular har bir bosqich uchun bir xil. Mahsulot sifatini umumiy boshqarishga jarayonni boshqarish usullarini standartlashtirish va jarayonni tashkil etishning birligi orqali erishiladi.

1.4. Jarayonlarni boshqarish

Jarayonlarni boshqarish quyidagilarni o'z ichiga oladi:

Jarayonning maqsadlari va kerakli natijalarini aniqlash;

– jarayonni yakunlash uchun zarur resurslarni, shu jumladan, mehnatni aniqlash;

– jarayonning usullari va vositalarini aniqlash;

– ushbu jarayonni amalga oshirish uchun ajratilgan resurslardan foydalanishni boshqarish, shu jumladan, xodimlarni rag'batlantirish;

– jarayonni kuzatish, uni amalga oshirish natijalarini tahlil qilish va jarayonni tuzatish.

Jarayonni tashkil etish ko'p funksionaldir. Tashkilotning asosiy funksiyalari quyidagilardan iborat:

- tovarlar ishlab chiqarish;
- mahsulot dizayni va sifati;
- jarayon texnologiyasini boshqarish;
- marketing;
- kadrlar tayyorlash;
- mehnat resurslarini boshqarish;
- strategik rejalashtirish;
- strategik va tezkor boshqarish;
- mahsulotlarni yetkazib berish;
- moliyaviy va boshqa hujjatlarni rasmiylashtirish;
- texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash;
- boshqa funksiyalar.

ISO standartlari tarmog'ida har bir jarayon «mulk egasi» – ushbu jarayon uchun javobgarlikni o'z ichiga oladi. Ushbu «mulk egasi» o'z vakolatlari va javobgarligini jarayonining barcha ishtirokchilari tomonidan aniq tushunilishini ta'minlashi kerak, ularning bo'linmalarining va boshqa funksional aloqador bo'linmalarining muammolarini hal qilishda o'zaro munosabatlarni tashkil qilishi kerak.

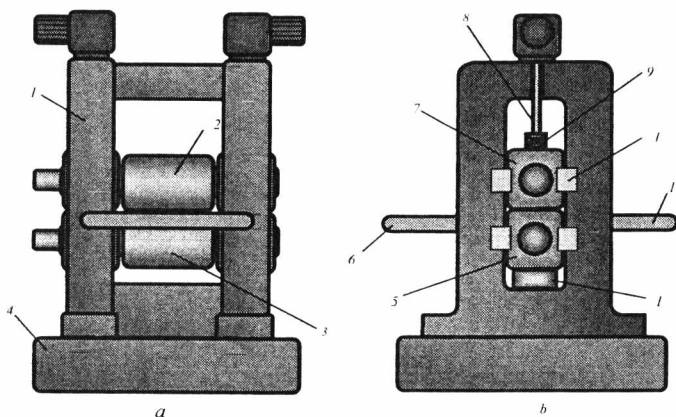
Nazorat savollari

1. Ishlab chiqarishning nechta sikllari mavjud?
2. Ishlab chiqarishda nimalarga e'tibor berishimiz kerak?
3. Progressiv ishlab chiqarish deganda nimani tushunasiz?
4. Ishlab chiqarishga tayyorgarlik bosqichi kompyuter dasturlari uchun qanday dasturlar ishlab chiqiladi?
5. Metallurgiya ishlab chiqarishining umumiy xususiyatlari nimalardan iborat?
6. Eng keng tarqalgan mahsulot turlari bo'yicha nimalarni bilasiz?
7. Ishlab chiqarish va mahsulot sifatini boshqarishda nimalarga e'tibor qaratiladi va qanday ishlar bajariladi?
8. Mahsulot sifati konsepsiyasini ishlab chiqish necha bosqichlardan o'tadi, ular haqida so'zlab berolasizmi?
9. Sifat konsepsiyasining hozirgi rivojlanish bosqichida asosiy vazifa nimalardan iborat?
10. Jarayonlarni boshqarish nimalarni o'z ichiga oladi?
11. Tashkilotning asosiy funksiyalari nimalardan iborat?
12. Jarayonning maqsadlari va kerakli natijalarini aniqlash qanday amalga oshiriladi?
13. Mahsulot sifati mahsulotni tayyorlash siklida rejalashtirilgan bo'ladimi?
14. Mahsulot sifati konsepsiyasini ishlab chiqishda u necha bosqichlardan o'tadi?

II BOB. PROKATLASH STANLARINING ASOSIY JIHOZLARI

2.1. Ishchi kletlar va ularning yuritmalari

Prokatlash stanining ishchi kleti (2.1-rasm) plitaga tayanadigan staninadan tashkil topadi. Ishchi jo'valar texnologik uskuna bo'lib hisoblanadi, kletlar ulardan tashqari quyidagi qurilmalar bilan jihozlanadi: jo'valarning qoplashini o'zgartirish uchun mo'ljallangan qisuvchi qurilma; o'q bo'yicha o'rnatish va valoklarni qotirish qurilmasi; jo'valarni muvozanatlash qurilmasi; ishchi kletga kirishda va undan chiqishda polosani yo'naltirish uchun mo'ljallangan chiziqli stollar; statik oshiqcha yuklamalardan saqlagich qurilmalari.



2.1-rasm. Ishchi klet:

a - old ko'rinishi; b - yondan ko'rinishi; 1 - stanina; 2, 3 - yuqori va quyi ishchi jo'valar; 4 - plita; 5, 7 - quyi va yuqori yostiqchalar; 6, 11 - kirish va chiqish chiziqli stollari; 8 - siquvchi qurilma; 9 - saqlovchi qurilma; 10 - o'q bo'yicha o'rnatish va valoklarni qotirish qurilmasi; 12 - jo'valarni muvozanatlash qurilmasi.

Ishchi kletning asosiy tavsifi prokatlash jo'valarining o'lchamlari bochkaning D_b diametri va L_b uzunligi bo'lib hisoblanadi.

Prokatlash stanlarining kletlarini takomillashtirish ikkita yo'nalishda olib boriladi: asbob-uskunalarining metall sig'imini kamaytirish va prokatlash aniqligini oshirish.

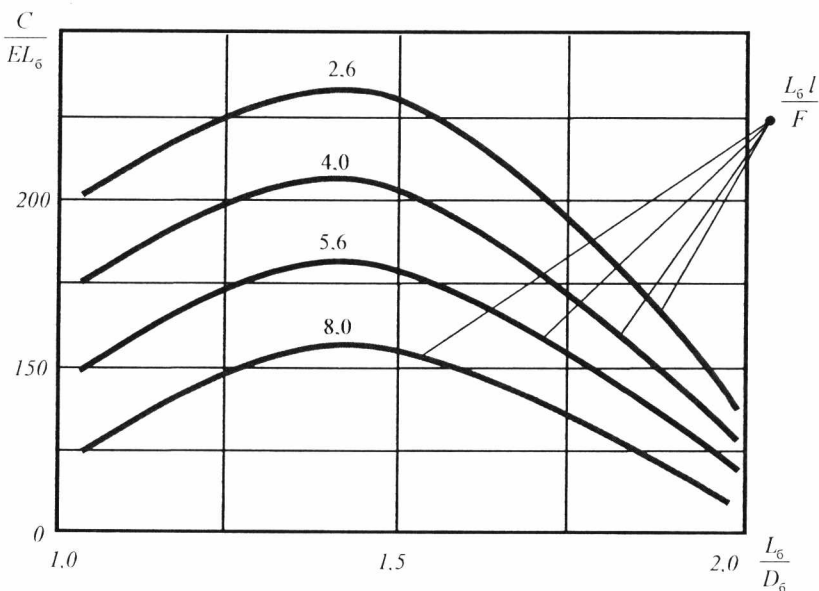
Prokatlash aniqligini oshirishning quyidagi usullari mavjud:

- ishchi kletlarning qattiqligini oshirish;
- prokatlashning harorat rejimini barqarorlashtirish;
- jo'valararo masofani avtomatik rostlash;
- polosani tortishni avtomatik rostlash;
- prokatlash tezligi oshganda suyuqlik bilan ishqalanish hamda podshipnikda moy plenkasining qalinligini oshirish.

Ishchi kletning qattiqligini oshirish usullaridan biri – ko'ndalang kesimlarni oshirish hisoblanadi. Jo'valarning diametrlari oshirilganda ularning bukilishi kamayadi, biroq jo'valarning kontakt tishlashishi, darchaning kengligi va stanina to'sinlarining bukilishi ortadi. Jo'valarning diametri 1,2 martaga oshirilganda kletning qattiqligi 11% ga, og'irligi esa – 22% ga ortadi. Jo'valarning diametri keyinchalik yana 1,2-1,4 martaga oshirilganda kletning qattiqligi yana 6% ga, og'irligi esa - 26% ga ortadi.

Shundan kelib chiqqan holda, kletning qattiqligini oshirish jo'valarning diametrini va staninaning kesimlarini bir vaqtning o'zida oshirish bilan maqsadga muvofiq bo'ladi. Masalan, agar jo'valarning diametri va staninaning kesimi 1,2 martaga oshirilsa, kletning qattiqligi 15,2% ga, og'irligi esa – 36% ga ortadi.

Kletning $\frac{C}{EL_b}$ nisbiy qattiqligining hisobiy qiymatlari, $\frac{L_b l}{F}$ nisbatning turlicha qiymatlarida $\frac{L_b}{D_b}$ nisbatga bog'liq ravishda shuni ko'rsatadiki, kletning maksimal qattiqligiga $\frac{L_b}{D_b} = 1,4$ bo'lganda erishiladi (2.2-rasm).



2.2-rasm. Ishchi kletlarning qattiqlik egri chiziqlari:

D_b , L_b - ishchi jo'valar bochka uzunligi va diametri; C - kletning qattiqligi; E - Yung moduli; l, F - staninaning yuqori bo'limlari faoliyatining uzunligi va maydoni

Kletning qattiqligi, shuningdek, d_{sh} bo'yin diametrining D_b jo'va bochkasining diametriga nisbati oshganda ham oshadi. Masalan, sapfanning konussimon vtulkasiga ega bo'lmagan suyuqlikli ishqalanishli podshipniklardan foydalanilganda jo'va bochkasining o'tirishi $d_{sh}/D_b < 0,8$ nisbatda 3-3,5 martaga kamayadi. d_{sh}/D_b ni keyinchalik yanada oshirish deformatsiyalarning sezilarli kamayishini bermaydi.

Agar yuqorigi va pastki ishchi jo'valar prokatlash kuchidan oshiq bo'lgan kuch bilan bir-biriga qisilsa, kletning qattiqligini birdaniga 25-30% ga oshirish mumkin (uning og'irligini oshirmasdan turib). Shunda oldindan qo'yilgan yuklama tutashmalardagi oraliq tirqishlarni bartaraf qiladi. Bunday oldindan yuklangan kletlarni toza prokatlash guruhlarida qo'llash maqsadga muvofiq bo'ladi.

Oldindan yuklangan kletlar jo'valararo masofani rostlash uchun mo'ljallangan mexanizmlar bilan jihozlanadi. Polosaning o'lchamlarini o'lchagichning ko'rsatkichlari bo'yicha jo'valararo masofani avtomatik rostlash prokatlashning turlicha qalinlikda bo'lishini keskin kamaytiradi.

4...10 mm qalinlikdagi issiq yoyilgan listlar uchun yo'l qo'yilishlar maydoni amaldagi standart bo'yicha qalinlikdan 10-25% ni tashkil qiladi. Jo'valararo masofani avtomatik rostlash tizimiga ega bo'lgan tezkor qisish mexanizmlarini qo'llash bu maydonni 3 marta kamaytirish imkonini beradi, ya'ni listlarning teng kattalikdagi maydoniga metall sarfi 6% ga kamayadi.

Musbat yo'l qo'yilishlar maydonini qisqartirish va manfiy yo'l qo'yilishlar maydonidan foydalanish hisobiga metallning tejalishi past sortli profillar uchun 2% ni, o'rta sortli profillar uchun 1% ni tashkil qiladi.

Choksiz quvurlarda devorning qalinligiga beriladigan yo'l qo'yilishlar maydoni devorning nominal qalinligidan 12,5...15% gacha yetadi. Agar bu farq ikki marta kamaytirilsa, metallning tejalishi 6,8% ni tashkil qiladi.

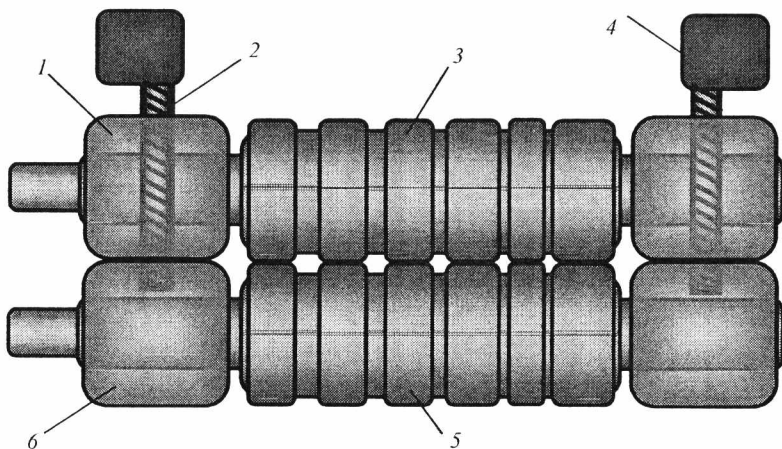
1000 mm dan oshiq kenglikdagi listlarni prokatlashda ko'ndalang turlicha qalinlikni kamaytirish va prokatning planshetliligini yaxshilash uchun staninaning ishchi kletlari ishchi va tayanch jo'valarni majburiy bukadigan gidromexanik qurilmalar bilan jihozlanadi. Ishchi kletning elementlarida qo'shimcha kuchlanish hosil qiladigan bu qurilmalar faqatgina jo'valar polosaning oldingi uchini ilib olgandan keyin yoqiladi va prokatlash tugagandan keyin o'chadi. Jo'valarni majburiy bukadigan gidromexanik qurilmalarga ega bo'lgan kletlar oldindan yuklangan kletlar klassiga kirmaydi.

Qattiq tortishli yostiqlarga ega bo'lgan staninasiz oldindan yuklangan kletlar (2.3-rasm) sortli stanlarda keng qo'llaniladi, staninali yuklanmagan kletlarga qaraganda 3 marta kam og'irlikka va 4 marta katta qattqlikka ega.

Oldindan yuklangan kletlarni yanada takomillashtirish ularda radial yuklamani qabul qilish uchun suyuqlikli ishqalanishli

podshipniklarni, shuningdek o'q yuklamasini qabul qilish uchun gidrostatik tayanch podshipniklarni qo'llash bilan bog'lanadi.

Gidrostatik tayanch podshipniklar tebranish podshipniklariga qaraganda qattiqlik va yuqori tezliklarda ishonchlilik bo'yicha afzalliklarga ega. Bunda anchagina yuqori oldindan kuchlanishga erishiladi. Masalan, PNK 370 oldindan yuklangan kletning radial qattiqligi staninali kletlarga qaraganda taxminan 7 martaga yuqori. Gidrostatik tayanch podshipniklarni qo'llash o'q qattiqligini 12 martaga oshirish imkonini beradi.



2.3-rasm. Staninasiz oldindan yuklangan kletlar:

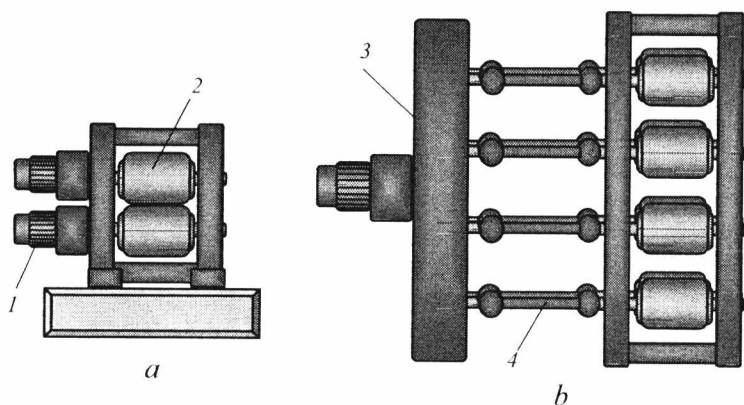
1, 6 - yuqori va quyi yostiqchalar; 2 - biriktiruvchi bolt; 3, 5 - yuqori va quyi ishchi jo'valar; 4 - motor-reduktor

Prokatlash stanining ishchi jo'valarni aylanma harakatga keltiradigan yuritmasi *bosh yuritma* deb ataladi. Prokatlash stanlarida elektr, gidravlik va qo'l (kamdan-kam hollarda) yuritmalaridan foydalaniladi. Qo'l yuritmalaridan, qoidaga ko'ra, unchalik katta bo'lmagan prokatlash stanlarida yumshoq rangli metallar, qalay, qo'rg'oshinni prokatlash uchun foydalaniladi. Aksariyat prokatlash stanlari elektr yuritmaga ega.

Individual va guruhli bosh elektr yuritmalar ajratiladi (2.4-rasm). *Individual yuritma* deb shunday elektr yuritmaga aytiladiki,

bunda har bir jo‘va o‘zining elektrodvigateli yoki motor-reduktor bilan harakatga keltiriladi. Bunda elektrodvigatellarning aylanishlarini sinxronlashtirish tizimi zarur bo‘ladi. *Guruhli yuritma* deganda shunday elektr yuritma tushuniladiki, bunda barcha jo‘valar bitta elektrodvigatel bilan harakatga keltiriladi.

Prokatlash stani uchun uzatish mexanizmida barcha zvenolarning bo‘lishi shart emas. Masalan, tezkor va aksariyat reversiv stanlarda reduktor bo‘lmaydi. Individual elektr yuritmada va faqat bitta valni yuritish zarur bo‘lgan taqdirda shesternya kleti bo‘lmaydi. Ba’zi bir stanlarda uzatish mexanizmining alohida zvenolari birlashtirilgan bo‘lishi mumkin. Masalan, reduktor va shesternyali klet umumiy korpusga joylashtiriladi va reduktor-shesternyali kletni hosil qiladi.



2.4-rasm. Elektr yuritmalar:

*a - individual; b - guruhli; 1 - motor-reduktor; 2 - ishchi jo‘valar;
3 - tishli klet; 4 - shpindel*

Elektr yuritmalarning noreversiv, reversiv va davriy ish rejimlari ajratiladi. *Noreversiv ish rejimi* ko‘proq keng tarqalgan, bunda har bir ishchi jo‘va faqatgina bitta yo‘nalishda aylanadi.

Reversiv ish rejimi shundan iboratki, tayyorlanma o‘tgandan keyin har bir ishchi jo‘va o‘zining aylanishini qarama-qarshi yo‘nalishga almashtiradi.

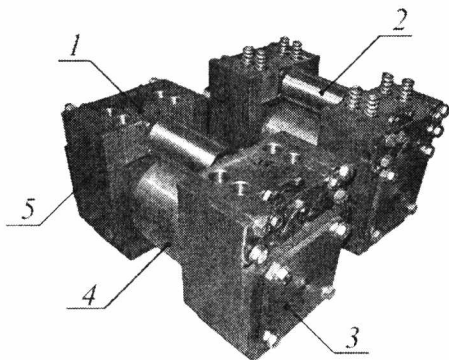
Davriy ish rejimining o'ziga xos xususiyati shundan iboratki, tayyorlanmani ishchi jo'valar bilan prokatlash uning hamma uchastkalarida amalga oshirilmaydi.

Bosh elektr yuritmani konstruksiyalashga prokatlash stanining ishchi kleti konstruksiyalanganidan keyin, prokatlash tezligi, kuchi va momenti hisoblangandan keyin kirishiladi.

2.2. Jo'valarning uzellari

Prokatlash stanlarida jo'valarning soni va joylashuvi ularning mo'ljallanishiga bog'liq ravishda turlicha bo'ladi. 2 - (duo), 3 - (trio), 4 - (kvarto) va ko'p jo'vali, shuningdek reversiv va noreversiv stanlar mavjud.

Masalan, kvarto stani jo'valarining uzeli podshipniklarga o'rnatilgan ishchi va tayanch jo'valar va yostiqlarni o'z ichiga oladi (2.5-rasm).



2.5-rasm. Kvarto stani prokatlash jo'valarining uzeli:

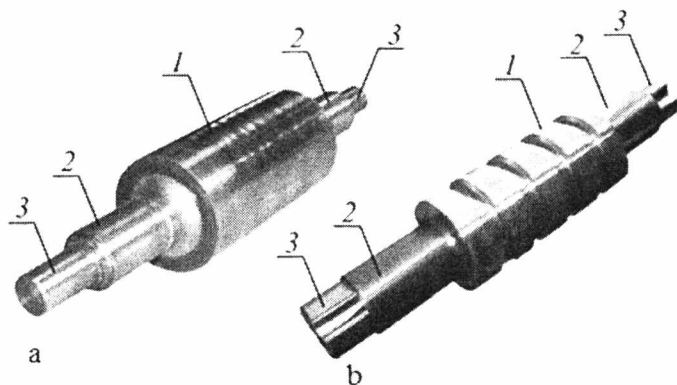
*1, 5 – yostiqlar; 2 – ishchi jo'va; 3 – podshipnik qopqog'i;
4 – tayanch jo'va*

Metall ishchi jo'valarning orasidan o'tishda siqiladi (prokatning ko'ndalang kesimining balandligi kamayadi) va cho'ziladi

(prokatning uzunligi ortadi), bunda talab qilinadigan shakl va o'lchamlarni qabul qiladi. Bunday deformatsiyalash natijasida metallning strukturasi yaxshilanadi. Ishchi jo'valar prokatlash kuchini qabul qilib oladi va uni podshipnikli tayanchlarga, ishchi kletning staninasining qisuvchi mexanizmlariga uzatadi. Tayanch jo'valar ishchi jo'valarni ushlab turadi va ularga zaruriy qattqlikni beradi.

Yaxlit va tarkibiy (bandajlangan) ishchi jo'valar ajratiladi: tarkibiy jo'valar o'zida po'lat o'q va unga qo'yiladigan - yeyilishga bardoshli materialdan ishlangan bandajdan tashkil topadigan konstruksiyani taqdim qiladi.

Jo'valar silliq (listni prokatlash uchun) va profillangan (sortli prokat uchun) bo'ladi: har bir jo'va bochkaga, ikkita bo'yinga, bitta yoki ikkita yuritiladigan uchlarga ega bo'ladi (2.6-rasm).



2.6-rasm. Yaxlit ishchi jo'valar:

a - silliq; b - profilli; 1 - bochka; 2 - bo'yin; 3 - yuritiladigan uchlar

Bochka — jo'vaning ishchi qismi bo'lib, prokatlanadigan metallni deformatsiyalaydi. Profillangan jo'vaning bochkasida ariqchalar bo'ladi. Bochkaning nominal diametri sortli prokatlash stanlari jo'valarining asosiy parametri bo'lib hisoblanadi. Bochkalarning diametrlari yo'l qo'yiladigan qamrab olish burchagini hisobga olish bilan tanlanadi. Masalan, metallni sortli

prokatlashda ko'proq $\alpha = 22...24^\circ$ yo'l qo'yiladigan qamrab olish burchaklaridan foydalaniladi.

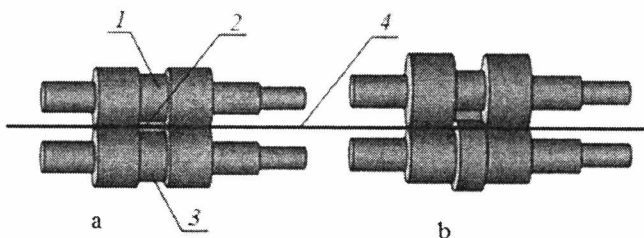
Bochkaning $D_{b,i}$ ishchi diametri (ariqchaning ishchi tubi bo'yicha diametr) quyidagi shartni qanoatlantirishi lozim:

$$D_{b,i} \geq \frac{\Delta h}{1 - \cos \alpha},$$

bu yerda Δh – prokatlanadigan polosaning siqilishi.

Bochkaning nominal diametrining uning ishchi diametriga $D_b/D_{b,i}$ nisbati aniqlikning juda katta pasayishidan qochish uchun 1,4 dan kichik qilib tanlanadi. Bochkaning uzunligining uning nominal diametriga L_b/D_b nisbati qoralama prokatlash katagi uchun 2,2...3,0 ga va toza prokatlash katagi uchun 1,2...2,0 ga teng bo'ladi. Kletlarning qattiqligini oshirish maqsadida L_b/D_b nisbatlarning mumkin qadar kichik qiymatlari qabul qilinadi. Bochkaning yakuniy uzunligi ariqchalarning eng foydali joylashuvidan kelib chiqish bilan aniqlashtiriladi.

Ishchi jo'vaning bochkasidagi ariqchaning shakli prokatning shakliga mos keladi. Ariqchalar bilan hosil qilinadigan kalibrlarni ikkita katta guruhga ajratish mumkin: oddiy shakldagi va fasonli. Fasonli shakldagi kalibrlarga yashixsimon, kvadrat, rombsimon, olti qirrali, ovalsimon, qovurg'ali ovalsimon, dumaloq va hokazo kalibrlar kiradi. Bundan tashqari, kalibrlar ochiq va yopiq bo'lishi mumkin. Agar jo'valarni ajratish chizig'i kalibr orqali o'tsa, u holda kalibr ochiq kalibr deb ataladi. Agar ajratish chizig'i kalibrning chegaralaridan tashqarida joylashsa, u holda kalibr yopiq kalibr deb ataladi (2.7-rasm).



2.7-rasm. Kalibrlarning ko‘rinishlari:

a - ochiq; b - yopiq; 1, 3 - ariqcha; 2 - kalibr;

4 - jo‘valar tegish chizig‘i

Ishchi jo‘valarning bochkalari davriy ravishda qayrab turiladi. Bunda yuzadagi prokatning sifatini yomonlashtiradigan ko‘plab nuqsonlar bartaraf bo‘ladi, profillangan jo‘valarda esa ariqchalarning boshlang‘ich o‘lchamlari qayta tiklanadi.

Polosa yoki listni o‘qqa nisbatan siljishdan saqlash uchun vallarni maxsus profillash qo‘llaniladi. Masalan, kvarto stanogida yupqa listlarni qaynoq prokatlashda ishchi jo‘valar 0,5 mm gacha bukilgan qilib, tayanch jo‘valar esa - silindrik qilib ishlanadi. Yupqa listlarni sovuq prokatlashda esa aksincha - jo‘valar bo‘rtiq qilib ishlanadi. Biroq bu va boshqa har qanday profillashlar faqatgina deformatsiyalash jarayonida (yoyilmaning (raskat) jo‘valarda to‘g‘ri joylashishini ta‘minlashi emas, balki minimal ko‘ndalang turlicha qalinlikni ham ta‘minlashi lozim.

Bo‘yin – jo‘vaning tayanch qismi bo‘lib, unga podshipnik o‘rnatiladi. Jo‘vaning mustahkamligini oshirish va prokatlash kuchini kattaroq maydonga yoyish uchun uni mumkin qadar kattaroq diametrli qilib ishlashga harakat qilinadi. Bo‘yinlar faqatgina tekstolit ichqo‘ymali tebranish podshipniklari yoki sirg‘alish podshipniklari uchun mo‘ljallangan silindrik qilib emas, balki qattiq ishqalanishli podshipniklar uchun mo‘ljallangan konussimon qilib ham ishlanadi.

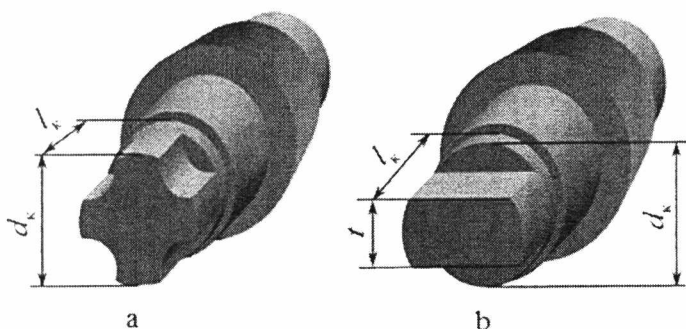
Tekstolit ichqo‘ymali sirg‘alish podshipniklari uchun, ular prokatlashda katta bosimlarga yomon bardosh beradi, bo‘yinning d_b diametri quyidagicha tanlanadi:

$$d_b = (0,5 \dots 0,7)D_b$$

Tebranish podshipnigi uchun bo'yinning diametri quyidagi qatordan tanlanadi: 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240, 260, 280, 300, 320, 340, 360, 380, 400, 420, 440, 460, 480, 500, 530, 560, 600, 630, 670, 710, 800, 850, 900, 950 mm.

Bo'yinning uzunligi uning diametriga teng qilib olinadi, ya'ni $l_b = d_b$.

d_k diametr va l_k uzunlikka ega bo'lgan yuritiladigan uchi - jo'vaning tutashtiruvchi qismi bo'lib, uni elektr yuritma bilan bog'laydi. Yuritiladigan uchining diametri odatda bo'yinning diametridan 10...15 mm ga kichik bo'ladi. Yuritiladigan uchi faqatgina dumaloq emas, balki kvadrat ko'ndalang kesimga ham ega bo'lishi mumkin. Dumaloq kesimning yuritiladigan uchlari shponkali ariqchalar, liskalar va shlisalarga ega bo'lishi mumkin. Yuritiladigan uchi ko'pincha tref yoki parrak ko'rinishida ishlanadi (2.8-rasm).



2.8-rasm. Ishchi jo'valarning yuritiladigan uchlari:

a - trefli; b - parrakli; d_k - yuritiladigan uch diametri; l_k - yuritiladigan uch uzunligi; t - liskalar bo'yicha o'lcham

Tref (uch yaproq) o'zining nomini jo'valarda birinchi marta qo'llanilgan uch kesimlarining shaklidan olgan. Trefli tutashmalarni boshqalar bilan solishtirganda kamchiliklari katta oraliq tirqishlar,

yeyilishning shiddatliliigi, past yuklanish qobiliyati va tayyorlashdagi texnologik qiyinchiliklar bo'lib hisoblanadi.

Jo'vaning trefli uchini buralishga hisoblash quyidagi formula bo'yicha bajariladi:

$$\tau_{bur} = \frac{M_{bur}}{0,07d_k^3} \leq [\tau_{bur}],$$

bu yerda τ_{bur} – trefning ikkita botig'iga tushadigan maksimal burovchi kuchlanish, MPa; M_{bur} – burovchi moment, MN·m; d_k – yuritiladigan uchining diametri (trefning tashqi diametri), m; $[\tau_{bur}]$ – burashda yo'l qo'yiladigan kuchlanish.

Ishchi jo'vaning trefli uchini shpindel bilan tutashtirish uchun jo'va muftasidan foydalaniladi.

Jo'vaning parrakli (2 liskali) uchini buralishga hisoblash quyidagi formula bo'yicha bajariladi:

$$\tau_{bur} = \frac{M_{bur}}{\beta t^3} \leq [\tau_{bur}],$$

bu yerda τ_{kr} – burash kuchlanishi, MPa; t – liskalar bo'yicha o'lcham;

$$t = (0,7 \dots 0,8) d_k,$$

bu yerda d_k – yuritiladigan uchning diametri (parrakning diametri), m; β – koeffitsiyent; $t/d_k = 0,7$ bo'lganda $\beta = 0,291$; $t/d_k = 0,8$ bo'lganda $\beta = 0,235$.

Ishchi jo'vani shpindel bilan tutashtirishda parrak sirg'aluvchi ichqo'ymalarga ega bo'lgan sharnirli element sifatida chiqadi, shu sababli jo'va muftasi bo'lmaydi. Parraklarning o'lchamlari jo'va va shpindel o'qlarining og'ish burchagi 6° dan oshmaydigan qilib GOST 8059-70 bo'yicha olinadi.

Ishchi jo'valarni tayyorlash uchun po'latdan ham, cho'yandan ham foydalanilish mumkin. Issiq holda prokatlash uchun quyma va bolg'alangan po'lat jo'valar, sovuq prokatlash uchun esa faqatgina

bolg'alangan po'lat jo'valar ishlab chiqariladi. Issiq holda prokatlash jo'valarining umumiy sonida bolg'alangan po'lat jo'valarning ulushi taxminan 20% ni, quyma jo'valarning (po'lat va cho'yan) ulushi esa - 75...80% ni tashkil qiladi. Quyma jo'valar bolg'alangan jo'valarga qaraganda arzonroq, ularni tayyorlash oson, biroq yopishqoqligi va mustahkamligi pastroq.

Tarkibli jo'valarda mustahkamligi yuqori bo'lgan materiallardan ishlangan bandajlarni qo'llash, o'qdan ko'p marta foydalanishda yedirilgan bandajlarni almashtirish imkoniyati metall sarfini kamaytiradi va katta iqtisodiy samara beradi. Po'lat o'qli va cho'yan bandajli jo'valar ishda o'zini yaxshi tomondan ko'rsatgan.

Bandajni o'qqa mahkamlash quyidagicha bajariladi:

- kafolatlangan tortishli o'tirg'izish bilan;
- turli mexanik usullar bilan;
- oson eruvchan qotishmalar yoki yelim bilan.

Jo'valarning narxini bir marta o'rnatishda, ya'ni qayrashlar orasida kalibr orqali o'tgan prokatlangan metallning metrlar soni bo'yicha baholash jo'valarning sifati to'g'risida ko'proq to'g'ri tasavvurlarni beradi.

Hozirgi kungacha jo'valarning bardoshlilik bo'yicha to'plangan eksperimental materiallar asosan necha tonna metall prokatlanganligi bilan baholanadi.

Abraziv yeyilishda jo'va kalibrlarining U yeyilishi quyidagicha aniqlanadi:

$$U = kps,$$

bu yerda k – yeyilish koeffitsiyenti, ishqalanish juftligining materiallari, yuzaning g'adir-budurliigi, moylash sharoitlarini tavsiflaydi; p – metallning jo'valar bilan kontaktidagi bosim; s – ishqalanish yo'li, ya'ni prokatlangan metallning uzunligi.

Jo'valar prokatlanadigan metall tomonidan ko'rsatiladigan maksimal vertikal kuchga hisoblanadi, bu kuch ikkita tarkib toptiruvchiga ega bo'ladi:

$$P = P_{st} + P_{din},$$

bu yerda P_{st} – prokatlash kuchining statik tarkib toptiruvchisi, kalibrning shaklini hisobga olish bilan o‘rtacha kontakt bosimining kontakt maydonining gorizontaal proyeksiyasiga ko‘paytmasi sifatida aniqlanadi; P_{din} – dinamik tarkib toptiruvchi, eksperimental yo‘l bilan yoki ishchi klet elementlarining qayishqoqligi va ularning tutashmalaridagi oraliq tirqishlarni hisobga olish bilan, vertikal yo‘nalishdagi yostiqlarga ega bo‘lgan jo‘valarda massalar harakati differensial tenglamalarini yechish bilan aniqlanadi.

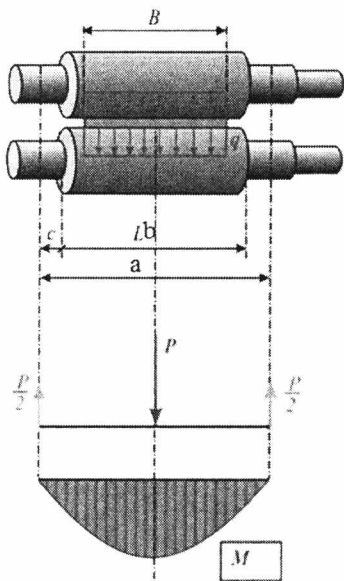
P kuch ta’siri ostida jo‘valar bukiladi va prokatlanadigan metallning qalinligi kenglik bo‘yicha notekis bo‘lib qoladi. Jo‘valarning bukilishining ta’sirini, ayniqsa, yupqa listlar va polosalarni prokatlashda hisobga olish zarur bo‘ladi.

Tayanchdan x masofadagi kesimda jo‘vaning f yig‘indi bukilishi (2.9 rasm):

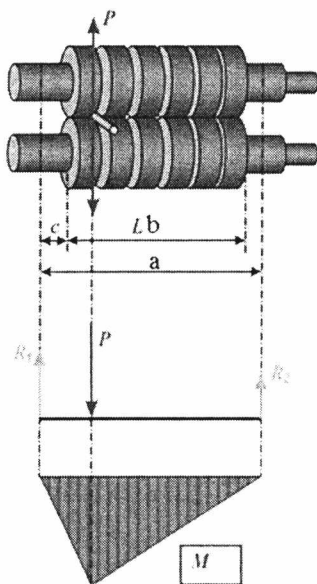
$$f = f_1 + f_2,$$

bu yerda f_1 – bukvuvchi momentlarning ta’siri natijasida bukilish; f_2 – ko‘ndalang kuchlarning ta’siri natijasida bukilish.

Aytaylik, silliq ishchi jo‘va V kenglikdagi listni prokatlashda q intensivlikka ega bo‘lgan bir tekis taqsimlangan yuklama bilan yuklangan bo‘lsin.



a



b

2.9-rasm. Bukuvchi momentlarning epyuralari:

a - tekis jo'va; b - kalibrlangan jo'va

Shunda silliq ishchi jo'va uchun f_1 va f_2 bukilishlarni aniqlash uchun A.I. Selikov formulalari quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$f_1 = \frac{P}{384EJ_b} \left[8a^3 - 4aB^2 + B^3 + 64c^3 \left(\frac{J_b}{J_{bo'}} - 1 \right) \right];$$

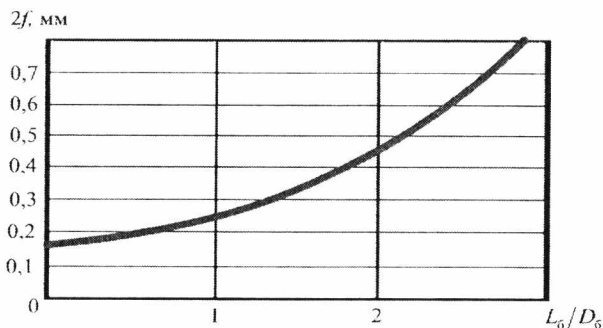
$$f_2 = \frac{P}{\pi G D_b^2} \left[a - \frac{B}{2} + 2c \left(\frac{D_b^2}{d_{bo'}^2} - 1 \right) \right],$$

bu yerda $P = qB$ – prokatlash kuchi; $J_b = \pi D_b^4/64$ – jo'va bochkasi kesimining inersiya momenti; D_b – jo'va bochkasining diametri; $J_{bo'} = \pi d_{bo'}^4/64$ – jo'va bo'yni kesimining inersiya

momenti; d_{bo} – jo‘va bo‘ynining diametri; a, s – ishchi jo‘vaning geometrik o‘lchamlari; E va G – jo‘valarning materiali uchun qayishqoqlik va siljish modullari tegishlicha quyidagini tashkil qiladi:

A.I. Selikov formulalari $d_{bo} < D_b$ ekanligini, shuningdek prokatlanadigan listning kengligi bochkaning uzunligidan kichik ekanligini hisobga oladi.

$L_b/D_b < 2$ nisbatga ega bo‘lgan toza prokatlash kletlarining kalibrlangan jo‘valarida jo‘vaning umumiy deformatsiyasida bo‘yinning bukilishi asosiy rol o‘ynaydi. $P = 0,6$ MN da o‘rtacha kalibr bilan prokatlashda $D_b = 320$ mm, $d_{bo} = 160$ mm o‘lchamli jo‘valar uchun L_b/D_b ga nisbatan ikkita jo‘vaning $2f$ yig‘indi bukilishining bog‘lanishi keltirilgan (2.10-rasm).



2.10-rasm. O‘rtacha kalibrli prokatlashda ishchi vallarning egilishi

Jo‘vani statik mustahkamlikka hisoblashda jo‘vaning bochkasidagi bukish kuchi aniqlanadi:

$$\sigma_{buk} = \frac{M_{buk}}{0,1 \cdot D_b^3}$$

bu yerda M_{buk} – jo‘va bochkasining ko‘rib chiqilayotgan kesimida amal qiluvchi bukuvchi moment.

Joʻvaning bochkasidagi burash kuchlanishi ularning bukish kuchlanishiga qaraganda juda kichikligi sababli odatda hisobga olinmaydi.

Kalibrangan (profillangan) joʻvalar uchun (2.10-rasm) maksimal bukuvchi momentning qiymatini qoʻyish kerak boʻladi. Shu bois quyidagi formula boʻyicha prokatlashda turli kalibrlarda amal qiladigan bukuvchi momentlarni aniqlash zarur boʻladi:

$$M_{buk} = P \frac{x}{\alpha} (\alpha - x),$$

bu yerda P – berilgan kalibrda prokatlash kuchi.

2 joʻvali list stanlari uchun maksimal bukuvchi moment joʻva bochkasining oʻrtasida boʻladi:

$$M_{buk} = \frac{P}{2} \cdot \frac{\alpha}{2} - \frac{P}{2} \cdot \frac{B}{4} = \frac{P}{4} \left(\alpha - \frac{B}{2} \right),$$

bu yerda $P = qB$.

Joʻvaning boʻyni bukilish va buralishga quyidagicha hisoblanadi:

$$\sigma_{bo'} = \frac{M_{buk}}{W_{buk}} = \frac{\frac{P}{2} \cdot \frac{l_{bo'}}{2}}{0,1 \cdot d_{bo'}^3};$$

$$\tau_{bo} = \frac{M_{bur}}{W_{bur}} = \frac{M_{kr}}{0,2 \cdot d_{bo}^3},$$

bu yerda M_{bur} va M_{buk} – joʻvaning boʻyniga qoʻyiladigan burovchi (yuritma tomonidan) va bukuvchi momentlar; W_{buk} va W_{bur} – joʻva boʻynining bukilish va buralish momentlariga qarshiligi; $l_{bo'}$ va $d_{bo'}$ – joʻva boʻynining uzunligi va diametri.

Natijalovchi kuchlanish quyidagi formulalar boʻyicha aniqlanadi:

a) poʻlat joʻvalar uchun

$$\sigma_{rez} = \sqrt{\sigma_{buk}^2 + 3\tau_{kr}^2};$$

b) choʻyan joʻvalar uchun

$$\sigma_{kes} = 0,375\sigma_{buk} + 0,625\sqrt{\sigma_{buk}^2 + 4\tau_{bur}^2}.$$

Natijalovchi kuchlanish berilgan joʻvalar uchun besh karra mustahkamlik zaxirasi bilan qabul qilinadigan $[\sigma]$ yoʻl qoʻyiladigan kuchlanishdan oshmasligi lozim:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_b}{5},$$

bu yerda σ_b – joʻva materialining bukilishga mustahkamlik chegarasi, MPa.

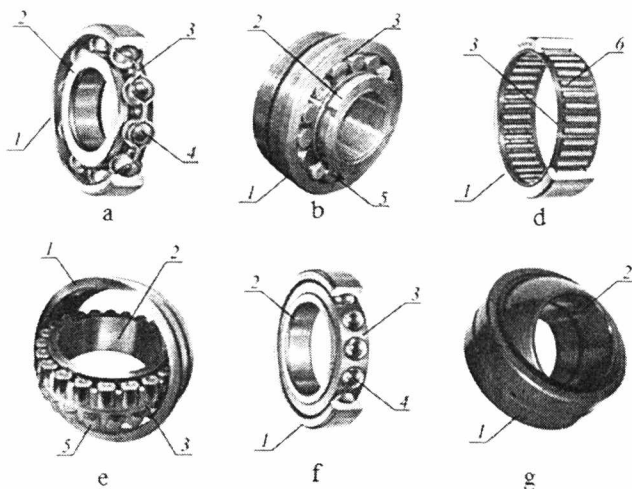
Uglerodli poʻlatdan ishlangan bosma joʻvalar uchun $[\sigma] = 120 \dots 130$ MPa; uglerodli poʻlatdan ishlangan quyma joʻvalar uchun $[\sigma] = 100 \dots 120$ MPa; choʻyan joʻvalar uchun $[\sigma] = 70 \dots 80$ MPa.

Podshipnikli uzellarning konstruksiyasiga quyidagi talablar qoʻyiladi:

- uzelni yigʻish-ajratishning qulayligi va tezkorligi;
- yuqori radial qattqlik va oʻq qattqligi;
- detallarni oraliq tirqishlarsiz oʻtirgʻizish imkoniyati;
- moyning oqishining oldini olish uchun moʻljallangan zichlashtirgichlarning boʻlishi.

Prokatlash stanlarining podshipniklarini ikkita guruhga ajratish mumkin: sirgʻalish va tebranish podshipniklari. Sirgʻalish podshipniklari konstruktiv jihatdan ikkita – ochiq va yopiq tipda ishlanadi. Tebranish podshipniklari sharikli, rolikli, ignali qilib ishlanadi. Joʻvalarga tayanch sifatida ikki qatorli sferik tebranish podshipniklari qoʻllaniladi (2.11-rasm). Oʻq yuklamalarini qabul qilish uchun joʻvaning bitta yoki ikkita uchiga radial-tayanch podshipniklar oʻrnatiladi.

Prokatlash stanlarida tekstolit yoki metall ichqo'ymalarga ega bo'lgan ochiq tipdagi sirg'alish podshipniklari qo'llaniladi. Tekstolit fenolformaldegid smolasi shimdirilgan va qaynoq holatda press-qoliplarda presslangan paxta mato qatlamlaridan tashkil topadi.



2.11-rasm. Podshipniklar:

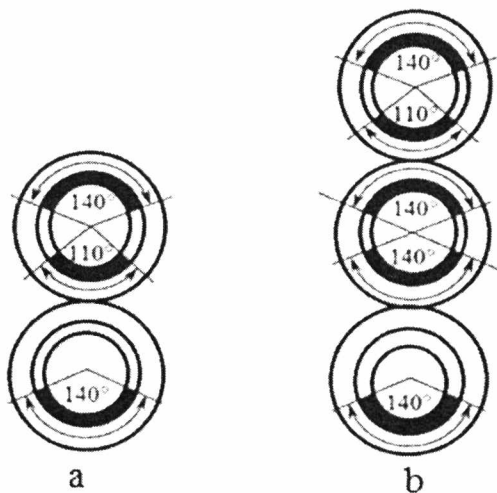
a - sharli; b - rolikli; d - ignasimon; e - sferik; f - radial tayanch sharli; g - sirpanuvchi (1 - tashqi halqa; 2 - ichki halqa; 3 - separator; 4 - sharik; 5 - rolik; 6 - igna)

Tekstolit podshipniklarni, ular $60...80^{\circ}\text{C}$ dan yuqori bo'lmagan haroratda ishlashi uchun sovutish lozim bo'ladi, chunki yuqori haroratlarda ularning intensiv tarzda shishishi va keyinchalik parchalanishi sodir bo'ladi.

Tekstolitli podshipniklar o'ta kichik ishqalanish koeffitsiyenti bilan tavsiflanadi (bronzadan ishlangan podshipniklarga qaraganda 10-20 martagacha kichik), u katta aylanish tezliklarida rolikli podshipniklarning ishqalanish koeffitsiyentiga deyarli teng bo'ladi. Bronza podshipniklarning ishqalanish koeffitsiyenti - $0,06...0,10$;

rolikli podshipniklarniki - 0,002... 0,005; tekstolitli podshipniklarniki - 0,004...0,006.

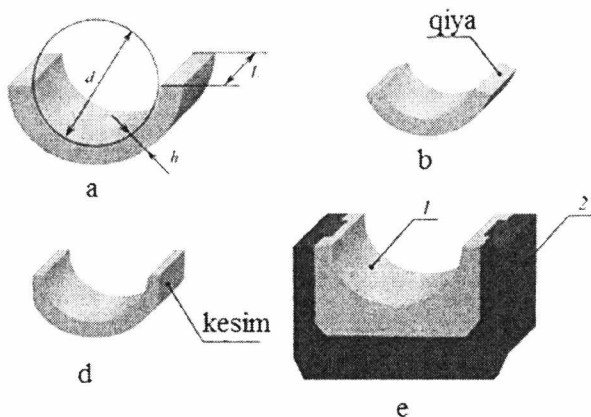
2 va 3 jo'vali kletlarning tekstolitli podshipniklarida ichqo'ymalarning (ichqo'yma) joylashuvi 2.12-rasmda ko'rsatilgan.



**2.12-rasm. Tekstolitli podshipniklarida
ichqo'ymalarning joylashuvi:**
a - duo kleti; b - trio kleti

Asosiy ichqo'ymalar prokatlash kuchining yo'nalishiga muvofiq o'rnatiladi. Yuqorigi jo'va bo'ynining ostida salt ishlashda uning massasini qabul qilish uchun mo'ljallangan qo'shimcha ichqo'yma ko'zda tutiladi. Pastki jo'vaning podshipniklarida bo'yinlarning ustidagi ichqo'ymalar bo'lmaydi: bo'yinlar yuqoridan himoyalaydigan kojux bilan yopiladi.

Tekstolit ichqo'ymalar ikkita turda bo'ladi (2.13-rasm):



2.13-rasm. Tekstolit ichqo‘ymalar turlari:

a - to‘g‘ri qirrali A tur; b - qiya qirrali A tur; d - kesilgan burchakli A tur; e - B tur (1 - ichqo‘yma; 2 - flanes)

A tur ($d = 210 \dots 750 \text{mm}$, $h = 25 \dots 290 \text{mm}$, $L = 160 \dots 750 \text{mm}$) - ajraladigan flanesli ichqo‘yma, to‘g‘ri va qiya chekkalar bilan ishlanishi mumkin;

B tur ($d = 150 \dots 230 \text{mm}$, $h = 20 \dots 225 \text{mm}$, $L = 160 \dots 240 \text{mm}$) - flanes bilan birgalikda ishlangan ichqo‘yma.

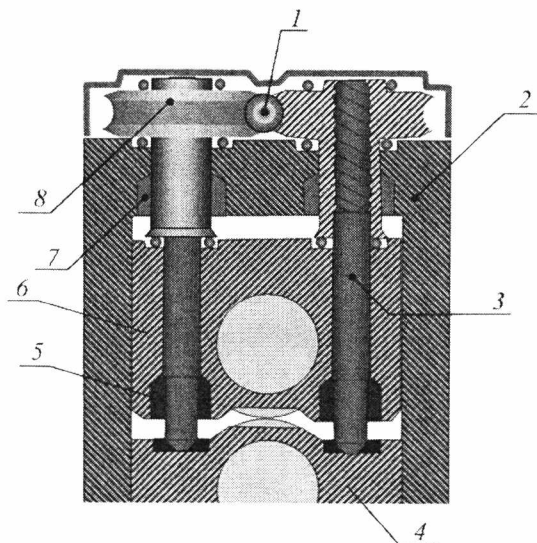
Tekstolitli podshipniklarning asosiy kamchiligi ularning qattiqligining yuqori emasligi bo‘lib hisoblanadi, bu stanni shaylash va talab qilinadigan aniqlikdagi prokatni olishni qiyinlashtiradi.

2.3. Jo‘valar holatini rostlash qurilmalari

Jo‘valar vertikal tekislikda o‘rnatiladi, bu qisuvchi mexanizmlar bilan amalga oshiriladi.

Elektrovigatel bilan globoid chervyakli uzatmalar orqali yuritiladigan qisuvchi mexanizmlar jo‘valarning ko‘chish tezligi prokatning qalinligini aniq rostlash zarurati katta bo‘lmagan stanlarda qo‘llaniladi.

Qisuvchi mexanizmning asosiy elementlari qisuvchi vintlar va gaykalar bo'lib hisoblanadi (2.14-rasm).



2.14-rasm. Qisuvchi mexanizm:

*1 - chervyak; 2 - stanina; 3 - masofali vint; 4 - pastki yostiqcha;
5, 7 - qisuvchi gayka; 6 - ustki yostiqcha; 8 - qisuvchi vint*

Qisuvchi vintlar ishchi jo'vaka to'g'ri keladigan prokatlash kuchini qabul qiladi va uni qisuvchi gaykalar orqali staninalarga uzatadi.

Qisuvchi gaykalar – qisuvchi mexanizmning eng ko'p yediriladigan detallari bo'lib, quyma bronzadan ishlanadi. Bronzani tejash uchun gaykalar tarkibli qilib ishlanadi: tashqi bandajlar uning qayishqoqlik moduli bronzaning qayishqoqlik moduliga yaqin bo'lgan yuqori mustahkam cho'yandan ishlanadi.

Qisuvchi vintlarning rezbasi yuzani toblashga tortiladi va silliqilanadi. Qisuvchi vintlarning rezbasining qadami distansion vintlarning rezbasining qadamiga qaraganda ikki martaga kichik bo'ladi va vintlarda qirqish yo'nalishi qarama-qarshi bo'ladi.

Qisuvchi vintning diametri maksimal prokatlash kuchiga bog‘liq ravishda aniqlanadi:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4Y_{max}}{\pi[\sigma]}}$$

bu yerda d_1 – qisuvchi vint rezbasining ichki diametri, $[\sigma]$ – vintning qisishiga yo‘l qo‘yiladigan kuchlanish.

Qisuvchi vintlar mustahkamlik chegarasi $\sigma_v = 600...750$ MPa bo‘lgan eritilgan po‘latdan tayyorlanadi. Qoidaga ko‘ra, besh karra mustahkamlik zaxirasi va $[\sigma] = 120...150$ MPa qilib qabul qilinadi.

Vintning hisobiy diametri GOST ma’lumotlari bilan solishtiriladi va standart qatordan eng yaqin katta qiymat qabul qilinadi.

Qisuvchi gaykaning D_g diametri va H_g balandligi quyidagi ifodalardan qabul qilinadi:

$$D_g = (1,5 \dots 1,8) \cdot d_0$$

$$H_g = (0,35 \dots 1,1) \cdot D_g,$$

bu yerda d_0 – qisuvchi vint rezbasining tashqi diametri.

Qisuvchi vintni aylanma harakatga keltirish uchun uning yuqorigi uchiga quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadigan burovchi moment qo‘yiladi:

$$M = Y \left[\mu_n \cdot \frac{d_n}{3} + d_{cp} \cdot tg(\alpha + \varphi) \right],$$

bu yerda Y – qisuvchi vintga ta’sir ko‘rsatuvchi kuch, $Y=P/2$, bu yerda P – berilgan kalibrning prokatlash kuchi; μ_n - ishqalanish koeffitsiyenti; d_n - pyataning diametri; d_{cp} - qisuvchi jo‘va rezbasining o‘rtacha diametri; α - rezbaning ko‘tarilish burchagi; φ - rezbadagi ishqalanish burchagi quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi:

$$tg(\alpha + \varphi) = \mu_p$$

bu yerda μ_p – rezbada qisuvchi vint bilan gayka oʻrtasida ishqalanish koeffitsiyenti.

Rezba normal moylanganda $\mu_p = 0,1$ boʻladi, shunda $\alpha + \varphi = 5^\circ 40'$.

Oʻtishlar orasidagi pauzalar vaqtida, bunda qisuvchi vintga prokatlash kuchi taʼsir koʻrsatmaydi, biroq yuqorigi joʻvani muvozanatlash qurilmasi tomonidan kuch taʼsir koʻrsatadi, Y kuch quyidagicha aniqlanadi:

$$Y = Q - \frac{G}{2} = (0,2 \dots 0,4) \frac{G}{2},$$

bu yerda Q – muvozanatlash mexanizmi tomonidan valning bitta yostigʻiga taʼsir koʻrsatuvchi kuch; G – muvozanatlanadigan detallarning massasi (yuqorigi joʻva, uning yostiqlari va qisuvchi vint).

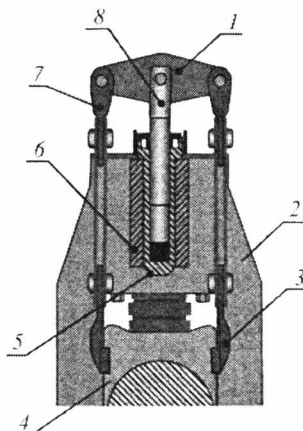
Prokatlash jarayoni paytida vint siljigan holatda (yupqa list stanlarida) unga prokatlash kuchining yarmiga teng boʻlgan $Y = P/2$ kuch taʼsir koʻrsatadi. Burovchi moment hisoblangandan keyin qisuvchi mexanizmni yuritish uchun talab qilinadigan quvvatga ega boʻlgan elektrodvigatel tanlanadi.

Oraliq tirqishlarni istisno qilish uchun barcha ishchi kletlarda *muvozanatlash qurilmalari* koʻzda tutilgan. Bu qurilmalar yordamida yuqorigi joʻvaning yostiqlari har doim qisuvchi vintlarning yonlariga zich qilib qisilgan boʻladi. Yuqorigi joʻvani muvozanatlash uchun yukli, gidravlik va prujinali qurilmalar qoʻllaniladi.

Yukli muvozanatlash qurilmasi joʻvani 2 m balandlikkacha siljitish uchun moʻljallangan qarama-qarshi yukli dastaklarga ega. Bu qurilmaning yutugʻi – konstruksiyaning oddiyligi va ekspluatatsiya qilishdagi ishonchlilik boʻlib hisoblanadi. Kamchiligi: katta ogʻirlikdagi qarshi yuklarning inersiyasi dinamik yuklamalarni chaqiradi.

Gidravlik muvozanatlash qurilmasi yukli qurilmaga xos bo'lgan kamchiliklarga ega emas, shovqinsiz va turtkilarsiz ishlaydi, kichik gabarit o'lchamlarga ega, oson boshqariladi. Nasos-akkumulyator stansiyasini o'rnatish zarurligi katta kamchilik bo'lib hisoblanmaydi, chunki ko'pgina sexlarda bunday stansiyalar boshqa texnologik maqsadlar uchun allaqachon o'rnatilgan. Ishchi suyuqlik sifatida moy-suv emulsiyasi yoki veretenka moyi qo'llaniladi.

Quyida 4 jo'vali stanning yuqorigi tayanch valigini muvozanatlash uchun mo'ljallangan gidravlik qurilma ko'rib chiqiladi (2.15-rasm).



2.15-rasm. Gidravlik muvozanatlash qurilmasi:

1 - plunjer; 2 - koromislo (tayanch nuqtasining o'rtasida bo'lgan richag); 3 - tortuvchi kuch; 4 - travers; 5 - gidrosilindr korpusi; 6 - yostiqla; 7 - stanina; 8 - ko'ndalang to'sin (balka)

Gidrosilindr plunjerining ustki qismiga sharnir yordamida koromislo (tayanch nuqtasining o'rtasida bo'lgan richag) mahkamlangan, uning uchlariga ikkita tortgich osilgan. Chap va o'ng staninalarni tutashtiruvchi traversga gidrosilindrning korpusi montaj qilingan. Staninaning darchasiga yostiqlarning og'irligini qabul qiladigan ko'ndalang to'sinlarning uchlar kiradi.

4 jo'vali stanning ustki ishchi jo'vasi pastki ishchi jo'vaning yostiqlarida joylashgan gidravlik plunjerlar bilan muvozanatlanadi.

Prujinali muvozanatlash qurilmasidan jo'vaning siljishi unchalik katta bo'lmagan holatda foydalaniladi. Yuqorigi jo'va traversga tayanadigan, chap va o'ng staninalarni yuqoridan tutashtiradigan to'rtta prujina yordamida muvozanatlanadi.

O'q bo'yicha o'rnatish mexanizmlari kalibrlarning o'qlarini tekislash va yostiqlarni qotirish uchun jo'valarni gorizontallikda siljitish uchun xizmat qiladi. Listlarni prokatlaydigan stanlarga faqatgina yostiqlarni o'q bo'yicha qotirish zarur bo'ladi va odatda silliq bochkali jo'valarni o'q bo'yicha rostlashga zarurat bo'lmaydi. O'q qurilmasi mexanizmlari bir va ikki tomonli bo'ladi.

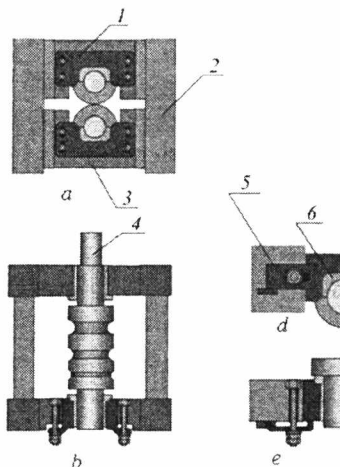
Jo'valarning o'q qurilmalarining ikki tomonli qisadigan va bir tomonli dastakli mexanizmlarini ko'rib chiqamiz.

Ikki tomonli qisadigan mexanizmlar tekstolit podshipnikli vallarni o'rnatish uchun qo'llaniladi. Qoidaga ko'ra, podshipnikli tayanchlar jo'valar almashtiriladigan tomondan qotiriladi, yuritma tomondagi tayanchlar esa haroratdan deformatsiyalanishlarni hisobga olish bilan «suzuvchan» qilib ishlanadi (2.16-rasm).

Ikki tomonli mexanizmlar yostiqlarning bir-biriga jo'va orqali qisilishini ta'minlaydi, bunga yostiqlarni flaneslar yoki olinadigan plankalar orqali tashqi tomondan qisadigan boltlar yordamida erishiladi.

Ikki tomonli mexanizmlarning umumiy kamchiliklari - ko'p sonli boltlarning bo'lishi, kletga ikki tomondan xizmat ko'rsatish zarurligi, qattqlikning yuqori emasligi, yostiqlarning o'z-o'zidan rostlanmasligi bo'lib hisoblanadi.

Shu sababli bir tomonli dastakli mexanizmlar ko'proq keng tarqalishga ega bo'lgan, ular jo'valarni gorizontallikda yostiqlar orqali bir tomondan (odatda, yuritma tomondan emas) o'rnatish va qotirishni, vertikal kletlarda yuqoridan o'rnatish va qotirishni ta'minlaydi (2.17-rasm). Bunday mexanizmlar jo'valar tebranish podshipniklari yoki suyuqlikli ishqalanish podshipniklariga o'rnatiladigan, jo'valar yuritilmaydigan tomonidan har ikkala yo'nalishda yostiqlarga qotiriladigan holatlarda qo'llaniladi.



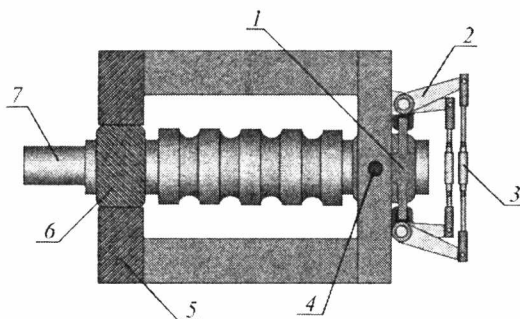
2.16-rasm. Jo'valarni o'q bo'ylab o'rnatishning ikki tomonli qisadigan mexanizmlari:

a, d - yon tomondan ko'rinishi; b, e - yuqoridan ko'rinishi;

1 - flanes; 2 - stanina; 3 - yostiqla; 4 - ishchi jo'va;

5 - ko'tarma planka; 6 - tekstolitli podshipnik

Klet staninasining yo'naltiruvchi pazlariga o'rnatilgan flanesli yostiqla staninaga sharnir orqali dastaklar bilan mahkamlanadi.



2.17-rasm. Jo'valarni o'q bo'ylab o'rnatishning bir tomonli qisadigan mexanizmlari:

1 - flanes yostiqlasi; 2 - richag; 3 - tortuvchi kuch; 4 - sharnir;

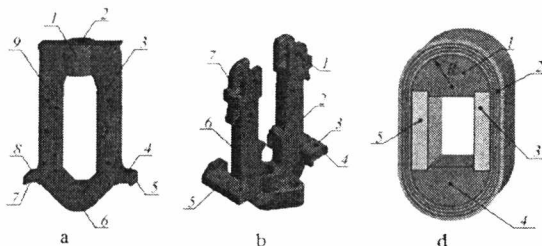
5 - stanina; 6 - yostiqla; 7 - ishchi jo'va

Dastaklarning holati tutashtiruvchi tortgichlar bilan rostlanadi, ulardan biri choʻzishga, boshqasi esa siqishga ishlaydi. Yostiqning flaneslarida joʻvaning oʻqi balandligida sferik elementlar mavjud, ular uning oʻz-oʻzidan rostlanishi uchun koʻproq qulay sharoitlarni yaratish uchun moʻljallangan. Bir tomonli dastakli mexanizmlar bitta va ikkita yuritiladigan uchlarga ega boʻlgan joʻvalarni oʻrnatish uchun qoʻllaniladi. Keyingi holatda dastaklar joʻvalarning balandligidan yuqoriga olib chiqiladi yoki pastga olib tushiladi. Prokatlashda oʻq kuchlari staninaga flanesli rostlanadigan yostiqqa oʻrnatilgan tayanch podshipniklar bilan uzatiladi.

2.4. Staninalar

Barcha tipdagi stanina kletlarida prokatlashda kuch zanjirini tugallaydigan element stanina boʻlib hisoblanadi. Stanina pastda panjalarga ega, ularda staninani plitaga mahkamlash uchun xizmat qiladigan boltlar uchun moʻljallangan teshiklar ishlangan.

Yopiq va ochiq tipdagi, shuningdek tarkibiy staninalar ajratiladi (2.18-rasm).



2.18-rasm. Stanina turlari:

a - yopiq (1 - ustki koʻndalang toʻsin; 2 - siquvchi vint uchun teshik;

3, 9 - ustunlar; 4, 8 - poydevor boltlari uchun teshiklar;

5, 7 - panjalar; 6 - pastki koʻndalang toʻsin); b - ochiq (1 - ustki

koʻndalang toʻsinga mahkamlash uchun teshik; 2, 6 - ustunlar;

3 - poydevor boltlari uchun teshiklar; 4, 5 - panjalar; 7 - ustki

koʻndalang toʻsinni oʻrnatish uchun oʻyiq (paz)); d - tarkibiy

(1, 4 - rigeli; 2 - metall tasmali paket; 3, 5 - ustunlar)

Yopiq stanina oʻzida yaxlit ramani taqdim qiladi, *ochiq stanina* esa olinadigan yuqorigi toʻsinga ega boʻladi, u ponalar, paleslar yoki sapfalar yordamida mahkamlanadi.

Oʻlchamlar bir xil boʻlganda yopiq staninalar ochiq staninalarga qaraganda yuqoriroq qattiqlikka ega boʻladi. Biroq ularning asosiy kamchiligi yostiqli joʻvalarni yon tomondan almashtirish koʻproq mehnat talab qilishi boʻlib hisoblanadi. Bundan tashqari, fasonli profillarni prokatlash uchun zarur boʻladigan burtli joʻvalar boʻlganda staninaning darchasini kattartirish talab qilinadi, bu kletlarning gabarit oʻlchamlari va ogʻirligini oshiradi, shuningdek ularning qattiqligini kamaytiradi. Ochiq staninalar joʻvalarni koʻproq qulay almashtirishni taʼminlaydi va burtli joʻvalar uchun darchani kattalashtirishni talab qilmaydi, biroq kichikroq qattiqlikka ega boʻladi. Shu sababli yopiq staninalar, asosan, oddiy profillarni prokatlash uchun moʻljallangan uzluksiz va ketma-ket sortli prokatlash stanlarida qoʻllaniladi. Qolgan hollarda ochiq staninalarga ustuvorlik beriladi.

Tarkibiy staninalar turlicha qilib ishlanadi, biroq ustunlar va *rigellar* deb ataluvchi, R radiusli segmentlar koʻrinishida ishlangan, kontur boʻylab yuqori mustahkamlikka ega boʻlgan metall lenta bilan oʻralgan koʻndalang toʻsinlardan tashkil topgan tarkibiy staninalar koʻproq istiqbolli boʻlib hisoblanadi.

Qoidaga koʻra, stanina prokatlash stanogining ishchi katagining almashtirilmaydigan detali boʻlib hisoblanadi, uning yeyilishi uzoq muddatli turib qolishlar va kattagina zararlarga olib keladi. Shu sababli prokatlash stanlarining staninalari, hatto avariya vaziyatlarda ham yetarlicha mustahkamlikka ega boʻlishi, shuningdek zaruriy qattiqlikka ham ega boʻlishi lozim, chunki ularning deformatsiyasi ishchi kletning boshqa detallarining deformatsiyasi bilan bir qatorda joʻvalarning qoplashini oʻzgartiradi va prokat oʻlchamlarining aniqligiga taʼsir koʻrsatadi.

Staninalarni qattiqlik va mustahkamlikka hisoblash uchun turlicha uslublar qoʻllaniladi.

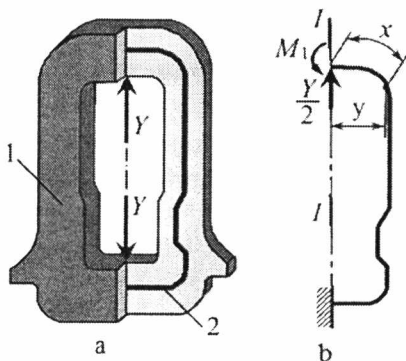
A.I. Selikov uslubi Kastilyano tenglamasidan foydalanishga asoslangan. Aytaylik, ixtiyoriy shakldagi stanina vertikal oʻqqa nisbatan simmetrik boʻlsin (2.19-rasm).

Staninaga ta'sir ko'rsatuvchi maksimal vertikal yuklama statik va dinamik tarkib toptiruvchilarga ega bo'ladi:

$$Y = Y_{st} + Y_{din}$$

Gorizontall kuchlar staninaga prokatlanadigan polosa qamrab olingan momentda va tortish bilan prokatlashda ta'sir ko'rsatadi. Staninalarni hisoblashda gorizontall kuchlar ularning vertikal kuchlarga nisbatan arziemasligi sababli odatda hisobga olinmaydi.

Selikov uslubiga muvofiq, staninaning qayishqoq deformatsiyalanishining Π potensial energiyasini hisoblashda faqatgina bukilish deformatsiyasi hisobga olinadi. Staninalarni hisoblashda bunday soddalashtirish 5% dan oshiq bo'lmagan xatolikka olib keladi:



2.19-rasm. Simmetrik stanina:

- a* - staninaga ta'sir etuvchi kuchlar (1 - stanina; 2 - neytral tolasi);
b - asosiy tizim: I-I - kesim; (x, u) - kesish joyi, M_1 - bukuvchi moment, $Y/2$ - staninaga ta'sir etuvchi vertikal yuklama

$$P = \frac{M_x^2 dx}{2EJ_x},$$

bu yerda E - qayishqoqlik moduli; x - I - I kesim va ko'rib chiqilayotgan kesim orasida staninaning neytral tolasining uzunligi;

M_x - bukuvchi moment, J_x - staninaning ko'rib chiqilayotgan kesimi uchun inersiya momenti.

Pastki ko'ndalang to'sinning o'rta kesimi stanina yuklanganda burilmaydi deb taxmin qilamiz. Yuqorigi ko'ndalang to'sinning o'rta kesimida statik jihatdan aniqlab bo'lmaydigan M bukuvchi moment ta'sir ko'rsatadi, bu momentni, to'sinning bitta yarmining qayishqoq deformatsiyasining potensial energiyasidan kelib chiqish bilan, ya'ni asosiy tizimga muvofiq topish mumkin.

Yuklanishda $I-I$ kesimning burilish burchagi nolga teng bo'ladi, ya'ni Kastilyano teoremasiga muvofiq:

$$\theta_1 = \int \frac{M_x}{EJ_x} \cdot \frac{\partial M_x}{\partial M_1} dx = 0 \quad (2.1)$$

Agar u staninaning ichki tolasida cho'zuvchi kuchlanishni hosil qilsa, M_x ning qiymatini musbat deb hisoblaymiz:

$$M_x = \frac{Y}{2} y - M_1 \quad (2.2)$$

bu yerda y - ko'rib chiqilayotgan kesimga nisbatan $Y/2$ kuchning yelkasi.

Momentning hosilasi quyidagiga teng bo'ladi:

$$\frac{\partial M_x}{\partial M_1} = -1.$$

E ni doimiy kattalik sifatida tushirib qoldirish bilan, o'rniga qo'yishlardan keyin (2.1) tenglamani quyidagi ko'rinishda taqdim qilish mumkin:

$$\int \left(\frac{Y}{2} y - M_1 \right) \frac{dx}{J_x} = 0$$

Bundan qidirilayotgan qiymatni aniqlaymiz:

$$M_1 = \frac{Y}{2} \int y \frac{dx}{J_x} \left(\int \frac{dx}{J_x} \right)^{-1} \quad (2.3)$$

Bu tenglama bo'yicha M_1 ni topish uchun y ni x o'zgaruvchi orqali ifodalash zarur bo'ladi. Xususiyl holatlarni ko'rib chiqamiz.

Ko'ndalang to'sinlarning turlicha inersiya momentlariga ega bo'lgan to'g'ri burchakli stanina uchun (2.20-rasm) (2.2) tenglama bo'yicha M_1 ni aniqlaymiz.

Bu yerda $y = f(x)$ bog'lanish oddiy: ko'ndalang to'sinlar uchun $y = x$, ustunlar uchun esa $y = l_1/2$.

Shundan kelib chiqqan holda:

$$M_1 = \frac{Y}{2} \left[\frac{1}{J_1} \int_0^{l_1/2} x dx + \frac{1}{J_2} \int_0^{l_2} \frac{l_1}{2} dx + \frac{1}{J_3} \int_0^{l_1/2} x dx \right] \cdot \left[\frac{1}{J_1} \int_0^{l_1/2} dx + \frac{1}{J_2} \int_0^{l_2} dx + \frac{1}{J_3} \int_0^{l_1/2} dx \right]^{-1}$$

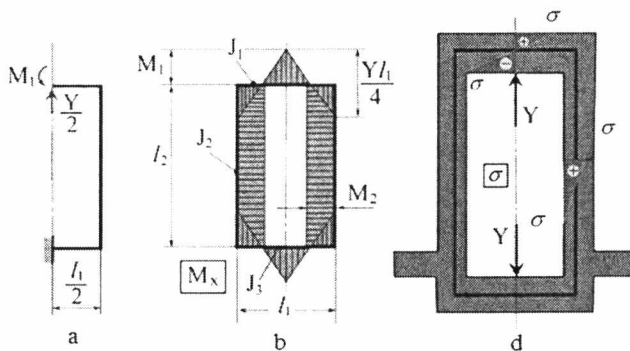
bu yerda l_1 va l_2 - ko'ndalang to'sinlar va ustunlarning neytral tola bo'yicha uzunliklari, J_1, J_2, J_3 - ustki ko'ndalang to'sin, ustunlar va pastki ko'ndalang to'sinning inersiya momentlari.

Shunday qilib:

$$M_1 = \frac{Y l_1}{4} \left[\frac{l_1}{4J_1} + \frac{l_2}{J_2} + \frac{l_1}{4J_3} \right] \cdot \left[\frac{l_1}{2J_1} + \frac{l_2}{J_2} + \frac{l_1}{2J_3} \right]^{-1} \quad (2.4)$$

Momentlar epyurasi (2.4) tenglama bo'yicha quriladi, unga ko'ra ustundagi moment:

$$M_2 = \frac{Y l_1}{4} - M_1 \quad (2.5)$$



2.20-rasm. To'g'ri burchakli stanina:

a - asosiy tizim; b - bukuvchi moment epyuralari; d- yuklamalar epyuralari; M_1, M_2 - statik ravishda noma'lum bukuvchi momentlar; $Y/2$ - staninaga ta'sir etuvchi vertikal yuklama; J_1, J_2, J_3 - ustki ko'ndalang to'sin, ustunlar va pastki ko'ndalang to'sinning inersiya momentlari; σ_{vn} - ichki tolalar kuchlanishi (siqish); σ_{nar} - tashqi tolalar kuchlanishi (cho'zilish)

Ko'ndalang to'sinlarning bir xil inersiya momentlariga ega bo'lgan, ya'ni vertikal va gorizontal o'qlarga nisbatan simmetrik bo'lgan to'g'ri burchakli stanina uchun M_1 moment, agar $J_1 = J_3$ deb hisoblansa, (2.3) tenglamadan topiladi:

$$M_1 = \frac{Yl_1}{4} \left(\frac{l_1}{2J_1} + \frac{l_2}{J_2} \right) \cdot \left(\frac{l_1}{J_1} + \frac{l_2}{J_2} \right)^{-1}$$

Qayta shakllantirishlardan keyin (2.5) tenglama bo'yicha ustundagi moment:

$$M_2 = \frac{Yl_1}{8} \cdot \left(1 + \frac{l_2J_1}{l_1J_2} \right)^{-1},$$

Bu yerda l_1, l_2, J_1, J_2 , – ko'ndalang to'sinlar va ustunlar uchun neytral tolaning uzunliklari va kesimlarning inersiya momentlari.

Staninaning ko'ndalang to'sinining o'rtasidagi kuchlanish:

- ichki tolada $\sigma_{vn} = -\frac{M_1}{W_{vn}}$ - siqilish;
- tashqi tolada $\sigma_{nar} = -\frac{M_1}{W_{nar}}$ - cho'zilish;

Staninaning ustunidagi kuchlanish:

- ichki tolada $\sigma_{vn} = \frac{Y}{2F_2} + \frac{M_2}{W_{vn}}$ - cho'zilish;
- tashqi tolada $\sigma_{nar} = \frac{Y}{2F_2} + \frac{M_2}{W_{nar}}$ - siqilish yoki cho'zilish.

Bu yerda F_2, W_{vn}, W_{nar} - ustun kesimining maydoni va kesimlarning ichki va tashqi tolalar bo'yicha qarshilik momentlari.

Grafik-tahliliy uslub murakkab shakldagi yopiq tipdagi staninani hisoblash uchun qo'llaniladi. Bu yaqinlashuvchi integrallash uslubidir. Bunda neytral tolaning yarim perimetri 11...16 ta uchastkalarga bo'linadi (2.21-rasm).

(2.3) da integrallarning belgilari oxirgi summalar bilan almashtiriladi:

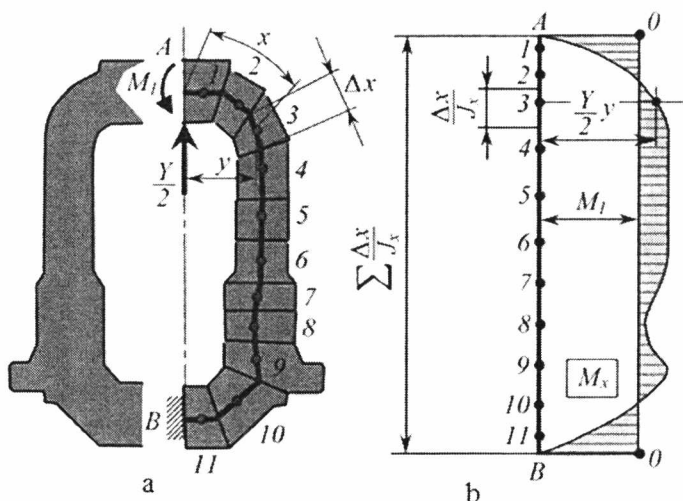
$$M_1 = \frac{Y}{2} \sum y \frac{\Delta x}{J_x} \left(\sum \frac{\Delta x}{J_x} \right)^{-1},$$

Δx – uchastkaning uzunligi; J_x – berilgan uchastka uchun o'rta kesimning inersiya momenti; y – berilgan uchastkaning neytral chizig'iga nisbatan $Y/2$ kuchning yelkasi.

Bu ifodaning suratini grafik tarzda koordinata o'qlarida qurilgan AV egri chiziqning ostidagi maydon sifatida taqdim qilish mumkin, bu egri chiziqning ordinatasi $(Y/2)y$ ning joriy qiymati, absissasi esa $-\Delta x/J_x$ ning a'zolarining yig'indisining joriy qiymati bo'lib hisoblanadi.

Umuman olganda, bu maydon ularning har biri $(Y/2)y \Delta x/J_x$ ko'paytmaning joriy qiymatiga teng bo'lgan maydonchalarning yig'indisi sifatida hosil bo'ladi. M_1 ning qiymati AV egri chiziqning ostidagi maydonning o'rtacha ordinatasiga teng. Har qanday kesimdagi moment 0 nuqtada koordinatalar boshiga ega bo'lgan,

boshlang'ich absissalar o'qidan M_1 masofaga orqaga qoladigan momentlar epyurasi bilan taqdim qilinadi.



2.21-rasm. Murakkab shakldagi stanina:

a - neytral tolaning parchalanishi; b - bukuvchi moment epyuralari;

1, 2, ..., 11 - o'rta uchastkalar

Hisoblashni $y/2 = 1$ bittalik kuchdan olinadigan momentlar epyurasini oldindan qurish yo'li bilan qisqartirish mumkin, momentlarning yakuniy epyurasini olish uchun uni $y/2$ kattalikka ko'paytirish lozim bo'ladi.

AV egri chiziqning ostidagi maydonning bittalik kuchdan olinadigan ushbu epyuraga mos keladigan o'rtacha ordinatasi son jihatidan staninaning kesimiga nisbatan u yelkaga teng bo'ladi, bu yerda moment nolga teng bo'ladi.

A.A. Korolev uslubi staninani ikki tayanchli balkalarga qirqishga asoslanadi. Prokatlash stanlarining qoplash o'zgarganda faqatgina yuqorigi jo'va siljiydigan yopiq staninalarida yuqorigi ko'ndalang to'sinning J_1 inersiya momenti pastki ko'ndalang to'sinning J_3

inersiya momentidan kattaroq qilib olinadi: odatda $J_1/J_3 = 1,2 \dots 1,4$ bo'ladi. Ko'ndalang to'sinlarning inersiya momentlarining bunday nisbati staninaning talab qilinadigan mustahkamlik zaxirasini ta'minlash uchun zarur bo'ladi, chunki yuqorigi ko'ndalang to'sinning kesimi qisuvchi gayka uchun ochilgan teshik bilan zaiflashgan bo'ladi. Bu teshikni qayrashda kesimda kuchlanishlarning konsentratorlari vujudga keladi.

Statik jihatdan aniqlab bo'lmaydigan M_1 va M_3 momentlarni aniqlash uchun qattiq rama burchaklarida qir qilgan va to'rtta erkin ikki tayanchli balkalarni hosil qiladi deb tasavvur qilinadi (2.22-rasm).

Qir qilgan balkalarning tayanchlariga ko'ndalang to'sinlarning tutashmalarida qattiq burchaklarning ta'sirini hisobga olish uchun M_1 va M_3 momentlar qo'yiladi. Shu tariqa tizim statik jihatdan aniqlanadigan bo'lib qoladi. Materiallar qarshiligi nazariyasidan ma'lumki, balkaning tayanch nuqtasida bukilgan o'qqa urinma to'g'ri chiziqning θ egilish burchagi balkaning qattiqligiga bo'lingan soxta momental yuklamaning R tayanch reaksiyasiga teng bo'ladi:

$$\theta = \frac{R}{EJ}.$$

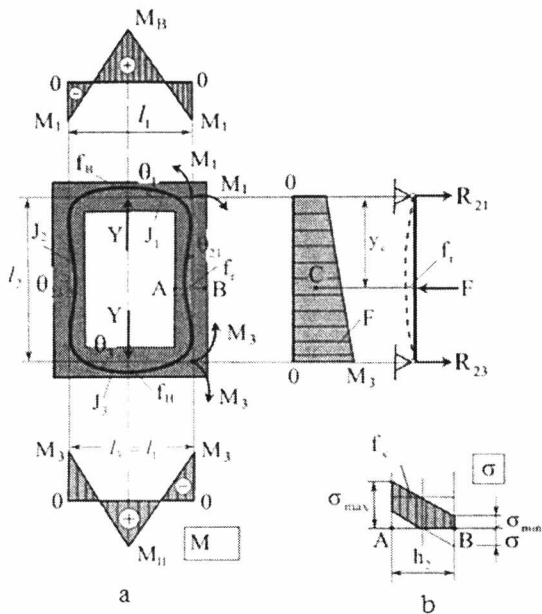
Yuqorigi va pastki ko'ndalang to'sinlar Y kuchlar bilan bukilganda soxta momental yuklama momentlar epyurasining $Yl_1^2/8$ maydoniga teng bo'ladi. Tayanchdagi soxta reaksiya momental yuklamaning yarmiga, ya'ni $Yl_1^2/16$ ga teng bo'ladi.

Yuqorigi va pastki ko'ndalang to'sinlarda θ burchaklarning qiymatlari ($J_1 \neq J_3$, $l_3 = l_1$) mos ravishda quyidagiga teng bo'ladi:

$$\theta'_1 = \frac{Yl_1^2}{16EJ_1}; \quad \theta'_3 = \frac{Yl_1^2}{16EJ_3}.$$

Ushbu ko'ndalang to'sinlar tayanchlarga qo'yilgan M_1 va M_3 momentlar bilan bukilganda, bukilgan o'qning egilish burchaklari quyidagini tashkil qiladi:

$$\theta_1'' = \frac{M_1 l_1}{2EJ_1}; \quad \theta_3'' = \frac{M_3 l_1}{2EJ_3}.$$



2.22-rasm. Yopiq stanina:

a - bukuvchi moment epyuralari; b - vertikal ustunlardagi cho'zuvchi kuchlanishlar epyurasi; M_1, M_2, M_3, M_4 - statik ravishda noma'lum bukuvchi momentlar; Y - ikki kuch teng va qarama-qarshi yo'nalishda stanina o'qi bo'ylab yo'naltirilgan; $\theta, \theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4$ - balkaning tayanch nuqtasida bukilgan o'qqa urinma to'g'ri chiziqlarning θ egilish burchaklari; R - soxta momental yuklamaning tayanch reaksiyasi; F - trapetsiyasimon epyuraning momental maydoni; $J_1, J_2, J_3, l_1, l_2, h_2$ - geometrik parametrlari, $f_v, f_g, f_{s, rast}$ - bukilishlar; $\sigma_{s(f(zg))}, \sigma_{max}, \sigma_{s(f(zg))}, \sigma_{min}$ - vertikal ustundagi cho'zuvchi kuchlanish

Har bir ko'ndalang to'sinning Y kuchlar va tayanchlardagi M_1 va M_3 momentlardan bukilishlari turli tomonlarga yo'nalgan bo'ladi, shu sababli tayanchlarda o'qning burilishining natijalovchi burchaklari quyidagi farq bilan ifodalanadi:

$$\theta_1 = \theta'_1 - \theta''_1 = \frac{Yl_1^2}{16EJ_1} - \frac{M_1l_1}{2EJ_1}; \theta_3 = \theta'_3 - \theta''_3 = \frac{Yl_1^2}{16EJ_3} - \frac{M_3l_1}{2EJ_3}$$

Staninaning l_2 uzunlikka ega bo'lgan vertikal ustuni stanina darchasining ichida tayanchlardagi M_1 va M_3 momentlar bilan bukiladi. Trapetsiyasimon epyuraning momental maydoni:

$$F = (M_1 + M_3) \frac{l_2}{2};$$

Trapetsiya maydonining S markazigacha bo'lgan masofa:

$$y_c = \frac{M_1 + 2M_3}{M_1 + M_3} \cdot \frac{l_2}{3};$$

Tayanchlardagi bu maydondan keladigan soxta reaksiya:

$$R_{21} = (2M_1 + M_3) \frac{l_2}{6}; R_{23} = (M_1 + 2M_3) \frac{l_2}{6}.$$

Yuqorigi va pastki tayanchlarda vertikal o'qning burilish burchaklari:

$$\theta_{21} = \frac{R_{21}}{EJ_2}; \theta_{23} = \frac{R_{23}}{EJ_2}.$$

Qattiq ramada burchaklardagi tayanchlar ko'ndalang to'singa ham, ustunga ham tegishli bo'lishi sababli, burilish burchaklari o'zaro teng bo'lishi lozim.

$\theta_1 = \theta_{21}$ va $\theta_3 = \theta_{23}$ ni tenglashtirish bilan qattiq ramaning burchaklarida statik jihatdan aniqlab bo'lmaydigan momentlar uchun quyidagi qiymatlarni olamiz:

Ko'ndalang to'sinlarda vertikal kuchlardan keladigan moment ($l_1 = l_3$ degan shartda) $M_n = Yl_1/4$ ga teng bo'ladi.

Qattiq ramaning yuqorigi va pastki burchaklarida ta'sir ko'rsatuvchi momentlar:

$$M_1 = \frac{M_n}{2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{(3n+m)m}{3n+(2-n)m}}; \quad M_3 = \frac{M_n}{2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{(3n+m)m}{3n+(2n-1)m}},$$

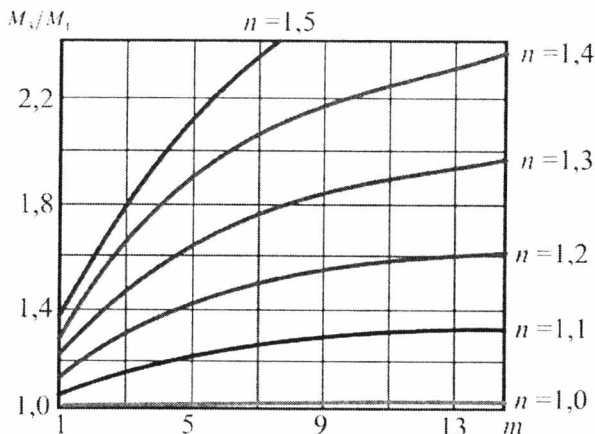
$$\text{bu yerda } n = \frac{J_1}{J_3} > 1 \quad m = \frac{J_1 l_2}{J_2 l_1} \gg 1.$$

Agar $J_1 = J_3$ va $n = 1$ bo'lsa, u holda bukuvchi moment uchun formulani olamiz:

$$M_0 = M_1 = M_3 = \frac{M_n}{2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{J_1 l_2}{J_2 l_1}} = \frac{Y \cdot l_1}{2 \cdot 4} \cdot \frac{1}{1 + \frac{J_1 l_2}{J_2 l_1}}.$$

Egri chiziqlarni tahlil qilishdan (2.23-rasm) shu narsa kelib chiqadiki, M_3/M_1 momentlar nisbati m parametrlar ortishi bilan $n \geq 1,2$ da keskin ortadi.

Kuchlanishlarning konsentratsiyasini kamaytirish uchun ba'zi bir stanlarning (odatda yirik stanlarning) staninalarining konstruksiyalarida qattiq ramaning burchaklarida kattagina dumaloqlanishlar ko'zda tutiladi.



2.23-rasm. Bukuvchi momentlarning nisbati ko'ndalang o'tkazilgan inersiya momentlarining nisbatiga bog'liqligi

Bu holda statik jihatdan aniqlanmagan M_0 moment A.I. Selikov formulasi bo'yicha hisoblanadi ($J_1 = J_3$ bo'lganda):

$$M_0 = \left[\frac{1 + 4 \frac{r}{l_1}}{1,15 \frac{rJ_1}{l_1J_4} + 1} \right] \left(1 + \frac{J_1 l_2}{J_2 l_1} + \frac{\pi r J_1}{l_1 J_4} \right)^{-1},$$

bu yerda r va J_4 – dumaloqlik radiusi va dumaloqlangan kesimning inersiya momenti $r = 0$ bo'lganda bu formula (2.5) bilan bir xil bo'ladi.

Metallni prokatlashda staninalarning ko'ndalang to'sinlari va ustunlaridagi kuchlanishlarni aniqlaymiz. Ko'ndalang to'sinlar Y kuchlar va M_1 va M_3 momentlar bilan bukilishga tortiladi, bunda keyingilari Y kuchlardan keladigan bukilishlarni kamaytiradi. Bukuvchi momentlar va cho'zuvchi kuchlanishlarning hisobiy bog'lanishlari quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

yuqorigi ko'ndalang to'sinning o'rtasida

$$M_v = M_p - M_1; \quad \sigma_v = \frac{M_p - M_1}{W_1};$$

pastki ko'ndalang to'sinning o'rtasida

$$M_n = M_p - M_3; \quad \sigma_n = \frac{M_p - M_3}{W_3};$$

bu yerda W_1 va W_3 – yuqorigi va pastki ko'ndalang to'sinlarning o'rta kesimlarining qarshilik momentlari. Bu momentlar ta'siri ostida ustun staninaning darchasining ichida bukiladi, shu sababli ustunning tashqi tomonida siquvchi kuchlanishlar (V nuqta), ichki tomonida esa cho'zuvchi kuchlanishlar vujudga keladi (A nuqta).

Gorizontaal kesimning balandligi bo'yicha o'rtacha ustun uchun yig'indi cho'zuvchi kuchlanishlar quyidagini tashkil qiladi:

$$\sigma_{max} = \frac{Y}{2F_2} + \frac{M_1 + M_3}{2W_2};$$

bu yerda F_2 va W_2 – ustunning AV kesimining maydoni va qarshilik momenti.

Yopiq turdagi staninalarni qattqlikka hisoblash, masalan, listlar va keng polosali stanlar uchun dolzarb bo'ladi, bunda faqatgina staninalarning mustahkamligi emas, balki ularning s , qattqligi ham ahamiyatga ega bo'ladi, u Y kuchning uning ta'siri bilan chaqiriladigan f_{st} statik deformatsiyaga nisbatida aniqlanadi.

$$c = Y/f_{st}.$$

Agar jo'valarda Y kuch o'zgarganda (prokatlashda turli texnologik parametrlarning, masalan, prokatlanadigan metallning harorati va oquvchanlik chegarasining o'zgarishi oqibatida) staninalarning f_{st} qayishqoq statik deformatsiyasi katta bo'lsa, u holda prokatlangan polosa qalinlik bo'yicha yo'l qo'yiladigan o'lchamlardan katta bo'lgan turlicha qalinlikka ega bo'ladi. Bundan tashqari, staninalarning yetarlicha bo'lmagan qattqligi o'tish

jarayonlarda f_{cr} ning polosaning jo'valar bilan qamrab olinishi bilan shartlanadigan kattagina tebranishlariga olib kelishi mumkin.

Staninaning vertikal yo'nalishda qayishqoq deformatsiyalanishi ikkita ko'ndalang to'sinning bukilish deformatsiyalari va stanina ustunlarining cho'zilish deformatsiyalarining yig'indisi bo'lib hisoblanadi.

Materiallar qarshiligi nazariyasidan ma'lumki, qattiq ramaning ko'ndalang to'sinining Y kuch va M_1 (M_3) momentdan bukilishi quyidagini tashkil qiladi:

yuqorigi ko'ndalang to'sin uchun:

$$f_v' = \frac{Yl_1^3}{48EJ_1} \left(1 - 6 \frac{M_1}{Yl_1} \right);$$

pastki ko'ndalang to'sin uchun:

$$f_n' = \frac{Yl_1^3}{48EJ_3} \left(1 - 6 \frac{M_3}{Yl_1} \right);$$

Shunda ko'ndalang to'sinning yig'indi deformatsiyasi:

$$f_p' = f_v' + f_n'.$$

Ko'ndalang to'sin katta qalinlikka ega bo'lishi sababli (l_1 uzunlikka nisbatan), har bir ko'ndalang to'sinning o'rtasida quyidagi formulaga muvofiq ko'ndalang kuchlarning ta'siridan keladigan qayishqoq deformatsiyani ham hisobga olish zarur bo'ladi:

$$f_v'' = k \frac{Yl_1}{4GF_1} = 0,8 \frac{Yl_1}{EF_1}; \quad f_n'' = k \frac{Yl_1}{4GF_3} = 0,8 \frac{Yl_1}{EF_3}.$$

bu yerda $k = 1, 2$ – ko'ndalang to'sinning to'g'ri burchakli kesimi uchun; G – siljish moduli (quyma po'lat uchun $G = \frac{3}{8}E$).

Staninaning ustunlarining cho'zilishidan deformatsiyalanish

$$f_2 = \frac{Yl_2}{2EF_2}.$$

Staninaning yig'indi vertikal deformatsiyasi

$$f_{v.s} = (f'_v + f''_v) + (f'_n + f''_n) + f_2 = f_v + f_n + f_2.$$

$M_1 = M_3 = M_0$ va $F_1 = F_3$ tengliklar bajarilganda ko'ndalang to'sinlarning bukilishlari bir xil bo'ladi, shu sababli ularni teng qilib qabul qilish mumkin:

$$f_{v.s} = 2f_p + f_2 = \frac{Y}{E} \left[\frac{l_1^3}{24J_1} \left(1 - \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{1+m} \right) + 1,6 \frac{l_1}{F_1} \right] + \frac{Yl_1}{2EF_1}.$$

Staninaning qattiqligi geometrik parametrlar ($l_1, l_2, F_1, F_2, J_1, J_2$) va materialning E qayishqoqlik moduli bilan belgilanadi

$$c = \frac{E}{\frac{l_1^3}{24J_1} \left(1 - \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{1+m} \right) + 1,6 \frac{l_1}{F_1} + \frac{l_1}{2F_1}}.$$

Ochiq turdagi staninalarni mustahkamlikka hisoblash ularda o'rta jo'vaning yostiqlari mustaqil mahkamlanishga ega bo'lmagan stanlar uchun bajariladi.

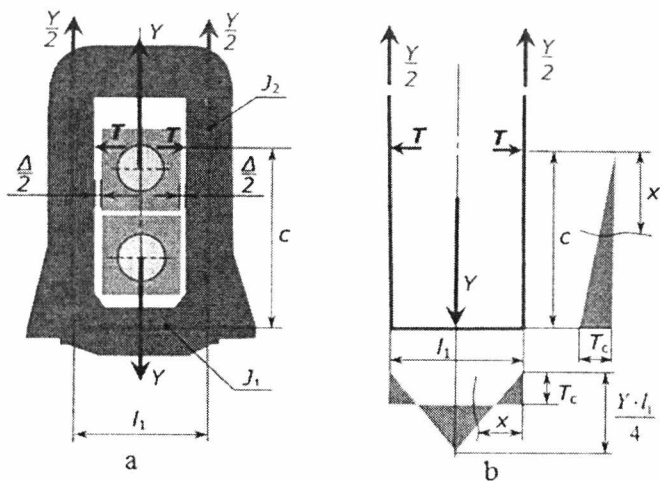
Vallardan staninaga ikkita Y kuch ta'sir ko'rsatadi ular teng va staninaning o'qi bo'ylab qarama-qarshi tomonlarga yo'nalgan bo'ladi. Y kuch pastki ko'ndalang to'singa ta'sir ko'rsatganda yuqorigi ustunlar staninaning ichida deformatsiyalanadi, bunga yuqorigi ko'ndalang to'sin (qopqoq) to'sqinlik qilmaydi, chunki ustunlar bilan tutashtirish tashqi qulf bilan amalga oshiriladi (2.24-rasm).

Ustunlar staninaning ichida deformatsiyalanish bilan yuqorigi jo'vaning yostig'ini qisadi. Yostiqning ustunga beradigan T bosim

$f = \Delta/2$ yonlama oraliq tirqishga teng degan shartdan aniqlaymiz

Kastilyano teoremasi bo'yicha uning yo'nalishini hisobga olish bilan bukilish:

$$f = \int \frac{M_x}{EJ_x} \cdot \frac{\partial M_x}{\partial T} dx = -\frac{\Delta}{2}.$$



2.24-rasm. Ochiq turdagi stanina:

a - staninaga ta'sir qiluvchi kuchlar; b - bukuvchi momentlar
epyurlari; J_1, l_1, l, J_2 - geometrik parametrlar,

T - yostiqning ustunga beradigan bosim kuchi; $\Delta/2$ - yostiqlik bilan ustun orasidagi yonlama oraliq tirqish; *Y* - ikkita teng kuch va staninaning o'qi bo'ylab qarama-qarshi tomonlarga yo'nalgan;

Tl - bukuvchi momentlar

Moment va uning ustundagi hosilasi $M_x = T$ i $\frac{\partial M_x}{\partial T} = x$,

Moment va uning ko'ndalang to'sindagi hosilasi $M_x = T_c - \frac{Y}{2}x$ i
 $\frac{\partial M_x}{\partial T} = c$.

Bu qiymatlarni o'rniga qo'yish bilan quyidagini olamiz:

$$\frac{1}{EJ_2} \int_0^c T x^2 dx + \frac{1}{EJ_1} \int_0^{l_1/2} \left(T_c - \frac{Y}{2}x \right) c dx = -\frac{\Delta}{2}.$$

Bundan:

$$T = \left(\frac{Y l_1^2}{8} - \frac{E l_1 \Delta}{c} \right) \left[c \left(l_1 + \frac{2}{3} c \frac{J_1}{l_2} \right) \right]^{-1}$$

Agar ushbu tenglama bo'yicha T kuch manfiy bo'lib chiqsa, bu $f < \Delta/2$ ekanligini bildiradi va T kuch amalda bo'lmaydi. Δ oraliq tirqish to'liq ma'lum bo'lib hisoblanmasligi sababli (detallarning yeyilishi va ishlanishning noaniqligi tufayli), staninaning ustunlari T kuchning maksimalligi shartidan, ya'ni $\Delta = 0$ deb taxmin qilish bilan hisoblanishi lozim. Staninaning ko'ndalang to'sinlari esa, aksincha, $T = 0$ degan shartda hisoblanishi lozim.

Ustunlarning ichki yuzasidagi kuchlanish:

$$\sigma = \frac{Y}{2F_2} + \frac{M_2}{W_2},$$

bu yerda M_2 , F_2 va W_2 – mos ravishda bukuvchi moment, kesimning maydoni va qarshilik momenti.

Tarkibiy staninada ko'ndalang to'sinlarning rigellar ko'rinishida ishlanishi tufayli ularda vujudga keladigan bukuvchi momentlar ustunlarga uzatilmaydi, bu ularning siqilgan holatdagi barqarorligini anchagina oshiradi (2.25-rasm).

Lenta paketning qattiqligi:

$$c_l = tg\alpha = \frac{P_{nach}}{\delta_p},$$

bu yerda P_{nach} - boshlang'ich kuchlanish kuchi; $\delta_R - R_{nach}$ kuch ta'siri ostida lentaning cho'zilish deformatsiyasi.

Ustunlarning qattiqligi

$$c_s = tg\beta = \frac{P_{nach}}{\delta_s},$$

bu yerda $\delta_s - R_{nach}$ kuch ta'siri ostida stanina ustunlarining siqilish deformatsiyasi.

Rigellarni yoyadigan $P_{rab} = P_{pred} / 2$ tashqi kuch ta'siri ostida ustunlarni siqadigan kuch P_{nach} dan $P_{ost} = P_{nach} - P_2$ gacha kamayadi, lentani cho'zadigan kuch esa P_{nach} dan $P_0 = P_{nach} + P_1 = P_{rab} + P_{ost}$ gacha ortadi.

Diagrammadan:

$$\begin{aligned} P_{rab} &= P_{nach} + P_1 - P_{ost} = P_1 + P_2 = \Delta\delta \cdot tg\alpha + \Delta\delta \cdot tg\beta \\ &= \Delta\delta(c_l + c_{st}) \end{aligned}$$

ekanligi kelib chiqadi.

bu yerda $\Delta\delta$ - lenta paketning cho'zilishi:

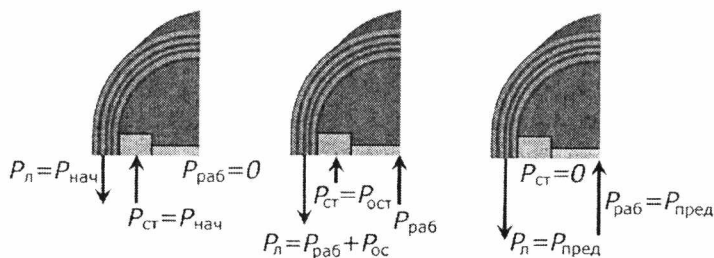
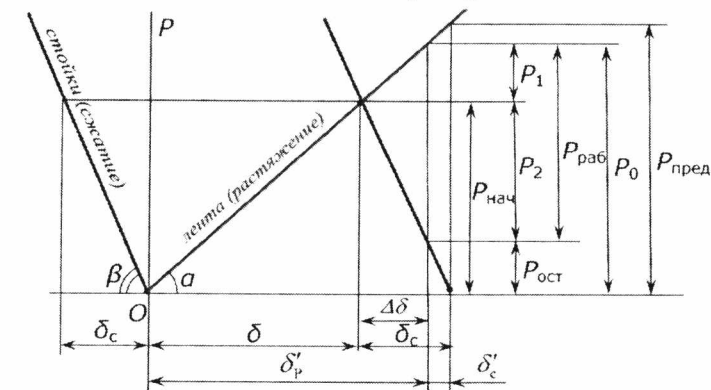
$$\delta = \frac{P_{rab}}{c_l + c_{st}},$$

R_{rab} kuch qo'yilgandan keyin lenta paketga ta'sir ko'rsatuvchi yuklama

$$P_0 = P_{nach} + P_1 = P_{nach} + \Delta\delta \cdot c_l = P_{nach} + P_{rab} \frac{c_l}{c_l + c_s}.$$

Lenta paketga ta'sir ko'rsatuvchi kuchning ortishi

$$P_1 = P_{rab} \frac{c_l}{c_l + c_s}.$$



2.25-rasm. Tarkibiy staninada kuch va deformatsiyalarning taqsimlanishi:

R_{nach} - boshlang'ich kuchlanish kuchi; δ , δ_s , δ_R - lenta paketning deformatsiyasi, R_{nach} kuch ta'siri ostida stanina ustunlarining siqilish deformatsiyasi, R_{nach} kuch ta'siri ostida lentaning cho'zilish deformatsiyasi; $R_{rab} = R_{pred}/2$ - Rigellarni yoyadigan tashqi kuch, $R_{ost} = R_{nach} - R_2$ - ustunlarni siqadigan kuch, $R_0 = R_{nach} + R_l = R_{rab} + R_{ost}$ - lentani cho'zadigan kuch; $\Delta\delta$ - lenta paketning cho'zilishi

Ustunlarning siqish kuchining kamayishi:

$$P_2 = P_{rab} - P_1 = P_{rab} \frac{c_{st}}{c_l + c_s}.$$

Ustunlar va rigellar o'rtasidagi tutashmaning ochilmasligi shartidan

$$P_{nach} > P_{rab} \frac{1}{1 + \frac{c_l}{c_s}}.$$

Shunday qilib, tarkibiy staninalarni hisoblash lentaning cho'zilishini hisoblash va ustunlarning siqilishini hisoblashga keltiriladi. Har bir ustun texnologik yuklanishdan oldin $P_{nach}/2$ kuch bilan siqiladi. P_{nach} ning qiymatini F_c ko'ndalang kesimning maydoni, ustun materialining $[\sigma_s]$ siqilishga yo'l qo'yiladigan $[\sigma_s] = \sigma_{v,s}/n_s$ kuchlanishi ma'lum bo'lganda, quyidagi ifodadan aniqlash mumkin:

$$P_{nach} = [\sigma_c] F_c,$$

bu yerda σ_{vs} – ustun materialining siqilishga mustahkamlik chegarasi, n_c – mustahkamlik zaxirasi koeffitsiyenti ($n_c = 2$).

Cho'zilishga ishlaydigan lenta paket kesimining F_l maydoni

$$F_l = \frac{P_{pred}}{2[\sigma_l]},$$

Bu yerda eng chekka yuklama

$$P_{pred} = P_{nach} \left(1 + \frac{c_l}{c_s} \right).$$

Lenta materialining cho'zilishga yo'l qo'yiladigan $[\sigma_{\pi}] = \sigma_{\pi,\pi}/n_{\pi}$, $\sigma_{\pi,\pi}$ kuchlanishi – cho'zilishga mustahkamlik

chegarasi hisoblanadi; n_n – lentaning mustahkamlik zaxirasi koeffitsiyenti, xuddi yopiq staninalardagi kabi $n_n = 10$ deb qabul qilinadi.

Paketdagi lenta o‘ramlarining soni

$$N_v = \frac{F_l}{S \cdot b},$$

bu yerda S va b – mos ravishda lentaning qalinligi va kengligi.

O‘rash kuchi:

$$P_{nam} \approx \frac{P_{nach}}{N_v}.$$

Staninalarni o‘raydigan material bo‘lib ko‘pincha odatda 4-10 mm kesimga ega bo‘lgan 65G markali po‘lat sim xizmat qiladi.

2.5. Saqlagich qurilmalar

Metallni prokatlash jarayonida ko‘pincha transmissiyalar va ishchi kletlarning detallarida yuklamalarning anchagina ortishiga olib keladigan avariya vaziyatlar vujudga keladi. Avariya vaziyatlar vujudga kelishining sabablari, qoidaga ko‘ra, quyidagilar hisoblanadi:

- qizdirilmagan metallni, ayniqsa, polosasining uchlari qizdirilmagan metallni prokatlash;
- burmalar, tishlar hosil bo‘lishi yoki polosani yetarlicha kantlamaslik (burmaslik) oqibatida qisilishning ortishi;
- jo‘valarning qiyshayishi, ayniqsa, nosimmetrik profillarni prokatlashda;
- vertikal kletlarda shpindellarning golovkalari orasiga yoyilmalarning tushishi;

- ishchi jo'valar va shpindellarni gidravlik muvozanatlash tizimining ishdan chiqishi;
- operatorlar va valsovshiklarning xatolari;
- yuritma va avtomatlashtirish tizimlarining kuch zanjirlarida kuchlanishning tushishi.

Avariyaali vaziyatlarda aylanayotgan massalarning kinetik energiyasining asosiy qismi detallarning deformatsiyalanishi va avariyaning vujudga kelish o'chog'idagi qarshilik kuchlarini yengishga sarflanadi. Bunda detallardagi mexanik kuchlanishlarning qiymatlari mustahkamlik yoki oquvchanlik chegarasidan ortib ketishi mumkin.

Qimmat turadigan mas'ul detallar va uzellarning yemirilishi katta moddiy xarajatlar va prokatlash stanlarining ishlamasdan turib qolishini chaqiradi.

Shunday qilib, konstruktiv va texnologik tadbirlar yordamida prokatlash stanlarining oshiqcha yuklamalardan avariya uchrami va turib qolishining oldini olish ularning ishonchliligini oshirishning, oxir-oqibatda prokatlash stanlarining ish unumdorligi va samaradorligini oshirishning katta zaxirasi bo'lib hisoblanadi. Shu sababli ularda saqlagich qurilmalarga katta ahamiyat beriladi.

Ishchi kletlarning saqlagich qurilmalari bir paytning o'zida ishchi kletlarning o'zining va prokatlash stanogining transmissiyalarining saqlagich qurilmalari funksiyalarini bajaradi, chunki mos keluvchi yelkaga ko'paytirilgan R prokatlash kuchi (ishchi kletdagi o'tish jarayonlarini tahlil qilishda tashqi qo'zg'atuvchi kuch) prokatlash momentini beradi, u transmissiyadagi aylanma tebranishlarni tahlil qilishda tashqi yuklovchi moment bo'lib hisoblanadi.

Prokatlash stanogining transmissiyasi va ishchi katagi uchun saqlagich qurilmalarni qo'llash zarurligini quyidagi tengsizliklar bilan baholash mumkin:

$$M_{\max} > M_{\text{dop}} ; \quad (2.6)$$

$$P_{\max} > P_{\text{dop}}, \quad (2.7)$$

bu yerda $M_{\max}$ - transmissiyadagi maksimal moment, $P_{\max}$ - ishchi kletdagi maksimal kuch.

$M_{\max}$ va $P_{\max}$ ning qiymatlarini aylanuvchi massalarning T kinetik energiyasining qayishqoq bog'lanishlarning deformatsiyasining P potensial energiyasiga va prokatlanadigan metallning plastik deformatsiyasining A ishiga o'tishini bildiradigan energetik nisbatdan topish mumkin. Mustahkamlik shartidan M_{dop} moment va P_{dop} kuchning yo'l qo'yiladigan qiymatlarini ma'lum deb hisoblaymiz.

Shunday qilib, prokatlash stanogining transmissiyasi va ishchi katagining konstruktiv va texnologik parametrlarini bilish bilan $M_{\max}$ va $P_{\max}$ ning qiymatlarini hisoblash va so'ngra ularni M_{dop} va P_{dop} ning ma'lum qiymatlari bilan solishtirish mumkin.

Agar (2.1) va (2.2) tengsizliklar bajarilsa, u holda prokatlash stanogining transmissiyasi va ishchi katagi maxsus saqlagich qurilmalarga muhtoj bo'ladi. Aks holda ularni o'rnatish shart bo'lmaydi.

Prokatlash momenti shiddat bilan o'sganda jo'valarning to'xtab qolishi («qisib qolishi») ishchi jo'valarning kichik burilish yo'lida sodir bo'ladi, ya'ni plastik deformatsiyaning A ishini hisobga olmaslik mumkin bo'ladi. Shunda transmissiyaning aylanuvchi massalarining zaxiralangan butun kinetik energiyasi transmissiya zvenolarining (detallarining) qayishqoq deformatsiyasining potensial energiyasiga o'tadi

$$T = \sum_{i=1}^m \frac{J_i \omega_i^2}{2},$$

$$H = \sum_{j=1}^k \frac{c_j \varphi_j^2}{2},$$

bu yerda m - to'plangan massalarning soni; J_i, ω_i - i - massaning inersiya momenti va burchak tezligi; k - qayishqoq bog'lanishlarning soni; c_j, φ_j - massalar o'rtasidagi j -qayishqoq bog'lanishning qattiqligi (buralishga) va buralish burchagi.

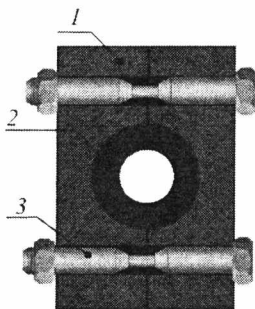
Shundan kelib chiqqan holda saqlagich qurilmalarni qo'llash zarurligi shartini $T > P$ ko'rinishda yozish mumkin, ya'ni

$$\sum_{i=1}^m \frac{J_i \omega_i^2}{2} > \sum_{j=1}^k \frac{c_j \varphi_j^2}{2}.$$

Saqlagich qurilmalar har xil turda – yemiriladigan elementli, gidravlik, prujinali va hokazo bo'lishi mumkin.

Yemiriladigan elementlarga ega bo'lgan saqlagich qurilmalar ko'proq ixcham va kam inersion mexanik qurilmalar bo'lib hisoblanadi, ular jo'valarning yostiqlari va qisuvchi vintlarning (yoki staninalarning pastki ko'ndalang to'sinlarining) orasiga joylashtiriladi. Ular yemiriladigan elementlar - uziladigan boltlar, styajkalar, halqalar, membranalarni o'z ichiga oladi (2.26-rasm).

Yemiriladigan elementlarni almashtirishni osonlashtirish uchun pona juftliklari qo'llaniladi, ular staninalardagi vertikal kuchni gorizontal kuchga aylantiradi, yemirilgan elementlarni almashtirish jarayonini osonlashtiradi. Yemiriladigan elementlarga ega bo'lgan saqlagich qurilmalar aytib o'tilgan yutuqlari bilan bir qatorda quyidagi kamchiliklarga ham ega: materiallarning mustahkamlik tavsiflarining sochilishi bilan bog'lanadigan past aniqlik, charchashdan shikastlanishlarning to'planishi, shuningdek yemirilgan elementni almashtirish uchun texnologik jarayonni to'xtatish zarurligi.



2.26-rasm. Yemiriladigan boltlarga ega bo‘lgan saqlagich qurilmalar:

1 - plastina; 2 - pona uchun o‘yiq; 3 – bolt

Gidravlik saqlagich qurilmalar yuqorida ko‘rib chiqilgan saqlagich qurilmalarga qaraganda ko‘proq aniq bo‘lib hisoblanadi va oshiqcha yuklamalarda yemirilmaydi.

Asosan qalin listlarni prokatlash stanlarida keng tarqalishga ega bo‘lgan bunday qurilmalarning asosi yo‘l qo‘yiladigan prokatlash kuchi oshganda ishga tushadigan saqlagich klapaniga ega bo‘lgan yuqori bosimli gidrosilindr bo‘lib hisoblanadi.

Gidravlik qurilmalarning asosiy kamchiliklariga katta inversionlik, suyuqlikning yopishqoqligiga bog‘liqlik, yuqori bosimlarda va ularning o‘zgarish tezliklarida zichlashishlar va klapanlarning ishonchsizligini kiritish lozim bo‘ladi. Tez o‘zgaruvchan yuklamalarda klapanlar suyuqlikni jo‘natib ulgurmaydi, shu sababli kletdagi harakat va kuch yo‘l qo‘yiladiganidan ancha oshib ketadi.

Prujinali saqlagich qurilmalar quyidagilarga ega bo‘lishi lozim:

- taxminan kletdagi eng katta qisishga teng bo‘lgan yetarlicha ishchi yurish;

- minimal gabarit o‘lchamlar va ishga tushganda minimal inersionlik;

- yuklamalarni cheklashning yuqori aniqligi;

- oshiqcha yuklamalarning oldi olingandan keyin o‘z-o‘zini qayta tiklash.

O‘rilgan silindrik yoki likopchali prujinalar yoki to‘g‘ri burchakli plastinkalar va silindrik paketlardan ishlangan, oldindan cho‘zishni talab qilmaydigan qayishqoq elementlarni P_0 kuchgacha tortadigan saqlagich qurilmalar ko‘proq istiqbolli bo‘lib hisoblanadi.

Turli saqlagich qurilmalarni solishtirma tahlil qilishda kriteriy sifatida W to‘liq deformatsiya energiyasining prujinalar to‘liq siqilganda paket egallaydigan V hajmga nisbatidan foydalaniladi.

Bir o‘qli qilib bir-biriga minimal oraliq tirqish bilan qo‘yilgan va o‘rimlar bir-biriga to‘liq tekkuncha siqilgan $n+1$ ta silindrik vintli prujinalar uchun (2.27-rasm):

$$\frac{W}{V} = \frac{\pi(1+\nu)[\tau]^2}{2Ek^2} \sum_{i=0}^n \left[\frac{d_i}{d_0} \left(1 - \frac{d_i}{d_0} - 2 \sum_{i=0}^n \frac{d_{i-1} - 1}{d_0} \right) \right],$$

bu yerda ν – Puanson koeffisiyenti ($\nu = 0,3$); $[\tau]$ – prujinaning o‘rimlarida yo‘l qo‘yiladigan urinma kuchlanish ($[\tau] = 400 \dots 800 \text{ MPa}$); d_i – simning diametri; E – qayishqoqlik moduli ($E = 2 \cdot 10^5 \text{ MPa}$); k – eng katta hisobiy kuchlanishlarning to‘g‘ri brusdagi kuchlanishlardan oshiqqligini hisobga oluvchi koeffisiyent ($k = 1,1 \dots 1,35$); D_0 – prujinalar paketining tashqi diametri.

$n = 0$ bo‘lganda va $d_0/D_0 = 0,2$ qiymatda $W/V = 0,18 \dots 0,72 \text{ MPa}$ bo‘ladi, agar $n > 3 \dots 4$ bo‘lsa, W/V kattalik $0,28 \dots 1,12 \text{ MPa}$ dan oshmaydi, teskari kattalik esa, ya‘ni solishtirma hajm $V/W = 1,6 \dots 6,2 \text{ MPa}^{-1}$ bo‘ladi.

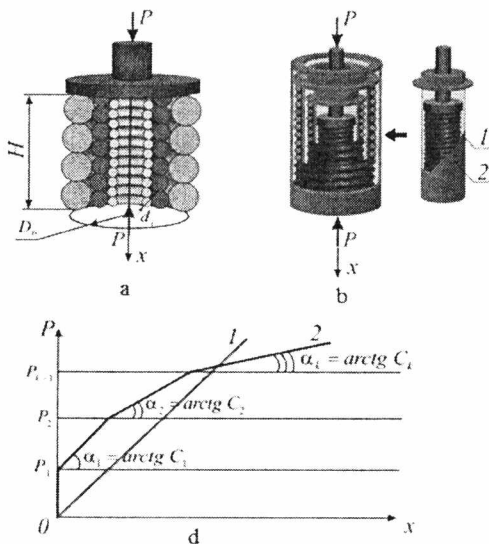
Gidravlik qurilmaning plunjerining yurishidagi nisbatlar ham shunga o‘xshash; $(0,06 \dots 0,1)N$, bu yerda N – qurilmaning balandligi, qo‘llaniladigan eng katta $P = 31,4 \text{ MPa}$ bosimda taxminan quyidagini tashkil qiladi:

$$\frac{W}{V} = \frac{P_x}{1,35^2} \approx (0,03 \dots 0,05)P \approx 1 \dots 1,6 \text{ MPa};$$

$$\frac{V}{W} = 0,6 \dots 1 \text{ MPa}^{-1}.$$

Shunday qilib, vintli prujinalarga ega bo'lgan qurilmalarning gabarit o'lchamlari va metall sig'imi, ishga tushish kuchi va ishchi yurish bir xil bo'lganda, gidravlik qurilmalarning gabarit o'lchamlariga qaraganda anchagina katta bo'ladi.

Gidravlik qurilmaning talab qilinadigan ishchi yurishidan qat'iy nazar uning N balandligi juda katta va kamida $(1,25 \dots 1,3) d$ ni tashkil qiladi, bu yerda d - plunjerning diametri. Masalan, ishga tushish kuchi $P_d = MN$ va $p = 31,4 \text{ MPa}$ bo'lganda $N = 250 \dots 260$ mm bo'ladi, bu qurilmani sortli prokatlash stanogining ishchi katagiga joylashtirishni o'ta qiyinlashtiradi.



2.27-rasm. Saqlagich qurilma:

a - parallel prujina bilan ishlaydigan; *b* - ketma-ket prujina bilan ishlaydigan (1 - prujina; 2 - stakan); *d* - qattqlik tavsifi (1- «bikirlik»; 2 - bo'g'im chiziqli «yumshoq»)

Ko'rib chiqilgan, parallel ishlaydigan silindrik prujinalar paketiga ega bo'lgan qurilma bichiziqli qattqlik tavsiflariga ega.

Oldindan $P_1, P_2, \dots, P_k$ kuchlar bilan qisilgan va yo'naltiruvchi stakanlarga o'rnatilgan ketma-ket ishlaydigan silindrik prujinalar paketi qo'llanilgan holatda bo'lakli-chiziqli (yumshoq) tavsif olinadi, u $P < P_1$ da eng katta qattqlikka ega bo'ladi va

$$C_k = \left[\sum_{i=1}^k \left(\frac{1}{C_i^{pr}} + \frac{1}{C_i^{st}} \right) \right]^{-1},$$

qiymatgacha asta-sekin kamayib boradi.

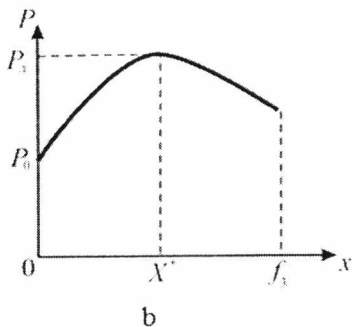
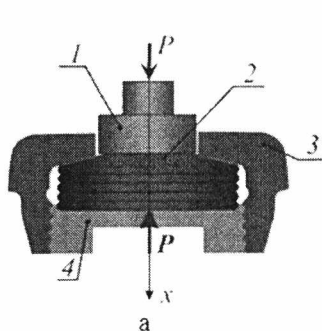
Bu yerda C_i^{ct}, C_i^{pr} - mos ravishda stakan va unga joylashtirilgan prujinaning qattqligi, $i = 1, 2, \dots, k$.

«Yumshoq» tavsif dinamik yuklamalarni kamaytirishda chiziqli tavsifga qaraganda katta samara beradi, boshlang'ich uchastkada katta qattqlikni ta'minlaydi, bunday saqlagich qurilma gidravlik saqlagich qurilmadan 3-4 marta ustun bo'ladi.

Likopchali prujinalar paketiga ega bo'lgan saqlagich qurilma (2.28-rasm) yumshoq tavsifga ega bo'ladi.

Likopchali prujinalar paketi tayanch gayka bilan silindrning flanesining orasiga qisiladi. R kuch prujinalarga yo'naltiruvchi shtokning burti bilan uzatiladi. Qurilmaning qattqligini oshirish uchun paket boshlang'ich uchastkada silindr bilan rezbali tutashuvga ega bo'lgan gayka bilan oldindan qisilishi mumkin.

R prokatlash kuchi R_0 qiymatga yetmaguncha (oldindan tortish) qurilmaning beriluvchanligi nolga yaqin bo'ladi, $P > P_0$ bo'lganda esa - keskin ortadi. Va nihoyat, $P = P_d$ bo'lganda qurilma $f_3 - X$ maksimal kattalikka ishlaydi va shu tariqa oshiqcha yuklanishning oldini oladi.



2.28-rasm. Likopchali prujinalarga ega bo'lgan saqlagich qurilma:

*a - qurilma konstruksiyasi (1 - yo'naltiruvchi shtok; 2 - likopchali prujinalar paketi; 3 - silindr flanesi (gardishi); 4 - tayanch gayka);
b - «yumshoq» qattiqlik tavsifi*

Hisoblashlarning ko'rsatishicha, likopchali prujinalar uchun V/W nisbatning qiymatlari vintli prujinalarning mos keluvchi qiymatlariga taxminan teng bo'ladi. Biroq yo'l qo'yiladigan $[\sigma] = 1760 \text{ MPa}$ normal kuchlanishlarning yuqoriligi tufayli cho'zilishda likopchali prujinalar uchun bu nisbatlar $V/W = 1,6 \dots 1,7 \text{ MPa}^{-1}$ ni tashkil qiladi, ya'ni vintli prujinalarga ega bo'lgan qurilmalarning mos keluvchi qiymatlaridan 1,6 - 3,7 martaga kichik va gidravlik qurilmalarga qaraganda 1,5 - 1,7 martaga katta bo'ladi.

2.6. O'tkazgichlar va sirtmoq hosil qilgichlar

O'tkazgichlar (provodkalar) prokatlanadigan polosaning oldingi chekkasini ishchi jo'valarga yo'naltirish uchun mo'ljallangan. Ishchi kletning kirish tomoniga kirish o'tkazgichlari, chiqish tomoniga esa chiqish o'tkazgichlari o'rnatiladi.

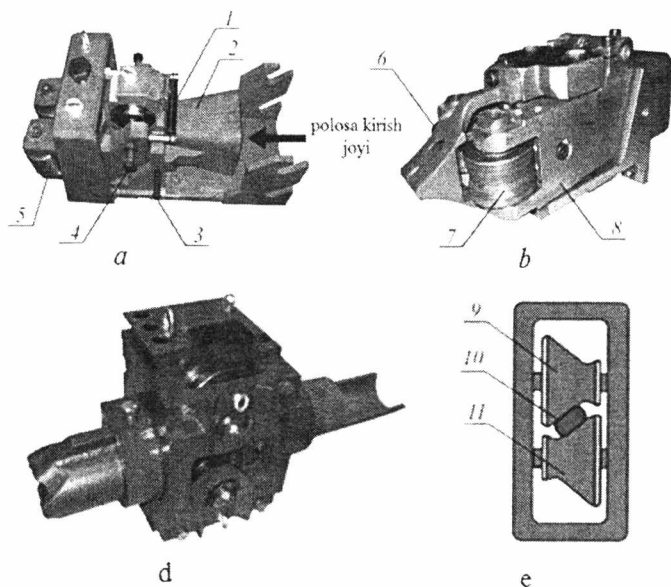
List stanlarining o'tkazgichlari oqartirilgan cho'yandan ishlangan chizg'ichlar ko'rinishida bo'ladi. Qalin list stanlarida o'tkazgichlar bo'lmaydi, ularning funksiyasini manipulyatorning chizg'ichlari bajaradi. Sortli, polosa stanlariga tarnov ko'rinishidagi o'tkazgichlar o'rnatiladi, ularning shakli prokatlanadigan profilning shakliga yaqin bo'ladi.

Bu yerda polosani buralishdan ishonchli ushlab turish zarur bo'ladigan qovurg'ali va boshqa o'tishlar uchun kirish o'tkazgichlari quti ko'rinishida ishlanadi, unga yon chizg'ichlar (o'tkazmalar) qo'yiladi. Chizg'ichlarning ishchi yuzasi prokatlanadigan profilning shakli va kesimining o'lchamlari bo'yicha ishlanadi.

Aylana o'tkazgichlar kletlar chiziqli joylashgan past sortli stanlarda qo'llaniladi, bunda prokatlash sirtmoq hosil qilish bilan olib boriladi. Aylana o'tkazgichlarning tuzilishi turlicha bo'ladi, biroq unda sirtmoqni kattartirish imkoniyati, albatta, ko'zda tutiladi, chunki oldingi kalibrdan chiqayotgan metallning tezligi keyingi kalibrga kirayotgan metallning tezligidan katta bo'ladi. Yuqorisi ochiq tarnovga ega bo'lgan aylana o'tkazgichlar ko'proq keng tarqalishga ega bo'lgan, bu sirtmoq kengayganda uning oshiqcha qismini polga tushirib yuborish imkonini beradi.

Sovuq prokatlash stanlarida *rolikli o'tkazgichlar* keng tarqalishga ega bo'lgan.

Ikki juft rolklar oboymalarga joylashtirilgan, oboymalar, o'z navbatida, o'tkazgich brusga mahkamlangan. Ajratuvchi prujinalar rolklar orasidagi masofani rostdashni osonlashtiradi, rostdash boltlar yordamida amalga oshiriladi.

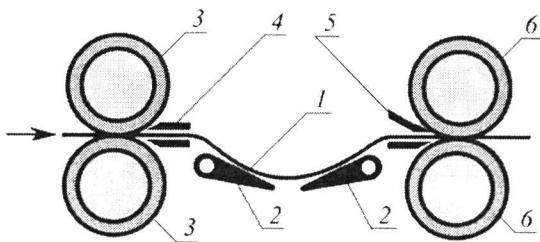


2.29-rasm. Rolikli o'tkazgichlar:

- a, b - kiritish; d - qirrani tekislovchi; e - qirrani tekislash sxemasi;*
1 - ajratuvchi prujina; 2 - o'tkazmoq; 3, 4 - rostlash boltlari;
5, 6, 7 - roliklar; 8 - oboyma; 9, 11 - qirrani tekislovchi roliklar;
10 - polosa

Qirrani tekislaydigan o'tkazgichlar prokatlanadigan metall kesimining kletlar orasida 90° yoki 45° ga burilishini ta'minlaydi. Kantlaydigan roliklarning kalibrlari o'lchamlari bo'yicha prokatlanadigan polosaning kesimiga mos keladi.

Polosa burmalar hosil qilmasligi va ishchi jo'valarga uch baravar qalinlikda tushmasligi uchun halqa hosil qilgichlar o'rnatiladi. Masalan, shtripsli (polosali) prokatlaydigan stanning halqa hosil qilgichi o'zida ikkita buriladigan plitani taqdim qiladi, ular pastga tushadi, shundan keyin polosa o'zining og'irligi bilan halqa hosil qiladi (2.30-rasm).



2.30-rasm. Halqa hosil qiluvchi:

1 - polosa; chiqish o'tkazgichlari; 2 - buriladigan plita; 3 - birinchi klet ishchi jo'valari; 4 - chiqish o'tkazgichlari; 5 - kirish o'tkazgichlari; 6 - ikkinchi klet ishchi jo'valari

Ba'zan listni prokatlash stanlariga o'tkazgich stollar o'rnatiladi, ular faqatgina polosani jo'valarga yo'naltirish uchun emas, balki uning tortilishini ta'minlash uchun ham mo'ljallangan.

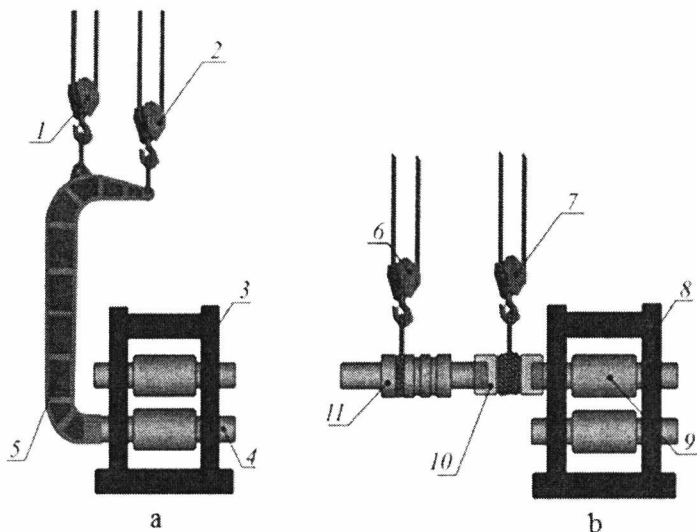
2.7. Almashtirish qurilmalari

Jo'valarni almashtirish — prokatlash stanining katagida yedirilgan jo'valarni yangilariga almashtirishdan iborat. Sortli stanlarida jo'valarni almashtirish, shuningdek, boshqa profildagi prokatni ishlab chiqarishga o'tishda ham zarur bo'ladi. Odatda jo'valar bilan bir paytda podshipnikli yostiqlar ham almashtiriladi. Qoidaga ko'ra, jo'valarni almashtirishni tezlashtirish uchun yangi jo'valar va yostiqlar jamlanmasi har doim tayyor holda saqlanadi.

Ochiq tipdagi staninalarga, ya'ni olinadigan yuqorigi ko'ndalang to'sinlarga ega bo'lgan ishchi kletlarda jo'valar hech qanday qo'shimcha moslamalarsiz yuk ko'tarish kranlari (ko'priqli kranlar) yordamida almashtiriladi.

Yopiq tipdagi staninalarda jo'valar yuk ko'taruvchi kran va mufta yoki skoba yordamida o'q yo'nalishida almashtiriladi (2.31-rasm).

Reykali va zanjirli tortish mexanizmlari mavjud, ular jo'valarni jamlanma tarzda almashtirish imkonini beradi.



2.31-rasm. Kranlarda joʻvalarni almashtirish:

a - skoba yordamida; *b* - mufta yordamida; 1, 2 - ilgakli ilmoq;
3 - stanina; 4, 6 - eski va yangi ishchi joʻvalar; 5 - skoba; 7 - mufta

2.8. Elektrodvigatellar va motor-reduktorlar

Prokatlash stanlarida doimiy yoki oʻzgaruvchan tok bilan ishlaydigan elektrodvigatelli yuritmalar qoʻllaniladi.

Doimiy tok elektrodvigateli oʻzining tezligini keng oraliqlarda rostlash va prokatlash stanlarining ishlashiga qoʻyladigan talablarni koʻproq toʻliq qanoatlantiradigan mexanik tavsiflarni olish imkonini beradi. Bundan tashqari, doimiy tok elektrodvigateli oʻzgaruvchan tok elektrodvigateliga qaraganda kattaroq oshiqcha yuklanish qobiliyatiga ega va koʻproq kuchlangan rejimda ishlashi mumkin.

Oʻzgaruvchan tok elektrodvigateli doimiy tok elektrodvigateliga qaraganda koʻproq oddiy va koʻproq ishonchli konstruksiyaga ega, narxi arzonroq va ekspluatatsiya qilishda kamroq xarajatlarni talab qiladi.

Prokatlash stanlarida, asosan, sinxron va asinxron o'zgaruvchan tok elektrodvigatellari (rotorning aylanishlar chastotasi rostlanmaydi) va doimiy tok elektrodvigatellari (rotorning aylanishlar chastotasi rostlanadi) qo'llaniladi. Biroq doimiy tok elektrodvigatellari faqatgina o'zgaruvchan tok elektrodvigateli talab qilinadigan tavsiflarni ta'minlamagan taqdirda yoki tejankor bo'lmaganda tanlanadi.

Sinxron elektrodvigatel kam yoqiladigan va ishga tushirishda kichik yuklamalarga ega bo'lgan, uzoq davom etadigan ish rejimlarida yuritma uchun ko'proq maqsadga muvofiq bo'ladi. Mazkur dvigatelni qo'llash ekspluatatsiya qilishda yuqori energetik ko'rsatkichlarni ta'minlash imkonini beradi.

Asinxron dvigatellar (AD) konstruksiyasining oddiyligi, ekspluatatsiya qilishda ishonchliligi tufayli sanoatda keng qo'llaniladi. Agar ularning tezliklarini bosqichli rostlashga zarurat bo'lmasa, u holda asinxron elektrodvigatelni oziqlantirish uchun qayta shakllantirish qurilmalari talab qilinmaydi, chunki ular energiyani bevosita sanoat chastotali o'zgaruvchan tok tarmoqlaridan oladi. Asinxron dvigatellar ikkita asosiy tipga bo'linadi: qisqa tutashgan rotorli va faza rotorli.

Elektrodvigatelning prokatlash stanini yuritish uchun yaroqliligi uning pasport ma'lumotlari – nominal quvvati, chiquvchi valning aylanishlar chastotasi, tok kuchi va kuchlanishi, oshiqcha yuklanish qobiliyati, ishga tushish momenti bo'yicha baholanadi. Bunda konstruktiv ishlanish, vibratsiya va shovqin darajasi, shuningdek elektrodvigatelning ishga tushirish-rostlash tavsiflari hisobga olinadi.

Elektrodvigatelning nominal quvvati

$$P = \frac{M \omega}{\zeta},$$

bu yerda M_{pr} – prokatlash momenti; ω_{rv} – ishchi jo'vaning burchak tezligi; ζ – yuritmaning FIK.

$$\omega_{dv} = \frac{V i}{R_{rv}},$$

bu yerda V_{pr} – prokatlashning chiziqli tezligi; I – reduktorning uzatish soni; R_{rv} – ishchi jo‘valarning radiusi.

Motor-reduktor - yaxlit blok bo‘lib, elektrodvigatel va reduktor qismidan tashkil topadi, reduktor chiquvchi valning aylanishlar chastotasini kamaytiradi va undagi burovchi momentni oshiradi.

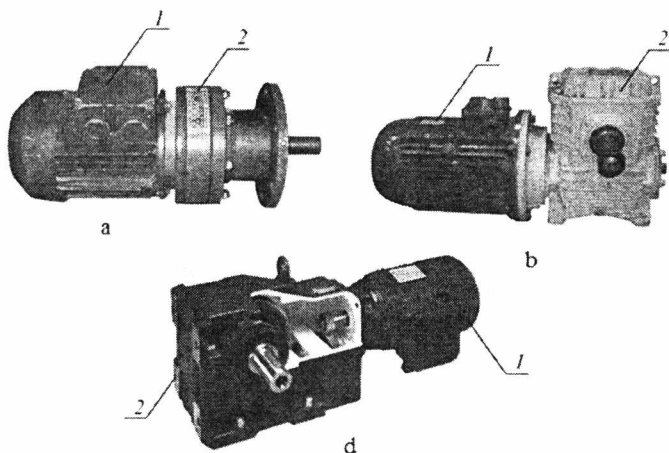
Umumiy sanoat mo‘ljallanishidagi *motor-reduktorlar* silindrik, planetar, spiroid, chervyakli, silindrik chervyakli, to‘lqinli, shuningdek maxsus ishlangan bo‘ladi.

Prokatlash stani uchun bir o‘qli planetar motor-reduktor ko‘proq to‘g‘ri keladi, u doimiy tok elektrodvigateli va planetar tishli uzatmaga ega bo‘lgan tutashuvchi reduktordan tashkil topadi (2.32-rasm).

Planetar motor-reduktorning chiquvchi vali bir yoki ikki tomonli, shlisa uchun mo‘ljallangan teshikli ichi bo‘sh, muftali, konussimon yoki silindrik bo‘lishi mumkin.

Planetar motor-reduktorning asosiy yutug‘i shundan iboratki, u tishli g‘ildiraklarning kichik sonida katta uzatish soniga ega bo‘lishi mumkin, ixcham va og‘irligi ham unchalik katta emas. Planetar reduktorning o‘lchamlari yuklama bir paytning o‘zida bir nechta satellitlar bilan qabul qilinishi tufayli katta emas. Biroq uzatish nisbati juda katta bo‘lganda planetar uzatish ishi yomonlashadi va planetar motor-reduktorning FIK past bo‘lib qoladi.

Motor-reduktorni tanlashda tashqi yuklamaning xarakteri, burovchi moment, kiruvchi va chiquvchi vallarning aylanishlar chastotasi, motor-reduktorning sutkalik ish davomiyligi va ishga tushirishlar chastotasini hisobga olish zarur bo‘ladi.



2.32-rasm. Motor - reduktorlar:

*a - planetar; b - chervyakli; d - silindr - chervyakli;
1 - elektrodvigatel; 2 - reduktor qismi*

2.9. Reduktorlar va shesternya kletlari

Prokatlash stanining bosh yuritmasining an'anaviy sxemasi elektrodvigatel bilan ishchi klet o'rtasida zaruriy uzatish sonini ta'minlaydigan reduktor va uzatiladigan momentni ishchi kletning jo'valari o'rtasida taqsimlash uchun mo'ljallangan shesternya katagini o'z ichiga oladi. Reduktorning uzatish soni to'rt dan kichik bo'lgan va yuritmaning quvvati unchalik katta bo'lmagan ko'pgina hollarda reduktor shesternya katagi bilan bitta korpusda birlashtiriladi. Qoidaga ko'ra, bunday kombinatsiyalangan shesternya kletlari-reduktorlar ko'p jo'vali stanlar uchun tayyorlanadi.

Reduktor ishchi vallarning aylanishlar chastotasi 250 ayl/min dan kichik bo'lganda va faqatgina uning narxi sekin ishlaydigan va tez ishlaydigan elektrodvigatellarning narxidagi farqdan oshiq bo'lmagan hollarda qo'llaniladi. Aylanishlar soni katta bo'lganda

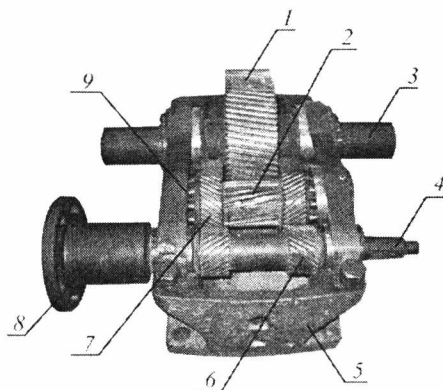
sekin ishlaydigan elektrodvigatelli reduktorsiz yuritma foydaliroq bo'ladi.

Tez-tez reversiyalanadigan yirik stanlarda (masalan, qalin listlarni prokatlash stanlarida) reduktorlar qo'llanilmaydi, chunki sekin ishlaydigan elektrodvigatel osonroq reversiyalanadi.

Prokatlash stanlarida bir bosqichli (ishchi jo'valarning aylanishlar chastotasi 200-250 ayl-min bo'lganda), ikki bosqichli (ishchi jo'valarning aylanishlar chastotasi 40-50 ayl/min bo'lganda) va juda kam hollarda uch bosqichli (ishchi jo'valarning aylanishlar chastotasi 10-15 ayl-min bo'lganda) reduktorlar qo'llaniladi. Ikki bosqichli silindrik reduktarlardan yoyilgan sxema bo'yicha ishlangan reduktorlar ko'proq oddiy konstruksiyaga ega (2.33-rasm). Unda har bir bosqich bir juft tishli g'ildiraklardan tashkil topadi. Bu sxemaning afzalliklari – reduktor enining kichikligi, yuqori texnologiklik va oson unifikatsiyalash mumkinligi bo'lib hisoblanadi.

Reduktorlarning tishli g'ildiraklari bandajlangan yoki 45L markali uglerodli po'latdan, shuningdek 30XGSL markali legirlangan po'latdan yaxlit quyilgan qilib ishlanadi.

Prokatlash stanlarida ko'pincha planetar reduktorli (differensialli) adaptiv va rekuperativ yuritmalar qo'llaniladi.



2.33-rasm. Ikki pog'onali silindrik reduktor:

1, 7 - tishli g'ildirak; 2, 6 - shesternalar; 3, 4 - sekin yurar va tez yurar val; 5 - korpus; 8 - yarim mufta; 9 - podshipnik

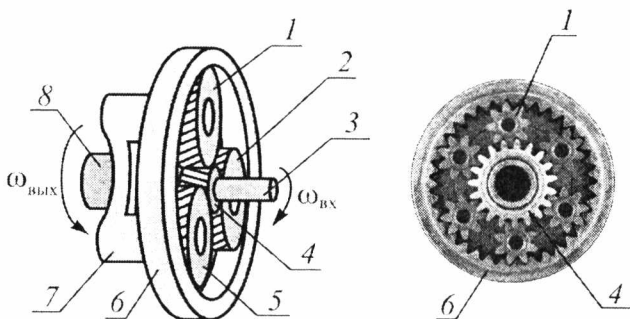
Planetar tishli uzatma siljuvchan geometrik o'qlarga ega bo'lgan tishli g'ildiraklarni (satellitlar) o'z ichiga oladi (2.34-rasm).

Quyosh shesternya reduktorning tezyurar kiruvchi valiga o'rnatiladi. Satellitlar aylanish bilan quyosh shesternyani aylantiradi, ularning o'qlari ergashuvchiga (vodilo) mahkamlangan va u bilan birgalikda ko'chadi. Ergashuvchi reduktorning sekin yuradigan chiquvchi valiga o'rnatiladi. Tishli halqa g'ildirak reduktorning korpusiga qo'zg'almas qilib tutashtiriladi.

Planetar reduktorning uzatish soni

$$i_{\text{red}} = \frac{\omega_{\text{kir}}}{\omega_{\text{chiq}}} = \frac{\omega}{\omega_{\text{vod}}},$$

bu yerda ω_{vx} ω_{vix} – mos ravishda kiruvchi va chiquvchi vallarning burchak tezligi; ω_{sol} – quyosh shesternyaning burchak tezligi; ω_{vod} – vodiloning burchak tezligi.



2.34-rasm. Planetar tishli uzatma:

1, 2, 5 - satellitlar (kichik shesterna); 3 - kiritish vali; 4 - markaziy (quyoshli) shesterna; 6 - tishli halqa g'ildirak; 7 - ergashuvchi (vodilo); 8 - chiqish vali

Agar planetar uzatmada halqa g'ildirakka aylanish imkoniyati berilgan bo'lsa, u holda bunday uzatma differensial deb ataladi. Bunday holda ergashuvchining aylanish tezligi quyosh shesternya va tishli halqa g'ildirakning aylanish tezliklaridan tarkib topadi:

$$\omega_{\text{ertez}} = \frac{\omega_{\text{qsh}}}{1+K} + \frac{\omega_{\text{tez}} \cdot K}{1+K},$$

bu yerda ω_{vod} ergashuvchining burchak tezligi; ω_{sol} quyosh shesternyaning burchak tezligi; ω_{ven} – halqa g'ildirakning burchak tezligi; K – uzatish parametri;

$K = z_{\text{ven}}/z_{\text{sol}}$, (z_{ven} – halqa g'ildirak tishlarining soni; z_{sol} – quyosh shesternya tishlarining soni).

Adaptiv (o'z-o'zidan shaylanadigan) yuritma deb shunday yuritmaga aytiladiki, unda jo'valarning metall bilan o'zaro kuch ta'sirlashishi vallar harakatining kinematikasini belgilaydi (2.35 a, b-rasm).

Differenssiallarning tishli halqa g'ildiraklari o'zaro balansir shesternya bilan bog'lanadi. Differenssiallarning uzatishlar soni teng bo'lganda ishchi jo'valarda prokatlash momentlarining talab qilinadigan nisbati tishli muvozanatlovchi uzatmaning uzatish soni bilan ta'minlanadi.

Adaptiv yuritmada kalibrlarning yoyadigan radiuslaridagi farq ham, jo'valarning urishi ham, uzatmalarning kinematik xatoliklari ham deformatsiya o'chog'ining kuch omillariga ta'sir ko'rsata olmaydi. Jo'valarning metall bo'ylab sirg'alishi istisno qilinadi, murakkab profillarni prokatlashda yoyadigan radiuslar hisobiy qiymatlardan biroz chetlashishi mumkin.

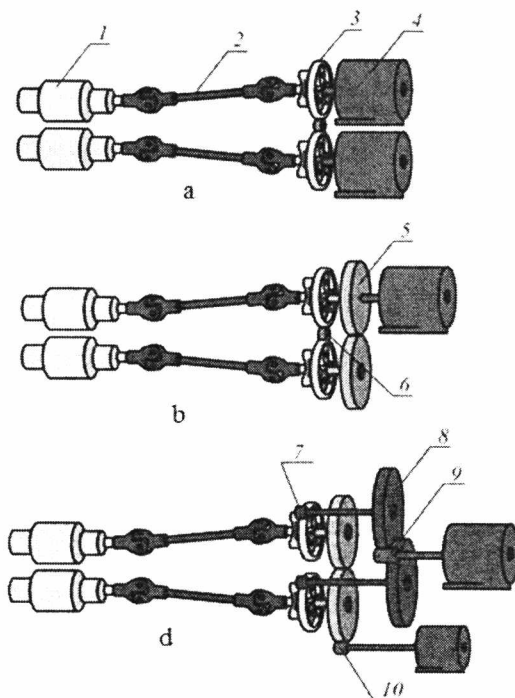
Agar muvozanatlovchi bo'g'in qo'shimcha elektrodvigatel bilan bog'lansa, u holda ishchi jo'valarning tezligi rostlanadigan rekuperativ yuritmasi vujudga keladi (2.35 d-rasm). Yetakchi quyosh shesternyalar birinchi elektrodvigateldan, halqa g'ildiraklar esa - ikkinchi elektrodvigateldan (muvozanatlovchi bo'g'in elektrodvigatelidan) harakatga keltiriladi.

Ergashuvchilar bilan bog'langan pastki va yuqorigi ishchi jo'valarning tezliklari mos ravishda quyidagiga teng bo'ladi:

$$\omega_{\text{p. b. l}} = \frac{\omega_{\text{dv1}}}{(1+K)i_1} + \frac{\omega_{\text{dv2}}K}{(1+K)i_2},$$

$$\omega_{p.2} = -\frac{\omega_{dv1}}{(1+K)i_1} + \frac{\omega_{dv2}K}{(1+K)i_2},$$

bu yerda ω_{dv2} ω_{dv1} – mos ravishda birinchi va ikkinchi elektrodvigatelning chiquvchi valining burchak tezligi; i_1 , i_2 – elektrodvigatellardan differensiallarga bo‘lgan shoxchalarning uzatish sonlari.



2.35-rasm. Elektrozatmalar:

a - individual adaptiv; *b* - guruhli adaptiv; *d* - rekuperativ (qaytarilishli); 1 - ishchi jo‘va; 2 - shpindel; 3 - differensial; 4 - elektrodvigatel; 5 - shesterniyali val; 6 - muvozanatlovchi shesterniya; 7, 8, 9, 10 - muvozanatlovchi bo‘g‘in shesternalari va tishli g‘ildirak

$$\omega_{dv1} = \frac{\omega_{p.bl}(1+K_p)(1+K)i_1}{2K_p} ;$$

$$\omega_{dv2} = \frac{\omega_{p.bl}(K_p-1)(1+K)i_2}{2K_pK} ,$$

bu yerda K_p – ishchi joʻvalarning burchak tezliklarining nisbati;

$$K_p = -\frac{\omega_{rv1}}{\omega_{rv2}} ,$$

Elektrodvigatellarning burchak tezliklari nisbatining koʻrsatishicha, ikkinchi dvigatelni rostlash diapazoni har doim birinchi elektrodvigatelnikiga qaraganda katta boʻladi.

$$\frac{\omega_{dv2}}{\omega_{dv1}} = \frac{(K_p-1)i_2}{(K_p+1)i_1K} .$$

Rekuperativ yuritmaning har ikkala dvigateli har doim harakatlantiruvchi rejimda ishlaydi.

Elektrodvigateldan olinadigan burovchi momentni ajratish va joʻvalarning aylanishini sinxronlashtirish uchun shesternya kletlari, yaʼni birga teng boʻlgan uzatish soniga ega boʻlgan tishli uzatmalar qoʻllaniladi. Reduktorni shesternya katagi bilan bitta agregatda birlashtirish ishlab chiqarish maydonlarini qisqartirish va prokatlash stanogining tannarxini pasaytirish imkonini beradi.

Ishchi joʻvalar yedirilib borishi bilan qayrilishi yoki qayta silliqilanishi bois sortli prokatlash stanlarining asosiy parametri sifatida ishchi joʻvalarning diametri emas, balki shesternyali joʻvalarning boshlangʻich aylanasing diametri qabul qilingan.

$d_{sh.v.}$ shesternyali jo'valarning boshlang'ich aylanasining diametri bilan $D_{p.v'}$ yangi ishchi jo'valarning diametri, $D_{per.v}$ yo'l qo'yiladigan chegaragacha qayralgan ishchi jo'valarning diametri va h yuqorigi ishchi jo'vaning maksimal ko'tarilish balandligi o'rtasida amalda quyidagi nisbatlar o'rnatilgan

Qisadigan va 2 jo'vali qoralama prokatlash stanlari uchun

$$d_{sh.v} = \frac{D_{p.v'} + D_{per.v}}{2} + \frac{h}{8 \dots 10}.$$

Qolgan stanlar uchun

$$d_{sh.v} = \frac{D_{r.v'} + D_{per.v}}{2}.$$

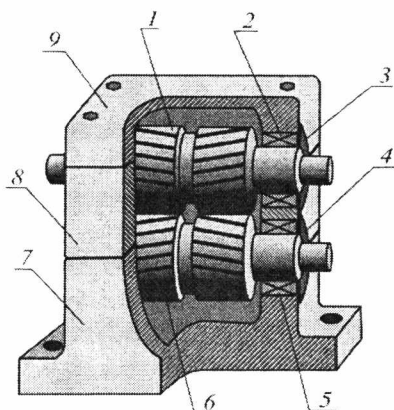
Shesternyali jo'valardagi shevron tishlar yoki maxsus qiyshiq tishli dolbyaklar yordamida yoki palesli frezalar yordamida qirqiladi, ularga ikkinchi yoki uchinchi aniqlik klassi bo'yicha ishlov beriladi, ularning yeyilishga qarshiligini yaxshilash uchun yuzasi asetilen alangasi bilan toblashga tortiladi. Chevron tishlarning egilish burchagi $\beta \approx 30^0$.

Shesternya kletlari ochiq qilib, olinadigan qopqoq bilan ishlanadi. Ular quyidagi asosiy elementlardan tashkil topadi: stanina, qopqoq, shesternyali jo'valar va podshipnikli yostiqlar (2.36-rasm). Podshipniklar – agar ularning katta o'lchamlari sababli rolikli podshipniklarni konstruktiv jihatdan qo'llashning iloji bo'lmasa, rolikli konussimon yoki babbitle bo'ladi.

Staninalar va qopqoqlar VCH45-5, SCH32-52 markali yuqori mustahkam yoki modifikatsiyalangan cho'yandan quyiladi. Shesternyali jo'valar tavsiyalardan foydalanish bilan (1 jadval) 45, 40XN, 60X2MF va hokazo markali po'latlardan tayyorlanadi.

Ekspluatatsiya qilish tajribasining ko'rsatishicha, tishli uzatmalar aksariyat hollarda tishlarning sinishi oqibatida emas (bu kamdan-kam hollarda sodir bo'ladi), balki ularning ishchi kontakt yuzalarining yemirilishi oqibatida ishdan chiqadi. Shu sababli

barcha tipdagi uzatmalarning tishlari avval eng katta kuchlanishlar bo'yicha kontakt yuzalarining mustahkamligiga, shundan keyingina esa xavfli kesim bo'yicha, ya'ni tishning asosi bo'yicha mustahkamlikka hisoblanadi. Hisobiy yuklama tishli tishlashish bilan uzatiladigan maksimal burovchi moment bo'lib hisoblanadi, u tishlashishni tayyorlashning sifati, kuchlanishlarning konsentratsiyasi va yuklamaning xarakterini (dinamiklik, takrorlanuvchanlik) hisobga olish bilan aniqlanadi.



2.36-rasm. Shesterniyali klet:

1, 6 - shesternali vallar; 2, 5 - podshipniklar; 3, 4 - podshipniklar qopqoqlari; 7, 8 - tarkibiy korpus; 9 - qopqoq

2.1-jadval.

Shesterniyali jo'valar materiallarining mexanik tavsiflari

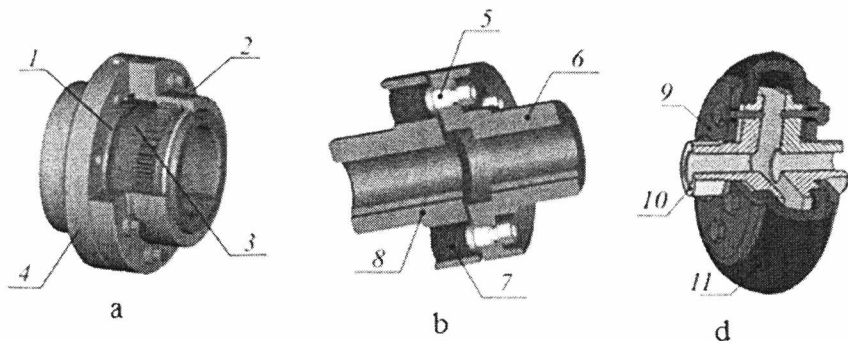
Material	Shesterniyali vallar			
	shevron tishlar bilan		qiya tishli	
	yetaklovchi	Yetaklanuvchi	Yetaklovchi	Yetaklanuvchi
Mustahkamlik chegarasi, MPa	650...800	650...800	650...800	800...1280

Oquvchanlik chegara-si, MPa	480...580	480...580	480...600	600...930
Ishchi yuzaning qattiqligi	250...300 NV	45...48 HRC	250...300 NV	58...63 HRC
Termik ishlov berish turi	Yaxshilash	Yuzaki toblash	Yaxshilash	Sementasiyalash

2.10. Muftalar va shpindellar

Prokatlash stanining bosh yuritmasida muftalar elektrodvigatelnining chiquvchi valini reduktorning tezyurar vali bilan, shuningdek reduktorning sekin yuradigan valini yuritiladigan shesternyali jo'va bilan tutashtiradi. Muftalar tutashtiriladigan vallarning diametridan kelib chiqish bilan uzatiladigan burovchi moment bo'yicha tanlanadi.

Muftalarning bir nechta tiplari ajratiladi (2.37-rasm).



2.37-rasm. Muftalar:

a - tishli mufta; *b* - vtulka-palesli qayishqoq mufta; *d* - rezina ballonli mufta; 1, 3 - tishli vtulka; 2, 4 - tishli oboymalar; 5 - pales; 6, 8 - yarim muftalar; 7 - rezina halqa; 9 - qopqoq; 10 - yarim mufta; 11 - rezina ballon

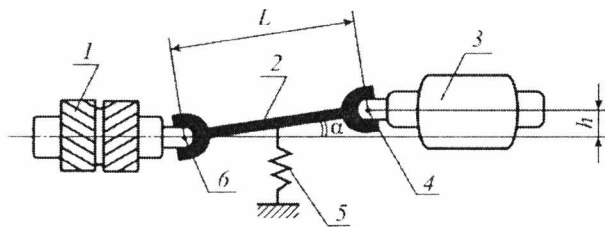
Tishli mufta ikkita tishli vtulka va o‘zaro boltlar bilan tutashtirilgan ikkita tishli oboymadan tashkil topadi. Tishli muftalar yutuqlar bilan bir qatorda (konstruksiyaning oddiyligi, vallar o‘qlar bo‘yicha to‘g‘ri kelmaganda kompensatsiyalash xususiyatlari) quyidagi kamchiliklarga ham ega: moyni tez-tez zapravka qilish zarurati, reversiv ishlashda tishlarda yon oraliq tirqishlarni tanlashda dinamik yuklamalar, zichlashtiruvchi uzellarning ishonchli emasligi, tishlarni tayyorlash texnologiyasining murakkabligi.

Vtulka-palesli qayishqoq mufta yuritmadagi turtkilar va zarbalarni yumshatadi va xavfli tebranishlarning oldini oladi. U ularga rezina halqalar kiygizilgan paleslar bilan o‘zaro tutashtirilgan ikkita yarim muftadan tashkil topadi.

Rezina ballonli mufta moylashni talab qilmaydi, uni tayyorlash oson, shovqinsiz ishlaydi, jo‘valarning siljishi va o‘q bo‘yicha bir-biriga to‘g‘ri kelmasligiga yo‘l qo‘yadi. Ballon maxsus elastik rezinadan ishlanadi, yuklanish qobiliyatini oshirish uchun uning qobig‘i kord bilan armirlanadi. Ballonlarning xizmat qilish muddati - 3...4 yil.

Shpindellar, qoidaga ko‘ra, ishchi jo‘valarni shesternyali jo‘valar bilan tutashtiradi va sharnirlar tufayli burovchi momentni katta burchak ostida uzatadi.

Shpindelning L uzunligi maksimal yo‘l qo‘yiladigan α egilish burchagi va shesternyali jo‘va bilan ishchi jo‘va o‘rtasidagi zaruriy h masofa bo‘yicha aniqlanadi: $L = h / \operatorname{tg} \alpha$ (2.38-rasm).



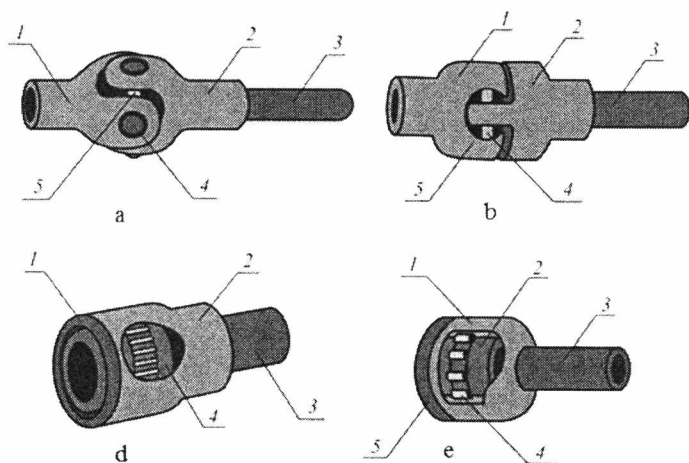
2.38-rasm. Shpindelli brikma:

1 - shesternali jo‘va; 2 - shpindel vali; 3 - ishchi val;
4, 6 - shpindel sharnirlari; 5 - muvozanatlash qurilmasi

Shpindelning egilish burchagi joʻvalar qoplashining oʻzgarishi oqibatida (boʻylama prokatlashda) yoki berish burchagining oʻzgarishi oqibatida (vintli prokatlashda) oʻzgarishi mumkin.

Agar shpindel katta massaga ega boʻlsa, u holda uning sharnirlari, shuningdek ishchi joʻvalar va shesternyali joʻvalarning yuklamasini kamaytirish uchun yukli, prujinali va gidravlik muvozanatlash qoʻllaniladi.

Prokatlash stanlarida sharnirlarning turlicha konstruksiyalariga ega boʻlgan shpindellar — kardanli, universal, tishli, rolikli shpindellar qoʻllaniladi (2.39-rasm).



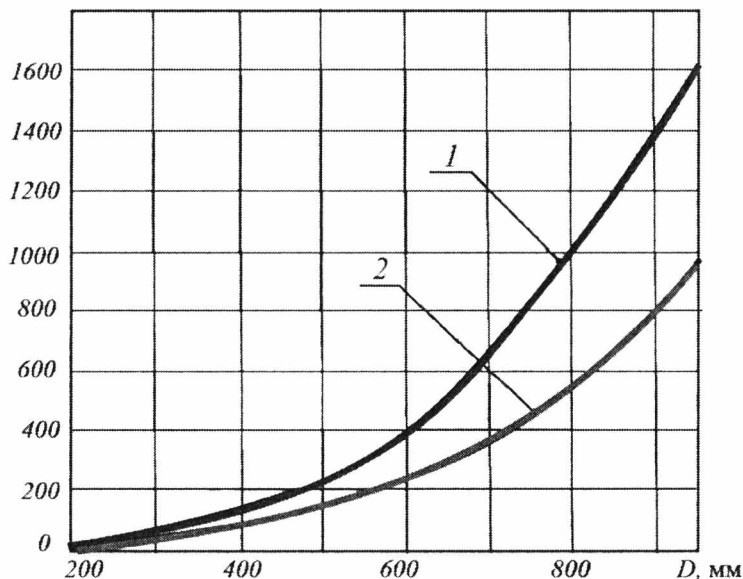
2.39-rasm. Shpindel sharnirlari:

a - kardanli (1, 2 - vilkalar; 3 - val; 4 - dumalash podshipnik; 5 - krestovina); b - universal (1 - vilka; 2 - parrak; 3 - val; 4 - surgich; 5 - ichqoʻyma); d - tishli (1 - qopqoq; 2 - tishli oboyma; 3 - val; 4 - tishli ftulka); e - rolikli (1 - oboyma; 2 - ftulka; 3 - val; 4 - rolik; 5 - qopqoq)

Kardanli shpindel eng katta egilish burchagiga yoʻl qoʻyadi, chunki ularning krestovinalari vilkalarni oʻzaro tutashtiradigan Guk sharnirlariga ega, bu ularga oʻzaro perpendikulyar ikkita tekislikda burilish imkonini beradi.

Kardanli shpindelning tebranish podshipniklarining uzoq muddat xizmat qilishi universal shpindelning sirg'aluvchi bronza ichqo'ymalarining xizmat qilish muddatidan ikki baravar katta. Biroq sharnirlarning D nominal tashqi diametri bir xil bo'lganda kardanli shpindelning yo'l qo'yiladigan M buruvchi moment bo'yicha yuklanish qobiliyati universal shpindelga qaraganda anchagina past (2.40-rasm). Bu tebranish podshipniklari va Guk sharnirlarining krestovinalarining past yuk ko'taruvchanligi bilan izohlanadi.

$M, \text{кН} \cdot \text{м}$



2.40-rasm. Sharnirlarning yuklanish qobiliyati:

1 - sirpanuvchi ichqo'yma bilan; 2 - Guk

Universal shpindelning sharniri shesternyali jo'va tomondan o'rnatilgan parrak, silindrik o'tkirlangan vilka, segmentli bronza sirg'alish ichqo'ymalari va dumaloq ko'ndalang kesimning suxarigi

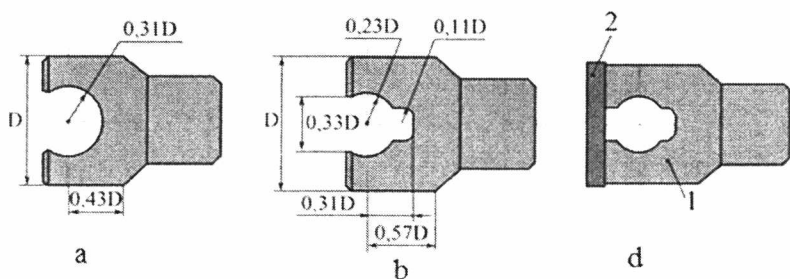
bilan hosil qilinadi. Suxarik vilkaning tig'ida joylashgan va parrakning vilkaga nisbatan siljishini cheklaydi.

Universal shpindel asosan uning vilklarining shaklini murakkablashtirish bilan takomillashtirilgan (2.41-rasm).

Vilkaning tashqi diametri $D = 200 \dots 1600$ mm.

Parrakning uchidagi qirqim shpindelning egilishini 6^0 gacha oshirish imkonini beradi. Tortishni qo'shish bilan sharnirning yuklanish qobiliyatini taxminan 30% ga oshirish mumkin.

Tishli shpindel o'zida oraliq jo'va bilan tutashtirilgan ikkita tishli muftani taqdim qiladi. Yeyilishga bardoshlilikni oshirish uchun tishlarning yuzalari HRC 45...55 qattqlik bilan ishlanadi.



2.41-rasm. Shpindelli vilka:

a - yo'nib kengaytirish; b - yo'nib kengaytirish va o'yish; d - yo'nib kengaytirish, o'yish va tekislash (1 - styajka; 2 - vilka)

Tishli shpindel $\alpha < 1^0$ egilish burchaklarida yuklanish qobiliyati bo'yicha kardanli shpindeldan ustun turadi, biroq α burchak ortishi bilan uning yuklanish qobiliyati tishlar yeyilishining intensivlashishi tufayli keskin pasayadi, bu tish kesimining zaiflashishi, oraliq tirqishlarning ortishi va dinamik yuklamalarning ortishiga olib keladi.

Rolikli shpindel ko'proq yuqori yuklanish qobiliyati va ko'proq uzoq xizmat qilish muddatini ta'minlaydi, tishli shpindelga qaraganda katta kompensatsiyalash qobiliyatiga ega. Oboymalar va vtulkalarning kontakti roliklar orqali amalga oshiriladi.

Oboymalar, vtulkalar va roliklarning materiali – xromli po'lat. Kontaktga kirishuvchi jismlarning qattqligi HRC 43...50.

Sementlanadigan xromli po‘latlar va yuzani toblash qo‘llanilganda qattqlik HRC 50...55 gacha ortishi mumkin.

Rolikli shpindellar 3^o gacha egilish burchagiga yo‘l qo‘yadi.

Nazorat savollari:

1. Prokatlash stanining ishchi kletlari nimalardan tashkil topgan?

2. Prokatlash stanining ishchi jo‘valarni aylanma harakatga keltiradigan yuritmasi nima deb ataladi?

3. Prokatlash stani uchun uzatish mexanizmida barcha zvenolarning bo‘lishi shartmi?

4. Prokatlash stanlarida jo‘valarning soni va joylashuvi nimalarga bog‘liq bo‘ladi?

5. Ishchi jo‘valarni tayyorlash uchun qanday materiallardan foydalaniladi?

6. Prokatlash stanlarining podshipniklarini nechta guruhga ajratish mumkin?

7. Jo‘valar qanday tekislikda o‘rnatiladi?

8. Qisuvchi vintlar ishchi jo‘vaga to‘g‘ri keladigan prokatlash kuchini qabul qiladimi?

9. Ikki tomonli mexanizmlarning umumiy kamchiliklari nimalardan iborat?

10. Staninalarni qattqlik va mustahkamlikka hisoblash uchun qanday uslublar qo‘llaniladi?

11. Bukuvchi momentlar va cho‘zuvchi kuchlanishlarning hisobiy bog‘lanishlari qanday ko‘rinishga ega bo‘ladi?

12. Staninaning ko‘ndalang to‘sinlaridagi kuchlanishlar qanday hisoblanadi?

13. Avariya vaziyatlar vujudga kelishining sabablarini bilasizmi?

14. Prujinali saqlagich qurilmalar nimalarga ega bo‘lishi lozim?

15. Gidravlik qurilmalarning asosiy kamchiliklariga nimalar kiradi?

16. List stanlarining o‘tkazgichlari qanday ko‘rinishlarda bo‘ladi?

17. Aylana o‘tkazgichlarning tuzilishi qanaqa bo‘ladi?

18. Polosa burmalar hosil qilmasligi va ishchi joʻvalarga uch baravar qalinlikda tushmasligi uchun nima qilish kerak?

19. Joʻvalarni almashtirish uchun prokatlash stanining qaysi qurilmalariga eʼtibor berish kerak?

20. Ochiq tipdagi staninalarga, yaʼni olinadigan yuqorigi koʻndalang toʻsinlarga ega boʻlgan ishchi kletlarda joʻvalar qanday qurilmalar yordamida almashtiriladi?

21. Yopiq tipdagi staninalarda joʻvalar qanday qurilmalar yordamida almashtiriladi?

22. Prokatlash stanlarida qanday tok bilan ishlaydigan yuritmalar qoʻllaniladi?

23. Elektrovigatelning prokatlash stanini yuritish uchun yaroqliligi qanday aniqlanadi?

24. Planetar motor-reduktorning asosiy yutugʻi nimalardan iborat?

25. Reduktor ishchi vallarning aylanishlar chastotasi nechiga teng?

26. Planetar tishli uzatma qanday boʻladi?

27. Shesternyali joʻvalar materiallarining mexanik tavsiflari haqida bilasizmi?

28. Muftalar tutashtiriladigan vallarning nimalariga qarab tanlanadi?

29. Shpindellar, qoidaga koʻra, ishchi joʻvalarni qaysi joʻvalar bilan tutashtiradi?

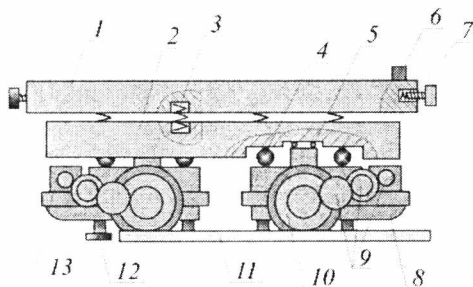
30. Rolikli shpindelning afzalliklari haqida bilasizmi?

III BOB. PROKATLASH STANLARINING YORDAMCHI JIHOZLARI

3.1. Prokatni siljitish va kantlash mashinalari

Bu mashinalar guruhiga quymalarni tashigichlar (slitkovozlar), ko'taradigan, ko'taradigan-buriladigan va buriladigan stollar, rolganglar va transporterlar, sovutgichlar (xolodilnik), manipulyatorlar va kantlagichlar, itargichlar, ag'dargichlar kiradi. Ulardan ba'zilarini ko'rib chiqamiz.

Quymalarni tashigich - 43 t gacha og'irlikka ega bo'lgan, prokatlash haroratigacha qizdirilgan po'lat quymalarini qizdirish quduqlaridan qabul qiluvchi blyuming yoki slyabingning rolgangigacha tashish uchun mo'ljallangan, prokatlash sexining ichida halqa rels yo'lda harakatlanadigan o'ziyurar telejka (3.1-rasm).



3.1-rasm. Quyma tashuvchi:

- 1 - platforma; 2 - plita; 3, 7 - prujinali amortizatorlar;
4, 5 - podshipniklar; 6 - elektroenergiyani o'tkazgich; 8 - yuruvchi
telejka; 9 - reduktor tishli uzatmalari; 10 - halqa; 11 - rels;
12 - yo'naltiruvchi rolik; 13 - elektrodvigatel

Qisqichli quduq krani 25 tonnali quymani payvandlangan platformaning 1 ko'ndalang bruslariga telejka bo'ylab gorizontal holatda qo'yadi. Platforma 3, 7 prujina amortizatorlarga ega va 4 va

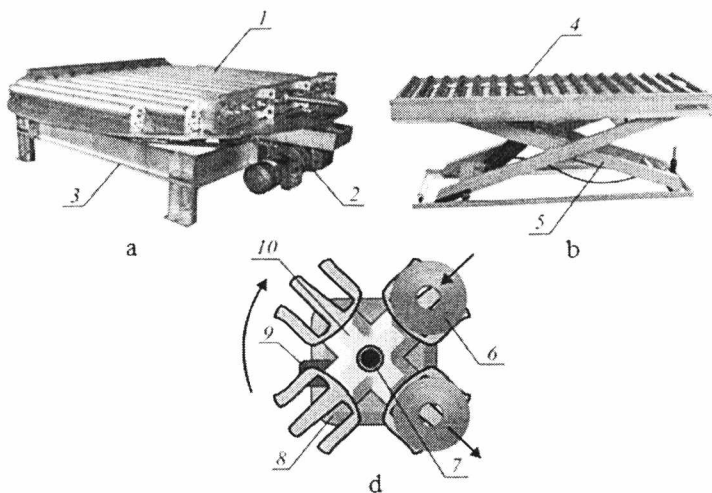
5 rolikli podshipniklarga tayanadigan 2 plitaga o'rnatilgan, podshipniklar o'z navbatida ikkita 8 yuradigan telejkalarga tayanadi. 150 mm diametrli to'rtta 10 g'ildirak maxsus profilli relslarga tegib turadi. O'zanning kengligi -1600 mm. Har bir yuradigan telejka 9 ikki bosqichli silinrik reduktor orqali platformaning ostida joylashgan 13 doimiy tok elektrodvigateli bilan harakatga keltiriladi, elektrodvigatelning quvvati 46 kVt, aylanishlar chastotasi 625 ayl/min. Elektrodvigatellarni oziqlantirish sharnirli-teleskopik tutashmalar yordamida butun rels yo'lining yoqasi bo'ylab o'tadigan trolley simlardan 6 ta tokos'ematik bilan amalga oshiriladi. G'ildiraklarning o'qlari orasidagi bazaviy masofa -2200 mm; yo'lining to'g'ri uchastkalarida slitkovozi 5,4 m/s gacha tezlik bilan harakatlanishi mumkin.

Slitkovozi blyumingning qabul qiluvchi rolgangiga yon tomondan yondashgandan keyin to'xtaydi, itargich uning platformasidan quymani roliklarning bochkalariga itarib tushiradi. So'ngra bo'sh slitkovozi rels yo'lga teskari bo'lgan halqa yo'l bo'ylab keyingi quymani olish uchun qizdirish quduqlariga qaytadi.

Quymalar slitkovozi bilan qizdirish quduqlaridan blyumingning qabul qiluvchi rolgangiga qoidaga ko'ra, tor uchi oldinga qilib uzatiladi. Biroq ba'zi bir hollarda uzatish keng uchini oldinga qilib ham amalga oshiriladi. Qirqishda metall chiqindilarini kamaytirish uchun blyumingdan keyin bu quymalar ularning keng uchda joylashgan foydali qismi prokatlangan blyum va slyabdan orqada bo'lishi uchun tor uchi oldinga qilib prokatlanadi.

Buriladigan stol uning siljish yo'nalishini o'zgartirish maqsadida yukni (quyma, tayyorlanma yoki yoyilma) gorizont tekislikda burish uchun qo'llaniladi (3.2 a-rasm).

Rolgang seksiyasining elektromexanik (motor-reduktor), pnevmatik, gidravlik burish yuritmasi prokatni har qanday burchakka bura oladi. Masalan, blyumingning qabul qiluvchi rolgangining liniyasiga o'rnatilgan buriladigan stol keyinchalik ishchi kletga tor uchini oldinga qilib berish uchun quymani gorizont tekislikda 180° ga buradi.



3.2-rasm. Stollar:

*a - buriladigan; b - ko'tariladigan; d - ko'tarilib-buriladigan stol;
1, 4 - rolikli stol bo'limlari; 2 - motor-reduktor; 3 - to'rt tayanchli
rama; 5 - ko'taruvchi mexanizm; 6 - o'ram; 7 - gidrosilindr
plunjeri; 8 - korpus; 9 - elektr sim; 10 - krestovina*

Ko'taradigan stol yukni sexning ikkita turli darajalari o'rtasida ko'chirish uchun qo'llaniladi (3.2 b-rasm).

Uzluksiz keng polosali prokatlash stanining o'ratichtaridan keyin qaynoq rulonlarni olib ketadigan konveyer shoxchasi liniyasiga o'rnatilgan ko'tarilib-buriladigan stol (3.2 d-rasm) rulonlarni ko'tarish, burish va olib keluvchi konveyerga 90° burchak ostida o'rnatilgan boshqa konveyer shoxchasiga uzatish uchun mo'ljallangan. Stolning rulonlar yuklangan krestovinasini ko'tarish gidravlik silindrning plunjeri bilan, burish esa alohida reduktor va stolning korpusida joylashgan tishli shesternyalar orqali elektrodvigatel bilan amalga oshiriladi, yuritiladigan shesternya gidravlik silindr bilan yaxlit qilib ishlangan stupisaga o'tirg'izilgan.

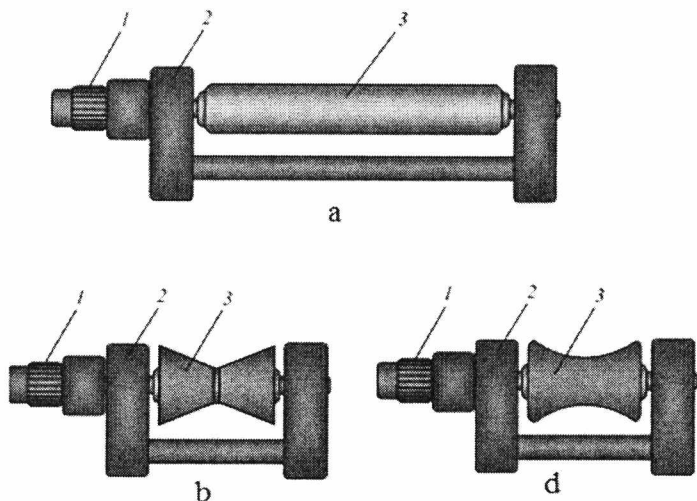
Zamonaviy prokatlash sezida rolganglar metallni siljitishning asosiy vositasi bo'lib hisoblanadi. Ular ishchi va transport rolganglarga bo'linadi. Ishchi rolganglar bevosita ishchi kletlarning

yonida joylashadi va metallni jo'valarga berish va uni jo'valardan qabul qilib olish uchun xizmat qiladi. Qolgan barcha rolganglar transport rolganglari deb ataladi va stanning yordamchi asbob-uskunalarini o'zaro tutashtiradi.

Rolganlarning umumiy uzunligi anchagina katta, ularning massasi butun prokatlash stanining mexanik asbob-uskunalarining umumiy massasidan 20...30 % gacha yetadi.

Rolganlar yuritmalı rolıklı qilib ham, erkin rolıklı qilib ham ishlanadi, rolıklarning yuritmasi individual yoki guruhıy bo'lishi mumkin. Erkin rolıklı rolganglar unchalik katta bo'lmagan qiyalikka ega bo'ladi: unda polosa og'irlik kuchining ta'siri ostida ko'chadi.

Rolıklarning guruhıy yuritmasiga ega bo'lgan rolgang alohida seksiyalardan tashkil topadi, ularning har birida 4...10 tadan rolıklar bo'ladi, individual yuritmalı rolgang esa fundamentga mahkamlangan quyma yoki payvand ramalarga o'rnatilgan alohida rolıklar qatoridan tashkil topadi (3.3-rasm).



3.3-rasm. Individual yuritmalı rolıklı stollar (rolgang) va rolıklar:

a - silindrik; b - qo'shkonusli; d - profilli; 1 - motor-reduktor; 2 - podshipnikli tayanch; 3 - rolık

Har bir rolik motor-reduktor bilan harakatga keltiriladi. Roliklari individual yuritmal rolganglar katta uzunlikdagi prokatlanadigan metallni transportirovka qiladi. Har bir rolikka tushadigan yuklama odatda unchalik katta bo'lmaydi, shu sababli roliklar quvurlardan tayyorlanadi.

Rolganglarning asosiy parametrlari bochkaning diametri va uzunligi, roliklar o'rtasidagi qadam va ularning aylanish tezligi bo'lib hisoblanadi. Rolgangning massasini kamaytirish va yuritmaning quvvatini kamaytirish uchun roliklarning diametrlarini roliklarning mustahkamligi imkon beradigan darajada kichik qilib olish maqsadga muvofiq bo'ladi. Rolik bochkalarining uzunligi ishchi rolganglar uchun jo'va bochkasining uzunligiga teng qilib, transport rolganglari uchun esa - transportirovka qilinadigan polosaning (yoki bir qator qilib qo'yilgan bir nechta profillar, tayyorlanmalarning) kengligidan 150...200 mm katta qilib qabul qilinadi. Roliklarning qadami yoyilma eng kamida ikkita rolikda yotishi lozim degan shartdan kelib chiqish bilan qabul qilinadi, biroq u juda katta bo'lmasligi lozim, aks holda yoyilma bukiladi.

Rolganglarning ishchi jo'valarining aylanish tezligi jo'valardan chiqayotgan metallning tezligidan 10...15 % ga yuqori bo'lishi lozim, transport rolganglarida esa u stanning tipi va mo'ljallanishiga va bajariladigan texnologik operatsiyalarning xarakteriga bog'liq ravishda qabul qilinadi. Masalan, blyumingning og'ir quymalarni transportirovka qiladigan olib keluvchi rolganglari uchun tezlik 1,5...2 m/s ga teng, uzluksiz keng polosali qaynoq prokatlash stanlaridan olib ketuvchi rolganglar uchun - 30 m/s gacha bo'ladi.

Rolgang roliklari yuritmasining momenti va quvvati uchta tarkib toptiruvchilar - podshipniklardagi ishqalanishni yengib o'tish momenti, roliklarning polosaga ishqalanish momenti (sirg'alib aylanish momenti) va tezlanish olish yoki tormozlanishdagi dinamik momentni hisobga olish bilan aniqlanadi.

$$M_{\text{rol}} = M_{\text{tr}} + M_{\text{buks}} \pm M_{\text{din}}$$

Har bir tarkib toptiruvchi quyidagi ifodalardan aniqlanadi:

$$M_{tr} = (Q_m + n_r G_r) \mu_{p,r} \frac{d_p}{2} ;$$

$$M_{buks} = Q_m \mu_{b,r} \frac{D_r}{2} ;$$

$$M_{din} = J \frac{d\omega}{d\tau} = \frac{1}{4} [n_p (m_p D_{ip}^2) + m_m d_p^2] \frac{d\omega}{d\tau} ,$$

bu yerda Q_m – transportirovka qilinadigan metallning og‘irligi (har bir rolik alohida elektrodvigateldan individual yuritilganda); Q_m – metallning bitta rolikka to‘g‘ri keladigan og‘irligi; G_r – rolikning og‘irligi; n_r – bitta elektrodvigateldan yuritiladigan roliklar soni; d_r – rolikning tayanchlaridagi podshipnikning sapfasining diametri; $\mu_{p,r}$ – rolikning podshipniklaridagi ishqalanish koeffitsiyenti (rolikli podshipniklar uchun $\mu_{p,r} = 0,005 \dots 0,008$); $\mu_{b,r}$ – sirg‘alib aylanishda rolikning ishqalanish koeffitsiyenti (qaynoq metall bo‘yicha 0,3 va sovuq metall bo‘yicha 0,15...0,2); D_r – rolik bochkasining diametri; J – rolikning aylanish va metallning ilgarilanma harakatining yig‘indi inersiya momenti; D_{ip} – aylanayotgan detal inersiyasining diametri; m_r – rolikning massasi; m_m – metallning massasi; ω – rolikning aylanishining burchak tezligi.

Rolgangdagi roliklarning aylanishi tezlashganda ulardagi metall tezlanish bilan ilgarilanma harakat qiladi. Ilgarilanma harakatlanayotgan metallning inersiya momentini rolikning aylanish o‘qiga keltirish uchun metallning massasi rolikning aylanisidagi nuqtaga qo‘yilgan deb hisoblaymiz.

Metallni rolgangning roliklari bo‘ylab w tezlanish bilan harakatlanishga majbur qilish uchun roliklar $J_m = m_m w$ metallning inersiya kuchini yengib o‘tishi lozim bo‘ladi.

Biroq metall roliklar bo‘ylab harakatlanganda (sirg‘alishsiz) inersiya kuchi rolik bilan metall o‘rtasidagi $F_{tr} = \mu_r Q_m = \mu_r m_m g$ ishqalanish kuchidan katta bo‘la olmaydi, ya‘ni $J_m = w m_m < F_{tr}$, yoki $w \leq \mu_r g = 9,8 \mu_r$. Bundan metallning rolgangning roliklaridagi

maksimal tezlanishi μ_r rolikning metallga ishqalanish koeffitsiyenti bilan g erkin tushish tezlanishining ko'paytmasidan katta bo'la olmasligi kelib chiqadi.

$\mu_r = \mu_{b,r}$ bo'lganda sovuq metall uchun $w = 0,15 \cdot 9,8 \approx 1,5 m/s^2$ ni, qaynoq metall uchun $w = 0,3 \cdot 9,8 m/s^2$ ni olamiz.

Roliklarni aylantirish uchun talab qilinadigan quvvat, kVt:

$$N_p = M_{rol} \omega_p,$$

bu yerda M_{rol} – rolgangning roliklarini yuritish momenti, ω_p – roliklar aylanishining burchak chastotasi, 1/s.

Roliklarni yuritish uchun elektrodvigatelning quvvati:

$$N_{dv} = \frac{N_p}{\eta},$$

bu yerda η – dvigateldan roliklarga uzatishning FIK.

Dvigatelning quvvatini yakuniy tanlashni rolgangning ishlash xarakterini (uzoq muddatli, qisqa muddatli, takrorlanuvchi – qisqa muddatli) hisobga olish bilan, ya'ni faqatgina dvigatelning moment bo'yicha yo'l qo'yiladigan qisqa muddatli oshiqcha yuklanishini emas, balki uning o'rtacha kvadratik tok (moment) bo'yicha yo'l qo'yiladigan qizishini ham hisobga olish bilan bajarish lozim bo'ladi.

Kantlashda quymaning (blyumingning, slyabning) og'irlik markazi h_s kattalikka pastga tushadi. Quyma qulashining oxirida, ya'ni uning rolgang roligiga tegish momentida uning qulashining kinetik energiyasi

$$E_0 = \frac{m_m v_0^2}{2} = Q_m h_s,$$

bu yerda $v_0 = \sqrt{2gh_c}$ – rolikka tegishli momentida quymaning qulash tezligi, m/s; m_m va Q_m – metallning (quymaning) bitta rolikka to‘g‘ri keladigan massasi (kg) va og‘irligi (N).

Quyma rolikka urilgandan keyin zarba energiyasining bir qismi quymaning plastik deformatsiyasiga (ezilishiga) sarflanadi, quymaning o‘zi esa rolik bilan birgalikda v_1 tezlik bilan harakatlanadi, chunki rolik qayishqoq bukiladi.

«Materiallar qarshiligi» kursidan ma’lumki, o‘zgarmas kesimli balkaning bukilishini hisoblashda balka og‘irligining ta’sirini hisobga olish uchun balkaning o‘rtasiga ta’sir ko‘rsatuvchi kuchga balka massasining yarmini (aniqrog‘i 17/35 qismini) qo‘shish kerak bo‘ladi. Shunday qilib, quyma urilgandan keyin quyma-rolik tizimining kinetik energiyasi

$$E_{ud} = \frac{m_m + k_1 m_r}{2} v_1^2, \quad (3.1)$$

bu yerda k_1 – rolikning massasini quymaning massasiga keltirish koeffitsiyenti, $k_1 = 0,5$.

Bu energiya rolik va uning tayanchlarining potensial energiyasiga o‘tadi.

Ravshanki, $E_0 - E_u$ farq plastik deformatsiyalanishga (quymaning ezilishiga) sarflangan energiya bo‘ladi.

(3.1) tenglamada tizimning zarbadan keyingi v_1 tezligi noma’lum hisoblanadi. Tizimning zarbagacha bo‘lgan harakat miqdori uning zarbadan keyingi harakat miqdoriga teng bo‘ladi: $m_m v_0 = (m_m + k_2 m_p) v_1$ bundan

$$v_1 = v_0 \frac{1}{1 + k_2 \frac{m_r}{m_m}};$$

bu yerda $k_2 = 5/8 = 0,625$ – rolikning tezligini metallning tezligiga keltirish koeffitsiyenti.

v_l ning bu qiymatini (3.1) ga o‘rniga qo‘yish bilan quyidagini olamiz:

$$E_{ud} = E_0 \frac{1 + k_1 \frac{m_p}{m_m}}{\left(1 + k_2 \frac{m_p}{m_m}\right)^2} \approx E_0 \frac{1}{1 + k_2 \frac{m_p}{m_m}} \quad (3.2)$$

Bu formuladan rolikning massasining quymaning (metallning) massasiga nisbati qanchalik kichik bo‘lsa, tizimning zarbadan keyingi kinetik energiyasi shunchalik katta bo‘lishi kelib chiqadi.

Agar, masalan, $m_p = 0,5/m_m$ bo‘lsa,

$E_{ud} = 0,8E_0$ ni olamiz, ya‘ni zarba energiyasining 80% i rolik va uning tayanchlari tomonidan qabul qilinadi va qolgan 20% energiya quymaning ezilishiga sarflanadi. Bundan rolik bukilganda unda anchagina katta kuchlanishlar vujudga kelishi kelib chiqadi.

Rolgang roliklari odatda qattiq tayanchga (tebranish podshipniklariga) o‘rnatiladi. Shu sababli E_u kinetik energiya faqatgina rolikning o‘zining bukilish potensial energiyasiga o‘tadi deb hisoblash mumkin, ya‘ni tayanchlarning deformatsiyasini hisobga olmaslik mumkin. Rolikni o‘zgarmas kesimli ikkita tayanch balka ko‘rinishida tasavvur qilish bilan uning bukilishining potensial energiyasi dinamik zarba kuchining bukilish kattaligiga ko‘paytmasining yarmiga teng bo‘lishini olamiz:

$$U = \frac{Py_0}{2} ,$$

bu yerda U – potensial energiya, P – dinamik zarba kuchi, y_0 – bukilish kattaligi.

Tajribalarning ko'rsatishicha, zarba yuklamasida ikkita tayanch balkaning deformatsiyalanishi xuddi statik yuklamadagiday kechadi, ya'ni u bukilish ta'sir ko'rsatuvchi kuchga proporsional bo'ladi

$$y = \frac{Pl^3}{48EJ},$$

va shu sababli rolikning zarbadagi potensial energiyasi

$$U = \frac{Pl^3}{96EJ},$$

bu yerda l – balkaning tayanchlari o'rtasidagi masofa, EJ – balkaning qattiqligi.

(3.2) kinetik energiyani potensial energiyaga tenglashtirish bilan, ya'ni

$E_u = U$ da dinamik zarba kuchini aniqlash formulasini olamiz:

$$P = k_{\text{din}} Q_m, \quad (3.3)$$

bu yerda dinamik koeffitsiyent

$$k_{\text{din}} = \sqrt{96EJ \frac{h_c}{l^3} \frac{Q_m + k_1 G_r}{(Q_m + k_2 G_r)}} = 9,8 \sqrt{\frac{E J h_c}{l^3 (Q_m + k_2 G_r)}},$$

bu yerda G_r – rolikning og'irligi, Q_m – metallning (quymaning) massasi (kg).

Hisoblashlarning ko'rsatishicha, ishchi rolganglarning roliklari uchun $k_{\text{din}}=2550$. Bundan ishchi rolgangning roligiga tushadigan dinamik kuch qulayotgan quymaning unga to'g'ri keladigan og'irligidan 25...30 marta katta bo'lishi kelib chiqadi.

Stanina roliklari juda og'ir sharoitlarda ishlaydi – ular jo'valardan chiqadigan quymalarning zarbalarini uzluksiz o'ziga

qabul qiladi, bunda birinchi o'tishlarda zarbada quymaning butun massasi birinchi rolik tomonidan qabul qilinadi. Rolikka tushadigan dinamik yuklamani yutish uchun rolikning podshipnigi qattiq yoki prujina resorli tayanchlarga o'rnatiladi.

Quyma-rolik tizimining qayishqoq deformatsiyaning ishiga o'tadigan E_{ud} kinetik energiyasi xuddi quymani ishchi rolgangda kantlashdagi kabi hisoblanadi. So'ngra u qattiq tayanchlarga tayanadi deb faraz qilish bilan rolikning qayishqoq deformatsiyasining potensial energiyasi hisoblanadi. (3.3) formula bo'yicha R soxta dinamik kuch aniqlanadi.

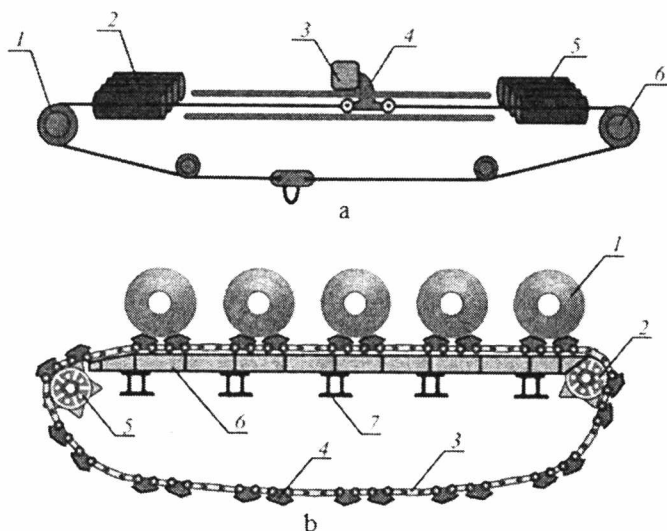
Prujinali tayanchlarning potensial energiyasini hisoblashlar amaliyoti shuni ko'rsatadiki, prujinalarning potensial energiyasi rolikning potensial energiyasidan 20...30 marta katta bo'ladi, ya'ni zarba paytida juda kam deformatsiyalanadi va yuklamaning katta qismi prujinalar tomonidan qabul qilinadi. Stanina roligini mustahkamlikka hisoblashda u rolikning qattiq tayanchlarda turishiga hisoblangan dinamik yuklamaning $\frac{1}{4}$ qismiga teng bo'lgan R soxta yuklama bilan bukiladi deb qabul qilish mumkin.

Prokatlash jarayonida metall proletdan proletga yoki bir rolgangdan boshqasiga turli transporterlar bilan yoki boshqacha qilib aytganda, shlepperlar bilan uzatiladi. Ular zanjirli, po'lat arqonli, skrebokli va hokazoli bo'lishi mumkin. Transporterlardan shuningdek rulonlarni sovuq prokatlash stanlarining tarqatgichlariga (rulonni yoygichlarga) uzatish va rulonlarni o'ragichdan olib ketish uchun ham foydalaniladi. Shlepperlar ko'pgina hollarda metallni sovutadigan sovutgich rolini bajaradi, bunday holda ular *shlepper-sovutgichlar* deb ataladi. Sovutgichlarning uzunligi 20...150 m bo'ladi, ularning kengligi va soni esa stanning kattaligi va metallni sovutish vaqti bilan belgilanadi.

Kichik sortli prokatlash stanlarida kichik sortli profillar reykasimon tipdagi sovutgichlarda sovutiladi. Umumiy holatda sovutgichlar olib keluvchi rolgang, sovutgichning o'zi (qo'zg'aluvchan va qo'zg'almas reykalar tizimi) va olib ketuvchi rolgangdan tashkil topadi. Qo'zg'aluvchan reykalarning har bir yurishida sovutiladigan polosalar 100...200 mm ga ko'chadi; har bir yurish keyingi polosa kirib kelganda amalga oshadi. Sovutgichda

polosalar $80...400^{\circ}\text{S}$ haroratgacha sovutiladi, pachkalarga yig'iladi (20 ta polosa) va qaychilar yoki arralarga olib boruvchi olib ketuvchi rolgangga o'tkaziladi.

Po'lat arqonli shlepper (3.4, a-rasm) 1 yuritish barabanlari qatori bilan 6 tortish bloklari qatori orasida joylashgan 6...8 ta po'lat arqondan tashkil topadi. Barcha po'lat arqonlarga tirgak paleslarga ega bo'lgan 4 telejkalar bir qator qilib mahkamlangan. Telejkalar oldinga yurganda tirgak paleslar 3 prokatlangan metallni 5 rolgangdan 2 rolgangga ko'chiradi. Telejkalar orqaga yurganda paleslar pastga tushadi va metallning ostidan o'tadi. Telejkalarining bunday konstruksiyasi rolganglar orasidagi har qanday joyda paleslarni ko'tarish va keraklixa tayyorlanma yoki prokatlanadigan polosalarni po'lat arqonlar o'rtasidagi relsli to'shama (stellaj) bo'ylab ko'chirish imkonini beradi. Telejkaning o'zi katoklarda rels yo'llar bo'ylab ko'chadi.



3.4-rasm. Po'lat arqonli shlepper (a) va zanjirli transporter (b)

Zanjirli transporter (3.4, b-rasm) ularga 6 rama yotqizilgan 7 quyva balkalardan tashkil topgan. Ramaning uchlariga 2 erkin va 5

yuritadigan yulduzchalar (zvezdochkalar) o'rnatilgan, ular bo'ylab 3 plastinkali zanjir aylanadi. 4 bashmaklar ham zanjirning zvenolari bo'lib hisoblanadi, ularga 1 rulonlar qo'yiladi.

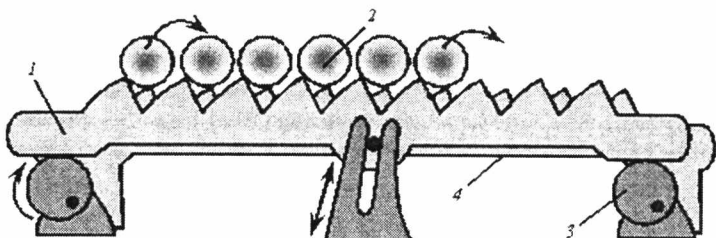
Sovutgich prokatlash stanogi bilan prokatga pardozi berish agregatlari o'rtasidagi bog'lovchi zveno bo'lib hisoblanadi. Sovutgichning solishtirma massasi prokatlash stanogi asbob-uskunalarining umumiy massasidan 35...50 % ni tashkil qiladi. Polosaning sovutgichda bukilishi qo'shimcha to'g'irlaydigan mashinalarni o'rnatishni talab qilishi mumkin. Ba'zi bir maxsus po'lat polosalarini prokatlashda sovutgichlarga nisbatan polosalarni sovutish tizimini rostlash talabi ham qo'yiladi. Sortli profillarni sovutish uchun reykali va rolikli tipdagi sovutgichlar qo'llaniladi.

Reykali sovutgichda polosalarni sovutish tebranma-ilgarilanma harakat sodir qiladigan qo'zg'aluvchan tishli reykalarda sodir bo'ladi (3.5 rasm). Bunday sovutgichning muhim yutug'i sovutish jarayonida polosalarni to'g'irlash bo'lib hisoblanadi. Reykali sovutgich qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan reyklar tizimidan tashkil topadi. Qadamlaydigan qo'zg'aluvchan reyklar elektrodvigatel bilan harakatga keltiriladigan eksentrik mexanizmlar yordamida aylana traektoriya bo'ylab ilgarilanma-qaytar harakatni sodir qiladi.

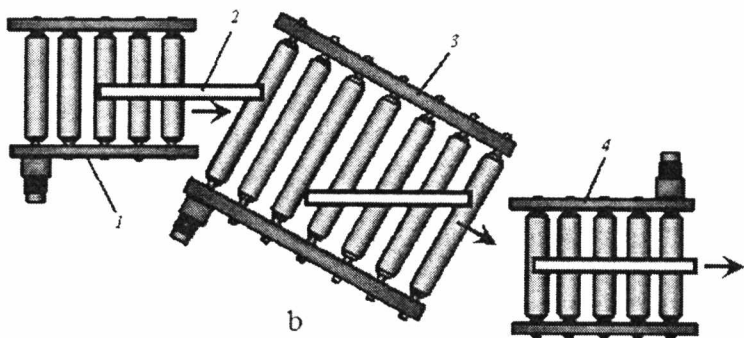
Prokat qadamlaydigan reyklar tizimi bilan ilib olinadi va qo'zg'almas reykalarga joylashtiriladi. Qo'zg'aluvchan reykalarning har bir yurishida prokat qo'zg'almas reykalarda reyka tishlarining qadamiga teng bo'lgan masofaga siljiydi. Metallning ko'ndalang siljishiga ega bo'lgan sovutgichning uzunligi prokatlangan polosalarning maksimal uzunligi bilan belgilanadi va amaldagi kichik sortli uzluksiz stanlarda 125...150 m ga etadi.

Ko'pgina o'rta sortli stanlarda *rolikli sovutgichlar*) qo'llaniladi. Bunday sovutgich unchalik katta bo'lmagan diametrli (100...120 mm) uzun yuritish roliklaridan tashkil topadi, ular olib keluvchi rolgangning o'qiga nisbatan 35...40° burchak ostida joylashadi. Roliklarning uchlarida konussimon shesternyalar ko'zda tutilgan, ular reduktor orqali elektrodvigatel bilan harakatga keltiriladigan umumiy transmissiya valiga o'rnatilgan konussimon shesternyalar bilan tishlashadi. Polosa sovutish jarayonida bir paytning o'zida ilgarilanma va ko'ndalang harakat qiladi (olib keluvchi rolgangdan

olib ketuvchi rolgangga qarab). Rolikli sovutgichning asosiy yutug‘i konstruksiyasining oddiyligi bo‘lib hisoblanadi: unda reykalarning tebranma harakati bilan bog‘lanadigan murakkab mexanizmlar yo‘q, fundament soddalashadi. Kattagina texnologik yutuq polosalarning sovutgichning roliklariga tutashish yuzasining uzluksiz almashishi bo‘lib hisoblanadi, buning natijasida polosaning mahalliy sovushining oldi olinadi. Sovutgichning bu xususiyati legirlangan po‘lat polosalarni prokatlashda ayniqsa muhim bo‘ladi.



a



b

3.5-rasm. Sovutgichlar:

a - reykali sovutgich; *b* - rolikli sovutgich

Polosalarni sovutish davomiyligini roliklarning aylanish tezligi bilan rostlash mumkin.

Rolikli sovutgichning kengligi 10 m gacha yetishi mumkin. Reykali sovutgichning kengligi esa bor-yo‘g‘i 6...8 m ni tashkil

qiladi (yuklaydigan va bo'shatadigan rolganglarning o'qlari orasidagi masofa), shu bois rolikli sovutgichning sovutadigan yuzasi reykali sovutgichnikiga qaraganda 30...50% ga katta. Bundan tashqari, rolikli sovutgich metallni zichroq qilib joylashtirishga yo'l qo'yadi, bu sovutgichning maydonidan foydalanish samaradorligini taxminan 5...10 martaga oshiradi.

Kamchiliklariga shuni kiritish lozim bo'ladiki, rolikli sovutgichlar, reykali sovutgichlardan farqli o'laroq, sovutish jarayonida polosani to'g'irlashni ta'minlamaydi.

Konstruksiyasining oddiyligiga qaramasdan, rolikli sovutgichlar katta gabarit o'lchamlarga ega va juda qimmat turadi. Shu sababli har qanday tipdagi sovutgichni o'rnatish mumkin bo'lgan joylarda ustuvorlik reykali sovutgichga beriladi.

Sovutgichda sovutiladigan metallning L yig'indi bosib o'tadigan yo'li quyidagiga teng bo'ladi:

$$L = \frac{P}{Q_m} at,$$

bu yerda P – stanning maksimal soatlik unumdorligi, Q_m – bitta polosaning massasi, a – polosalar o'rtasidagi masofa (yoki sovutgichning qadami), t – bitta polosani sovutish vaqti.

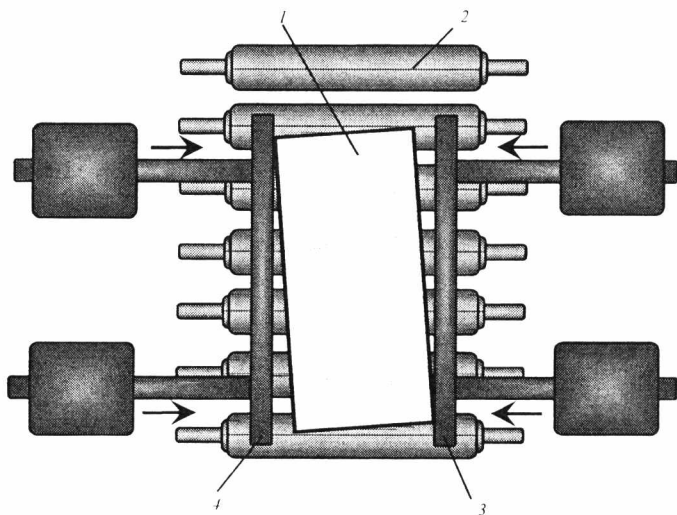
Manipulyator metallni keyinchalik ishchi jo'valarga to'g'ri yo'naltirish maqsadida metallni rolgangning roliklari bo'ylab ularning bochkasiga parallel ravishda ko'chirish uchun mo'ljallangan. Shu bilan birgalikda manipulyatorning chizg'ichlari, agar prokatlash paytida u qiyshaygan bo'lsa, prokatlanadigan polosani (blyum, slyab, tayyorlanma) to'g'irlaydi (3.6-rasm).

Manipulyatorlar faqatgina quymalarni prokatlashda va nisbatan qalin tayyorlanmalar va polosalarni prokatlashda, ya'ni blyuminglar, slyabinglar, rels balkalar, yirik sortli prokatlarni prokatlaydigan stanlar va qalin polosali stanlarda qo'llaniladi.

Chizg'ichlarda polosani to'g'irlash uchun talab qilinadigan kuchni quyidagi ifodadan aniqlash mumkin:

$$M_{\text{izg}} = \frac{Pl}{4} = \sigma_t W_p,$$

bu yerda l – polosaning uzunligi (polosaning uzunligi manipulyator chizg'ichining uzunligidan oshiq bo'lganda uni chizg'ichning uzunligiga teng qilib qabul qilish zarur bo'ladi), mm;
 σ_t – polosani to'g'irlash (bukish) haroratida po'latning oquvchanlik chegarasi, MPa, $t=1100^\circ\text{C}$ da $\sigma_t=50\dots70\text{MPa}$ deb qabul qilish mumkin; W_p – polosa kesimining plastik qarshilik momenti, to'g'ri burchakli kesim uchun $W_p=0,25bh^2$, bu yerda b , h - kesimning kengligi va balandligi, mm.



3.6-rasm. Manipulyator:

1 - prokatlanayotgan polosa; 2 - rolgang; 3, 4 - o'lchovchi manipulyatorlar

Shunday qilib, polosani to'g'irlash uchun quyidagi kuch zarur bo'ladi:

$$P = \sigma_t \frac{bh^2}{l}$$

Hisoblashlarning ko'rsatishicha, blyuminglar uchun $R = 1,2 \dots 1,5$ MN deb qabul qilish mumkin.

Kantlagich (burgich-aylantirgich) prokatlanadigan polosa bir kletdan boshqasiga o'tganda polosani uning bo'ylama o'qiga nisbatan 45 yoki 90° burchakka buradi.

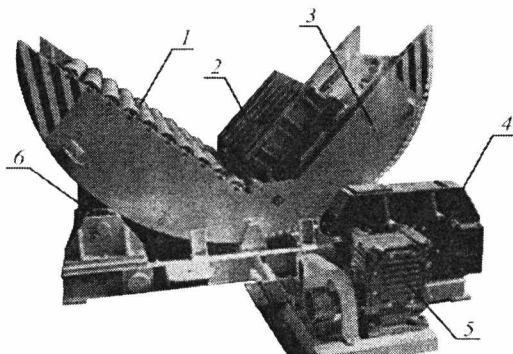
Tayyorlanma stanlari va sortli stanlarda profilli polosani burish uchun yurish paytida buradigan vtulkalar qo'llaniladi, ular rolgangning roliklari orasiga o'rnatiladi.

Qaynoq yoyilgan qalin listlarning ustki va pastki yuzalarining sifatini vizual baholash uchun dastakli burgichlar qo'llaniladi, ular listni bitta inspeksion rolgangdan boshqasiga olib qo'yadi va shu tariqa 180° burchakka aylantiradi.

Ko'pgina hollarda vertikal holatda saqlanayotgan polosa rulonlari metallga keyinchalik ishlov berish uchun ko'prikli kranlarning elektromagnitlari bilan agregatlarga xuddi shu holatda uzatiladi. Biroq liniyaning tarqatadigan qurilmalariga yoki to'g'irlash va qirqish agregatlariga berish uchun rulonlar gorizontol holatda joylashgan bo'lishi lozim bo'ladi.

Rulonlarni vertikal holatdan gorizontol holatga burish (yoki aksincha, agar bu talab qilinsa) G-simon tipdagi burgich bilan amalga oshiriladi (3.7-rasm).

Polosa rulonlari ko'prikli kraning elektromagniti vositasida gorizontol stolga vertikal holatda taxlanadi. Rama burila boshlaganda rulon o'zining hosil qiluvchilari bilan ramaning vertikal sektoridagi ikki qator egilgan roliklarga tayanadi, rama 90° ga burilganda esa rulon burilgan bo'lib qoladi va gorizontol holatni egallaydi. Rama keyinchalik $3 \dots 5^\circ$ ga burilganda rulon qiya joylashgan erkin roliklar bo'ylab siljiydi va tarqatgichga boradigan yo'nalishda sklizga yoki rolgangga o'tadi.



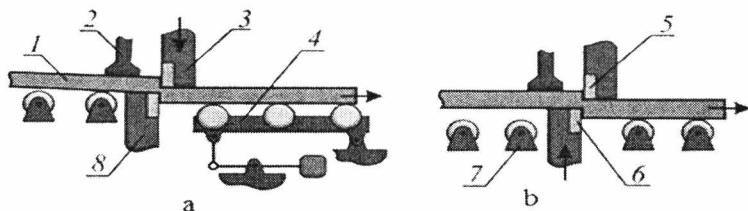
3.7-rasm. Sovutish rulonlari bilan kantovkalash:

1 - bo'sh turgan roliklar; 2 - stol; 3 - rama; 4,5 - silindrik va chervyakli reduktor; 6 - tayanch rolik

3.2. Kesuvchi mashinalar

Prokatlangan polosalarning uchlarini kesish va ularni kerakli uzunlikda qirqish uchun parallel pichoqli (ustidan yoki ostidan qirqadigan) qaychilar, gilotali, uchar yoki diskli qaychilar, shuningdek turlicha konstruksiyali arralar qo'llaniladi.

Parallel pichoqli qaychilar kvadrat va to'g'ri burchakli kesimli tayyorlanmalar va profillarni qaynoq va sovuq holatda ko'ndalangiga qirqish uchun qo'llaniladi (3.8-rasm).



3.9-rasm. Parallel pichoqli qaychilar va qirqish:

a - ustki; b - ostki; 1 - polosa; 2 - qisgich; 3, 8 - supportlar (keskich o'rnatiladigan qism); 4 - yuklarni muvozanatlash bilan ko'tarish va egish stoli; 5, 6 - pichoqlar; 7 - rolgang

Ustidan qirqadigan qaychilar polosaning pastki qirrasida tishlarni qoldiradi, ular rolgang bo‘ylab harakatlanishga xalaqit beradi. Bundan tashqari, tebranuvchi ko‘tarish stolining borligi butun qurilmaning konstruksiyasini murakkablashtiradi. *Ostidan qirqadigan qaychilar* yuqorida sanab o‘tilgan kamchiliklarga ega emas va shu sababli ko‘proq keng tarqalishga ega bo‘lgan.

Pichoqlarning ko‘ndalang kesimi $s/\delta=2,5...3$ nisbatdan qabul qilinadi, bu yerda s – pichoqning balandligi, δ – pichoqning qalinligi. Pichoqning o‘tkirlik burchagi – 90° . Materiali: po‘lat 6XNM, 6XB2C va issiqlik bilan ishlov berishdan keyin NV 400 gacha qattqlikka ega bo‘lgan boshqa markali po‘latlar.

Metallni qirqadigan maksimal kuchni hisoblash formulasi quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$P_{\max} = k_1 k_2 k_3 \sigma_v b h (1 - \varepsilon_v), \quad (3.4)$$

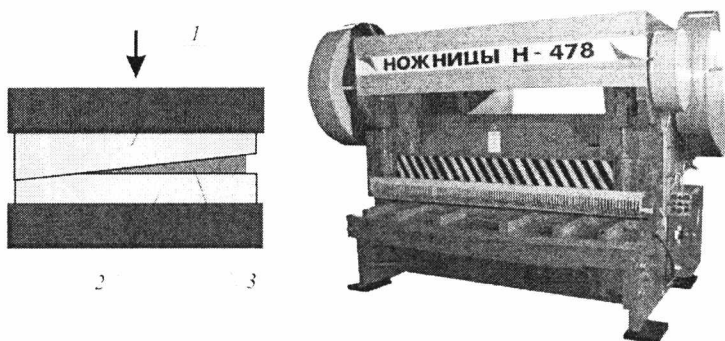
bu yerda k_1 – koeffitsiyent; yumshoq metallar uchun $k_1 = 0,6$; qattiq metallar uchun $k_1 = 0,7$; k_2 – pichoqlar o‘tmaslashganda qirqish kuchining ortishini hisobga oluvchi koeffitsiyent; k_3 – pichoqlardan uzoq vaqt foydalanilganda ularning o‘rtasidagi yonlama oraliq tirqishning kengayishini hisobga oluvchi koeffitsiyent; σ_v – metallning mustahkamlik chegarasi; po‘lat uchun $\sigma_v \approx 500 \text{ MPa}$; b, h – metallning qirqiladigan kesimining kengligi va balandligi; ε_v – pichoqlarning metallni ezish koeffitsiyenti; $\varepsilon_v = z_v/h$, bu yerda z_v – pichoqlarning ezishda metallga botish chuqurligi. Qaynoq qirqishda $k_2 = 1,1...1,2$; sovuq qirqishda $k_2 = 1,15...1,25$; $k_3 = 1,2...1,3$.

Parallel pichoqli qaychilar konstruktiv jihatdan elektromexanik va gidravlik yuritmal qilib ishlanadi.

Gilotinali qaychilar pichoqning $1^\circ 30'...12^\circ$ egilish burchagiga, yupqa listlarni qirqishda - bundan ham kichikroq egilish burchagiga ega bo‘lishi mumkin. Bunday qaychilar qirqiladigan listning qalinligi uning kengligiga nisbatan unchalik katta bo‘lmagan

hollarda qo'llaniladi. Listlarni egilgan pichoqli qaychilar bilan qirqishda parallel pichoqli qaychilar bilan qirqishdagi kabi list kesimining butun maydoni bir paytda qirqilmaydi, aksincha, qandaydir unchalik katta bo'lmagan qismi qirqiladi, shu sababli qaychilarning qirqish kuchi kamayadi. Pichoqlarning uzunligi 3000 mm va undan ham ko'proqqa, qirqish kuchi – 6 MN gacha yetadi.

Gilotinali qaychilar fundamentga o'rnatilgan ikkita quyma yoki payvand ustunlardan tashkil topgan staninaga ega bo'ladi. Ustunlar o'zaro tepadan va pastdan traverslar bilan tutashtirilgan. Masalan, N-478 gilotinali krivoship qaychilarning payvand staninasi listli po'latdan ishlanadi (3.10-rasm). N-478 qaychi ikkita yon ustun, shuningdek uchta styajka bilan o'ralgan stolga ega. N-478 ning unga pastki pichoq mahkamlanadigan stoli zaruriy oraliq tirqishni o'rnatish uchun mo'ljallangan rostlash mexanizmi bilan jihozlangan. N-478 qaychining yuritmasi – elektromexanik.



3.10-rasm. Gilotinali qaychilar:

1, 2 - ustki va ostki pichoqlar; 3 - polosa

Metallni qirqadigan maksimal kuch:

$$P_{\max} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot \frac{2 - \varepsilon_{\text{H}}}{2 \operatorname{tg} \alpha} \varepsilon_{\text{H}} \cdot h^2 \cdot \sigma_{\text{B}}, \quad (3.5)$$

bu yerda k_1, k_2, k_3 - koeffitsiyentlar; $k_1 = 0,6 \dots 0,75$; $k_2 = 1,2 \dots 1,3$; $k_3 = 1,4 \dots 1,6$; ε_n - nisbiy qirqim chuqurligi; $\varepsilon_n = z/h$, bu yerda z - qirqimning metallning uzilishi sodir bo'ladigan chuqurligi; α - pichoqning egilish burchagi, $\alpha = 6 \dots 15^\circ$.

Uchar qaychilar prokat katta tezlik bilan harakatlanayotganda uni yurish davomida ko'ndalangiga qirqish uchun mo'ljallangan. Quyida uchar qaychilarning quyidagi tiplari ko'rib chiqiladi: barabanli, krivoship-dastakli, planetar va mayatnikli.

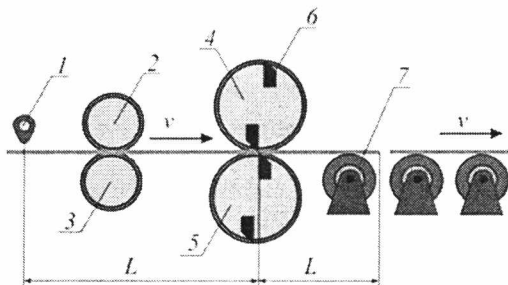
Barabanli uchar qaychilar kichik sortli profillar va 30 mm gacha qalinlikdagi keng po'lat polosalarni qaynoq qirqishda, shuningdek, 3 mm gacha qalinlikdagi po'lat polosalarni 15 m/s dan oshiq tezlik bilan sovuq qirqishda keng qo'llanilishga ega bo'lgan.

Bu qaychilarning barabanlariga pichoqlar mahkamlangan, bu pichoqlar uchrashganda roliklar bilan doimiy tezlikda uzluksiz beriladigan harakatlanayotgan polosani qirqish sodir bo'ladi. Pichoqlarning qirqadigan uchlari aylana bo'ylab harakatlanadi, shu sababli qirqish yuzasi qat'iy vertikal bo'lmaydi. Biroq bunday kamchilik yupqa polosalarni qirqishda katta ahamiyatga ega bo'lmaydi.

Bundan tashqari, parallel pichoqlar bilan qirqish qo'yilgan katta dinamik kuch bilan polosaning butun kengligi bo'ylab amalga oshiriladi. Agar bitta pichoq xuddi gilotali qaychilardagi kabi egilgan qilib ishlansa, u holda katta tezliklarda keng polosalarni qirqish uchun pichoqlarning orasidagi yonlama oraliq tirqishni oshirish talab qilinadi, bu esa maqsadga muvofiq bo'lmaydi.

Qirqilgan listlar orasida uzilish hosil qilish uchun polosaning qaychilardan keyingi tezligi har doim polosaning ularning oldidagi tezligidan katta bo'ladi: $v > v_n$ (3.11-rasm).

Polosaning oldingi uchini hech qanday talablarsiz bittalik qirqish uchun barabanli uchar qaychilar fotorele ishga tushgandan keyin darhol ishga tushadi va so'ngra to'xtaydi.



3.11-rasm. Poloslarni barabanli uchar qaychilarda qirqish:

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

6 - pichoq; 7 - rolgang; L - dlina otrezannogo uchastka;

L_f - fotoreledan kesilgan joygacha bo'lgan masofa

Oldingi uchning talab qilinadigan uzunligi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$L_n = v_p t_{\text{tez}} - L_f, \quad (3.6)$$

bu yerda $t_{\text{tezlanish}}$ – pichoqlarning, barabanlarning boshlang'ich holatidan pichoqlar uchrashadigan momentgacha tezlanish vaqti; v_p – polosaning harakatlanish tezligi.

Agar $v_p t_{\text{razg}} \leq L_f$ bo'lsa, u holda fotoreleni qaychilardan keyin o'rnatish lozim bo'ladi.

Agar polosani uzun bo'laklarga qirqish talab qilinsa (unchalik katta bo'lmagan tezlikda), u holda qaychilar fotoreledan impuls kelgandan keyin oradan ma'lum bir vaqt o'tgach ishga tushiriladi.

Barabanli qaychilar uchun davriy ishga tushirishlar rejimi kam qo'llaniladi, ularning ishlashi uchun asosiy rejim uzluksiz rejim bo'lib hisoblanadi, bunda polosa qaychilarga doimiy tezlik bilan kirib keladi va qirqiladigan listlarning uzunligi faqatgina ikkita ketma-ket qirqishlar o'rtasidagi t vaqt oralig'iga bog'liq bo'ladi: $L = v_p t$.

k qirqishni o'tkazib yuborish koeffitsiyenti ikkita ketma-ket qirqishlar o'rtasidagi vaqtda barabanning aylanishlar sonini

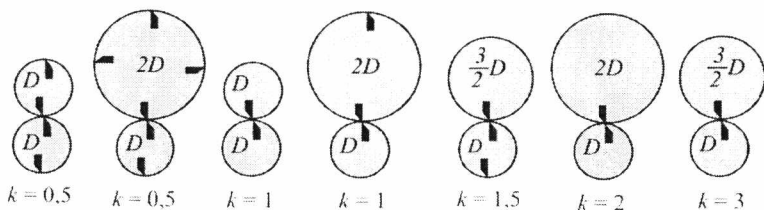
tavsiflaydi. Agar qirqish har bir aylanishda sodir bo'lsa, u holda $k = 1$ bo'ladi. Pastki barabanning diametri ustki barabanning diametridan 2 marta kichik bo'lganda qirqish pastki barabanning har ikki marta aylanishidan keyin sodir bo'ladi va $k = 2$ bo'ladi, Agar barabanlarda ikkitadan pichoq bo'lsa, u holda $k = 0,5$ bo'ladi.

Ikkita qirqish o'rtasidagi vaqtda barabanning pichog'i $v_n = \omega_n D_n / 2$ aylana tezligida $L_n = \pi D_n k$ ga teng bo'lgan yo'lni bosib o'tadi, bu yerda L_n pichoqning yo'li; D_n – pichoq bilan chiziladigan aylananing diametri; ω_n – ikkita ketma-ket qirqishlar o'rtasidagi vaqtda pichoqning (barabanning) aylanishining burchak tezligi; agar barabanlar turlicha diametrga ega bo'lsa, u holda ω_n – kichikroq diametrli yurituvchi barabanning burchak tezligi.

Ikkita qirqishlar o'rtasidagi vaqt oralig'i $t = \frac{L_n}{v_n} = 2\pi \frac{k}{\omega_n}$ ni tashkil qiladi, shu sababli (12.3) formula quyidagi ko'rinishni oladi:

Shunday qilib, polosaning tezligi doimiy bo'lganda qirqiladigan listning uzunligi qirqishni o'tkazib yuborish koeffitsiyenti va yurituvchi baraban pichog'ining burchak tezligiga bog'liq bo'ladi.

k ning kattaligini o'zgartirish ikkita usul – barabanlarga turlicha sonidagi pichoqlarni o'rnatish va turlicha diametrli barabanlarni qo'llash bilan amalga oshiriladi (3.12-rasm).



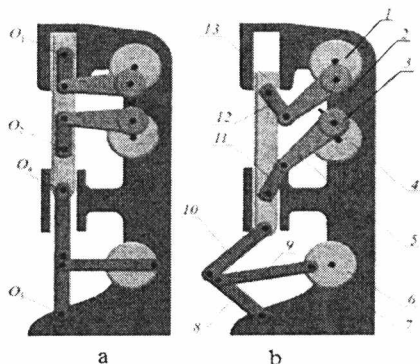
3.12-rasm. Turli diametrli pichoq va barabanlarni o'rnatish sxemasi

Barabanli qaychilarda pichoqlar barabanlarning o'qlariga parallel qilib o'rnatilishi va qirqish pichoqlarning trayektoriyalarining unchalik katta bo'lmagan yoylarida sodir bo'lishi sababli, pichoqlar metallga biri ikkinchisiga qarama-qarshi botadi deb hisoblash mumkin. Shunda maksimal qirqish kuchini

(3.4) formula bo'yicha aniqlash mumkin. Agar bitta pichoq (yuqorigi) egilgan bo'lsa, u holda metallning maksimal qirqish kuchi (3.5) formula bo'yicha aniqlanadi.

Krivoship-dastakli uchar qaychilar – bu qalin polosani qirqish uchun mo'ljallangan qaychilardir. Barabanli uchar qaychilarni tasvirlashda shu narsa qayd qilingan ediki, pichoqlar aylana trayektoriya bo'ylab haraktlanishi sababli, qirqish vaqtida ular polosa bilan qandaydir bir burchak ostida uchrashadi, buning oqibatida katta dinamik yuklamalar vujudga keladi va qirqish yuzasi vertikal bo'lmaydi. Shu sababga ko'ra qirqishda dinamik kuchlarni kamaytirish uchun bitta pichoqni egilgan qilib o'rnatish (xuddi gilotinali qaychilardagi kabi) katta qiyinchiliklarni tug'diradi. Polosaning qirqilish tekisligi mumkin qadar tekis va vertikal bo'lishi uchun (ayniqsa, qalin polosalarni qirqishda) va bunda gilotinali qirqishni qo'llash uchun (bir pichoq ikkinchisiga nisbatan egilgan qilib joylashtiriladi) qirqish davrida pichoqlar bir-biriga nisbatan parallel holatda qolish va harakatlanayotgan polosa bilan 90° li burchak hosil qilish bilan yaqinlashishi zarur. Bunday talablarni krivoship-dastakli uchar qaychilar qanoatlantiradi, ularning pichoqlari murakkab ellipssimon trayektoriya bo'ylab harakatlanadi va qirqish uchastkasida bu trayektoriya polosaning gorizontali harakati bilan deyarli mos tushadi, pichoqlar vertikal bo'ylab yaqinlashish bilan ilgarilanma harakat qiladi. 3.13-rasmda qirqishni o'tkazib yuboradigan qurilmaga ega bo'lgan krivoship - dastakli uchar qaychining qirquvchi mexanizmining sxemasi ko'rsatilgan.

Yon yuritma barabanlar uzluksiz aylanganda, krivoshiplar bilan sharnirli tutashtirilgan supportlar yassi ilgarilanma-qaytar harakatni sodir qiladi. Bunda pichoqlar qirqish momentida kesishadigan ellipssimon trayektoriyalarni chizadi va polosani qirqish krivoshipning har bir aylanishida sodir bo'ladi. Sirg'alar yon tomonlardagi ichi bo'sh vertikal shtangalarda joylashgan O_1 va O_2 sharnirlarga nisbatan tebranma harakatni sodir qiladi, bu shtangalar shatun-krivoship mexanizmi yordamida yo'naltiruvchilar bo'ylab tepaga va pastga ko'cha oladi (sirg'aluvchi krivoshiplar deb ham ataladi).



3.13-rasm. Krivoship-dastakli uchar qaychilar:

a - qirgish vaqtida qirgish mexanizmi; b - qirqimni o'tkazib yuborish vaqtida qirgish mexanizmi; 1, 4 - krivoshiplar; 2 - pichoq;

3 - support (keskich o'rnatiladigan qism); 5 - shatun; 6 - uzatma barabani; 7 - stanina; 8, 9, 10 - uzatma shatunlari; 11, 12 - ilgak;

13 - shtanga; $O_1 - O_2$ - sharnirlar

Agar polosani qirgish kerak bo'lmasa, yon shtangalar pastga tushadi. Bunda pichoqlar ajraladi: tepadagi pichoq o'zining supporti bilan birgalikda o'ngga og'adi, pastdagisi - chapga og'adi. Yurituvchi barabanlar uzluksiz aylanganda pichoqlar avvalgiday elliptik trayektoriyalarni chizadi, biroq ular qirgish uchastkasida o'zaro kesishmaydi.

Agar polosani barabanning har bir aylanishida emas, balki bir aylanishdan keyin qirgish talab qilinsa (ikkilangan uzunlikdagi listlarni qirgish), u holda mos ravishda har bir qirgishdan keyin yon shtangalarni pastki eng chekka holatga tushirish kerak bo'ladi. Krivoshiplar bir marta aylangandan keyin va bir marta qirgish o'tkazib yuborilgandan keyin - keyingi qirgish krivoshiplarning ikkinchi aylanishining oxirida sodir bo'lishi uchun yon shtangalarni yuqoriga ko'tarish kerak bo'ladi. Shunday qilib, ikkilangan uzunlikdagi listlarni qirgishda yon vertikal shtangalar uzluksiz ilgarilanma-qaytar harakatni sodir qiladi. Bunda 8 pastki krivoship 3 krivoshipga qaraganda ikki marta kichik burchak tezligi bilan aylanishi lozim; 6 shtangalarning yuqorigi holati polosaning

qir qilishiga, pastki holati – qir qilishni o‘tkazib yuborishga mos keladi. Ravshanki, polosani 3 yoki 4 marta katta uzunlikdagi listlarga qir qilish uchun vertikal shtangalar navbatdagi qir qilishdan keyin pastga tushishi va boshlang‘ich holatga mos ravishda 3 krivoshiplarning 2 yoki 3 marta aylanishidan keyin qaytishi lozim. Polosani ikki yoki uch marta qir qilishni o‘tkazib yuborish bilan katta uzunlikdagi listlarni qir qilish rejimini qo‘llash mumkin, biroq amaliyotda u quyidagi konstruktiv o‘ziga xos xususiyatlar tufayli qo‘llanilmaydi.

Bir marta qir qilishni o‘tkazib yuborish bilan ishlashda shtangalarning pastki holatida pichoqlar ajraladi va ularning orasida polosa to‘sqinliksiz o‘tishi mumkin bo‘lgan yetarlicha oraliq tirqish hosil bo‘ladi. Qir qilishni ikki marta yoki uch marta o‘tkazib yuborish bilan ishlashda qir qilishni o‘tkazib yuborish momentida shtangalar pastki eng chekka holatda bo‘lmaydi - ular yuqoriga ko‘tariladi; bunda pichoqlar o‘rtasidagi masofa polosa ularning orasidan o‘tishi uchun yetarlicha bo‘lmaydi. Bu masofani oshirish uchun yoki shtangalarning pastga yurish uzunligini oshirish yoki ularni yuritishning boshqa turini qo‘llash (masalan, profillangan kulachoklar yordamida) zarur bo‘ladi, biroq bu qaychilarning konstruksiyasini anchagina murakkablashtiradi.

Qir qilishni o‘tkazib yuborish va pichoqlar hamda polosaning tezliklarini tekislashga ega bo‘lgan krivoship-dastakli qaychilarni 3 mm dan oshiq qalinlikdagi polosalarni sovuq qir qilish uchun qo‘llash maqsadga muvofiq bo‘ladi. Biroq ular juda murakkab va katta muvozanatlanmagan massalar va supportlarning notekis aylanishi oqibatida qaychilar ishlaganda katta dinamik yuklamalar vujudga keladi, bu ushbu qaychilarni 2,6 m/s dan yuqori tezliklarda qo‘llash imkoniyatini chegaralaydi.

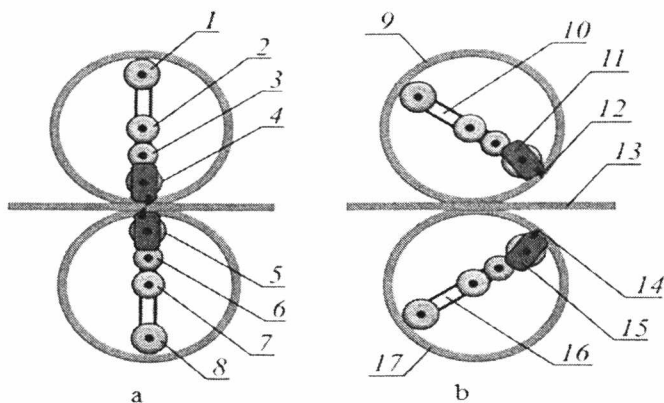
Planetar uchar qaychilar krivoship-dastakli qaychilarga qaraganda ilgari lanma-qaytar harakatlanuvchi massalarsiz qir qadigan mexanizmlarning ko‘proq muvozanatlangan tizimiga ega, bu planetar qaychilarni 20 m/s gacha bo‘lgan tezlik bilan harakatlanayotgan metallni qir qilish uchun qo‘llash imkonini beradi. Kamchiligi – qir qilish mexanizmining murakkab konstruksiyasi bo‘lib hisoblanadi. Bundan tashqari, qaychilarning aylanuvchi

massalarining katta yig'indi aylanish momenti katta quvvatli elektrodvigatelni qo'llashni talab qiladi.

Planetar qaychilarning qirqish mexanizmi ikkita yetakchi barabandan tashkil topadi, ularning har birining ichida quyosh (markaziy), oraliq (parazit) va planetar shesternyalardan tashkil topadigan planetar tishli uzatma mavjud (3.14-rasm).

Barcha shesternyalarning vallari rolikli podshipniklarga o'rnatilgan. Planetar shesternyaning vali uchta tayanchga ega. Bu shesternyaning valining ikkita chekka tayanchlari orasiga pichoqli qirqadigan golovka (support) qattiq mahkamlangan. Qaychi ikkita rejimda – qirqishni o'tkazib yuborish bilan va o'tkazib yubormasdan ishlashi mumkin.

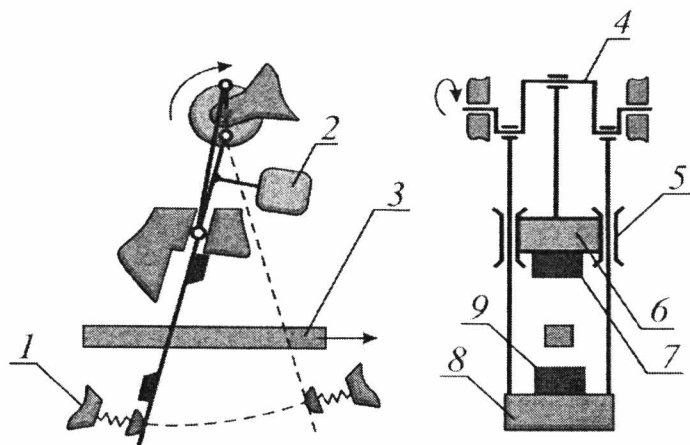
Mayatnikli uchlar qaychilar oddiy konstruksiyaga ega (3.15-rasm) va ekspluatatsiya qilishda ishonchli, biroq harakatlanuvchi massalarning katta inersionligi oqibatida ular juda sekin yuradi va 2,5 m/s dan oshiq bo'lmagan tezlik bilan harakatlanayotgan metallni yurish paytida qirqish uchun qo'llaniladi.



3.14-rasm. Planetar qaychilar:

a - qirqish holati; b - burilish holati; 1, 8 - muvozanat vositalari; 2, 7 - quyoshsimon (markaziy) shesternalar; 3, 6 - zararli (oraliq) shesternalar; 4, 5 - planetarniy shesterniya; 9, 17 - barabanlar; 10, 16 - differensial ramkalar; 13 – polosa

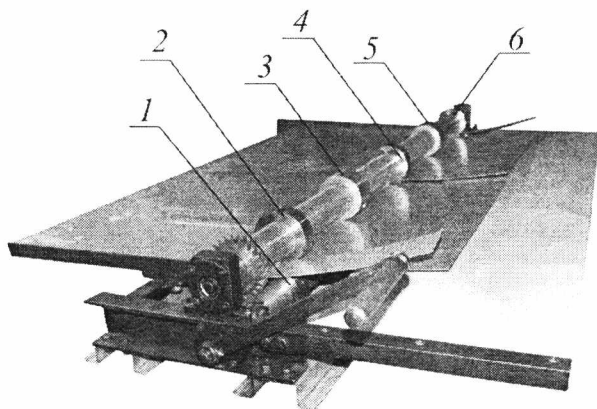
Yuqorigi yurituvchi valning o'rta ekscentrigiga supportli va ustki pichoqli shatun osilgan, valning ikkita yon ekscentriklariga esa - pichoqli pastki support osilgan. Ekssentrikli val 360^0 ga burilganda yuqorigi support ikkilangan ekscentrisitet kattaligiga pastga tushadi, pastki support esa yuqoriga ko'tariladi va boshlang'ich holatga qaytadi; pichoqlar yaqinlashgan oraliq holatda tayyorlanmani qirqish sodir bo'ladi. Yuqorigi support pastki supportning yo'naltiruvchi pazlarida ko'chishi sababli, harakatlanayotgan tayyorlanmani qirqishda qirqishdan oldin egilgan holatni egallagan supportlar yuqorigi yurituvchi valga osilgan mayatnik kabi o'ngga qarab (tayyorlanmaning harakati bo'yicha) harakatlanadi. Mayatnikning boshlang'ich (chap) holatga qaytishi qarama-qarshi yukdan keladigan moment bilan ta'minlanadi. Mayatnikning chekka holatlari amortizatorlar bilan chegaralanadi. Qaychilar elektrodvigatelni qaychilardan oldin o'rnatilgan va rolgang bo'ylab harakatlanayotgan qaynoq tayyorlanmaning oldingi uchi bilan yoritiladigan fotorele bilan ishga tushirish rejimida ishlaydi.



3.15-rasm. Mayatnik qaychi:

1 - amortizator; 2 - posangi (qarama-qarshi yuk); 3 - polosa; 4 - uzatma vali; 5 - yo'naltiruvchi paz; 6, 8 - ustki va ostki supportlar (keskich o'rnatiladigan qism); 7, 9 - ustki va ostki pichoqlar

Diskli qaychilar keng polosalarni ensiz lentalariga qirqish va keng polosalarning chekkalarini qirqish uchun qoʻllaniladi (3.16-rasm). Chekkalarni qirqish uchun 2 juft diskli, keng polosani lentalariga qirqish uchun esa koʻp juft diskli qaychilar qoʻllaniladi.



3.16-rasm. Dastagi uzatmali diskli qaychilar SPR-1250:

1, 2, 4, 6 - qirquvchi diskli pichoqlar; 3, 5 - tayanch disk

Tishlarsiz toʻgʻri qirqimni olish uchun disk pichoqlar qirquvchi chekkalarni $\Delta = 1 \dots 3$ mm radial toʻsish bilan (polosa qanchalik qalin boʻlsa, toʻsiq shunchalik kichik boʻladi) va unchalik katta boʻlmagan yon oraliq tirqish bilan (polosa qanchalik yupqa boʻlsa, oraliq tirqish shunchalik kichik boʻladi) oʻrnatiladi. Polosa tekis chiqishi uchun ustki pichoq pastkiga nisbatan prokatning harakat yoʻnalishi boʻyicha siljiriladi, pichoqlarning oʻtkirlik burchagi - 90° . Qirqishda list bukilmassligi uchun tayanch disklar koʻzda tutilgan.

Disk pichoqlarning qalinligi $0,06 \dots 0,1D$ oraliqda qabul qilinadi, bu yerda D – diskning diametri. Pichoqlar issiqlik bilan ishlov berishdan keyin HRC 50...52 qattqlikka ega boʻlgan 5XV2S markali xrom-volfram poʻlatdan ishlanadi; pichoqlarning oʻtkirlik burchagi 90° qilib qabul qilinadi.

Pichoqlar qandaydir bir to'silganda ED kesimda uzilish kesimning nisbiy qirqilish koeffitsiyentining $\varepsilon = z/h$ qiymatida sodir bo'ladi. Qirqimning maydoni quyidagiga teng bo'ladi

Bir juft pichoqlarga ega bo'lgan disk pichoqlar bilan qirqishda maksimal qirqish kuchi:

$$P_{max} = k_1 k_2 k_3 \sigma_b \frac{2 - \varepsilon}{4 \operatorname{tg} \alpha} \varepsilon h^2$$

Shunday qilib, diskli qaychilarda qirqish maydoni va kuchi, boshqa shart-sharoitlar teng bo'lganda, gilotali qaychilarga qaraganda 2 martaba kichik.

Disklar diametrining qirqiladigan polosaning qalinligiga bog'lanishini quyidagicha taqdim qilish mumkin:

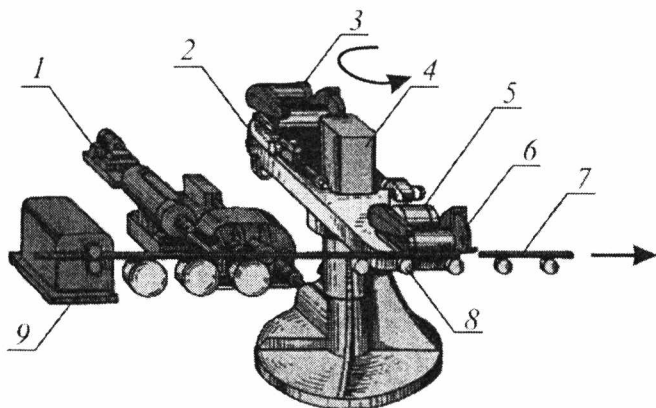
$$2R = D - \frac{h + \Delta}{1 - \cos \alpha} = \frac{2}{a_0^2} (h + \Delta)$$

Chekkalarni qirqadigan qaychilar diskli qaychilar bilan keng qalin polosalardan qirqiladigan 4...25 mm qalinlikdagi va 10...150 mm kenglikdagi notekis yon chekkalarni kalta bo'laklarga (1200 mm uzunlikdagi) qirqish uchun mo'ljallangan. Bu qaychilar kinematikasi bo'yicha uchar bo'lib hisoblanadi, chunki chekkani yurish paytida qirqadi. Qaychining korpusi chekkaning harakat tezligiga (0,3 m/s) teng bo'lgan tebranma harakatni sodir qiladi, chekkaning qirqilgan bo'laklari tarnov bo'ylab qutiga kelib tushadi va davriy ravishda ko'priki kran yordamida olib ketiladi.

Sortli prokatni qirqish uchun salazkali, mayatnikli, dastakli, rotorli va to'rt zvenoli arralar qo'llaniladi.

Quvurlarni kerakli uzunlikda qirqish ko'pincha gorizontal tekislikda stol bilan uzluksiz aylantiriladigan uchar arra bilan amalga oshiriladi (3.18-rasm).

Stol aylanganda ikkita karetkalar ilgarilanma va bir-biriga parallel tarzda ko'chadi. Arraning konstruksiyasi 400 m/min gacha tezlik bilan harakatlanayotgan quvurni to'xtatmasdan turib 8...12 m uzunlikdagi bo'laklarga qirqish imkonini beradi.



3.18-rasm. Truba qirqish uchun uchar arra:

*1 - aylantiruvchi stol asosiy uzatmasi; 2 - stol; 3, 5 - aravacha;
4 - qirquvchi mexanizm; 6 - qirquvchi disk; 7 - quvur; 8 - quvurlarni
ko'taruvchi mexanizm; 9 - arra va quvurning chiqish tezligini
sinxronlash qurilmasi.*

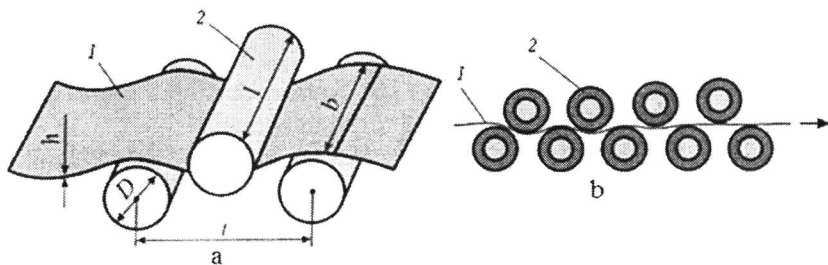
3.3. To'g'irlash mashinalari

Metall prokatlangandan keyin unga tekis yuzani (listlar uchun) yoki uzunlik bo'yicha to'g'ri geometrik shaklni (sortli profillar uchun) berish uchun metallni tekislash (to'g'irlash) zarur bo'ladi. Metallni to'g'irlash listlarni va sortlarni to'g'irlash mashinalarida amalga oshiriladi. Bundan tashqari dumaloq prokat va quvurlarni to'g'irlash uchun mo'ljallangan qiyshiq jo'vali mashinalar ham mavjud.

Ko'p rolikli listlarni va sortlarni to'g'irlash mashinalari ko'proq keng tarqalishga ega bo'lgan. To'g'irlanadigan polosa shaxmat tartibida o'rnatilgan ikki qator roliklar orasidan o'tkaziladi. Pastki roliklar qatori odatda qo'zg'almas bo'ladi: roliklar qat'iy gorizontallik tekislikka o'rnatiladi. Yuqorigi qatorning roliklari rostlash paytida balandlik bo'yicha siljishi mumkin. Roliklarning bir qatori odatda yurituvchi bo'lib hisoblanadi. Harakat paytida polosa roliklar bilan

bukiladi va to'g'irlanadi. To'g'irlash aniqligi roliklarning soniga bog'liq bo'ladi.

Ko'p rolikli listlarni to'g'irlash mashinalarining asosiy parametrlari quyidagilar bo'lib hisoblanadi: D roliklarning diametri, t roliklarning qadami, n roliklarning soni, l rolik bochkalarining uzunligi, h berilgan mashinada to'g'irlashga tortiladigan listlarning qalinligi (3.19-rasm).



3.19-rasm. To'g'irlash mashinasining parametrlari a – listni to'g'irlash sxemasiga b – l - list; 2 - rolik

Ro'liklarning diametri va qadami to'g'irlash mashinasi ishining sifati va roliklarning to'g'irlash kuchini belgilaydi. Ro'liklarning juda katta qadami va diametri talab qilinadigan to'g'irlash aniqligini ta'minlamaydi, ular kamaytirilganda esa roliklarga tushadigan bosim ortadi va mashinaning konstruksiyasi murakkablashadi. Ro'liklarning qadami $t \approx 1,1D$ ga teng qilib qabul qilinadi.

To'g'irlashning sifati ishchi roliklar yuzasining yeyilish darajasiga bog'liq bo'ladi. Sovuq to'g'irlashda roliklarning yeyilishi kontakt kuchlanishlariga bog'liq bo'ladi va Gers formulasi bo'yicha aniqlanadi:

$$\sigma = 0,419 \sqrt{\frac{PE}{bR}} \leq 2\sigma_{\tau}$$

bu yerda R – rolikka ta'sir ko'rsatuvchi kuch; E – Yung moduli; b – listning kengligi; R – rolikning radiusi; σ_{τ} – list materialining oquvchanlik chegarasi.

Listlarni to'g'irlyaydigan mashinalarning jo'valari parallel va egilgan holda joylashgan bo'ladi. Birinchilari 12 mm dan oshiq qalinlikdagi listlarni to'g'irlash, shuningdek kichikroq qalinlikdagi listlarni oldindan to'g'irlash uchun, ikkinchilari - 4 mm gacha qalinlikdagi listlarni to'g'irlash uchun qo'llaniladi.

Ishchi roliklar 9X po'latdan tayyorlanadi, u katta mustahkamlik, yuqori qattqlik va yeyilishga oshirilgan qarshilik bilan tavsiflanadi. Roliklarning bochkalari oshirilgan yoki yuqori chastotali toklar bilan 55...65 HRC qattqlikkacha yuzani toblashga tortiladi.

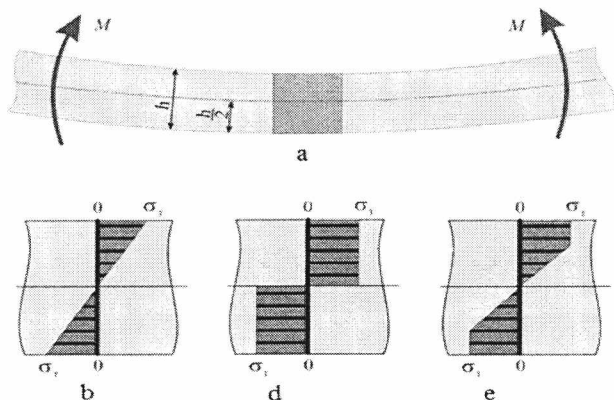
Listni ikkita rolikning orasida uchinchi rolik bilan bukishning uchta varianti bo'lishi mumkin - qayishqoq bukish, plastik bukish va qayishqoq-plastik bukish (3.20-rasm).

List qayishqoq bukilganda metallning tashqi qatlamlari siqiladi yoki cho'ziladi va faqat neytral kesimdagina deformatsiya va kuchlanish nolga teng bo'ladi. Deformatsiya qayishqoq bo'lganligi sababli kuchlanish polosaning o'rtasidan periferiya qatlamlariga qarab Guk qonuni bo'yicha o'sib boradi. Metallda kuchlanishlarning o'zgarishi siqilish va cho'zilish ucburchaklari bilan ifodalanadi, bunda polosaning yuzasida kuchlanishlar oquvchanlik chegarasining qiymatigacha yetishi mumkin. Yuklama olingandan keyin list o'zining boshlang'ich shakliga qaytadi.

Listni qayishqoq bukish momenti:

$$M_u = \sigma_t W_u = \sigma_t \frac{bh^2}{6},$$

bu yerda W_u – list kesimining neytral o'qqa nisbatan qayishqoq qarshilik momenti.



3.20-rasm. Listni bukish:

a - sxema; b - qayishqoq; d - plastik; e - qayishqoq-plastik

Plastik bukilishda metallidagi kuchlanishlar butun kesim bo'ylab σ_t oquvchanlik chegarasiga teng bo'ladi, bukilishdan keyin esa material qoldiq deformatsiyaga ega bo'ladi.

Listni qayishqoq bukish momenti:

$$M_u = \sigma_t W_u = \sigma_t \frac{bh^2}{4},$$

bu yerda W_p – list kesimining neytral o'qqa nisbatan plastik qarshilik momenti.

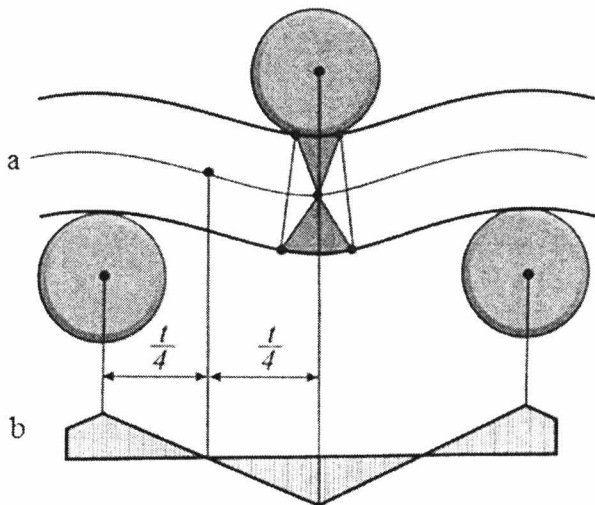
Qayishqoq-plastik bukilishda listning yuza qatlamlari plastik deformatsiyalanadi, ichki qatlamlari esa qayishqoq deformatsiyalanadi. Qayishqoq va plastik deformatsiyalar zonarlari o'rtasidagi chegara neytral o'qdan siljigan bo'ladi.

Qayishqoq-plastik bukish momenti qayishqoq bukish momentidan katta, plastik bukish momentidan kichik bo'ladi: $M_u < M_{up} < M_p$.

Ko'p rolikli mashinalarda to'g'irlash jarayoni shaxmat tartibida joylashgan roliklarning orasida harakatlanayotgan polosaning qayishqoq-plastik belgi almashuvchi bukilishiga asoslanadi. Listni

to'g'irlashda uning belgi almashuvchi bukilishi ikkinchi rolikdan oxirigidan bitta oldingi rolikkacha kamayib boradi.

Bukuvchi momentlar polosa bo'ylab shunday o'zgaradiki, roliklardan taxminan $0,25\ t$ masofada, bu yerda epyura belgisini almashtiradi, ular nolga teng bo'ladi (3.21-rasm).



3.21-rasm. Plastik deformatsiya zonasi (a) va list bo'ylab bukuvchi momentlar epyuralari (b)

Listlarni to'g'irleydigan mashinaning barcha yuqori va pastki roliklariga ta'sir ko'rsatuvchi yig'indi kuch alohida roliklarga ta'sir ko'rsatuvchi kuchlardan tashkil topadi:

$$P = \sum_{i=1}^n P_i = \frac{8}{t} (M_2 + M_3 + \dots + M_{n-1})$$

bu yerda $M_2, M_3, \dots, M_{n-1}$ — i-rolik bilan qayishqoq-plastik bukish momentlari; n — roliklarning soni.

Agar ishchi joʻvalar tayanch joʻvalarga tayansa, u holda butun R kuch ishchi joʻvalardan tayanch joʻvalarga uzatiladi.

Birinchi va oxirgi roliklardan tashqari barcha roliklarda polosani bukmaydigan N_{def} quvvat va M_{def} burovchi moment

$$N = \frac{\sigma_{\tau}^2}{2E} V_n b h k ;$$

$$M_{\text{def}} = \frac{\sigma_{\tau}^2}{4E} b h D k_{\text{def}} ,$$

bu yerda V_n – toʻgʻirlashda polosaning harakat tezligi, k_{def} – plastik deformatsiyaning yigʻindi koeffitsiyenti,

$$k_{\text{def}} \approx k_2^2 \left[\frac{1}{1 - k_2} + k_2 (n - 3) \right] ,$$

bu yerda k_2 – ikkinchi rolikning ostida plastik deformatsiyaning suqilib kirish koeffitsiyenti, $k_2 = 0,6 \dots 0,8$;

Toʻgʻirlash mashinasini yuritish uchun elektrodvigatelning quvvati

$$N = \frac{N_{\text{def}} + N_{\text{podsh}} + N_{\text{teb}}}{\eta} ,$$

bu yerda N_{podsh} – barcha ishchi roliklarning podshipniklaridagi ishqalanishga quvvat yoʻqolishi; N_{kach} – roliklarning polosaga tebranma ishqalanish quvvati:

$$N_{\text{pad}} = P \mu \frac{d}{2} \omega ,$$

bu yerda μ – roliklarning tayanch podshipniklarida ishqalanish koeffitsiyenti (sharikli podshipniklar uchun $\mu = 0,003$, rolikli podshipniklar uchun $\mu = 0,005$, ignali podshipniklar uchun $\mu = 0,01$, sirgʻalish podshipniklari uchun $\mu = 0,08 \dots 0,1$); d – tayanch podshipniklarda ishqalanish diametri; ω – roliklar aylanishining burchak tezligi:

$$N_{\text{teb}} = P \mu_k \omega,$$

bu yerda μ_k – tebranish ishqalanish koeffitsiyenti; poʻlat polosa uchun $\mu_k = 0,8 \dots 1$; rangli metall polosalari uchun $\mu_k = 0,09 \dots 1,2$.

Sortlarni toʻgʻirlash mashinalari val va toʻgʻirlanadigan polosaning kesimi boʻyicha kalibrlangan almashuvchan oʻtirgʻiziladigan bandajlardan tashkil topgan profillangan roliklarga ega. Yopiq mashinalarda har bir rolik uning tomonlarida joylashgan ikkita tayanch podshipniklarga oʻrnatiladi. Ochiq mashinalarda roliklarning konsol joylashuvi kalibrlangan bandajlarni almashtirishni osonlashtiradi.

Sortli profillarning rolikli mashinalarda yetarlicha sifatli toʻgʻirlanmagan uchlari va turli balkalar toʻgʻirlash presslarida toʻgʻirlanadi.

3.4. Prokatni tamgʻalash va markirovkalash mashinalari

Blyumlar, slyablar, yirik koʻndalang kesimli tayyorlanmalar, yirik sortli prokat va qalin listlarga tamgʻa bosish uchun tamgʻalash mashinalari va mexanizmlari (tamgʻalagichlar) qoʻllaniladi. Harfli belgilar va sonlarni oʻz ichiga oladigan almashuvchan tamgʻalar yordamida prokatga yozuv – tayyorlovchi zavodning qisqartma nomi, poʻlatning markasi, eritish raqami va hokazolar bosiladi.

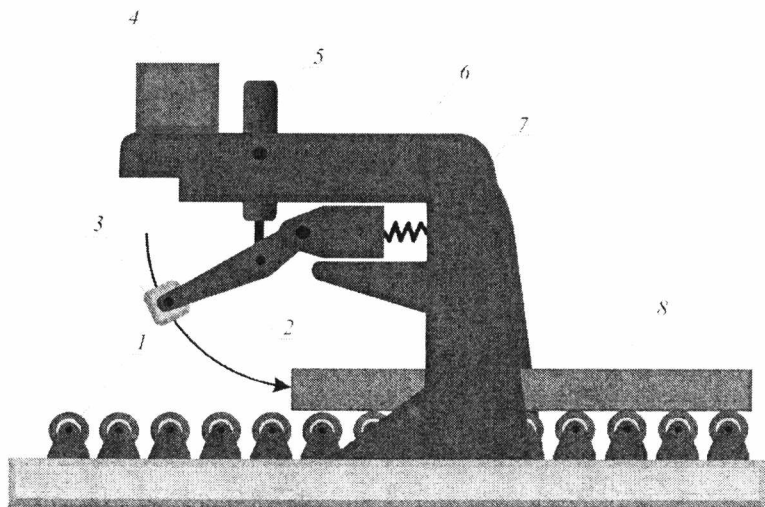
Blyumlar va slyablarga tamgʻani yoki ularning yon yuzasiga, yoki old tomoniga bosish mumkin. Blyumlar va slyablarni omborlarda shtabellarda saqlashda tamgʻani old tomonga bosish

maqsadga muvofiq bo'ladi, buning uchun mayatnikli tamg'alagichlar qo'llaniladi (3.22-rasm).

Tamg'aning aniq belgilari bolg'ani majburiy harakatlantirish bilan olinadi.

Relslar va yirik sortli balkalarni tamg'lash uchun tamg'alaydigan disklarni harakatlanayotgan profilga pnevmatik qisadigan tamg'a-nakat mashinalari qo'llaniladi.

Yupqa listli prokatga tamg'a bosishga yo'l qo'yilmaydi: bunday holda listlar markirovkalanadi – trafaretlardan foydalanish bilan yuzaga bo'yoq bilan tegishli belgilar yoziladi. Listlarni markirovkalash uchun mo'ljallangan mexanik qurilmalar markirovkalash mashinalari yoki markirovshiklar deb ataladi.



3.22-rasm. Tamg'alagichlar:

- 1 - rolgang; 2 - dastak; 3 - bolg'a; 4 - tamg'lash kassetasi;
5 - gidrosilindr; 6 - prujina osti tayanchi; 7 - stanina;
8 - blyum (slyab)

Metall yuzalarga turli-tuman ma'lumotlarni tushirish uchun keyingi yillarda igna zarbali markirovkalash muvaffaqiyatli qo'llanilmoqda. Keramikadan foydalanish bilan qattiq metall

qotishmalaridan (volfram-karbid) ishlangan yuqori mustahkam ignalar yordamida markirovkalaydigan maxsus uskunalar buyumning yuzasida unchalik katta bo'lmagan chuqurchalarni hosil qiladi. Igna bilan hosil qilingan chuqurchalar ko'pligi buyumni identifikatsiyalash uchun inson ko'zi va skanerlar tomonidan oson qabul qilinadigan tasvirni hosil qiladi. Igna zarbali markirovka har qanday ekspluatatsiya qilish sharoitlarida oshirilgan barqarorlik bilan tavsiflanadi.

Qaynoq metallni sifatli va uzoq muddat saqlanadigan qilib markirovkalash yoki tamg'lashni maxsus birkalar (yorliqlar) yordamida muvaffaqiyatli amalga oshirish mumkin. Birkalar barqaror keramik bo'yoq bilan qoplangan metall plastinka yoki lentadan tayyorlanadi, ularga zaruriy belgilar lazer yordamida tushiriladi.

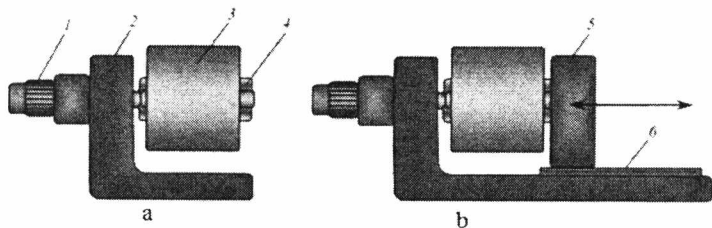
3.5. Rulonlar va buntlarni tarqatish-o'rash mashinalari

Yupqa listli va kichik sortli metall prokatini rulonlar yoki buntlarda tashish qulay bo'ladi.

Elektromagnitli (uglerodli po'lat uchun) yoki polosaning oldingi uchini bukadigan skrebokli *tarqatgichlar* rulonlarni tarqatishni (yoyishni) osonlashtiradi.

Listli prokatni (polosa, lenta, shtrips) rulon qilib o'rash uchun barabanli va rolikli-barabanli o'ragichlar (motalka), kichik sortli prokat, katankalar va simlarni bunt qilib o'rash uchun - statsionar yoki aylanuvchi buntli o'ragichlar qo'llaniladi.

Barabanli o'ragich sovuq listni rulon qilib o'rash uchun qo'llaniladi (3.23-rasm).



3.23-rasm. Barabanli o'ragich:

*a - konsolli; b - ikki tayanchli; 1 - motor-reduktor; 2 - korpus;
3 - o'ram; 4 - baraban; 5 - qo'shimcha tayanch; 6 - yo'naltiruvchi*

O'ragichni konsolli qilib ishlagan ma'qul, chunki u rulonning barabandan chiqib ketishiga to'sqinlik qilmaydi. Biroq lentani qattiq tortish bilan o'rashda barabanning qattiqligini oshirish uchun qo'shimcha tayanch zarur bo'ladi. U lentani o'rashdan oldin o'ragich barabani valining erkin uchiga olib kelinadi va rulonni chiqarib olish zarur bo'lganda chetga olinadi. Ba'zan og'ir rulonni o'ragichning barabanidan olish uchun ko'taradigan-buriladigan stolli, yo'naltiruvchilar bo'ylab ko'chadigan telejka-semnik qo'llaniladi. Ko'taruvchanlik qobiliyatini oshirish maqsadida ularning yurituvchi vali piramidasimon yoki konussimon shaklga (ichki teshiksiz) ega bo'lgan uch-to'rt segmentli barabanlar qo'llaniladi.

Rulon diametrining uzluksiz o'zgarishida o'ragichning yuritmasi tortishni o'zgarmas qilib ushlab turishni hisobga olish bilan lentani o'rash-tarqatishning doimiy chiziqli tezligini ta'minlashi lozim. Bu o'ragich barabanining burchak tezligi uzluksiz o'zgarishi lozimligini bildiradi, bunga avtomatik tarzda rostlanadigan individual elektr yuritmani qo'llash bilan erishiladi.

Polosani rulon qilib o'rashda uning materiali butun qalinlik bo'ylab oquvchanlik chegarasiga yaqin bo'lgan kuchlanishlarni boshdan kechiradi, ya'ni plastik bukilishni oladi, uning momenti quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$M_{\text{buk}} = \sigma_r (bh^2/4),$$

bu yerda σ_r – polosa materialining oquvchanlik chegarasi.

O‘rash polosani tortish bilan olib borilishi tufayli R tortish kuchidan vujudga keladigan momentni hisobga olish zarur bo‘ladi:

$$M_{\text{tor}} = TP = \sigma_n FR = \sigma_n b h R,$$

bu yerda σ_n – polosaning tortilish kuchlanishi (odatda 1 mm dan oshiq qalinlikdagi polosani o‘rashda $\sigma_n = (0,1 \dots 0,3) \sigma_t$ deb, 1 mm dan kichik qalinlikdagi polosani o‘rashda $\sigma_n = (0,3 \dots 0,8) \sigma_t$ deb qabul qilinadi; R – o‘ragich barabanining (rulonning) radiusi.

O‘ragich barabani yuritmasi elektrodvigatelining quvvatini quyidagi formula bo‘yicha aniqlash mumkin:

$$M = (M_{\text{iz}} + M_{\text{nat}}) \frac{2V_2}{\eta D},$$

bu yerda V_2 – polosani o‘rash tezligi; D – o‘ragich barabanining (rulonning) diametri; η – o‘ragich yuritmasining FIK.

Dinamik rejimlarda polosaning tortilishi quyidagi formula bo‘yicha o‘zgaradi:

$$P_{\text{tt}} = \frac{ES}{\int_0^t V_1 dt} \int_0^t (V_2 - V_1) dt + P_{n0}, \quad (3.7)$$

bu yerda E – metallning qayishqoqlik moduli (Yung moduli); S – polosa ko‘ndalang kesimining maydoni; V_1 – polosaning prokatlash stanogining oxirgi katagidan chiqish tezligi; V_2 – o‘rashning chiziqli tezligi; t – vaqt; P_{n0} – o‘ramning boshlang‘ich tortilishi.

Ravshanki:

$$V_2 = \frac{\pi D_p}{60} n,$$

bu yerda D_p – rulonning diametri; n – o‘ragichning aylanishlar chastotasi.

Agar $D_p n = \text{const}$ bo‘lsa, tortilish o‘zgar olmaydi, ya’ni:

$$D_{\bar{o}} n_{\text{nach}} = D_p n$$

$$n = n / k,$$

bu yerda $k = D_p / D_{\bar{o}}$; $D_{\bar{o}}$ – barabanning diametri.

Barabanning aylanishlar chastotasining eng katta o‘zgarishlar diapazoni

$$\frac{n}{n} = \frac{D_p}{D_{\bar{o}}} = k.$$

O‘rashning boshlanishida tortish momenti

$$M = \frac{P D_{\bar{o}}}{2}$$

va polosani o‘rashda

$$M = \frac{P D_p}{2}.$$

$P = \text{const}$ degan shartda

$$M = M \frac{D_p}{D_6} = M k$$

Rulonning kesimi

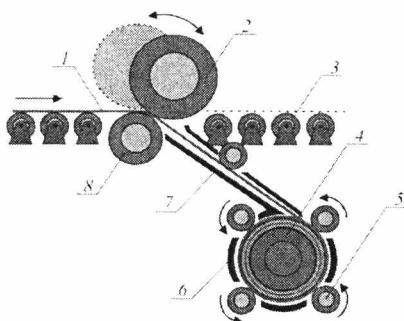
$$S = \frac{\pi D_p^2}{4} - \frac{\pi D_b^2}{4} = hl$$

bu yerda l – polosaning uzunligi; h – polosaning qalinligi.

O‘rash tezligi doimiy bo‘lganda $l = V_2 t$ bo‘ladi, shunda $S = V_2 t h$ bo‘ladi, o‘ragich barabanining aylanishlar chastotasining o‘zgarish qonuni esa quyidagicha yoziladi:

$$n = \frac{n}{k} = \frac{n}{\sqrt{1 + \frac{4hV_2^2 t}{\pi D_6^2}}}$$

Rolikli-barabanli o‘ragich qaynoq polosani rulon qilib o‘rash uchun qo‘llaniladi (3.25-rasm).



3.25-rasm. Rolikli - barabanli o‘ragich sxemasi:

1 - qizdirilgan polosa; 2, 8 - uzatish roliklari; 3 - rolgang; 4 - baraban; 5 - shakl berish roliklari; 6, 7 - o‘tkazgichlar

Rulon zich bo'lishi lozim, aks holda uning o'ramlari orasiga havo kirishi osonlashadi, buning natijasida okalina (kuyindi) hosil bo'ladi va notekis sovush oqibatida metallning mikrostrukturasi yomonlashadi. Bundan tashqari, o'ramlarning teleskopikligini istisno qilish zarur bo'ladi, chunki rulonni keyinchalik tashish va omborda saqlashda polosaning chekkalari shikastlanadi. Shu sababli polosa polosani tortish va uni to'g'ri yo'naltirish bilan o'raladi. Bu o'ragich polosani qamrab olishi va rulon qilib o'rashida rolgangda tortuvchi roliklarning oldida sirtmoq hosil bo'lishini istisno qiladi.

Rolikli-barabanli o'ragich 500...700°S atrofida yuqori haroratlarda ishlaydi va suv bilan sovutiladi.

Birinchi ikki-uchta o'ram hosil qilingandan keyin shakllantiruvchi roliklar rulondan olinadi va yupqa qaynoq polosani (1...4 mm) keyingi o'rash tortish bilan – o'ragichning barabani bilan amalga oshiriladi. Bunda yuqoriga tortuvchi roliklar generator (tormoz) rejimida ishlaydi yoki roliklar va polosa o'rtasida oraliq tirqishga ega bo'ladi. Mazkur holatda ularning orasida konsentrik o'tkazgichlar bo'lgan ikkita shakllantiruvchi rolik yetarli bo'ladi.

Aksariyat hollarda qalin polosani (5...16 mm) o'rash o'ragichga ko'proq qattiq konstruksiyali 2-3 juft qisuvchi roliklarni o'rnatish bilan amalga oshiriladi. O'ragichning barabani polosaning oldingi uchini qamrab olgandan keyin qisuvchi roliklar polosaga qisilgan holatda bo'ladi, polosani tortish bilan rulon qilib o'rash esa qisuvchi roliklar bilan ham, o'ragichning barabani bilan ham amalga oshiriladi. Bunday holda yuqorigi roliklar rolgangdagi polosa uchun tortish rejimida, o'ragichga yo'naltirilgan polosa uchun berish rejimida ishlaydi.

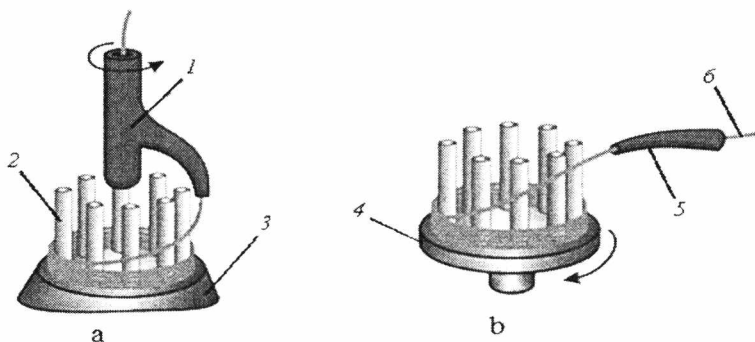
Statsionar buntga va buralish vujudga kelishi tufayli metallni o'q bo'yicha uzatishga ega bo'lgan *simlarni o'ragichlar* faqatgina dumaloq kesimlar uchun qo'llaniladi (3.26 a-rasm).

Sim konussimon tishli uzatma orqali elektrodvigateldan harakatga keltiriladigan ichi bo'sh aylanuvchi valning ichida joylashgan 1 naycha orqali o'tadi va 2 paleslarning atrofida o'ram bo'lib taxlanadi. Simni o'rash tugagandan keyin paleslar dastakli mexanizm yordamida pastga tushiriladi va bunt 3 plitadan transporterga itarib tushiriladi. Bunday tipdagi o'ragichning afzalligi

shundan iboratki, bunda bunt aylanmaydi va simni oʻrashni uni berishning har qanday tezligida amalga oshirish mumkin boʻladi.

Kichik sortli profillarni zamonaviy prokatlash stanlarida prokatlash uzluksiz simni prokatlash stanlarida simni prokatlash tezligiga qaraganda (50 m/s dan oshiq) kichikroq tezlik bilan (15...30 m/s) amalga oshiriladi. Shu sababli kichik sortli profillarni (aylana, kvadrat) va katankani bunt qilib oʻrash uchun aylanuvchi buntga va metallni tangensial berishga ega boʻlgan oʻragichlar qoʻllaniladi (3.26 b-rasm).

Bu oʻragichlar metallni buramasdan oʻrashni taʼminlaydi va shu sababli simlar uchun ham, kesimi doiradan farqli boʻlgan shaklga ega boʻlgan kichik sort uchun ham qoʻllaniladi. Bunday oʻragichlar koʻpincha sex polining ostiga joylashtiriladi. Metall 5 naycha boʻylab kirib keladi va 4 aylanuvchi kallakli shpindelga taxlanadi.



3.26-rasm. Kichik sortli simlarni oʻramlarga oʻrash:

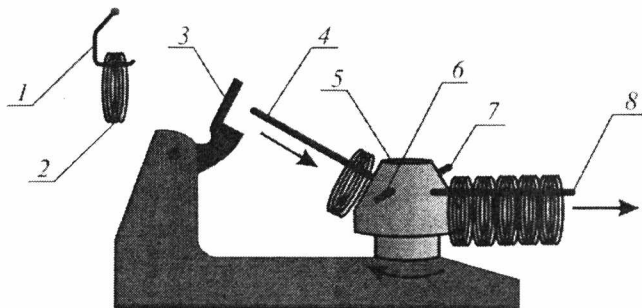
a - statsionar; b - aylanuvchi; 1, 5 - naychalar; 2 - pales; 3 - plita; 4 - kallakli shpindel; 6 - katanka (ingichka sim)

Oʻragichlar odatda mustaqil elektrodvigatellar bilan harakatga keltiriladi, bu dvigatellar stanning oxirgi katagi bilan tezlikni sinxronlashtirishga ega boʻladi.

Isteʼmolchiga joʻnatishdan oldin oʻramlar 2-4 joyidan 3...6 mm diametrli sim bilan bogʻlanadi, buning uchun oʻragichlardan keyin buntni bogʻlaydigan mashinalar oʻrnatiladi.

So'ngra buntlar ilmoqli osma konveyer bilan transportirovka qilinadi, shundan keyin ilmoqlardan olinadi va paketlanadi.

Buntlarni paketlash uchun *qoziqli paketlagichlar* qo'llaniladi (3.27-rasm).



3.27-rasm. Qoziqli paketlagichlar:

1 - ilmoq; 2 - o'ram; 3 - semnik; 4, 6, 7, 8 - qoziq; 5 - minora

Avtomatik tarzda ishga tushadigan 3 dastakli semnik 1 ilmoqdan 2 navbatdagi o'ramni qabul qilib oladi va 4 egilgan qoziqqa o'tqazadi. 7-10 ta bunt paketlangandan keyin 5 minora 90° ga buriladi, 4 qoziq gorizontal holatga o'tadi va 7 qoziqning o'rnini egallaydi, 6 qoziq esa gorizontal holatdan egilgan holatga o'tadi va 4 qoziqning o'rnini egallaydi. 8 qoziqdan buntlar paketi G-simon osma bilan jihozlangan ko'priqli kran yordamida olinadi va omborga jo'natiladi.

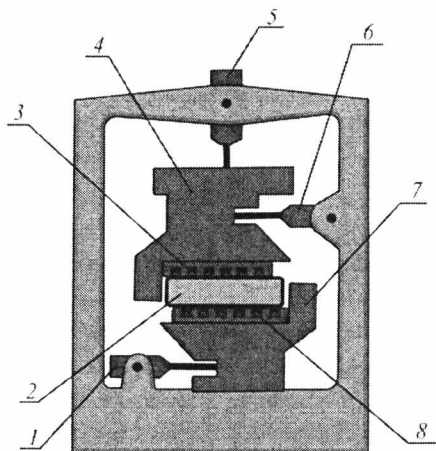
3.6. Prokatni tozalash va eritish agregatlari

Quymalar, blyumlar, slyablar va tayyorlanmalarning yuzasida kuyindi, yoriqlar va boshqa nuqsonlar mavjud bo'ladi, prokatlashdan oldin ularni bartaraf qilish zarur bo'ladi. Boshdan-oyoq shilib olish yuzadagi nuqsonlarni bartaraf qilishning eng ishonchli usuli bo'lib hisoblanadi va olov bilan kuydirish, abraziv silliqlash mashinalari, shuningdek tokarlik, bo'ylama-randalash, frezerlash va termofrezerlash stanlari bilan amalga oshiriladi. Bu

mashinalar (tokarlik stanlaridan tashqari) yuzadagi mahalliy nuqsonlarni tanlanma tozalash uchun ham qo'llaniladi, bu metall chiqindilarini anchagina kamaytiradi, biroq qo'l mehnatini qo'llashni talab qiladi.

Metallurgiya kombinatlarining kuydirish sexlaridagi olov bilan tozalash mashinalari – o'tgan asrning 60-70 yillarining asbob-uskunolari bo'lib hisoblanadi, shunga qaramasdan ular davriy ravishda pichoqlarni almashtirishni talab qilish bilan hozir ham ishonchli tarzda ishlamoqda. Slyablarni olov bilan tozalash mashinasi slyabingning ishchi katagidan keyin, qaychilarning oldidan o'rnatiladi (3.28-rasm). Ular 1500 mm gacha kenglikdagi va 250 mm gacha qalinlikdagi slyablarning yuzalarini yurish davomida bir paytning o'zida yoki to'rt tomondan, yoki ikki tomondan tozalash uchun mo'ljallangan. Metallning olinadigan yuza qatlamining qalinligi (tozalashning chuqurligi) 1,5...3 mm ni tashkil qiladi.

Supportlarga o'rnatilgan, gidrosilindrlar bilan vertikal va gorizontal bo'ylab ko'chiriladigan yuqori va pastki gaz bilan qirquvchi bloklar metallning yuzasiga nisbatan 25° atrofida burchak ostida joylashgan tirqishsimon soplolarga ega. Bloklar metallga qarab harakatlanganda soplolarga avtomatik ravishda kislorod va yoqilg'i gaz (asetilen, tabiiy gaz yoki koks gazi) beriladi, ular qaynoq metall dan alanganadi. Metallning yuzasi suyuqlanadi va shu momentda qirquvchi kislorod (96-98% tozalikdagi) berish yoqiladi, metall unda yonadi, natijada alanganing harorati 2500...3000 °S gacha ko'tariladi va natijada metallning yuza qatlami eriydi. Bir paytning o'zida yuqori bosimli suv bilan (30 at gacha) yuvib tushirish tizimi yoqiladi.



3.28-rasm. Olov bilan tozalash mashinalari:

1, 5, 6 - gidrosilindrlar; 2 - slyab; 3, 8 - gaz bilan qirquvchi bloklar; 4, 7 – supportlar

Boshdan-oyoq olov bilan tozalashda metallning 2,5 mm gacha qalinlikda yuza qatlami kuydiriladi, metall yoʻqolishi 1.5...2,5 % ni tashkil qiladi. Metallning nisbatan bunday katta yoʻqolishida blyumlarni (slyablarni) boshdan-oyoq olov bilan tozalash faqatgina koʻproq arzon kam uglerodli poʻlat uchun - blyumlarning (slyablarning) butun uzunligi boʻylab nuqsonlar koʻp boʻlganda maqsadga muvofiq boʻladi. Koʻpgina hollarda sifatli poʻlatdan olingan blyumlar (slyablar) uchun slyablarni faqat ikki tomondan olov bilan tozalash, tanlanma tozalash (barcha slyablarni emas, faqat nuqsonli slyablarni), shuningdek omborda sovuq blyumlarni (slyablarni) olov bilan tozalash qoʻllaniladi.

Kichik blyuminglarda legirlangan poʻlat quymalar va tayyorlanmalarni prokatlaydigan stanlarda olov bilan tozalash mashinasining oʻrniga baʼzan qaynoq quymalar, blyumlar va tayyorlanmalarda qirindini tushirish uchun moʻljallangan koʻp pichoqli diskli frezerlash (termofrezerlash) stanlari qoʻllaniladi.

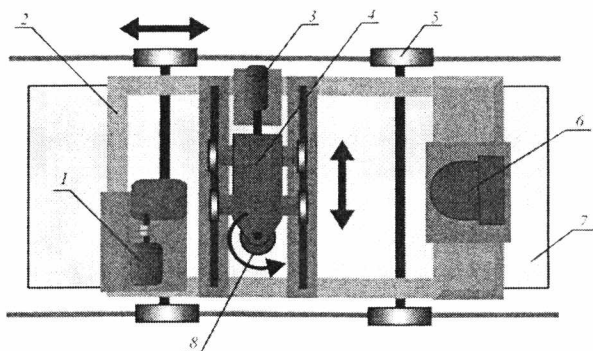
Metallni olov bilan tozalash usuli abraziv tozalashga nisbatan bir qator kamchiliklarga ega: olov bilan tozalash mashinalariga xizmat koʻrsatishning murakkabligi, prokat tannarxining ortishi,

tozalanadigan mahsulotlarning kuchli oksidlanishi. Abraziv tozalash esa prokatning yuzasidagi nuqsonlarni bir tekis olish imkonini beradi.

Slyablarni maxsus silliqlash stanlari bilan abraziv tozalash keng qo'llaniladi, bunday stanlar mexanizatsiyalashgan oqimli agregatlar tarkibiga kiradi.

Abraziv diskli mashinalar qirindi, kichik yoriqlar va boshqa nuqsonlarni bartaraf qilish maqsadida qalin listlarning yuzalarini boshdan-oyoq va tanlanma tozalash uchun qo'llaniladi (3.29-rasm).

Rama-telejka yurish g'ildiraklariga ega va tozalanadigan list bo'ylab relslarda yuradi. Listga ko'ndalang yo'nalishda yo'naltiruvchilar bo'ylab roliklarda tozalash telejkasi harakatlanadi, u gidrosilindr yordamida harakatga keltiriladi. Bu telejkaga silliqlaydigan (abraziv) aylana toshli shpindel o'rnatilgan. Tosh listga pnevmatik silindr bilan qisiladi va elektrodvigatel bilan aylantiriladi. Tozalashda hosil bo'lgan changni tozalash uchun changni so'rib oladigan qurilma mavjud, gidrosilindrlarni oziqlantirish uchun esa nasos qurilmasi mavjud. Mashinani operator pultdan turib boshqaradi. Tozalashda abraziv tosh list bo'ylab bo'ylamasiga va ko'ndalangiga ko'chadi va bir paytning o'zida ilgari lanma-qaytar harakatni sodir qiladi.



3.29-rasm. Listlarni tozalash uchun tekislash mashina sxemasi:

1 - elektrouzatma; 2 - o'zi yurar rama-telejka; 3 - gidrosilindr; 4 - tozalash telejkasi; 5 - yurish g'ildiraklari; 6 - boshqarish pulti; 7 - list; 8 - tekislash diski

Sifatli va legirlangan qalin po'lat listlarni tozalash sexning maxsus bo'limida amalga oshiriladi, unga tanlanma (bitta silliqalaydigan toshga ega bo'lgan) va boshdan-oyoq (ikkita toshga ega bo'lgan) tozalash uchun mo'ljallangan mashinalarga ega bo'lgan mexanizatsiyalashgan liniyalar o'rnatiladi.

Uglerodli po'latdan tayyorlangan qaynoq yoyilgan polosaning yuzasidan kuyindilar shilib olishdan tashqari uzluksiz eritish stanlarida kislota eritmalarida eritish yo'li bilan ham bartaraf qilinadi.

95°C haroratdagi 26% li oltingugurt kislotasi eritmasi eng faol bo'lib hisoblanadi. Shuningdek, tuz kislotasining eritmasi bilan eritish ham keng qo'llaniladi, u oltingugurt kislotasiga qaraganda arzon va kuyindini deyarli 2 marta tezroq eritadi.

3.7. Prokatni qoplash va issiqlik bilan ishlov berish agregatlari

Metallni korroziyadan himoyalash va uning yuzasiga zaruriy fizikaviy-kimyoviy xususiyatlarni berishning ko'proq qo'l keladigan uslubi ularning yuzasini metall va nometall himoya qoplamalari bilan qoplash hisoblanadi. *Qalin metall qoplamalar* listlarni erigan metallga (ko'pincha rux, qalay, alyuminiy) botirish bilan, yupqa listlarni qoplash - elektrolitik yo'l bilan amalga oshiriladi. *Nometall qoplamalar* (plastmassalar va laklar) listlarga aylanuvchi jo'valar va yuqori kuchlanishli elektr maydonlari yordamida plenkalari yoki kukunlar ko'rinishida qoplanadi.

Ruxlash uzluksiz ruxlash agregatlarida prokatni 460 °C gacha haroratda eritilgan ruxli vannaga botirish bilan bajariladi. Elektrolitik ruxlash liniyalari AQSH, Yaponiya, Belgiya va Fransiyadagi korxonalarda mavjud. Rossiyada po'lat list prokatni elektrolitik ruxlash Lisvenskdagi «Polistil» metallurgiya zavodida amalga oshiriladi.

Uzluksiz qaynoq alyuminiylash liniyalari, xuddi polosalarni ruxlash liniyalari kabi uchta qismga bo'linadi: kirish qismi, asosiy texnologik qism va chiqish qismi. Alyuminiylash uchun

mo'ljallangan keramik vanna pol sathidan yuqorida, kirish va chiqish qismlari esa pol sathidan pastda joylashadi. Polosaning o'tish tezligi 12 m/min gacha, qoplamaning qalinligi - 25 mkm gacha, vannaning harorati - 700 °S gacha yetadi.

Qoplamali prokat ishlab chiqarishda oq tunuka katta ulushga ega, u oziq-ovqat mahsulotlarini konservalash uchun keng qo'llaniladi. Hozirgi kunda tunukani qaynoq qoplashning o'rnini elektrolitik qoplash egallamoqda. Keyingi usul qalay qoplamasining 0,5...1,5 mkm qalinligini olish imkonini beradi, bunda qalay sarfi 5...7 kg/t ni tashkil qiladi. Elektrolitik qoplash agregatlari uchun harakatning uzluksizligi, yuqori mexanizatsiya va avtomatika darajasi, katta unumdorlik (yiliga 300 ming t gacha) xarakterli bo'ladi. Yangi tunuka prokatlash sexlarida oq tunukani olish uchun faqatgina elektrolitik qoplash agregatlari o'rnatiladi. Biroq elektrolitik qoplash yo'li bilan olingan tunuka korroziyaga bardoshlilik bo'yicha qaynoq qoplangan tunukadan orqada qoladi va shu bois u qo'shimcha ravishda lak bilan qoplanadi.

«Plakirlash» atamasi prokatning yuzasiga boshqa metall yoki qotishma qatlamini termomexanik usul bilan qoplashni bildiradi. Metallurgiya korxonalarida listli, polosali va lentali po'latni ishlab chiqarish jarayonlarida yarim fabrikat qalay, mis, rux va boshqa metallarning plenkalari bilan plakirlanadi. Polimer materiallari sanoatining rivojlanishi metall qoplamalardan ko'proq texnologik va ko'proq tejamkor polimer qoplamalarga o'tish uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

Qoplamalar bevosita metallurgiya korxonalarida prokat ishlab chiqarish jarayonida uzluksiz liniyalarda yoki rulondan tarqatiladigan tayyor prokatga qoplanadi.

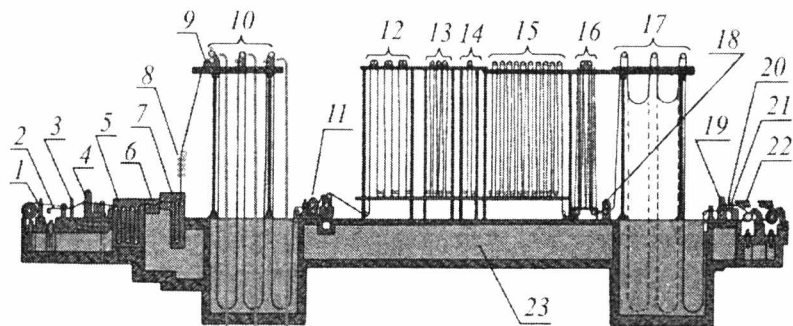
Uglerodli va past legirlangan po'latlardan ishlangan prokat buyumlarga issiqlik bilan ishlov berish ularning mexanik xususiyatlarining anchagina ortishiga olib keladi. Issiqlik bilan mustahkamlashda yuqorigi kritik nuqtadan yuqori haroratgacha qizdirilgan prokat buyumlar intensiv tarzda suv bilan sovutiladi. Agar buyumlar metallni prokatlash stanogida deformatsiyalashdan keyin bevosita prokatlash qizdirishidan keyin sovutilsa, u holda yuqori haroratli termomexanik ishlov berish jarayoni amalga oshadi.

Bunda prokat jo'valarida austenitni plastik deformatsiyalash natijasida vujudga keladigan mustahkamlanish po'latning tezkor sovutilishi bilan shartlanadigan mustahkamlanish bilan yig'indilanadi. Yuqori haroratli termomexanik ishlov berishda, qoidaga ko'ra, po'latning mustahkamligi, plastikligi va zarba yopishqoqligi ortadi. Agar prokat alohida (takroriy) qizdirishdan keyin sovutilsa, u holda odatdagi mustahkamlovchi issiqlik bilan ishlov berish amalga oshadi. Mazkur holatda qo'shimcha mustahkamlanish va plastiklikning ortishi hodisasi kuzatilmaydi.

Metallurgiya zavodlarida listlar, quvurlar, armaturalar, fasonli profillar, relslar, temir yo'l g'ildiraklariga issiqlik bilan ishlov berish agregatlari va mashinalari, shuningdek polosalar, katankalarni tezkor sovutish liniyalari o'rnatiladi.

Polosani uzluksiz kuydirish tor polosali va keng polosali sovuq prokatlash stanlarida qo'llaniladi.

Keng polosani kuydirishda rulonlarda ko'pincha alohida o'ramlarning payvandlanib qolishi sodir bo'ladi. Bundan qochish uchun past haroratli kuydirish bajariladi (720°S dan past), u prokatlashda sovuq deformatsiya natijasida metall tomonidan olingan kuchlanishni bartaraf qiladi, biroq metallning strukturasi o'zgartirmaydi.



3.30-rasm. Uzlüksiz liniyada polosani yumshatish sxemasi:

1 - tarqatgich; 2 - tortuvchi rolıklar; 3, 21 - pichoqlar;
 4 - payvandlash mashinasi; 5 - polosani elektrolitik tozalash vannasi; 6 - yuzasini tozalash vaqtida polosani bukish uchun rolıklar; 7 - issiq holda yuvish; 8 - uzatish rolıklari; 9, 11, 18, 19 - tortuvchi rolıklar; 10 - shlepper №1; (poloslar akkumulyator); 12, 13, 14, 15, 16 - qizdirish zonalari, ko'chirish, sekin, tez va oxirgi sovitish; 17 - shlepper № 2; 20 - namunani kesish; 22 - o'ragichlar;
 23 - elektroapparatular uchun joy

Harakatlanayotgan polosani uzluksiz yumshatish (3.30-rasm) uni kritik haroratlar intervalida ($720...940^{\circ}\text{S}$) qizdirish imkonini beradi, bu metallning mexanik xususiyatlarining ham, strukturasi ham to'liq o'zgarishini ta'minlaydi. Chekkalarda oqargan joylar ham bo'lmaydi - bu rulonlarni kuydirishdan oldin yana bir afzallik bo'lib hisoblanadi.

Rulonlarning uchlari tutashgan holda payvandlanib qoladi, shundan keyin uzluksiz polosa elektrolitik tozalash vannasi, sirtmoq minoradan o'tadi va dastlabki qizdirish (400°S gacha) kamerasiga keladi, bu yerda 84 m uzunlikda oltita vertikal parallel yurishlarni bajaradi. So'ngra lenta qizdirish seksiyasiga o'tadi, bu yerda kuydirish haroratigacha (720°C va undan ham yuqori), bunda qizdirish tezligi sekundiga 25°S gachani tashkil qiladi, devorlardagi vertikal qarshilik elementlarining bevosita nurlanishiga tortiladi.

So'ngra polosa ushlab turish zonasidan (haroratni tenglashtirish uchun), 150°C haroratgacha tezkor sovutish zonasidan, 50°S

haroratgacha yakuniy sovutish zonasidan, sirtmoq minoradan o'tadi va o'ragichga o'raladi. Ochiq rangli kuydirishni olish uchun qizdirish zonalariga himoyalovchi gaz beriladi, u azot va 5% vodoroddan tashkil topadi.

Pechning roliklari va ularning o'qlari issiqlikka bardoshli legirlangan qotishmalardan tayyorlanadi. Rolikli podshipniklar uchun suvli sovutish ko'zda tutilgan. Pechning tashqi tomonlariga ulardan turib xizmat ko'rsatish olib boriladigan maydonchalar va narvonlar joylashtirilgan. Agar polosaning uzilishi pechda sodir bo'lgan bo'lsa, u holda polosaning uchlaridan birini kameraning yuqorisidagi teshik orqali ko'tarish va uni ko'chma payvandlash apparati yordamida boshqa uch bilan tutashtirish mumkin. Polosani normal kuydirish jarayoni uning harakat tezligi, beriladigan issiqlik miqdori va sovutish tezligini o'zgartirish bilan rostlanadi.

Qurilmaning uzunligi 100 m gacha, balandligi 20 m gacha yetadi, unda polosaning uzunligi - 1000 m atrofida bo'ladi, polosaning harakat tezligi - 10 m/s gachani tashkil qiladi.

Kuydirish uchun asosan elektr bilan kuydirish qo'llaniladi, biroq gaz bilan qizdiriladigan pechlar ham bor, bu yerda kuydirish gorelkalar yordamida amalga oshiriladi. Polosaning pech orqali o'tish tezligi o'rtacha 5 m/s bo'lganda, kuydirish davomiyligi qizdirish boshlangandan keyin bor-yo'g'i 1,5 minutni tashkil qiladi.

Nazorat savollari:

1. Rolgang roliklari odatda nimalarga o'rnatiladi?
2. Polosalarni sovutish davomiyligini roliklarning nimasi bilan rostlash mumkin?
3. Rolikli sovutgichning kengligi qancha bo'ladi?
4. Prokatlangan polosalarning uchlarini kesish va ularni kerakli uzunlikda qirqish uchun qanday pichoqlar ishlatiladi?
5. Yon yuritma barabanlar uzluksiz aylanganda, krivoshiplar bilan sharnirli tutashtirilgan supportlar qanday harakatni sodir qiladi?
6. Krivoship-dastakli uchar qaychilar — bu qanday polosani qirqish uchun mo'ljallangan qaychilar?
7. Metallni to'g'irlash qanday mashinalarda amalga oshiriladi?

8. Listlarni to'g'irlaydigan mashinalarning jo'valari qanday holatda joylashgan bo'ladi?

9. Ko'p rolikli mashinalarda to'g'irlash jarayoni nimalarga asoslanadi?

10. Prokatni tamg'alash va markirovkalash mashinalari haqida nimalarni bilasiz?

11. Yupqa listli prokatga tamg'a bosishga yo'l qo'yiladimi?

12. Metall yuzalarga turli-tuman ma'lumotlarni tushirish uchun qanday usullar qo'llaniladi?

13. Yupqa listli va kichik sortli metall prokatini nimalarda tashish qulay bo'ladi?

14. Rolikli-barabanli o'ragich qanday haroratlarda ishlaydi va nima bilan sovutiladi?

15. Rulonlar va buntlarni tarqatish-o'rash mashinalari haqida nimalarni bilasiz?

16. Prokatni tozalash va eritish agregatlari haqida nimalarni bilasiz?

17. Metallni olov bilan tozalash usuli abraziv tozalashga nisbatan qanday kamchiliklarga ega?

18. Sifatli va legirlangan qalin po'lat listlarni tozalash sexning qaysi bo'limida amalga oshiriladi?

19. Prokatni qoplash va issiqlik bilan ishlov berish agregatlari haqida nimalarni bilasiz?

20. Keng polosani kuydirishda rulonlarda ko'pincha alohida o'ramlarida qanday hodisa sodir bo'ladi?

21. Rolikli podshipniklar uchun qanday usulda sovutish ko'zda tutilgan, ularni aytib berolasizmi?

22. Prokatni siljitish va kantlash mashinalari haqida nimalarni bilasiz?

23. Qirqadigan mashinalar haqida nimalarni bilasiz?

24. To'g'irlash mashinalari haqida nimalarni bilasiz?

25. Kuydirish uchun elektr bilan kuydirish qo'llaniladimi?

26. Pechning roliklari va ularning o'qlari qanday materiallardan qanaqa usullarda tayyorlanadi?

IV BOB. PROKATLASH JIHOZLARINING DINAMIKASI VA ISHONCHLILIGI

4.1. Dinamik hisoblashning sabablari va vazifalari

Yuqori tezlikli prokatlash stanlarini dinamik yuklamalarni hisoblamasdan turib yaratib bo'lmaydi, bu yuklamalar bo'ylama prokatlash stanlari uchun texnologik kuchlanishlardan bir necha marta oshiq bo'lishi mumkin. Prokatlash stanogining ishlashida dinamik beqarorlikning paydo bo'lish sabablari quyidagilar bo'lib hisoblanadi: texnologik qarshilikning tezkor o'zgarishi; oraliq tirqishlarning zarbalardan tutashuvi; mexanizmlar zvenolarining noqulay kinematikasi; friksion avtotebranishlar; davriy kuch va parametrik qo'zg'alishlar; mexanizmlarni ishga tushirishlar, reverslash va tormozlashlar; avariya vaziyatlar. Dinamik jarayonlar asbob-uskunalarining detallari mustahkamligi, prokatning sifati va mexanizmlarning ishlash aniqligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Dinamik hisoblashning vazifasi – tashqi kuchlarning o'zgarish qonuni ma'lum bo'lganda ichki kuchlarning o'zgarish qonunini aniqlashdan iborat. Bu qonunlar qayishqoq-massali tizimda vujudga keladigan tebranishlar tufayli turlicha bo'ladi, ular vujudga kelish mexanizmi bo'yicha erkin, o'z-o'zidan qo'zg'aladigan, majburiy, parametrik, bog'langan va aralash tebranishlarga bo'linadi. Aniq dinamik hisoblash ishga qobiliyatlilikni kafolatlash va prokatlash stanogining metall sig'imini minimallashtirish imkonini beradi.

Dinamik hisoblash tebranishlar jarayonlarini matematik modellashtirish yo'li bilan amalga oshiriladi. Real konstruksiyada murakkab fizikaviy tebranish jarayonlarini matematik jihatdan aniq tasvirlab bo'lmaydi, shu sababli matematik modelni tuzishda u yoki bu yo'l qo'yilishlar va soddalashtirishlar qilinadi. Dinamik hisoblash natijalarining ishonchlilik modelning oddiyligi bilan mos keluvchanligi o'rtasidagi muvofiqlikka bog'liq bo'ladi.

4.2. Dinamik hisoblashning asosiy bosqichlari

1) Hisoblash sxemasini tuzish: erkinlik darajalarining strukturasi va soni asoslanadi, inersiya, qattqlik, dempfirlash parametrlari aniqlanadi va keltiriladi. Tebranishlarning chastotalari va shakllari aniqlanadi.

2) Tashqi yuklamalarning o'zgarish xarakterini aniqlash: dvigatelning momenti (kuchi) va texnologik qarshilikning momentini (kuchini) matematik tasvirlash turi asoslanadi.

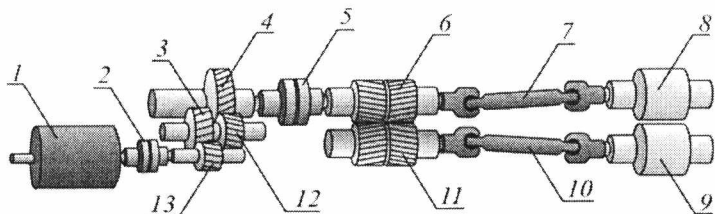
3) Tizimning harakat tenglamalarini tuzish: Lagranj uslubi, kuch uslubi, deformatsiyalar uslubi, energetik uslub.

4) Harakat tenglamalarini yechish: mavhum koeffitsiyentlar uslubi, Laplas qayta shakllantirish uslubi, ixtiyoriy o'zgaruvchini variatsiyalash uslubi, bosh koordinatalar uslubi, kichik parametr uslubi, garmonik balans uslubi, to'g'ri chiziqlashtirish uslubi, zaxiralash uslubi, sekin o'zgaruvchi amplitudalar uslubi, faza tekisligi uslubi va boshqa grafik-tahliliy uslublar.

5) Olingan yechimni tahlil qilish va sintezlash: tizimning alohida elementlarining dinamik yuklanganligini aniqlash, tizim harakatining barqarorligini aniqlashtirish, berilgan kriteriyalar bo'yicha tizimning parametrlarini optimallashtirish.

Prokatlash stanlariga aylanma-ko'ndalang tebranish tizimlari sifatida qaraladi. Ular qayishqoq yoki qattiq, jamlangan yoki taqsimlangan massalarga ega bo'lgan, konservativ yoki dissipativ, chiziqli yoki nochiziqli elementlarga ega bo'lgan, doimiy yoki o'zgaruvchan strukturali bo'lishi mumkin.

Masalan, laboratoriya prokatlash stanogining yuritish liniyasini soddalashtirilgan tarzda aylanma tebranish tizimi ko'rinishida taqdim qilish mumkin (4.1-rasm).



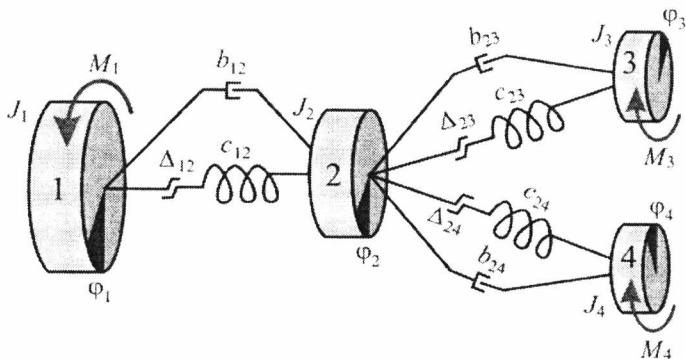
4.1-rasm. Aylanma tebranish tizimi:

1 - elektrodvigatel rotor; 2 - motor muftasi; 3 - reduktorning oraliq validagi tishli g'ildirak; 4 - reduktorning past tezlikli validagi tishli g'ildirak; 5 - mufta; 6, 11 - yuqori va pastki tishli g'ildiraklar, tishli kletga o'rnatiladi; 7, 10 - yuqori va pastki shpindellar; 8, 9 - yuqori va pastki ishchi jo'valar, ishchi kletga o'rnatiladi; 12 - reduktorning oraliq validagi shesterna; 13 - reduktorning yuqori tezlikli validagi shesterna

Yuritish liniyasining detallari va uzellari turlicha darajada inersiya, qayishqoqlik va dempfirlanish xususiyatlariga ega, bu diskret hisoblash tizimini tuzish uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Masalan, unda inersiya xususiyati ustuvor bo'lgan detal hisoblash sxemasida zalvorli qattiq disk ko'rinishida, qayishqoqlik xususiyatlari ustuvor bo'lgan detal esa vaznsiz qayishqoq bog'lanish ko'rinishida taqdim qilinadi. Agar detal taxminan bir xil darajada inersiya va qayishqoqlik xususiyatlariga ega bo'lsa, u holda u alohida uchastkalarga, ya'ni qayishqoq bog'lanishlar bilan tutashtirilgan jamlangan massalarning qandaydir bir soniga ajratiladi.

Yuritmaning yuqori va pastki shoxchalarining yuklanish asimmetriyasi faqatgina aylanma tebranish tizimini tarmoqlangan strukturaga ega bo'lgan hisoblash sxemasi ko'rinishida tasvirlash lozim bo'lgan hollarda hisobga olinadi (4.2-rasm).

Zalvorli disklarning t vaqtda harakat tenglamasi II turdagi Lagranj tenglamalari asosida tuziladi:



4.2-rasm. Tarmoqlangan hisob sxemasi:

*1, 2, 3, 4 - og'ir disklar; J_1, J_2, J_3, J_4 - inersiya momentlari;
 c_{12}, c_{23}, c_{24} - burilish qattiqligi; b_{12}, b_{23}, b_{24} - dempfirlash
koeffitsiyentlari; $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$ - joriy burchak kordinatalari;
 M_1 - elektrodvigatel moment; M_3, M_4 - yuqori va quyi ishchi
vallarning prokatlash momenti*

$$M_1 = M_3 + M_4$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d^2 \varphi_1}{dt^2} = \frac{M_1 - M_{12}}{J_1} \\ \frac{d^2 \varphi_2}{dt^2} = \frac{M_{12} - M_{23} - M_{24}}{J_2} \\ \frac{d^2 \varphi_3}{dt^2} = \frac{M_{23} - M_3}{J_3} \\ \frac{d^2 \varphi_4}{dt^2} = \frac{M_{24} - M_4}{J_4} \end{array} \right. \Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} \ddot{\varphi}_{12} = \frac{M_1 - M_{12}}{J_1} - \frac{M_{12} - M_{23} - M_{24}}{J_2} \\ \ddot{\varphi}_{23} = \frac{M_{12} - M_{23} - M_{24}}{J_2} - \frac{M_{23} - M_3}{J_3} \\ \ddot{\varphi}_{24} = \frac{M_{12} - M_{23} - M_{24}}{J_2} - \frac{M_{24} - M_4}{J_4} \end{array} \right., \quad (4.1)$$

Bundan

$$M_{12} = c_{12}(\varphi_1 - \varphi_2) + b_{12} \left(\frac{d\varphi_1}{dt} - \frac{d\varphi_2}{dt} \right) = c_{12}\Psi_{12} + b_{12}\dot{\Psi}_{12}$$

$$M_{23} = c_{23}(\varphi_2 - \varphi_3) + b_{23} \left(\frac{d\varphi_2}{dt} - \frac{d\varphi_3}{dt} \right) = c_{23}\Psi_{23} + b_{23}\dot{\Psi}_{23}$$

$$M_{24} = c_{24}(\varphi_2 - \varphi_4) + b_{24} \left(\frac{d\varphi_2}{dt} - \frac{d\varphi_4}{dt} \right) = c_{24}\Psi_{24} + b_{24}\dot{\Psi}_{24}$$

Inersiya momentlarini elektrodvigatelning chiquvchi valiga keltirish (FIKni hisobga olmasdan) keltiriladigan va keltirilgan aylanish tizimlarining kinetik energiyalarining tengligi asosida amalga oshiriladi:

$$\frac{J_l \omega_B^2}{2} = \frac{J_{\text{rot}} \omega_B^2}{2} + \frac{J_{\text{m.M}} \omega_B^2}{2};$$

$$\frac{J_2 \omega_B^2}{2} = \frac{J_{\text{sh.B}} \omega_B^2}{2} + \frac{J_{\text{k.P}} \omega_P^2}{2} + \frac{J_{\text{sh.P}} \omega_P^2}{2} + \frac{J_{\text{k.P}} \omega_T^2}{2} + \frac{J_{\text{m.K}} \omega_T^2}{2};$$

$$\frac{J_3 \omega_B^2}{2} = \frac{J_{\text{shv}} \omega_T^2}{2} + \frac{J_{\text{shp}} \omega_T^2}{2} + \frac{J_{\text{rv}} \omega_T^2}{2};$$

$$\frac{J_4 \omega_B^2}{2} = \frac{J_{\text{shv}} \omega_T^2}{2} + \frac{J_{\text{shp}} \omega_T^2}{2} + \frac{J_{\text{rv}} \omega_T^2}{2},$$

Bundan

$$J_l = J_{\text{rot}} + J_{\text{m.M}};$$

$$J_2 = J_{\text{sh.B}} + J_{\text{k.P}} \left(\frac{\omega_P}{\omega_B} \right)^2 + J_{\text{sh.P}} \left(\frac{\omega_P}{\omega_B} \right)^2 + J_{\text{k.T}} \left(\frac{\omega_T}{\omega_B} \right)^2 + J_{\text{m.K}} \left(\frac{\omega_T}{\omega_B} \right)^2;$$

$$J_3 = J_{\text{shv}} \left(\frac{\omega_T}{\omega_B} \right)^2 + J_{\text{shp}} \left(\frac{\omega_T}{\omega_B} \right)^2 + J_{\text{rv}} \left(\frac{\omega_T}{\omega_B} \right)^2;$$

$$J_4 = J_{\text{shv}} \left(\frac{\omega_T}{\omega_B} \right)^2 + J_{\text{shp}} \left(\frac{\omega_T}{\omega_B} \right)^2 + J_{\text{rv}} \left(\frac{\omega_T}{\omega_B} \right)^2,$$

bu yerda J_1, J_2, J_3, J_4 – disklar inersiyasining keltirilgan momentlari; $\omega_B, \omega_P, \omega_T$ – reduktorning tez yuradigan, oraliq va sekin yuradigan vallarining burchak tezliklari; J_{rot} – elektrodvigatel rotorining inersiya momenti; $J_{m.M}, J_{m.K}$ – motor muftalari va o'zak (korennoy) muftalarning inersiya momenti; $J_{sh.B}, J_{sh.P}$ – reduktorning tez yuradigan va sekin yuradigan vallaridagi shesternyalarning inersiya momentlari; $J_{k.P}, J_{k.T}$ – reduktorning oraliq va sekin yuradigan vallaridagi tishli g'ildiraklarning inersiya momentlari; J_{shv}, J_{shp}, J_{rv} – shesternyali vali, shpindel va ishchi valning inersiya momentlari.

J_{rod} – rotorning inersiya momenti elektrodvigatelning pasporti yoki katalog bo'yicha aniqlanadi.

Silindr shaklidagi detalning inersiya momenti quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$J = kmD^2 = k\rho VD^2,$$

bu yerda k – massaning taqsimlanish koeffitsiyenti, detalning konstruksiyasiga bog'liq bo'ladi; $k = 1/8 = 0,125$ – yaxlit val uchun; $k = 1/4 = 0,25$ – ichi bo'sh val uchun; $k = 0,15$ – shkiv uchun; $k = 0,16$ – tishli g'ildirak uchun; m – detalning massasi; D – detalning tashqi diametri; ρ – materialning zichligi; V – detalning hajmi.

Ya'ni motor muftasi va korennoy muftaning inersiya momentlari laboratoriya stanogida ularning $D_{m.M}, D_{m.K}$ tashqi diametrlari va $l_{m.M}, l_{m.K}$ uzunliklari o'lchangandan keyin hisoblanishi mumkin:

$$J_{m.M} = 0,15\rho_{ct} \frac{\pi D_{m.M}^2}{4} l_{m.M} D_{m.M}^2; \quad J_{m.K} = 0,15\rho_{ct} \frac{\pi D_{m.K}^2}{4} l_{m.K} D_{m.K}^2,$$

bu yerda ρ_{st} – po'latning zichligi; $\rho_{st} = 7800_{kg}/m^3$.

Reduktorning shesternyalari va tishli g'ildiraklarining inersiya momentlari, shuningdek shesternyali jo'valarning inersiya momentlari ularning reduktorning chizmasidan olingan gabarit o'lchamlari va shesternya katagining gabarit o'lchamlari bo'yicha hisoblanadi:

$$J = 0,16 \rho \frac{\pi D^2}{4} h D^2; \quad J_{sh.P} = 0,16 \rho_{st} \frac{\pi D_{sh.P}^2}{4} h_{sh.P} D_{sh.P}^2;$$

$$J = 0,16 \rho \frac{\pi D_{k.P}^2}{4} h_{k.P} D_{k.P}^2; \quad J_{k.T} = 0,16 \rho_{st} \frac{\pi D_{k.T}^2}{4} h_{k.T} D_{k.T}^2;$$

$$J = 0,16 \rho \frac{\pi D^2}{4} h D^2,$$

bu yerda $D_{sh.B}$, $D_{sh.P}$, $h_{sh.B}$, $h_{sh.P}$ – reduktorning tez yuradigan va oraliq validagi shesternyalarning boshlang'ich aylanasing diametrlari va qalinliklari; $D_{k.P}$, $D_{k.T}$, $h_{k.P}$, $h_{k.T}$, – reduktorning oraliq va sekin yuradigan validagi tishli g'ildiraklarning diametrlari va qalinliklari; $h_{sh.B}$, $D_{sh.v}$, $h_{sh.v}$ – shesternyali jo'va aylanasing diametri va qalinligi.

Ko'proq murakkab shakldagi detal oddiy shakldagi alohida elementlarga ajratiladi, bu elementlarning inersiya momentlari aniqlanadi va ular yig'indilanadi. Masalan, bosqichli val uchun inersiya momentini quyidagi yig'indi ko'rinishida yozish mumkin:

$$J = \sum_{i=1}^n J_i = \frac{\pi}{32} \rho \sum_{i=1}^n l_i d_i^4,$$

bu yerda J_i - l_i uzunlik va d_i diametrga ega bo'lgan valning i -bosqichining inersiya momenti; n – bosqichlarning soni.

Ya'ni shpindel va ishchi jo'vaning inersiya momentlari quyidagicha hisoblanadi:

$$J = \frac{\pi}{32} \rho \left(2D^4 \cdot l + D^4 \cdot l \right);$$

$$J = \frac{\pi}{32} \rho \left(D^4 l + 2D^4 l + D^4 l \right),$$

bu yerda $D_{\text{shp.g}}$, $D_{\text{shp.v}}$, $D_{\text{rv.b}}$, $D_{\text{rv.sh}}$; $D_{\text{rv.k}}$ – mos ravishda shpindelning golovkasi (sharnir), shpindelning vali, ishchi jo‘vaning bochkasi, uning bo‘yni va yuritiladigan uchining diametrlari; $l_{\text{shp.g}}$, $l_{\text{shp.v}}$, $l_{\text{rv.b}}$, $l_{\text{rv.sh}}$; $l_{\text{rv.k}}$ – ularning uzunliklari.

Elektrodvigatelning chiquvchi vali va shpindelning aylanish qattiqligi quyidagi formulalar bo‘yicha hisoblanadi:

$$C = \frac{G J_p}{l} = \frac{\pi D^4 G}{32l};$$

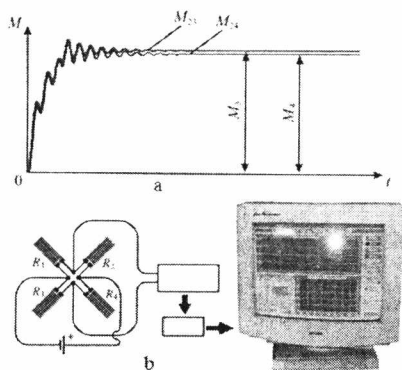
$$C = \frac{G_{\text{cr}} J_p}{l} = \frac{\pi D^4 G}{32l},$$

bu yerda G_{st} – po‘lat uchun ikkinchi turdagi qayishqoqlik moduli; $G_{\text{st}}=0,8 \cdot 10^5$ MPa; J_r – val kesimining qutbiy inersiya momenti.

Tizimda qo‘zg‘aluvchan va qo‘zg‘almas tutashmalardagi ishqalanish hisobiga, vallarning tayanchlari, detallar materiallarining ichida tebranish energiyasining sochilishini hisobga olish uchun hisobiy sxemaga dempfirlaydigan elementlar kiritilgan. Dempfirlash qayishqoq bog‘lanishlarning deformatsiyalanish tezligiga proporsional bo‘ladi. Dempfirlashning tabiati murakkab va u soddalashtirilgan tarzda hisobga olinadi.

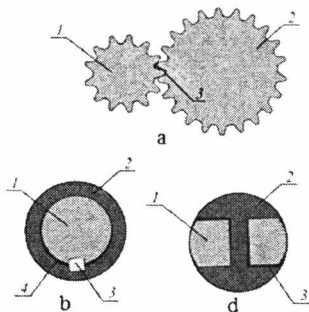
Dinamik modelni shaylashda β_{12} , β_{23} , va β_{24} dempfirlash koeffitsiyentlari shunday tanlanadiki, bunda matematik modellash tirishning natijasi bilan (4.3 a-rasm) tayyorlanmani prokatlash bo‘yicha eksperiment natijasining (4.3 b-rasm) o‘xshashligi eng katta bo‘lsin.

Laboratoriya prokatlash stanining reduktorning tishli uzatmalari va shesternya katagidagi, shuningdek muftalar va shpindellardagi burchak oraliq tirqishlarga ega bo'radi (4.4-rasm).



4.3-rasm. Qayishqoqlik kuchlari momenti $M_{12}(t)$ va $M_{13}(t)$:
a - nazariy grafiklar; b - ossillogrammlar

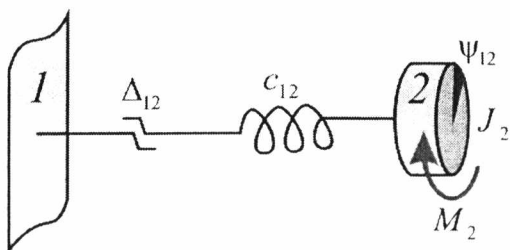
Laboratoriya stanogida M_3 va M_4 prokatlash momentlarini qo'yishdan oldin salt ishlashda tutashmalardagi oraliq tirqishlar kengaygan bo'lishi mumkinligi aniqlangan. Masalan, shpindel tutashmalaridagi burchak tirqishlari 0,01...0,03 rad gacha yetadi.



4.4-rasm. Oraliq masofalar:

a - tishli ilashish (1 - shesternya; 2 - tishli g'ildirak; 3 - oraliq);
b - shponkali brikma (1 - val; 2 - yarimumfta; 3 - shponka;
4 - oraliq); d - sharnirli shpindel (1 - parrak; 2 - vilka; 3 - oraliq)

Erkinlik darajalari sonini kamaytirishning amaldagi uslublari laboratoriya prokatlash stanogini oraliq tirqishni matematik tasvirlash uchun qulay bo'lgan bir massali tebranish tizimi ko'rinishida taqdim qilish imkonini beradi (4.5-rasm).



4.5-rasm. Soddalashtirilgan hisob sxemasi:

1 - teshikni berkitish; 2 - og'ir disk

Aytaylik, polosani qamrab olishdan oldin ishchi jo'valar ω_{jov} burchak tezligi bilan aylanayotgan, c_{12} qayishqoq bog'lanishdagi Δ_{12} oraliq esa θ kattalikka ochilgan bo'lsin. Shunda tayyorlan-
maning ishchi jo'valar tomonidan qamrab olinishi tugaguncha oraliq yopiladigan tipik holat uchun o'tish jarayoni uchta bosqichga ajratiladi.

Oraliq yopilguncha davom etadigan *birinchi bosqichda* metallning plastik deformatsiyasining ishi zaxiralangan kinetik energiya hisobiga amalga oshadi:

$$\frac{J_2 \left[\omega_{jov}^2 - \left(\frac{d\varphi_2}{dt} \right)^2 \right]}{2} = \frac{c_0 \varphi_2^2}{2},$$

bu yerda J_2 – ishchi jo'valarning va ularga olib kelingan massalarning inersiya momentlari; c_0 – polosani qamrab olishda prokatlash momentining ortish kattaligi; $c_0 = M_2 / \alpha_{qam}$, bu yerda M_2 – qaror topgan prokatlash momenti; α_{qam} – ishchi jo'valarning tayyorlanmani qamrab olish burchagi.

(4.1) energetik munosabatdan birinchi bosqichda ishchi jo'valarning harakat tenglamasini olamiz:

$$\varphi_2 = \omega_{\text{jova}} \sqrt{\frac{J_2}{c_0}} \sin \sqrt{\frac{c_0}{J_2}} t$$

Birinchi bosqichning t_θ tugallanish vaqtini ψ_{12} massalarning burilish burchaklari va θ oraliqning tengligi shartidan tahliliy yoki grafik yo'l bilan topish mumkin:

$$\psi_{12}(t_\theta) = \omega_{\text{jova}} t_\theta - \varphi_{2\theta} = \omega_{\text{jova}} t_\theta - \omega_{\text{jova}} \sqrt{\frac{J_2}{c_0}} \sin \sqrt{\frac{c_0}{J_2}} t_\theta = \theta, \quad (4.2)$$

bu yerda φ_{20} – oraliqning yopilish momentida φ_2 burchakning qiymati.

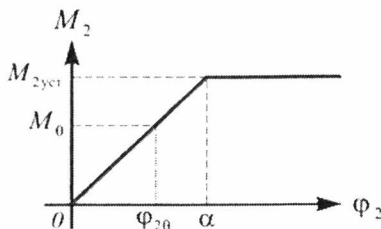
Xususan, t_θ ning yaqinlashuvchi qiymatini $\sin \sqrt{\frac{c_0}{J_2}} t_\theta$ funksiyani qatorga yoyish bilan olish mumkin. Yoyilmaning birinchi ikkita a'zosini hisobga olish va keyingilarini hisobga olmasdan (18.2) dan quyidagini olamiz:

$$t_\theta = \sqrt[3]{\frac{6J_2\theta}{\omega_{\text{jova}}c_0}}$$

Ikkinchi bosqichda shu bosqichning boshidan o'zgaruvchilarni hisoblashda jo'valarning harakati quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$J_2 \frac{d^2 \varphi_2}{dt^2} - c_{12} (\omega_{\text{jova}} t - \varphi_2) = -M_\theta - c_0 \varphi_2, \quad (4.3)$$

bu yerda $M_\theta = c_0 \varphi_{2\theta}$ - $t = 0$ bo'lganda yuklama momentining qiymati.



4.6-rasm. Yuklanish momentining ishchi vallar aylanish momentiga bog'liqligi

Ikkinchi bosqich qamrab olish tugaguncha, ya'ni tenglik boshlanguncha davom etadi:

$$\varphi_2 = \alpha_{\text{qam}} - \varphi_{2\theta} = \alpha_{\text{qam}} - \omega_{jo'v} \sqrt{\frac{J_2}{c_0}} \sin \sqrt{\frac{c_0}{J_2}} t_\theta \quad (4.4)$$

(4.3) tenglamaning yechimidan:

$$\begin{aligned} \varphi_2 = & \frac{\omega_{jo'v} t}{1 + c_0/c_{12}} - \frac{M_\theta}{c_0 + c_{12}} + \sqrt{\frac{J_2}{c_0 + c_{12}} \left(\dot{\varphi}_{2\theta} - \frac{\omega_{jo'v}}{1 + c_0/c_{12}} \right)^2 + \left(\frac{M_\theta}{c_0 + c_{12}} \right)^2} \times \\ & \times \sin \left(\sqrt{\frac{c_0 + c_{12}}{J_2}} t + \beta \right), \end{aligned}$$

bu yerda $\beta = \arctg \left[\sqrt{\frac{c_0 + c_{12}}{J_2}} \cdot \frac{M_\theta}{\varphi_{2\theta}(c_0 + c_{12}) - \omega_{jo'v} c_{12}} \right]$, (4.4) shartni

hisobga olish bilan qamrab olish tugagan momentda, ya'ni uchinchi bosqichning boshida $M_{12} = c_{12} \psi_{12} = c_{12}(\omega_{jo'v} t - \varphi_2)$ qayishqoqlik kuchlari momentining va uning $M_{12} = c_{12} \psi_{12} = c_{12}(\omega_{jo'v} t - \varphi_2)$ hosilasining $M_{12}(t_0)$ va $\dot{M}_{12}(t_0)$ qiymatlari aniqlanadi (t_0 – qamrab olishning tugallanish vaqti).

Uchinchi bosqichda qayishqoqlik kuchlari momentining oʻzgarishi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\ddot{M}_{12} + k_{12}^2 M_{12} = k_{12}^2 M_2,$$

$M_{12}(t_0)$ va $\dot{M}_{12}(t_0)$ boshlangʻich shartlar maʼlum boʻlganda uning yechimi quyidagi koʻrinishga ega boʻladi:

$$M_{12} = M_2 + \sqrt{\left[M_{12}(t_{\text{qam}}) - M_2\right]^2 + \frac{J_2}{c_{12}} \dot{M}_{12}^2(t_{\text{qam}}) \sin^2(k_{12}t + \gamma)},$$

bu yerda $k_{12} = \sqrt{c_{12}/J_2}$ – tizim oʻzining tebranishlar chastotasi;

$$\gamma = \arctg \left[k_{12} \cdot \frac{M_{12}(t_{\text{qam}}) - M_2}{\dot{M}_{12}(t_{\text{qam}})} \right].$$

M_{12} moment maksimumining M_2 qaror topgan prokatlash momentiga nisbati ularning taʼsiri $M_{12}(t_{\text{qam}})$ va $\dot{M}_{12}(t_{\text{qam}})$ ning qiymatlarida aks etgan oraliq tirqishlarni hisobga olish bilan dinamiklik koeffitsiyentining ifodasini beradi:

$$\eta = 1 + \sqrt{\left[\frac{M_{12}(t_{jo'v})}{M_{2ust}} - 1\right]^2 + \frac{J_2}{c_{12}} \left[\frac{\dot{M}_{12}(t_{jo'v})}{M_{2ust}}\right]^2}$$

Bu ifoda umumlashgan xarakterga ega va turlicha yuklanish holatlarini tahlil qilish imkonini beradi.

Masalan, agar oraliqning yopilishi qamrab olish tugallanadigan momentda sodir boʻlsa, u holda $M_{12}(t_{jo'v}) = 0$ va $\dot{M}_{12}(t_{jo'v}) = c_{12}\psi_{12}$, dinamiklik koeffitsiyenti esa quyidagi koʻrinishni qabul qiladi:

$$\eta = 1 + \sqrt{1 + \frac{J_2 c_{12} \dot{\psi}_{12}^2}{M_2^2}}.$$

Ko‘rinib turibdiki, $\dot{\psi}_{12} \neq 0$ bo‘lgan barcha hollarda dinamiklik koeffitsiyenti oraliqlarning zarbali yopilishidan keladigan qo‘shimcha hisobiga $\eta > 2$ bo‘ladi, bu qo‘shimcha ildiz ostidagi ikkinchi qo‘shiluvchi bilan taqdim qilinadi.

Bu qo‘shimchaning qiymati quyidagilarga bog‘liq bo‘ladi:

- tizimning c_{12} , J_2 konstruktiv parametrlari (ular ortishi bilan dinamiklik koeffitsiyenti ortadi);

- M_{2ust} texnologik yuklama (M_{2ust} ning ortishi η ning pasayishiga olib keladi);

- oraliq yopiladigan momentda massalarning $\dot{\psi}_{12}$ nisbiy tezligi ($\dot{\psi}_{12}$ qanchalik katta bo‘lsa, η ham shunchalik katta bo‘ladi).

Nisbiy tezlikning maksimal qiymatiga jo‘valarning tezligi nolgacha pasayganda erishiladi, bunga:

$$\dot{\psi}_{12eng kop} = \omega_{jova}$$

bo‘lganda erishiladi.

$$\dot{\phi}_2 = \omega_{jova} \cos \sqrt{\frac{c_0}{J_2}} t$$

$$t|_{\dot{\phi}_2=0} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{J_2}{c_0}}.$$

Tenglik shartidan

$$t|_{\dot{\varphi}_2=0} = t_\theta$$

ikkita sohani ajratib turadigan oraliqning kattaligi aniqlanadi:

$$\theta_{gr} = \frac{\pi^3}{48} \omega_{jova} \sqrt{\frac{J_2}{c_0}},$$

1) $\theta < \theta_{gr}$, bu yerda θ oraliq ortishi bilan η ortadi, chunki bunda t_θ vaqt ortadi va shundan kelib chiqqan holda φ_2 jo'valarning tezligi pasayadi va mos ravishda ψ_{12} nisbiy tezlik ortadi;

2) $\theta > \theta_{gr}$, bu yerda η ning qiymati oraliq ortishiga qaramasdan doimiy va teng bo'lib qolaveradi:

$$\eta = 1 + \sqrt{1 + J_2 c_{12} \dot{\psi}_{12}^2 \left(\frac{\omega_{jova}}{M_2} \right)^2}.$$

Shundan keyin dvigatelning momenti va texnologik qarshilik momentini matematik tasvirlash turi asoslanadi.

c_{12} qayishqoq bog'lanishda Δ_{12} oraliqning M_{12} qayishqoqlik kuchlari momentiga ta'siri soddalashtirilgan tarzda bo'lakli-chiziqli funksiya bilan tasvirlanadi (4.7-rasm):

$$M_{12} = \begin{cases} c_{12} \left(\psi_{12} - \frac{\Delta_{12}}{2} \right), & \text{dan } \psi_{12} > \frac{\Delta_{12}}{2} \\ 0, & \text{dan } -\frac{\Delta_{12}}{2} \leq \psi_{12} \leq \frac{\Delta_{12}}{2} \\ c_{12} \left(\psi_{12} + \frac{\Delta_{12}}{2} \right), & \text{dan } \psi_{12} < -\frac{\Delta_{12}}{2} \end{cases}$$

Asinxron dvigatelning momenti quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$M_{ed} = \frac{2M_k}{\frac{S}{S_k} + \frac{S_k}{S}},$$

bu yerda M_k – dvigatelning maksimal momenti; S_k – kritik sirg'alish;

$$S_k = \lambda S_n (1 + \sqrt{1 - 1/\lambda^2}),$$

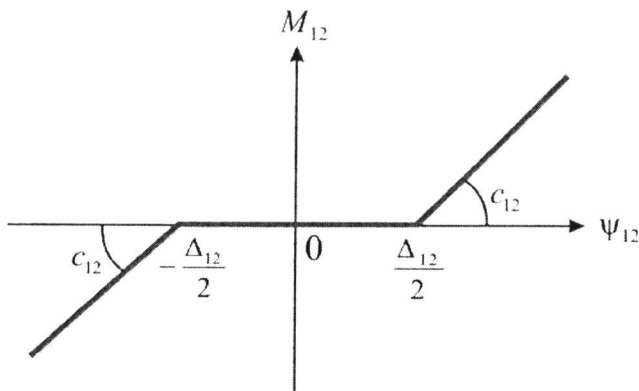
bu yerda λ – dvigatelning oshiqcha yuklanish koeffitsiyenti;

$$\lambda = M_k / M_n,$$

bu yerda M_n – dvigatelning nominal momenti; S_n – nominal sirg'alish:

$$S_n = 1 - \frac{\omega_n}{\omega_c},$$

bu yerda ω_n – rotorning nominal burchak tezligi; ω_c – dvigatelning sinxron tezligi yoki magnit oqimi aylanishining burchak tezligi; $\omega_c = 2\pi f_c / P$, bu yerda f_c – oziqlantiruvchi tokning chastotasi; P – stator chulg'amining qutb juftliklari soni; S – joriy sirg'alish; $S = 1 - \varphi / \omega_c$.



4.7-rasm. Qayishqoqlik kuchlari momenti bo‘lakli-chiziqli funksiyasi

Soddalashtirilgan hisoblashlarda dvigatel tavsifining chiziqli barqaror uchastkasidan foydalaniladi:

$$M_{ed} = 2M_{\kappa} \frac{S}{S_{\kappa}} = \frac{2M_{\kappa}}{S_{\kappa}} - \frac{2M_{\kappa}}{S_{\kappa} \cdot \omega_c} \cdot \dot{\varphi}$$

Laboratoriya prokatlash stanining elektrodvigateli yuritish liniyasidagi mexanik tebranishlarga kam reaksiya ko‘rsatadi, chunki elektrodvigatel rotorining inersiya momenti boshqa aylanuvchi massalarning inersiya momentlariga qaraganda anchagina katta bo‘ladi. Shu sababli matematik modellashirishda tizimga bir tekis aylanadigan rotorli ($\dot{\varphi} = \text{Const}$) tizim sifatida qarashga yo‘l qo‘yiladi va M_{ed} funksiyani aniqlash talab qilinmaydi.

Yuqori va pastki jo‘valarda M_3 va M_4 prokatlash momentlarining eng sodda matematik tasvirlanishi tayyorlanmaning ishchi jo‘valar bilan qamrab olinish vaqtini hisobga olmaydi:

$$M_3(t) = M_3 = \text{Const};$$

$$M_4(t) = M_4 = \text{Const},$$

bu yerda M_3 , M_4 – prokatlash momentlarining yuqori va pastki shpindellarning yuklanish ossillogrammalari bo'yicha topilgan qaror topgan qiymatlari.

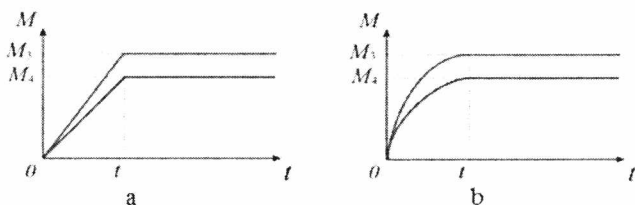
Ko'pincha prokatlash momentlari bo'lakli-chiziqli vaqt funksiyalari sifatida tasvirlanadi (4.8 a-rasm)

$$M_3(t) = \begin{cases} M_3 \frac{t}{t_{qam}}, & \text{dan } t < t_{qam} \\ M_3, & \text{dan } t \geq t_{qam} \end{cases}$$

$$M_4(t) = \begin{cases} M_4 \frac{t}{t_{qam}}, & \text{dan } t < t_{qam} \\ M_4, & \text{dan } t \geq t_{qam} \end{cases}$$

bu yerda t_{qam} – tayyorlanmaning ishchi jo'valar bilan qamrab olinish vaqti.

Yuqorigi va pastki ishchi jo'valar tomonidan tashqi prokatlash momentlari ko'proq aniq qilib eksponensial-chiziqli vaqt funksiyalari sifatida beriladi (4.8 b-rasm):



4.8-rasm. Tashqi prokatlash moment funksiyalari:

a - bo'lakli-chiziqli; b - eksponensial-chiziqli

$$M_3(t) = \begin{cases} M_3 \left(1 - e^{-\frac{t}{A}} \right), & \text{dan } t < t_{\text{qam}} \\ M_3, & \text{dan } t \geq t_{\text{qam}} \end{cases}$$

$$M_4(t) = \begin{cases} M_4 \left(1 - e^{-\frac{t}{A}} \right), & \text{dan } t < t_{\text{qam}} \\ M_4, & \text{dan } t \geq t_{\text{qam}} \end{cases},$$

bu yerda $A=(0,4\dots0,5)t_{\text{qam}}$ – prokatlash momentlari ortishining eksponenta ko'rsatkichi.

t_{qam} – tayyorlanmaning ishchi jo'valar bilan qamrab olinish davomiyligi – bu deformatsiya o'chog'ining metall bilan to'lish vaqtidir, u ishchi jo'valarning qamrab olishdagi aylanish tezligi, qisish kattaligi, ishchi kletning qayishqoqligi, ishchi jo'valarning diametri, polosaning geometrik o'lchamlari, polosaning boshlang'ich tezligi va boshqa omillarga bog'liq bo'ladi.

Jo'valarning aylanish tezligi eng katta ta'sir ko'rsatadi, u ortishi bilan t_{ilash} vaqt giperbolik bog'lanish bo'yicha kamayadi.

Ishchi jo'valarning aylanish tezligi doimiy bo'lganda qamrab olish davomiyligini quyidagi formula bo'yicha aniqlash mumkin:

$$t_{\text{ilash}} = k \frac{\alpha_{\text{qam}}}{\omega_{\text{jova}}},$$

bu yerda α_{qam} – boshlang'ich qamrab olish burchagi; $\omega_{\text{jo'v}}$ – ishchi jo'valarning qamrab olishdagi aylanishining burchak tezligi; k – tajriba koeffitsiyenti, polosaning berilgan uchining holatini, polosaning jo'valarga nisbatan sirg'alishi, ilgarilab ketishi va boshqa omillarni hisobga oladi.

Ba'zan polosani qamrab olish laboratoriya stanogining yuritmasi tezlanish olayotgan paytda amalga oshadi. Jo'valarning teng tezlanishli aylanishida:

$$t = k \sqrt{\frac{\omega_{\text{jova}}^2}{\varepsilon^2} + \frac{2\alpha_{\text{ilash}}}{\varepsilon} - \frac{\omega_{\text{jova}}}{\varepsilon}},$$

bu yerda ω – ishchi jo‘valarning qamrab olishdagi boshlang‘ich burchak tezligi; ε – ishchi jo‘valarning burchak tezlanishi.

k koeffitsiyent aniq tahliliy aniqlanishga berilmasligi sababli, dinamik yuklamalarni hisoblashda ko‘proq qulay yuklanish holatidan kelib chiqish lozim bo‘ladi, ya‘ni $k=1$ bo‘lganda polosaning jo‘valarga nisbatan sirg‘alishi bo‘lmaydi va oldingi uchning tekisligi polosaning o‘qiga va prokatlash o‘qiga perpendikulyar bo‘ladi.

t_{qam} qamrab olish davomiyligining laboratoriya prokatlash stanogining yuritish liniyasidagi dinamik yuklamalarga ta‘sirini baholash uchun yuklanish parametridan foydalaniladi:

$$\beta = \frac{t_{\text{qam}}}{T_1},$$

bu yerda T_1 – yuritish liniyasining eng past o‘zining chastotasiga (birinchi garmonikaga) mos keluvchi davr.

Misol tariqasida bir massali hisobiy sxemani ko‘rib chiqamiz (4.5-rasm).

Ushbu bir chastotali qayishqoq massali tizimning aylanma tebranishlarini tasvirlaydigan tenglama quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$J_2 \frac{d^2 \psi_{12}}{dt^2} - c_{12} \psi_{12} = -M_2 \quad (4.5)$$

yoki

$$\frac{d^2 \psi_{12}}{dt^2} = \frac{M_2}{J_2} - \frac{c_{12}}{J_2} \psi_{12}.$$

$t < t_{qam}$ tayyorlanmani qamrab olish bosqichida (4.5) tenglamaning yechimi, $M_2(t) = M_2 \cdot t / t_{qam}$ bo'lganda quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\psi_{12} = \frac{M_2}{c_{12}} \left[\frac{t}{t_{qam}} - \frac{\sin k_{12} t}{k_{12} t_{qam}} \right],$$

bu yerda $k_{12} = \sqrt{c_{12}/J_2} = 2\pi/T_1$ – yuritish liniyasining tebranishlar chastotasi.

Keyingi bosqichda, vaqtni jarayonning qaror topishining boshlanishidan boshlab hisoblashda $t \geq t_{qam}$ bo'lganda (4.5) tenglamaning yechimi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\psi_{12} = \frac{M_2}{c_{12}} \left[1 + \frac{\sin \pi \beta}{\pi \beta} \sin(k_{12} t - \gamma) \right],$$

$$\gamma = \arctg \left(\frac{\sin 2\pi \beta}{1 - \cos 2\pi \beta} \right).$$

ψ_{12} ni cI_2 ga ko'paytirish bilan M_{12} qayishqoqlik kuchlari momenti uchun ifodani olamiz. Bu momentning M_2 ga nisbatan maksimal qiymati η dinamiklik koeffitsiyenti va β yuklanish parametri o'rtasidagi qidirilayotgan bog'lanishni beradi:

$$\eta = 1 + \frac{\sin \pi \beta}{\pi \beta}.$$

$\eta = 2$ eng katta qiymatga bir lahzada qamrab olishda erishiladi, bunda $\beta = 0$ bo'ladi, chunki

$$\lim_{\beta \rightarrow 0} \frac{\sin \pi \beta}{\pi \beta} = 1.$$

β oshganda $\frac{\sin\pi\beta}{\pi\beta}$ dinamik qo'shimcha shunday kamayadiki, $\beta > 5$ bo'lganda uni hisobga olmaslik mumkin. Bunday sharoitlarda qamrab olish jarayoni yuritish liniyasining yaqqol ifodalanadigan aylanma tebranishlariga ega bo'lgan dinamik qamrab olishdan farqli o'laroq, statik qamrab olish jarayoni deb ataladi.

Yuqorigi va pastki ishchi jo'valarda texnologik qarshilik momentlarining $M_3 \neq M_4$ asimmetriyasining vujudga kelish sabablaridan biri - o'zining massasiga, egrilikka, bo'ylamasiga va ko'ndalangiga turlicha qalinlikka ega bo'lgan prokatlanadigan tayyorlanma bo'lib hisoblanadi. Bukilgan tayyorlanmani prokatlash ko'pincha shunga olib keladiki, prokatlash davomida uning old yoki orqa uchi rolgangning roliklariga tayanadi, shu tariqa bitta jo'vada qo'shimcha burovchi moment chaqiriladi, boshqa jo'vada esa yuklama kamayadi. Tayyorlanmadagi kuyindilar jo'valarning sirg'alib aylanishidan keladigan asimmetriyani chaqirishi mumkin.

Ko'pincha $M_3 \neq M_4$ momentlar asimmetriyasi texnologik talablar va asbob-uskunalarni ekspluatatsiya qilish qoidalarining buzilishi, shuningdek ba'zi bir detallar, uzellar va mexanizmlar konstruksiyasining mukammal emasligi, masalan, yuqorigi va pastki shpindellarning turlicha egilish burchaklari bilan chaqiriladi.

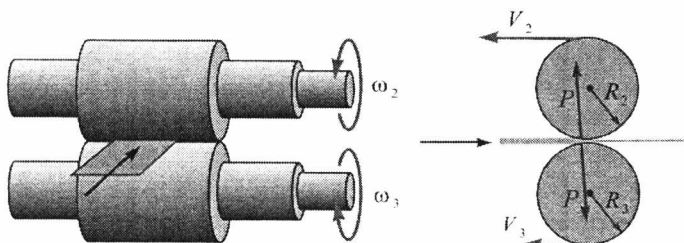
4.3. Prokatlash stanlarini konstruksiyalash

Prokatlash stanlarini konstruksiyalashda mutaxassislar ko'pincha energiya-kuch parametrlarining qiymatlarini kamaytirish, prokatning aniqligi va uning yuzasining sifatini oshirish, prokatlanadigan tayyorlanmani yo'naltirish uchun yuqorigi yoki pastki bosimni yaratish yoki tayyorlanma oldingi uchi bilan rolgangning roliklariga borib urilishining oldini olish uchun asimmetriyaning har xil turlarini yaratadilar.

Tezlik asimmetriyasi ko'proq keng tarqalgan, u R_2/R_3 yoyuvchi radiuslarning nisbati, ishchi jo'valarning ω_2/ω_3 burchak tezliklarining nisbati va V_2/V_3 aylanma tezliklarining nisbatiga bog'liq ravishda bir nechta turlarga ega (4.9-rasm).

Tezlik asimmetriyasi R prokatlash kuchining ta'sir chizig'ining vertikaldan og'ishini chaqiradi, bu ishchi jo'valarning $M_3 \neq M_4$ notekis yuklanishiga olib keladi.

Masalan, fasonli prokatlarni prokatlashda ikkita jo'vadan biri (kalibrning yopiq qismiga ega bo'lgani) katta diametrga ega bo'ladi. Yoyuvchi radiuslarning teng emasligi va yonlama ishqalanish kuchlari kalibrning yopiq qismida (ularning ta'siri jo'vaning aylanma tezligining ortishidagi ta'sir bilan bir xil bo'ladi) roliklar o'rtasida prokatlash momentlarining keskin notekis taqsimlanishini chaqiradi, momentlar nisbati 1:5, 1:10 gacha yetadi, ba'zan esa kalibrning yopiq qismiga ega bo'lgan jo'va o'ziga to'liq prokatlash momentini qabul qiladi.



4.9-rasm. Tezlik asimmetriyasi:

a - prokatlash sxemasi; b - yon tomondan ko'rinishi

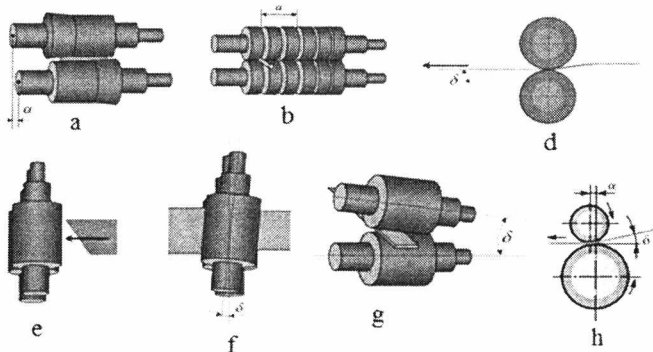
Amaliyotda erkin jo'va yoki yordamchi kichik quvvatli elektrodvigateldan ishlaydigan (simlar va kichik sortli stanlarning oxirgi kletlarida) jo'va bilan prokatlash holatlari uchraydi. Bu narsa shpindellardan birining sharniri yoki vali singanda ham sodir bo'ladi. Erkin jo'vani qo'llash, masalan, bir xil diametrli jo'valarga ega bo'lgan yupqa list duo stanlarida qo'llash listlar yuzalari sifatining yaxshilanishiga ko'maklashadi, chunki bu holda uning aylanish tezligi prokatlanadigan polosa bilan jo'valar o'rtasidagi ishqalanish tufayli prokatlanadigan polosaning tezligiga muvofiq o'rnatiladi.

Ishchi jo'valarning nisbiy joylashuvining asimmetriyasi ularning prokatlash o'qi bo'ylab nisbiy siljishi, vertikal yoki

gorizontal tekislikda nomutanosibligi, shuningdek ishchi jo'valar o'qlarining siljishi bilan tavsiflanadi (4.10-rasm).

Qamrab olishdan oldin *polosaning jo'valarga nisbatan joylashuvidagi asimmetriya* yuritish liniyasining ham, ishchi kletning ham detallari va uzellari yuklanishining asimmetriyasiga olib kelishi mumkin.

Masalan, ba'zi bir qalin listlar ikki bosqichda prokatlanadi: birinchi bosqichda quyma yoki slyab zaruriy kenglik olinguncha prokatlanadi, ikkinchi bosqichda esa list zaruriy uzunlikkacha prokatlanadi. Birinchi bosqichda quymalarni prokatlash ularni uzunasiga berish bilan emas, balki burchak ostida yoki 3- yoki 5-o'tkazishdan boshlab diagonal tarzda berish bilan olib boriladi. Dastlabki o'tkazishlarda quymaning qalinligi tekislanadi. Quymani jo'vaning o'qiga nisbatan δ burchak ostida berish shunday afzallikka egaki, bunda quymaning kengligi asta-sekin ortib boradi, shundan kelib chiqqan holda, metallning jo'valarga bosimi ham asta-sekin ortib boradi. Bu quymani 90° ga burishga qaraganda biroz kattaroq qisish imkonini beradi. Mazkur holatda ishchi kletlar staninalarining yuklanishidagi asimmetriyaning xarakterli o'ziga xos xususiyati teng ta'sir qiluvchi kuchning bir o'tish davomida bir staninadan boshqasiga o'tishi bo'lib hisoblanadi. Masalan, agar quymani jo'vaning o'qiga nisbatan δ_G burchak ostida qamrab olishda chap staninaning detallari va uzellari oshiqcha yuklangan bo'lsa, u holda quyma jo'valardan chiqayotganda o'ng staninaning detallari va uzellari oshiqcha yuklangan bo'ladi. Asimmetrik yuklanish, shuningdek oldingi chekkasi jo'vaning o'qiga nisbatan δ burchak ostida qirqilgan polosani qamrab olishda ham vujudga keladi.



4.10-rasm. Polosa va joʻvalarga nisbatan joylashuvdagi asimmetriya:

a - vallarning boʻylama siljishi; b - prokat oʻqidan polosani siljitish; d - polosaning vertikal qiyaligi; e - polosaning oldingi chetini qiya kesish; f - vallarning gorizontal siljishi; g - vallarning vertikal qiyshayishi; h - vallarning oʻq boʻylab siljishi

Polosaning vertikal tekislikda δ burchakka egilishi joʻvalar oʻrtasida momentlarning notekis taqsimlanishiga olib keladi. Joʻvalar vertikal tekislikda nomutanosib joylashganda yoki yirik sortli stanlarning sirgʻalish podshipniklarining tekstolit ichqoʻymalari sifatsiz qilib ishlanganda reaksiyalar joʻvaning bochkasidan podshipniklarning chekkalariga qarab siljiydi. Tayyorlanmani joʻvalarga δ berish burchagi stanina roliklarining prokatlash tekisligiga nisbatan joylashish balandligi, tayyorlanmaning chiqish balandligi va siqilish kattaligi, tayyorlanmaning uzunligi, shuningdek tayyorlanmaning qiyshiqiligi va uning kiruvchi uchining oʻziga xos xususiyatlariga bogʻliq boʻladi. Polosani joʻvalarga egilgan holatda berish, shuningdek uzluksiz prokatlashda sekundlik hajmlar doimiyligining oʻzgarishida ham vujudga keladi. Agar ikkinchi klet birinchi klet berayotgan hamma materialni qabul qilishga ulgurmasa, u holda muqarrar ravishda sirtmoq hosil boʻladi va oʻzining bundan kelib chiqadigan barcha oqibatlari bilan tayyorlanmani egilgan holda berish sodir boʻladi.

Qattqlik asimmetriyasini yuritish liniyasining parallel ishlaydigan uchastkalarining bir xil bo'lmagan qattqligi chaqiradi, ko'proq qattiq val yuritmasi har doim kuchliroq yuklangan bo'ladi.

Yuritish liniyasida *lyuft asimmetriyasi* yuqorigi va pastki jo'va yuritmalarining tutashmalaridagi oraliq tirqishlarining teng emasligi tufayli vujudga keladi. Polosani qamrab olishdan oldin yuritish liniyasining tutashmalaridagi oraliqlar ochiq bo'lganda butun prokatlash momenti polosa bilan o'zaro harakatga kirishish orqali boshqa jo'vani aylantiradigan bitta jo'va bilan uzatiladi, ya'ni bitta ishchi jo'va oraliq yopilguncha amalda erkin jo'va bo'lib hisoblanadi. Oraliqlarni yuklanish asimmetriyasining manbai sifatida tahlil qilishga jo'valarga aylanma harakat uzatilishiga qaramasdan salt ishlashda yuritish liniyasining tutashmalaridagi oraliqlar ochiq bo'lishi mumkinligi aniqlangandan keyin alohida e'tibor qaratila boshlangan. Bunday vaziyat ko'rib chiqilayotgan tutashmada salt ishlashda ishqalanish kuchlaridan keladigan yuklama momenti radial kuchning momentidan kichik bo'lgan taqdirda vujudga keladi. Lyuft asimmetriyasi, shuningdek ishchi kletning tutashmalarida ham vujudga keladi. Gorizontall tekislikda lyuft asimmetriyasi staninalarning yostiqlari va ustunlari o'rtasidagi oraliqlardagi farqlar tufayli vujudga keladi. Bu ishchi jo'valarning prokatlash o'qi bo'ylab nisbiy siljishiga olib kelishi mumkin. Gorizontall tekislikdagi asimmetriyaning boshqa bir turi yuritma tomondan jo'vaning yostiqlari va staninaning ustunlari o'rtasidagi oraliqlarning teng emasligi tufayli vujudga keladi, bu jo'valarning gorizontall tekislikda nomutanosib joylashuviga olib keladi. Nomutanosiblikda vujudga keladigan o'q kuchlari, masalan, keng polosali kvarto stanlarning kletlarida jo'valarning yostiqlarini qotiradigan qurilmalarning yemirilishi, shuningdek ishchi jo'valar podshipniklarining oshiqcha yuklanishi va muddatidan oldin ishdan chiqishiga olib keladi. Vertikal tekislikda lyuft asimmetriyasi qisuvchi mexanizmlarning vintli juftliklarida va jo'valarning podshipnikli uzellarida vujudga keladi. Qo'llaniladigan jo'valarni muvozanatlash qurilmalari ishchi va tayanch jo'valar alohida muvozanatlanganda duo stanlarda ham, kvarto stanlarda ham yuqorigi jo'valarning podshipniklarida oraliqni tanlashni

ta'minlamaydi. Faqatgina ishchi va tayanch jo'valarni ishchi jo'valarning orasiga joylashtirilgan gidrosilindrlar yordamida birgalikda muvozanatlashtirishdagina bu oraliqlarni ishchi yo'nalishda, ya'ni prokatlash kuchining ta'siri yo'nalishida tanlash, shu tariqa yuqorigi tayanch jo'vaning podshipniklaridagi zarbalarni istisno qilishga muvaffaq bo'linadi. Pastki jo'valarning tayanchlarida esa oraliqlar, qoidaga ko'ra, jo'valar va yostiqlar o'zining ta'siri ostida ishchi yo'nalishda tanlanadi.

Friksion asimmetriya jo'valarning prokatlanadigan polosa bilan kontaktida ishqalanish kuchlari farq qilganda, parallel val yuritmalarining FIK farq qilganda, shuningdek jo'valarning podshipnikli tayanchlaridagi ishqalanish kuchlari farq qilganda vujudga keladi. Yuqorigi va pastki jo'valarning prokatlanadigan polosa bilan kontaktida ishqalanish kuchlari kuyindining turlicha holati (qaynoq prokatlashda), moylash sharoitlari (sovuq prokatlashda) yoki jo'valar bochkalarining g'adir-budurligi turlicha bo'lishi bilan bog'lanadigan farq qilishi momentlarning notekis taqsimlanishiga olib keladi. Agar qamrab olish sharoitlarini yaxshilash uchun jo'vaning bochkasiga tegishli shakldagi bo'rtiklar eritib quyilsa yoki chuqurchalar qilinsa, yig'indi prokatlash momentining asosiy qismini ko'proq g'adir-budur bo'lgan ana shu jo'va uzatadi. Friksion asimmetriya ba'zan qarama-qarshi yo'nalgan boshqa turdagi asimmetriyani kuchaytiradi. Masalan, blyuminglarning shpindellarida momentlarni o'lchashda ba'zi bir hollarda, pastki bosim bo'lishiga qaramasdan, yuqorigi jo'vadagi moment aynan kuyindining holati tufayli pastki jo'vadagi momentdan katta bo'lishi aniqlangan. Bu hodisa shu bilan izohlanadiki, ishqalanish koeffisiyenti oshganda ilgarilab ketish zonasi ortadi, shundan kelib chiqqan holda, jo'vaga yaqin joylashgan (bu yerda ishqalanish koeffisiyenti yuqoriroq) metall zarrachalari jo'valardan metallning boshqa jo'va bilan tutashadigan zarrachalariga qaraganda kattaroq tezlik bilan chiqishga intiladi. Ikkala jo'vada ishqalanish koeffisiyentlarining teng bo'lmasligi ham metallning jo'valardan chiqish xarakteriga xuddi aylanma tezliklarning teng bo'lmasligi kabi ta'sir ko'rsatadi. Jo'valarning kontakt yuzalari simmetrik bo'lmaydi va teng ta'sir qiluvchi kuchlar

vertikal yo'nalishdan og'adi, bu R kuchlarning yelkalarining teng bo'lmashligini, shundan kelib chiqqan holda, jo'valarni yuritadigan momentlarning teng bo'lmashligini chaqiradi. Burovchi momentlarning qayta taqsimlanishi, shuningdek jo'valardan birining sirg'alishi natijasida ham sodir bo'lishi mumkin. Bunda sirg'alib aylanayotgan jo'vadagi moment kamayadi, sirg'almayotganida esa ortadi.

Yuqorigi va pastki vallar yuritmalarining FIK dagi farq ham jo'valar o'rtasida momentlarning notekis taqsimlanishining manbalaridan biri bo'lib hisoblanadi. Shesternyali jo'valarning tishlashishida ishqalanishga yo'qolishlar shesternya katagining yurituvchi validan momentni oladigan yuritmada boshqa vallarga qaraganda kichikroq FIK ni shartlaydi (mos ravishda 0,88...0,92 va 0,94...0,98).

Boshqa parametrlar teng bo'lganda katta FIK ga ega bo'lgan val yuritmasi kattaroq prokatlash momenti bilan yuklanadi. Masalan, ba'zi bir uzluksiz tayyorlanma stanlarida dvigatel yuqorigi shesternyali jo'va bilan tutashtiriladi va yuqorigi shpindel shesternya katagida tebranish podshipniklari bo'lganda to'liq momentning 58...63% ini, sirg'alish podshipniklari bo'lganda esa 70...80% ini uzatadi.

$M_3 \neq M_4$ momentlar asimmetriyasi, shuningdek prokatlash stanogining konstruktiv o'ziga xos xususiyatlari, masalan, yuqorigi va pastki shpindellarning turlicha egilish burchaklari bilan ham chaqiriladi.

Qayishqoqlik kuchlarining ichki momentlarining (4.5) va prokatlashning tashqi momentlarining (4.6) ifodalarini (4.1) ga o'rniga qo'yishdan keyin laboratoriya prokatlash stanogining yuritish liniyasidagi aylanma tebranishlarni tadqiq qilish uchun matematik modelni olamiz:

$$\left\{ \begin{array}{l} \ddot{\psi}_{12} = \frac{M_1 - M_{12}}{J_1} - \frac{M_{12} - M_{23} - M_{24}}{J_2} \\ \ddot{\psi}_{23} = \frac{M_{12} - M_{23} - M_{24}}{J_2} - \frac{M_{23} \pm \Delta M - \begin{cases} M_3 \left(1 - e^{-\frac{t}{A}}\right), & \text{dan } t < t_{\text{qam}} \\ M_3, & \text{dan } t \geq t_{\text{qam}} \end{cases}}{J_3} \\ \ddot{\psi}_{24} = \frac{M_{12} - M_{23} - M_{24}}{J_2} - \frac{M_{24} \mp \Delta M - \begin{cases} M_4 \left(1 - e^{-\frac{t}{A}}\right), & \text{dan } t < t_{\text{qam}} \\ M_4, & \text{dan } t \geq t_{\text{qam}} \end{cases}}{J_4} \end{array} \right.,$$

Bunda

$$M_{12} = b_{12} \dot{\psi}_{12} + \begin{cases} c_{12} \left(\psi_{12} - \frac{\Delta_{12}}{2} \right), & \text{dan } \psi_{12} > \frac{\Delta_{12}}{2} \\ 0, & \text{dan } -\frac{\Delta_{12}}{2} \leq \psi_{12} \leq \frac{\Delta_{12}}{2} \\ c_{12} \left(\psi_{12} + \frac{\Delta_{12}}{2} \right), & \text{dan } \psi_{12} < -\frac{\Delta_{12}}{2} \end{cases}$$

$$M_{23} = b_{23}\dot{\psi}_{23} + \begin{cases} c_{23}\left(\psi_{23} - \frac{\Delta_{23}}{2}\right), & \text{dan } \psi_{23} > \frac{\Delta_{23}}{2} \\ 0, & \text{dan } -\frac{\Delta_{23}}{2} \leq \psi_{23} \leq \frac{\Delta_{23}}{2} \\ c_{23}\left(\psi_{23} + \frac{\Delta_{23}}{2}\right), & \text{dan } \psi_{23} < -\frac{\Delta_{23}}{2} \end{cases}$$

$$M_{24} = b_{24}\dot{\psi}_{24} + \begin{cases} c_{24}\left(\psi_{24} - \frac{\Delta_{24}}{2}\right), & \text{dan } \psi_{24} > \frac{\Delta_{24}}{2} \\ 0, & \text{dan } -\frac{\Delta_{24}}{2} \leq \psi_{24} \leq \frac{\Delta_{24}}{2} \\ c_{24}\left(\psi_{24} + \frac{\Delta_{24}}{2}\right), & \text{dan } \psi_{24} < -\frac{\Delta_{24}}{2} \end{cases},$$

bu yerda ΔM – prokatlash momentlari asimmetriyasining kattaligi; $\Delta M = |M_3 - M_4|$.

Nazorat savollari

1. Dinamik hisoblashning vazifasi nimalardan iborat?
2. Dinamik hisoblashning asosiy bosqichlari nechta?
3. Ishchi jo‘valarning nisbiy joylashuvining asimmetriyasi nimalardan iborat?
4. Dinamik hisoblashning asosiy bosqichlari nimalardan iborat?
5. Dinamik hisoblashning asosiy bosqichlari nechta, ularni sanab berolasizmi?
6. Yuritish liniyasining detallari va uzellari qanday darajada inersiya, qayishqoqlik va dempirlanish xususiyatlariga ega?
7. Jo‘valarni ishlash tartibi haqida nimalarni bilasiz?
8. Jo‘valarni kalibrlash deganda nimani tushunasiz?

9. Joʻvalardan birining sirgʻalishi natijasida nima sodir boʻlishi mumkin?

10. Ikkala joʻvada ishqalanish koʻeffitsiyentlarining teng boʻlmasligi qanday sodir boʻladi?

11. Polosani qamrab olishdan oldin yuritish liniyasining tutashmalaridagi oraliqlar qanday koʻrinishda boʻladi?

12. Polosaning vertikal tekislikda δ burchakka egilishi joʻvalar oʻrtasida momentlarning qanday taqsimlanishiga olib keladi?

13. Boshqa parametrlar teng boʻlganda katta FIK ga ega boʻlgan val yuritmasi qanaqa prokatlash momenti bilan yuklanadi?

14. Prokatlash stanlarini konstruksiyalashda mutaxassislar nimalarga eʼtibor berishlari kerak?

15. Ishchi joʻvalar nisbiy joylashuvining asimmetriyasi deganda nimani tushunasiz?

16. Joʻvalarning kontakt yuzalari simmetrik boʻladimi?

GLOSSARIY

Prokat – metallurgiyada issiq va sovuq holda prokatlab olinadigan metall mahsulotlari (list, polosa, lenta, relis, balka, truba va boshqalar).

Prokat jo‘valari – prokat stanining ish organlari, metallga tegishli o‘lcham va shakl berish uchun prokatlashning asosiy operatsiyasini – deformatsiyalash (siqish)ni bajaradi. Prokat jo‘valari 2-guruhga bo‘linadi: listli (list, polosa va lentalarni prokatlaydigan) va sortli (dumaloq, kvadrat, kesimli, shakldor metallar, relis, qoshtavir balka va boshqa profillarni prokatlaydigan).

Prokat profillari – prokatlab olingan metall profillari. Profililar shakliga ko‘ra prokat profillarining uzunligi bo‘yicha ko‘ndalang kesimi o‘zgarmas va o‘zgaruvchan profilli va maxsus xillari bor.

Prokat stani – metallurgiyada metallarga aylanuvchi jo‘valar orasidan siqib bosim ostida ishlov berish (prokatlash), shuningdek yordamchi operatsiyalar (ishlanadigan mahsulotlarni ombordan qizdirish pechlariga keltirish va stan jo‘valariga uzatish, prokatlanadigan metallni prokatlash prosessida surish, metall polosani qirralash, to‘g‘irlash, ularni kesish, marka yoki tamg‘a bosish, o‘rash joylash, tayyor mahsulot saqlanadigan omborga uzatish va boshqalar)ni bajarish uchun mo‘ljallangan mashinalar sistemasi.

Prokatlash – metallarga prokat stanining aylanuvchi jo‘valari orasida siqib bosim ostida ishlov berish; bunda quyma yoki zagotovka kesimi kichrayib, kerakli shakl oladi. Prokatlash odatda, metallurgiya sanoatida yakunlovchi bo‘g‘in hisoblanadi. Prokatlashning quyidagi 3 ta asosiy turi mavjud – bo‘ylama, ko‘ndalang vintsimon.

Sortli prokat – prokat ishlab chiqarishdagi asosiy mahsulotlardan biri, ya‘ni jo‘valab olingan har xil kesimli (ichi bo‘sh bo‘lmagan) mahsulotlar (prokat profillari. Sortli prokat oddiy profilli (aylana, kvadrat, oltiburchak, polosa), shakldor profilli (rels,

balka, burchakli temir, sheveller) va turli maxsus profilli (g'ildirak, bandaj, shar va boshqa) xillarga bo'linadi.

Sortli stan – sortli prokat tayyorlanadigan prokatchilik stani.

Reduktor – orqaga qaytaradigan korpus ichiga olingan tishli (chervyakli) yoki gidravlik uzatma; burchak tezliklarini kamaytirish (ba'zan oshirish) va mos ravishda aylantiruvchi momentlarni oshirish (kamaytirish) uchun mo'ljallangan.

Klet – prokat ishlab chiqarishdagi klet – staning ikkita quyma staninadan iborat asosiy qismi; podshipnikli prokat valiklari yoki aylanma harakat uzatuvchi valiklar shesternyalari (shesternyali klet) uchun tayanch vazifasini o'taydi.

Vkladish – sirpanma podshipnikning almashinuvchi detali; unga aylanuvchi valning safsasi tiraladi.

Shpindel – ko'pgina mashinalarning aylanuvchi vali. Metall qirqish stanogining aylanma harakatni asbobga yoki ishlov berilayotgan zagotovkaga uzatadigan vali; prokat stanining aylanma harakatini dvigateldan jo'valarga uzatadigan val.

Stanina – mashinaning asosiy korpus qismi; mexanizmlar va mashina qismlarining o'zaro joylashishini va kinematik bog'lanishini ta'minlaydi. Mashina ishlaganda bu mexanizmlar va qismlar orasidagi ta'sir etuvchi zo'riqlarni qabul qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida. 2017-yil 7-fevral, PF-4947-sonli Farmon.

2. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 8-oktabridagi PF-5847-sonli «O'zbekiston Respublikasining oliy ta'lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasi» to'g'risidagi farmoni.

3. Abdullayev F.S., Mahkamov Q.X. Metallarga bosim bilan ishlov berish nazariyasi asoslari. O'quv qo'llanma. - Toshkent: TDTU, 2000. - 400 b.

4. Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. М.: Машиностроение. Машины и агрегаты металлургического производства. Т. IV-5/ Н.В. Пасечник, В.М. Синицкий, В.Г. Дрозд и др.; Под общ. ред. В.М. Синицкого, Н.В. Пасечника. - М.: - 912 с, 2000.

5. Целиков А.И., Очерки. Воспоминания. Избранные статьи. Сост.: В.Г. Дрозд, Б.А. Сивак, Н.А. Целиков; Отв. ред. Н.В. Пасечник. - М.: Наука, 2003. - 613с.

6. Колесников А.Г., Яковлев Р.А. Механизмы и устройства рабочих клеток прокатных станов: Учеб пособие по курсу «Расчет и конструирование прокатных станов». - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 63с.

7. Колесников А.Г., Яковлев Р.А. Конструкция и расчет калиброванных валков. Учеб. пособие. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. - 67с.

8. Колесников А.Г., Яковлев Р.А. Расчет и исследование напряжений и деформаций станин прокатных станов. Учеб пособие. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2005. - 55с.

9. Проников А.С. Параметрическая надежность машин. - М.: Изд. МГТУ. 2002. - 560 с.

10. Соколова О.В., Восканьянц А.А., Комкова Т.Ю. Технология и оборудование производства труб на станах ХПТ:

Учеб пособие /. Под ред. А.П. Молчанова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. - 40с.

11. Яковлев Р.А. Асимметричное нагружение прокатных станов. Учебное пособие. - М.: МГТУ, 2001. - 84с.

12. Яковлев Р.А. Усталостная прочность и долговечность деталей прокатных станов. Учебное пособие. - М.: МГТУ, 2000. - 44с.

13. Рудской А. И., Лунев В. А. Теория и технология прокатного производства. Учебное пособие. - СПб.: Наука, 2008. - 507 с.

14. Колесников А.Г. Технологическое оборудование прокатного производства: учебное пособие / А.Г. Колесников, Р.А. Яковлев, А.А. Мальцев. - М.: Издательство МГТУ им Н.Э. Баумана, 2014. - 158 с.

15. William F., Robert M. Metal Forming: Mechanics and, CountryCambridge United Kingdom: Metallurgy Cambridge university press, 2011. - 345 pp.

16. Гулидов И.Н. Оборудование прокатных цехов (эксплуатация, надежность): Учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений. -М.: Интермет Инжиниринг, 2004. - 320 с.

17. Коваль Г.И. Проектирование предприятий и цехов металлургического производства. Учебное пособие. - Челябинск. Изд - во ЮУрГУ, 2012. - 113 с.

18. Ziyonet.uz

19. Ziyo.uz

20. edu.uz

21. gov.uz

MUNDARIJA

Kirish.....	3
-------------	---

I BOB. METALLURGIK MAHSULOTLARNI ISHLAB CHIQUARISH BO'YICHA UMUMIY MA'LUMOTLAR..... 5

1.1. Ishlab chiqarish sikli.....	5
1.2. Metallurgiya ishlab chiqarishining umumiy xususiyatlari	7
1.3. Ishlab chiqarish va mahsulot sifatini boshqarish.....	10
1.4. Jarayonlarni boshqarish.....	15
Nazorat savollari	16

II BOB. PROKATLASH STANLARINING ASOSIY JIHOZLARI..... 17

2.1. Ishchi kletlar va ularning yuritmalari	17
2.2. Jo'valar uzellari	23
2.3. Jo'valar holatini rostlash qurilmalari.....	37
2.4. Staninalar.....	44
2.5. Saqlagich qurilmalar	65
2.6. O'tkazgichlar va sirtmoq hosil qilgichlar.....	73
2.7. Almashtirish qurilmalari	76
2.8. Elektrodvigatellar va motor-reduktorlar.....	77
2.9. Reduktorlar va shesternya kletlari.....	80
2.10. Muftalar va shpindellar	88
Nazorat savollari	93

III BOB. PROKATLASH STANLARINING YORDAMCHI JIHOZLARI 95

3.1. Prokatni siljitish va kantlash mashinalari.....	95
3.2. Kesuvchi mashinalar	112
3.3. To'g'irlash mashinalari	126
3.4. Prokatni tamg'alash va markirovkalash mashinalari.....	132
3.5. Rulonlar va buntlarni tarqatish-o'rash mashinalari	134
3.6. Prokatni tozalash va eritish agregatlari	141

3.7. Prokatni qoplash va issiqlik bilan ishlov berish agregatlari ..	145
Nazorat savollari:	149

IV BOB. PROKATLASH JIHOZLARINING

DINAMIKASI VA ISHONCHLILIGI.....	151
---	------------

4.1. Dinamik hisoblashning sabablari va vazifalari	151
--	-----

4.2. Dinamik hisoblashning asosiy bosqichlari.....	152
--	-----

4.3. Prokatlash stanlarini konstruksiyalash	172
---	-----

Nazorat savollari	180
-------------------------	-----

Glossariy.....	182
-----------------------	------------

Foydalanilgan adabiyotlar.....	184
---------------------------------------	------------

SAYDUMAROV BOTIR MURADOVICH

PROKATLASH MASHINALARI VA JIHOZLARI

O'QUV QO'LLANMA

«O'zbekiston xalqaro islom akademiyasi»
nashriyot-matbaa birlashmasi
Toshkent – 2020

Nashr uchun mas'ul: **I.Ashurmatov**
Muharrir: **V.Ibragimova**
Badiiy muharrir: **F.Sobirov**
Dizayner sahifalovchi: **L.Abdullayev**

Nashriyot litsenziya raqami AA № 0011. 06.05.2019-yil.
Bosmaxonaga 27.10.2020-yilda berildi.
Bichimi 60×84 ¹/₁₆ Shartli b.t. 10,8. Nashr t. 11,2.
Adadi 200 nusxa. Buyurtma № 58.
Bahosi shartnoma asosida.

O'zbekiston xalqaro islom akademiyasi
nashriyot-matbaa birlashmasi bosmaxonasida chop etildi.
100011. Toshkent sh. A.Qodiriy, 11.