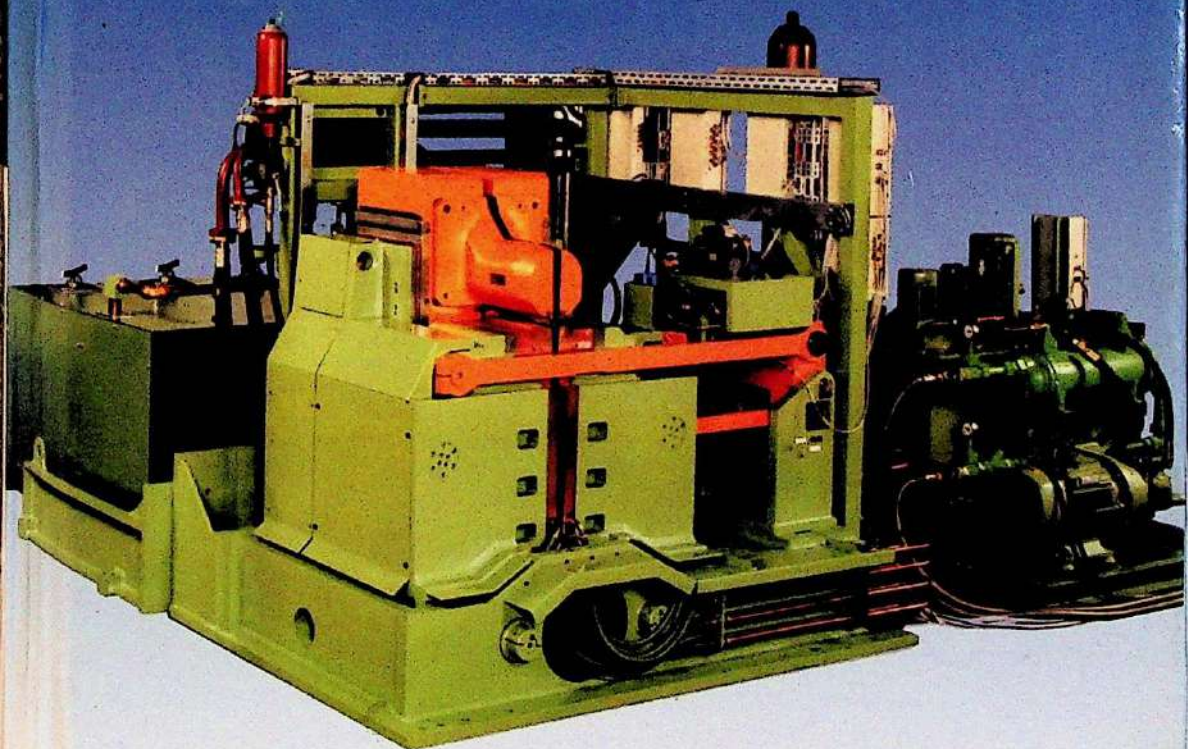


M.A. Abralov, N.S. Dunyashin

BOSIM OSTIDA PAYVANDLASH



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

M.A. ABRALOV, N.S. DUNYASHIN

BOSIM OSTIDA PAYVANDLASH

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim
vazirligining muvofiqlashtiruvchi Kengashi tomonidan
darslik sifatida tavsiya etilgan*

«Noshirlik yog'dusi»

Toshkent – 2015

UO'K: 621.791.4(075)

KBK: 30.61

A-18

Abralov M.A., Dunyashin N.S.

Bosim ostida payvandlash. Darslik / M.A. Abralov, N.S. Dunyashin – Toshkent, «Noshirlik yog'dusi», 2015 – 260 b.

KBK30.61

ISBN 978-9943-4594-0-3

Mazkur darslikda bosim ostida payvandlashning asosiy usullari klassifikatsiyasi va ular haqida ma'lumotlar keltirilgan. Kontaktli nuqtali, chokli, relyefli va uchma-uch payvandlashda birikmalar hosil bo'lishining mohiyatlari yoritilgan. Kontaktli payvandlashda metallning plastik deformatsiyalanishi, qizishi, payvandlash texnologiyasi, jihozlari, kontaktli payvandlashning avtomatizatsiyasi va mexanizatsiyasi hamda payvandlashni sifat nazorati apparatlari va usullari haqida bayon etilgan.

Приведена классификация и описание основных способов сварки давлением. Рассмотрены особенности образования соединений при точечной, шовной, рельефной и стыковой контактной сварке. Описаны основные принципы нагрева и пластической деформации металла, технологии, оборудования, механизация и автоматизация контактной сварки, а также способы и аппаратура контроля качества сварки.

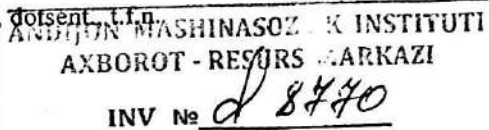
The classification and brief description of the basic ways of pressure welding is given. The features of formation of connections are considered at spot, line, relief and butt contact welding. The basic principles of heating and plastik deformation of metal, technology, equipment, mechanization and automation of contact welding, and also ways and equipment of quality surveillance of welding are described.

Taqrizchilar:

F.N. Hikmatullayev – TAICHB DAJ O'quv-tajriba markazi direktori,

Sh.A. Karimov – TDTU «Mashinasozlik sohaları kasb ta'limi va metallar texnologiyasi» kafedrası mudiri, dotsent, t.f.n.

ISBN 978-9943-4594-0-3



© «Noshirlik yog'dusi» nashriyoti, 2015

© Toshkent davlat texnika universiteti, 2015

KIRISH

Barcha bosim bilan payvandlash jarayonlari ichida kontaktli payvandlash usuli eng ko'p qo'llaniladi, ya'ni payvandlashda foydalaniladigan uskunalarining deyarli 97% ana shu usulning hissasiga to'g'ri keladi.

Bosim bilan kontaktli uchma-uch payvandlashni London qirollik jamiyatining a'zosi, Peterburg Fanlar Akademiyasining faxriy a'zosi, ingliz fizigi E. Tompson birinchi bo'lib 1877-yilda amalda qo'lladi. 1887-yilda rus ixtirochisi N.N. Bernardes oddiy ombir yordamida ko'mir elektrodlar orasida nuqtali payvandlashni ixtiro qilib, patent oldi.

Birmuncha keyinroq, N.N. Bernardes tomonidan hozirgi vaqtda qo'llanilayotgan mis elektrodlar bilan nuqtali va rolikli kontaktli payvandlash usuli ishlab chiqildi.

1903-yilda eritib kontaktli uchma-uch payvandlash ishlab chiqildi.

Kontaktli payvandlash yigirmanchi asrning birinchi choragidayoq keng ko'lamda qo'llanila boshlandi (ayniqsa AQShda). Kontaktli payvandlashning MDH mamlakatlarida taraqqiy etishi kontaktli payvandlash mashinalari ishlab chiqarishning rivojlanishi bilan chambarchas bog'liqdir.

Dastlabki kontaktli payvandlash mashinalari 1920-yilning oxirida "Elektrik" zavodida ishlab chiqarilgan edi. Keyinchalik elektr payvandlash mashinasozlikning bu turi anchagina rivojlandi, bu esa sanoatning bir qator tarmoqlarida, ayniqsa, mashinasozlik, avtomobilsozlik, asbobsozlik va boshqa sohalarda kontaktli payvandlash keng qo'llanila boshlashiga yordam berdi.

Ixtirochi olimlardan A.A. Alekseyev, A.S. Gelman, K.A. Kochergin E.D. Orlov, V.P. Nikitin va boshqa ko'pgina konstruktorlarning ilmiy ishlari tufayli MDH mamlakatlarida kontaktli payvandlash mashinalarining barcha asosiy turlari ishlab chiqarildi.

O'zbekistonda kontaktli payvandlash avtomobilsozlik zavodida keng qo'llanilmoqda.

1-BOB. BOSIM OSTIDA PAYVANDLASHNING NAZARIY ASOSLARI

1.1. BOSIM OSTIDA PAYVANDLASH USULLARINING TASNIFI VA TAVSIFI

1.1.1. Bosim ostida payvandlashning mohiyati

Bosim ostida payvandlashga tanavorlarning birlashtiriladigan yuzalarini tashqi kuch qo'yish hisobiga birgalikda plastik deformatsiyalash yo'li bilan erishiladi. Bunda birlashtirish joyidagi material, qoidaga ko'ra, plastikligini oshirish maqsadida qizdiriladi. Deformatsiyalash jarayonida notekisliklar eziladi, oksid pardalari yemiriladi, natijada toza yuzalarning tegish kontakti kattalashadi. Atomlararo bog'lanishlarning yuzaga kelishi detallarning mustahkam birlashishiga olib keladi.

Materiallarni payvandlash deb, ular atomlarining o'zaro ta'sirlashish kuchlari hisobiga birlashtirish jarayoniga aytiladi. Ma'lumki, metall detallarning sirtqi atomlari to'yinmagan erkin bog'larga ega bo'ladi, bu bog'lar atomlararo kuchlarning ta'sir qiluvchi masofada yaqinlashgan turli atomlar yoki molekullarni qamrab oladi. Agar ikkita metall detallarning yuzalari atomlararo kuchlarning metall ichida turadigan masofada yaqinlashtirilsa, ular (yuzalar) tegish yuzasida birlashib yaxlit bir narsaga aylanadi, uning mustahkamligi yaxlit metallning mustahkamligi bilan barobar bo'ladi. Birikish jarayoni energiya sarflanmasdan va juda tez, deyarli bir zumda o'z-o'zidan yuz beradi.

Oddiy metallar xona haroratida nafaqat bir-biriga oddiy tekkizilganda, hatto katta kuch bilan bosilganda ham o'zaro birkamaydi. Qattiq metallarning birikishiga, eng avvalo, ularning qattiqligi xalaqit beradi, ular yaqinlashtirilganda rosmana tegish (kontakt), ularga qanchalik yaxshi ishlov berilgan bo'lmasin, faqat bir necha nuqtada sodir bo'ladi.

Birikish jarayoniga metallar sirtidagi iflosliklar – oksidlar, yog' pardalari va bosqalar, shuningdek gazlar molekullarining singigan

qatlamlari kuchli ta'sir qiladi. Sirtning tozaligini faqat yuqori vakuum sharoitida (kamida $(1 \cdot 10^8 \text{ mm})$ simob ustunida) birmuncha uzoq muddat saqlab turish mumkin.

Mazkur qiyinchiliklarni bartaraf etish uchun payvandlashda qizdirish va bosimdan foydalaniladi.

Qizdirilganda harorati ko'tarilishi bilan metall plastik bo'lib qoladi. Haroratni yanada ko'tarish orqali metallning erishiga erishish mumkin. By holda suyuq metallning hajmlari umumiy payvandlash vannasiga o'z-o'zidan birlashadi.

Biriktiriladigan qismlarga beriladigan bosim metallning anchagina plastik deformatsiyalanishini yuzaga keltiradi va u suyuqlik kabi oqa boshlaydi. Metall ajralish yuzasi bo'ylab siljib o'zi bilan iflosliklar, pardalar va singigan gazlar bo'lgan sirtqi qatlamni olib ketadi. Yuzaga chiqib qolayotgan yangi qatlamlar bir-biriga zich tegadi va yaxlit bir narsani hosil qiladi. Payvandlash usuliga qarab metallda plastik deformatsiya yoki erish jarayonlari sodir bo'lib, eritmalar, kimyoviy birikmalar, suyuq holatdan krisstallanish jarayonlari va boshqa hodisalar yuz beradi.

1.1.2. Bosim ostida payvandlash usullarining klassifikatsiyasi

Bosim ostida payvandlashning asosiy usullari tasnifining sxemasi
1.1.1-rasmda ko'rsatilgan.

Sovuq holatda payvandlash – payvandlanadigan qismlarni anchagina plastik deformatsiyalagan holda, tashqi issiqlik manbalari bilan qizdirmasdan bosim ostida payvandlash.

Sovuq holatda payvandlash usuli plastik deformatsiyalashdan foydalanishga asoslangan. Plastik deformatsiyalash yordamida, payvandlanayotgan yuzadagi mo'rt oksid pardasi, ya'ni metallarning birikishiga halaqit beruvchi asosiy to'siq parchalab tashlanadi. Biriktirilayotgan metallar orasida metalli bog'lanishlar yuzaga kelishi hisobiga yaxlit metall birikma hosil bo'ladi. Ushbu bog'lanishlar biriktirilayotgan metallar yuzalari $(2-8) \cdot 10^{-7}$ mm atrofida yaqinlashtirilganda elektron bulut hosil bo'lishi natijasida atomlar

$$(2-8) \cdot 10^{-10} \text{ m} = 2-8 \text{ angstrom}$$

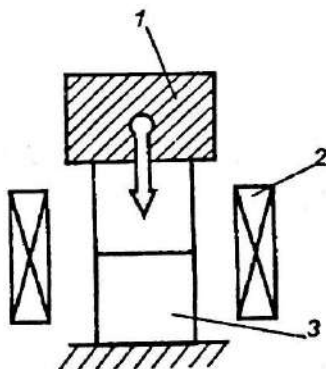
Jarayonni payvandlashda ma'lum bo'lgan ko'piga issiqlik manbalaridan foydalanib amalga oshirish mumkin. Induksion, radiatsion, elektron-nur yordamida qizdirish, shuningdek o'tuvchi tok bilan qizdirish hamda tuzlar eritmasida qizdirishdan amalda eng ko'p foydalaniladi.

Payvandlash paytida biriktirilayotgan detallar bir-biriga to'g'ridan-to'g'ri yoki qatlamlar (folga yoxud kukun qistirmalar, qoplamalar) orqali tekkiziladi.

Diffuzion payvandlash ko'pincha vakuumda olib boriladi. Ammo jarayonni himoya yoki tiklash gazlari yoxud ularning aralashmalari muhitida amalga oshirish ham mumkin (nazorat qilinadigan muhitda diffuzion payvandlash). Kislorodga uncha yaqin bo'lmagan materiallarni payvandlashda jarayonni hatto havoda ham olib borish mumkin. Diffuzion payvandlash uchun muhit sifatida tuzlar eritmalaridan ham foydalansa bo'ladi, ular ayni paytda issiqlik manbalari vazifasini ham bajaradi.

Diffuzion biriktirish orqali payvandlash jarayoni shartli ravishda ikki bosqichga bo'linadi.

Birinchi bosqichda materiallar yuqori haroratgacha qizdiriladi va bosim beriladi, natijada bir-biriga tegib turgan yuzalardagi mikrochiqqlar plastik deformatsiyalanadi turli pardalar yemiriladi hamga yo'qoladi. Bunda metall bir-biriga to'g'ridan-to'g'ri tegib turuvchi (kontakt) ko'plab qismlar (metall bog'lar) hosil bo'ladi.

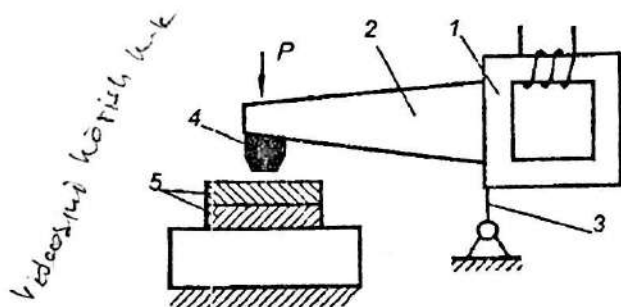


1.1.3-rasm. Diffuzion payvandlash sxemasi:
1 – yuklash tizimi; 2 – qizdirgich; 3 – detallar.

Ikkinchi bosqichda qolib ketgan mikronotekisliklar yo'qotiladi va singish (diffuziya) ta'sirida o'zaro birikish hajmiy zonasi yuzaga keladi.

Ultratovush yordamida payvandlash – ultratovush tebranishlari ta'sirida amalga oshiriluvchi bosim ostida payvandlash. Metallarni ultratovush yordamida payvandlashda ajralmas birikma biriktiriladigan qismlarni nisbatan kichik (mikrosxemalar va yarim o'tkazgichli asboblari qismlarini biriktirishda Nyutonning o'ndan bir ulushi yoki birligiga teng hamda nisbatan qalin tunukalarni biriktirishda 10^4 N dan katta bo'lmagan) kuch bilan siqish va ayni vaqtda tegish (kontakt) joyiga $15-80 \text{ kHz}$ chastotali mexanik tebranishlar ta'sir ettirish jarayonida hosil bo'ladi.

Ultratovush yordamida payvandlashda birikma hosil bo'lishi uchun zarur sharoit biriktirilayotgan qismlarning bir-biriga tegish joyida mexanik tebranishlar mavjudligi natijasida yuzaga keladi. Tebranish energiyasi murakkab cho'zilish, siqilish va kesilish zo'riqilishlarini hosil qiladi. Biriktirilayotgan metallarning egiluvchanlik chegarasidan oshib ketganda ularning tegish joyida plastik deformatsiya sodir bo'ladi. Plastik deformatsiya va ultratovushning ajratuvchi (disperslovchi) ta'siri natijasida turli xil sirtqi pardalar yemiriladi va yo'qoladi hamda payvand birikma hosil bo'ladi. Tegish joyidagi harorat odatda biriktirilayotgan metallar erish haroratining $0,3 - 0,5$ qismidan ortiq bo'lmaydi.

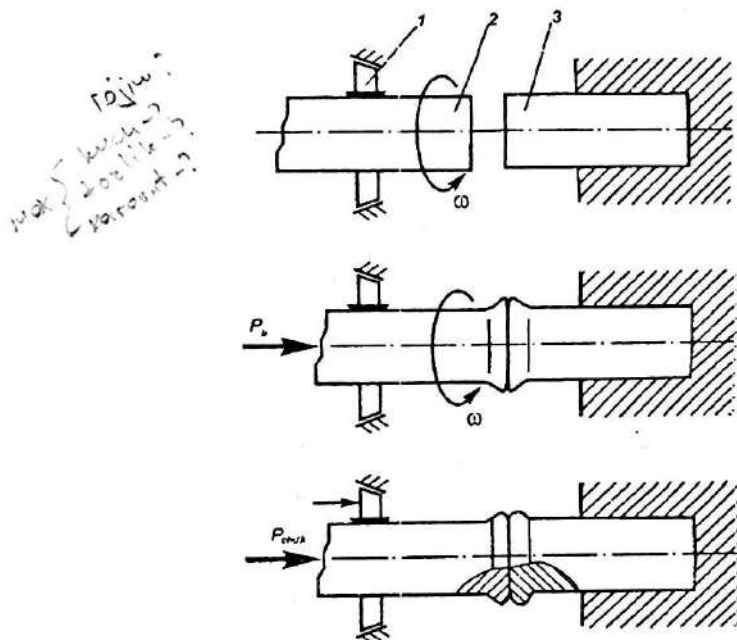


1.1.4. - rasm. Ultratovush yordamida payvandlash sxemasi:

- 1 – o'zgartkich; 2 – to'liqin o'tkazuvchi bo'g'in; 3 – akustik bo'shatkich;
4 – payvandlash uchligi; 5 – payvandlanayotgan detallar.

Ishqalab payvandlash deb, bir-biriga siqilib turgan va nisbiy harakatda ishtirok etadigan ikkita tanavorning tegish yuzasida hosil bo'luvchi issiqlikdan foydalanish hisobiga amalga oshiriladigan ajralmas birikma hosil qilish texnologik jarayoniga aytiladi. Nisbiy harakat uzilganda yoki batamom to'xtaganda ishqalab payvandlash cho'kichlash kuchini qo'yish bilan nihoyasiga yetkaziladi.

Payvand birikma, bosim bilan payvandlashning boshqa usullarida bo'lgani kabi, payvandlanayotgan tanavorlarning bir-biriga tegib turuvchi hajmlari plastik deformatsiyalanishi natijasida yuzaga keladi. Ishqalab payvandlashning farqli xususiyati shundan iboratki, bunda issiqlik ishqalanuvchi yuzalar o'zaro harakatlanganda vujudga keluvchi ishqalanish kuchlarini yengishga sarflanuvchi ishning to'g'ridan-to'g'ri o'zgarishi hisobiga hosil bo'ladi.



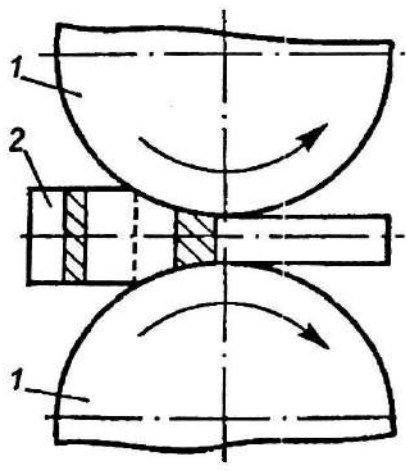
1.1.5-rasm. Uzlusiz yurgizib ishqalab payvandlash sxemasi:

1 – tormoz; 2 – payvandlanayotgan tanavorlar.

Prokatlab payvandlash yo'li bilan turli vazifalarni bajaruvchi ikki va undan ortiq qatlamlar (tarkibiy qismlar)dan tashkil topadigan metall konstruksiyalar hosil qilinadi. Kuch elementi vazifasini bajaruvchi qatlam *asosiy qatlam* deyiladi. Konstruksiyalarga qo'yiladigan talablar bilan belgilanuvchi maxsus xossalarga ega bo'lgan qatlam *qoplama qatlam* deb ataladi. Qoidaga ko'ra, asosiy qatlam qoplama qatlamga nisbatan qalinroq bo'ladi va arzonroq materialdan tayyorlanadi.

Payvandlash jarayoni plastik metallardan ko'p qatlamli materiallar olishda biriktiriladigan materiallarni qizdirgan holda (issiq usulda prokatlab payvandlash) va sovuq holatda (sovuqlayin prokatlab payvandlash) amalga oshirilishi mumkin.

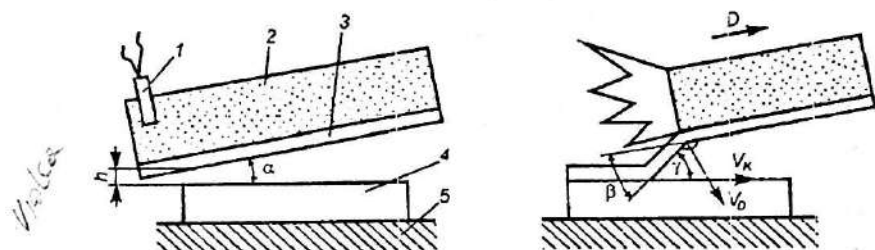
Prokatlab payvandlash bosim bilan payvandlashning bir turi bo'lib, bunda payvand birikma o'zaro ta'sirlashuv vaqti kam bo'lgani holda majburi deformatsiyalash sharoitida hosil qilinadi.



1.1.6-rasm. Prokatlab payvandlash sxemasi:
1 – valik; 2 – payvandlanayotgan tanavorlar.

Portlatib payvandlash – bosim bilan payvandlashning portlovchan modda zaryadi portlaganda ajralib chiqadigan energiya ta'sirida amalga oshiriluvchi bir turidir.

Portlatib payvandlashning umumiy sxemasi 1.1.7-rasmda keltirilgan. Qo'zg'almas plastina (4) va harakatlanuvchi plastina (3) burchak uchidan berilgan h masofada α burchak ostida joylashtirilali. Harakatlanuvchi plastinaga portlovchan modda zaryadi (2) qo'yiladi. Burchak uchiga detonator (1) o'rnatiladi. Payvandlash tayanch (5) (metall, qum) ustida bajariladi. Harakatlanuvchi plastinaning yuzi, qoidaga ko'ra, asosiy plastinaning yuzidan katta bo'ladi. Portlovchan moddaning tekis zaryadi juda tez portlaganda (detonatsiya) portlash mahsullarining yon tomonga otilish effekti ta'sirini kamaytirish uchun harakatlanuvchi plastina asosiy plastina tepasida osilib turishi zarur.



1.1.7-rasmi. Portlatib burchak ostida payvandlash sxemasi:

1 – detonator; 2 – portlovchan modda zaryadi; 3 – harakatlanuvchi qism; 4 – qo'zg'almas qism; 5 – tayanch.

Yuqori chastotali tok bilan payvandlash ham bosim bilan payvandlash bo'lib, bunda payvandlanadigan yuzalarni qizdirish uchun yuqori chastotali toklardan (YUCHT) foydalaniladi. Bu tok payvandlanayotgan detallarga ikki usulda keltirilishi mumkin:

- payvandlanayotgan detallarni YUCHT manbayiga ulovchi o'tkazgichlar (konduktor) yordamida (energiya uzatishning konduktiv usuli);

- payvandlanayotgan detallarda YUCHT manbaiga ulangan tok o'tkazuvchi o'ram (induktor) yordamida yuqori chastotali tokni induksiyalash evaziga (energiya uzatishning induksion usuli).

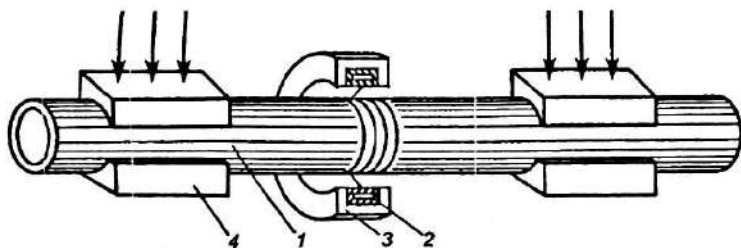
O'tkazgichdan yuqori chastotali tok o'tkazilganda o'tkazgichning atrofi va ichida magnit maydoni hosil bo'lib, u elektromagnit induksiyasi qonuniga ko'ra o'tkazgichda o'zinduksiya EYUKni yuzaga keltiradi, bu EYUK ta'minlash manbaining EYUKga qarama-

qarshi yo'nalgan bo'ladi. Bunda ichki tok liniyalariga ta'sir qiladigan o'zinduksiya EYUK sirtqi tok liniyalariga ta'sir etuvchi o'zinduksiya EYUKdan katta bo'ladi. Bu hol o'tkazgichning sirtida tokning zichligi uning ichidagidan kattarok bo'lishiga olib keladi. Bunday notekislik tok chastotasi ortganda, ya'ni uzinduksiya EYUK miqdori tok chastotasiga mutanosib bo'lganda oshadi. Shunday qilib, tok chastotasi ortishi bilan o'tkazgichning sirtidagi tok miqdori oshib boradi. Bu effekt sirtqi effekt deyiladi.

Sirtqi effekt kuchli namoyon bo'lganda tok o'tkazgichning markaziy qismidan deyarli oqmaydi, bu esa o'tkazgichning aktiv qarshiligi ortishi va qizish kuchayishiga olib keladi.

Yaqinlik effekti qo'shni o'tkazgichlardan oqayotgan tok liniyalari qayta taqsimlanishidan iborat bo'lib, bunga ularning o'zaro ta'sir ko'rsatishi sabab bo'ladi. Bu hodisa sirtqi effekt ancha kuchli amoyon bo'lgandagina, ya'ni tokning singish chuqurligi o'tkazgichning ko'ndalang o'lchamlariga nisbatan ancha kichik bo'lganda va o'tkazgichning ko'ndalang kesimi faqat qisman tok bilan band bo'lgandagina yuz beradi.

Agar yuqori chastotali tokli o'tkazgich (induktor) o'tkazuvchi plastina tepasida joylashtirilsa, plastinadagi tokning eng yuqori zichligi induktor ostida bo'ladi. Plastina sirtidagi tok go'yo induktor ketidan ergashgandek bo'ladi. Bu hodisa payvandlanayotgan jismlarda tokning qayta taqsimlanishini boshqarib turish imkonini beradi va yuqori chastotali tok bilan payvandlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

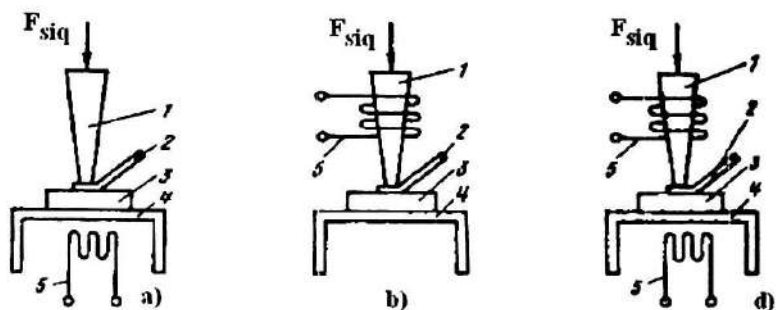


1.1.8-rasm. *Quvurni yuqori chastotali tok bilan payvandlash sxemasi:*
1 – payvandlanayotgan quvur; 2 – induktor; 3 – magnit o'tkazgich; 4 – payvandlanadigan quvurlarni qotirib qo'yish va cho'kish hosil qilish uchun qismlar.

Termo-kompression payvandlash – biriktirilayotgan detallarni qizdirib bosim ostida mikro payvandlashdir. Termo-kompression payvandlash yarim o'tkazgichli mikro uskunalarni va simli o'tkazgichli turli korpusli integral sxemalarni yig'ishda juda keng qo'llaniladi.

Termo-kompression payvandlashning turlari, asosan, uch alomat bo'yicha tavsiflanadi:

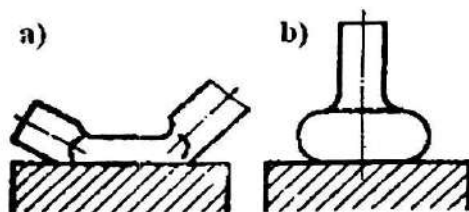
1) qizdirish usuli bo'yicha (1.1.9-rasm);



1.1.9-rasm. Qizdirish usuliga nisbatan termokompressiyaning turliligi:

a – faqatgina ishchi stolining qizdirilishi; b – ishchi asbobning qizdirilishi; d – ishchi stol va asbobni baravar qizdirish; 1 – ishchi asbob; 2 – uziluvchi sim; 3 – yarim o'tkazgichli asbobning kristalli; 4 – ishchi stolcha; 5 – qizdirish uchun o'rama sim.

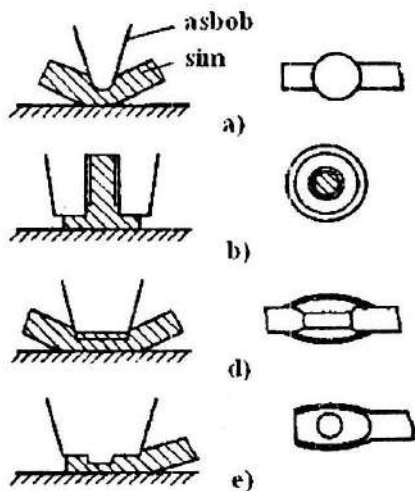
2) birikmani bajarish usuli bo'yicha (1.1.10 - rasm);



1.1.10-rasm. Birikma bajarish usuli bo'yicha termokompression payvandlash usullari:

a – ustma-ust; b – uchma-uch.

3) hosil bo'lgan birikma turi bo'yicha, ishlatilayotgan asbob shakliga bog'liq bo'lgan (1.1.11-rasm).

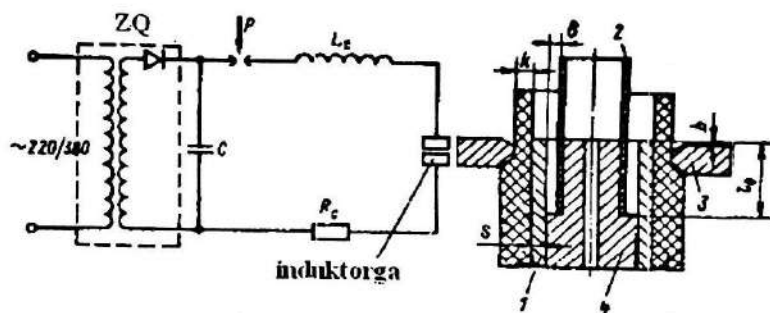


1.1.11-rasm. *Ishlatilayotgan asbob shakli bo'yicha termokompression birikmalarning asosiy turlari:*

a – tekis payvand nuqta qo'rinishida (pona bilan termokompressiya); b - mix qalpoq qo'rinishida; d – mustahkam qirra bilan; e – "baliq ko'zi" turli.

Magnit-impulsli payvandlash – bosimni qo'llash bilan payvandlash, bunda impulsli magnit maydon ta'siri oqibatida hosil bo'lgan payvandlanayotgan qismlarning to'qnashishi hisobiga bajariladi.

Payvandlanayotgan uloqtirilayotgan (1) va harakatsiz (2) detallar δ tirqish bilan induktorning ishchi hududiga (3), kiritiladi, u C kondensatorlarning quvvatli batareyalaridan tok ta'minlanadi. Kondensatorli batareyalarning zaryadsizlanishida, induktor orqali oquvchi tok, tashkil etib turgan muhitda elektrmagnit maydon hosil qiladi, u esa o'z navbatida harakatlanuvchi detalda uyurmalangan tok yuboradi. Ikkita bir-biriga yo'naltirilgan toklar to'qnashuvi uloqtirilayotgan detalni harakatga keltiradi, u esa o'z navbatida oniy tezlik bilan harakatsiz detal bilan to'qnash kelmasdan oldin siljib ularni payvandlashini sodir etadi.



1.1.12-rasm. Magnit-impulsli payvandlash sxemasi:

1 – uloqtiriladigan detal; 2 – harakatlanmaydigan detal; 3 – induktor-konsentrator; 4 – markazlovchi metall qisqich; ZQ – zaryad qurilmasi; C – kondensator; Z – zaryadsizlantirgich.

Magnit-impulsli payvandlash bilan 100 mm diametrgacha bo'lgan quvurli, hamda 0,5–2,5 mm qalinlikdagi tekis detallarni payvandlash mumkin. Magnit-impulsli payvandlash bilan aluminiy, ularning qotishmalari, mis, zanglamas po'latlar va titan qotishmalarni payvandlash mumkin.

Tekshirish uchun savollar:

1. Bosim bilan payvandlashning mohiyat nimadan iborat?
2. Bosim bilan payvandlash jarayonlarini qanday tasniflash mumkin?
3. Sovuq holatda va diffuzion payvandlashning mohiyati nimadan iborat?
4. Yuqori chastotali tok bilan payvandlashda sirtqi effekt va yaqinlik effektining ahamiyati nimada?
5. Prokatlab payvandlashda asosiy va qoplama qatlamlar qanday vazifalarni bajaradi?
6. Portlatib payvandlashning mohiyati nimadan iborat?

1.2. KONTAKTLI PAYVANDLASH

1.2.1. Kontaktli payvandlash mohiyati va tasnifi

Kontaktli payvandlash detallarni ular orqali o'tuvchi elektr toki bilan qisqa muddat qizdirish va siqish kuchi yordamida plastik deformatsiyalash natijasida detallarning ajralmas metall birikmalarini hosil qilish texnologik jarayonidir.

Kontaktli payvandlash biriktiriladigan detallarni payvandlanayotgan materialning erish nuqtasidan pastda yoki yuqorida yotuvchi haroratgacha mahalliy qizdirish yo'li bilan amalga oshiriladi.

Kontaktli payvandlashda detallar atomlararo ulanish kuchlari ta'sir qilishi hisobiga birikadi. Ushbu kuchlar ikkita metall detal orasida namoyon bo'lishi uchun yoki payvandlanishi uchun ular kristall panjara parametri bilan taqqoslanadigan masofada yaqinlashtirilishi lozim. Masalan, yuqori darajada plastik metallar – aluminii, mis yoki uning qotishmalarini sovuq holatda payvandlash bunga misol bo'la oladi. Plastikligi pastroq materiallar, chunki, po'lat sovuq holatda deyarli payvandlanmaydi, chunki detallar siqilganda yuzaga keluvchi ancha katta qayishqoq zo'riqishlar tashqi kuch olinganda ayrim nuqtalarda vujudga kelgan elementar birikmalarni yemiradi.

Kontaktli payvandlash sovuq holatda payvandlashdan asosan shunisi bilan farq qiladiki, qizdirishda atomlarning harakatchanligi ortadi, payvandlash uchun zarur bo'lgan plastik deformatsiya darajasi kamayadi. Issiq metallning deformatsiyasi kichikroq solishtirma bosimda amalga oshadi va payvandlashni qiyinlashtiruvchi qayishqoq kuchlarni bartaraf etadi.

Bosim bermasdan, hatto eritish yo'li bilan kontaktli payvandlashni amalga oshirib bo'lmaydi. Bosimning ahamiyati quyidagilardan iborat:

1) payvandlanayotgan detallar bir-biriga zich tekkuncha yaqinlashadi, natijada payvandlash joyida issiqlik ajralish jadalligiga ta'sir qiluvchi, detallar orasida hosil bo'luvchi kontaktning holatini rostlash imkoniyati paydo bo'ladi;

2) berk hajmda kristallanuvchi metall quyish nuqsonlari (g'ovaklik, cho'kish bo'shliqlari va b.) paydo bo'lmasdan zichlanadi;

3) payvandlash joyi ifloslangan va oksidlangan metallidan xoli bo'ladi.

Kontaktli payvandlashning ma'lum usullari bir qator belgilariga ko'ra tasniflanadi (ГОСТ 19521-74):

1. Texnologik belgilariga ko'ra:

- nuqtali payvandlash;
- relyefli payvandlash;
- chokli payvandlash;
- uchma-uch payvandlash.

2. Birikmaning tuzilishiga ko'ra:

- ustma-ust payvandlash;
- uchma-uch payvandlash.

3. Payvandlash joyida (zonasida) metallning chekli holatiga ko'ra:

- eritib payvandlash;
- eritmasdan payvandlash.

4. Tokning berilish usuliga ko'ra:

- kontaktli payvandlash;

~~- induksion payvandlash~~

5. Payvandlash tokining turiga ko'ra:

- o'zgaruvchan tok bilan payvandlash;
- o'zgarmas tok bilan payvandlash;

~~- unipolyar tok, ya'ni impul's davomida kuchi o'zgaradigan bir qutbli tok bilan payvandlash.~~

6. Bir yo'la bajariladigan biriktirishlar soniga ko'ra:

- bir nuqtali va ko'p nuqtali payvandlash;
- bir chok bilan yoki ko'p chok bilan payvandlash;
- bitta yoki bir nechta birikish joylarini bir yo'la payvandlash;

Kontaktli payvandlashning afzal tomonlari quyidagilardan iborat:

1) jarayonning unumdorligi yuqori bo'ladi;

2) payvandlash jarayonining yengil mexanizatsiyalashtirish va avtomatlashtirish mumkin;

3) termodeformatsiya sikli qulay bo'lib, ko'pgina konstruksiyali materiallarni biriktirish sifati yuqori bo'lishini ta'minlaydi;

4) texnologik jarayonning gigiyenik sharoiti yaxshi bo'ladi.

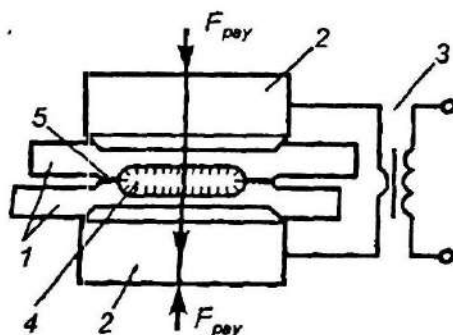
ANDIJON MASHINASOZLIK INSTITUTI
AXBOROT - RESURS MARKAZI

INV №

1.2.2. Nuqtali kontaktli payvandlash

Nuqtali payvandlash kontaktli payvandlashning bir usuli bo'lib, bunda detallar chegaralangan alohida tegish joylari bo'yicha (nuqtalar qatori bo'yicha) payvandlanadi.

Nuqtali payvandlashda detallar ustma-ust yig'ilib, elektr toki manbai (masalan, payvandlash transformatori) ulangan elektrodlar yordamida F_{pay} kuchi bilan siqiladi. Qisqa muddatli payvandlash toki I_{pay} o'tganda detallar ularning o'zaro erish zonasi paydo bo'lguncha qiziydi. Bu zona o'zak (yadro) deb ataladi. Payvandlash joyi (zonasi) qiziganda detallarning bir-biriga tegish joyida (o'zak atrofida) metall plastik deformatsiyalanadi. Bu joyda zichlovchi belbog' hosil bo'lib, u suyuq metallni chayqalib to'kilishdan va atrof havosidan ishonchli tarzda himoyalaydi. Shu bois payvandlash joyini maxsus himoyalash talab qilinmaydi. Tok uzib qo'yilgandan so'ng, o'zakning erigan metali tez kristallanadi va biriktirilayotgan detallar orasida metall bog'lanishlar vujudga keladi. Shunday qilib, nuqtali payvandlashda detallarning birikishi metallning erishi bilan sodir bo'ladi.



1.2.1 - rasm. Kontaktli nuqtali payvandlash sxemasi:

1 – payvandlanayotgan detallar; 2 – elektrodlar; 3 – transformator; 4 – o'zak;
5 – zichlovchi belbog'.

Nuqtali payvandlashda detallar 50 Hz sanoat chastotali o'zgaruvchan tok impulslari bilan, shuningdek o'zgarmas yoki unipolyar tok impulslari bilan qizdiriladi.

Nuqtali payvandlashda payvand chok to'rt bosqichda hosil bo'ladi.

Birinchi tayyorgarlik (siqish) *bosqichida* payvandlanadigan yuzalar muayyan kuch ta'sirida bir-biriga tegadi. Tegish joylaridagi mikronotekisliklar deformatsiyalanadi va oksid pardalari yemiriladi. Tegish qarshiliklari kamayadi va barqarorlashadi, birikma payvandlash tokini ulashga tayyorlanadi.

Ikkinchi bosqich payvandlash toki ulangan paytdan boshlanib, quyma o'zakning eriy boshlashi bilan nihoyasiga yetadi. Mazkur bosqich vaqtida metall qiziydi va birikish joyida kengayadi. Metall qizishi bilan plastik deformatsiyalar ortadi, bu deformatsiyalar ta'sirida metall tirqishga siqib chiqariladi va belbog' hosil bo'lib, u o'zakni zichlaydi.

Uchinchi bosqich erigan zona paydo bo'lishidan va uning quyma o'zakning nominal diametrigacha kattalatishidan boshlanadi. Bu bosqichda oksid pardalari bo'linib va yemirilib, o'zakning erigan metalida aralashadi. Elektr-dinamik kuchlarning ta'sir ko'rsatishi ushbu jarayonga yordam beradi va suyuq metall jadal aralashishiga hamda turli xil metallarni payvandlashda o'zakning tarkibi tekislanishiga olib keladi. Bunday aralashishda oksid pardalar va iflosliklarning erimaydigan zarralari erigan metall chetida to'planadi.

To'rtinchi bosqich tok uzib qo'yilgan paytdan boshlanadi. Ushbu bosqich vaqtida metall soviydi va kristallanadi hamda payvandlash joyi cho'kichlanadi.

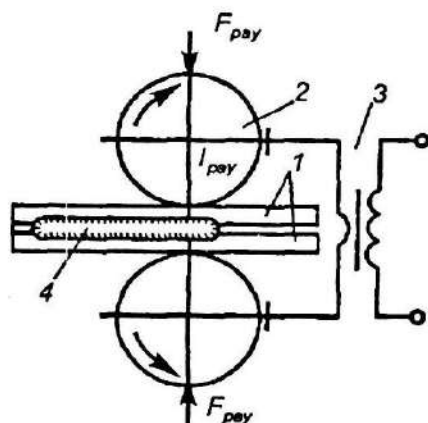
Nuqtali payvandlash qo'llaniladigan sohalar. Nuqtali payvandlash shtamplab-payvandlab yasaladigan konstruksiyalarni tayyorlashda keng qo'llaniladi. Bunday konstruksiyalarda listdan shtamplab yasalgan ikki va undan ortiq detallar biki uzellarga payvandlanadi (masalan, yengil avtomobilning poli va kuzovi, yuk avtomobilning kabinasi va b.).

Sinchli konstruksiyalar (chunonchi yo'lovchi tashish vagonining yondorlari va tomi, kombayn bunker, samolyot uzellari va b.) odatda nuqtalar tarzida payvanaladi.

Nuqtali payvandlash nisbatan yupqa metallardan uzellar tayyorlashda yaxshi natijalar beradi. Nuqtali payvandlash qo'llaniladigan muhim soha elektr-vakuum texnikasida, asbobsozlik va boshqa sohalarda yupqa detallarning biriktirishidir.

1.2.3. Chokli kontaktli payvandlash

Chokli payvandlash bir-birni berkitib turuvchi nuqtalar qatorini hosil qilish yo'li bilan zich birikma (chok) olish usulidir. Bunda aylanuvchi disksimon elektrodlar - roliklar yordamida tok keltiriladi va detallar siljiriladi. Nuqtali payvandlashda bo'lgani kabi detallar ustma-ust yig'iladi va payvandlash tokining qisqa muddatli impulslari bilan qizdiriladi. Nuqtalarning bir-birini berkitib turishiga tok impulslari o'rtasidagi to'xtam (pauza)ni va roliklarning aylanish tezligini tegishlicha tanlash orqali erishiladi.



1.2.2-rasm. Kontaktli chokli payvandlash sxemasi:

1 – payvandlanayotgan detallar; 2 – roliklar; 3 – transformator; 4 – o'zak.

Chokli payvandlashning uzlukli, uzluksiz va qadam-baqadam turlari bo'ladi.

Roliklar yordamida uzluksiz payvandlashda payvandlanayotgan detallar o'zgarmas tezlikda uzluksiz harakatlanadi. Bunda payvandlash toki uzluksiz ulangan bo'ladi.

Roliklar yordamida uzlukli payvandlashda qisqa muddatli tok impulslari (t_i) to'xtamlar (t_T) navbatlashib keladi va detallar uzluksiz harakatlanadi.

Roliklar yordamida qadam-baqadam payvandlashda payvandlash toki ulangan paytda roliklar vaqtincha to'xtaydi - detallar harakatlanmaydi, bu esa roliklarning yeyilishini, qoldiq, zo'riqlashlarni va darzlar hamda kavaklar paydo bo'lishiga moyillikni kamaytirish imkonini yaratadi.

Chokli payvandlashda detallar ko'pincha ustma-ust yig'iladi va payvandlanadi. Ammo ayrim hollarda chokli uchma-uch payvandlashdan ham foydalaniladi, bu hol birikmalarning siklik mustahkamligi yuqoriroq bo'lishini ta'minlaydi. Bunda payvalanayotgan detallar to'laroq, erishi uchun folgadan yasalgan ustqo'ymalardan foydalaniladi.

1.2.4. Relyefli payvandlash

Relyefli payvandlashni kontaktli payvandlashning bir turi sifatida ta'riflash mumkin. Bunda bo'lg'usi payvand birikma joyidagi tokning zarur zichligi elektrodning ish yuzasi bilan emas, balki payvandlanadigan buyumlarning tegishli shakli bilan hosil qilinadi. Buyumning bu shakli sun'iy ravishda, turli shakldagi mahalliy chiqiqlar (relyeflar) olish yo'li bilan hosil qillinadi. Birikmaning konstruktiv xususiyatlariga muvofiq buyumning shakli tabiiy bo'lishi ham mumkin.

Relyefli payvandlashda biriktiriladigan detallar bir vaqtning o'zida bitta yoki bir necha nuqtada yoki butun tegish yuzasi bo'yicha payvandlanadi, bu detallarning birida maxsus tayyorlangan chiqiqlar (relyeflar)ga yoki payvandlanadigan detallarning payvandlanadigan joyi shakliga bog'liq.

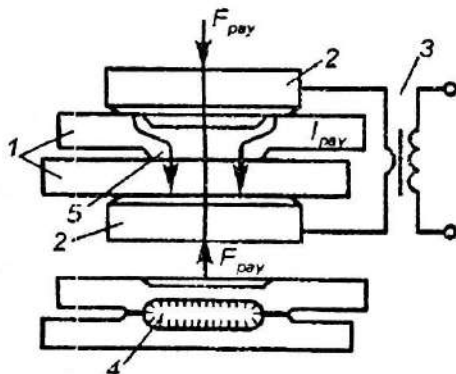
Payvandlash toki ulangandan so'ng payvandlash joyida tok miqdori juda ko'payadi va metall tez qiziydi. Bu hol plastik deformatsiyalar jadal kattalashuviga olib keladi.

Relyefli payvandlashda payvand birikma quyma o'zak hosil bo'lishi bilan yoki qattiq fazada shakllanadi.

Payvandlashning mazkur usulida, qoidaga ko'ra, agar mashinaning bir yurishida bir necha payvand birikmalar yoki katta yuzali bitta birikma hosil bo'lsa, jarayonning unumdorligi ortadi.

Ba'zi hollarda ushbu usuldan foydalanish payvand birikmaning tashqi ko'rinishini yaxshilash, payvandlash qo'llaniladigan sohalarni kengaytirish, eritib payvandlashning tejamliligi kam usullarini boshqasi bilan almashtirish va elektrodning chidamliligini oshirish imkonini beradi.

Bir yo'la bir qancha (10–15 tagacha) nuqtalar tushirib relyefli payvandlash eng samaralidir. Zalvorli elektrodlar vositasida barcha relyeflar bo'yicha siqilgan detallar qiziydi. Siqish kuchi ta'sirida chiqiqlar bir vaqtning o'zida cho'kadi. Ichki tegish joyida (kontaktda) me'yordagi o'lchamli quyma o'zak yuzaga keladi. Shunday qilib, bir sikl ichida qo'shimcha belgilanmagan va nuqtalari berilgan tarzda joylashgan ko'p nuqtali payvand chok hosil bo'ladi.



1.2.3-rasm. Relyefli payvandlash sxemasi:

1 – payvadanayotgan detallar; 2 – tok keltiruvchi elektrodlar; 3 – transformator; 4 – o'zak; 5 – relyef.

Relyefli payvandlashning afzal jihatlari:

- mashinaning bir yurishida bir necha nuqtalar bir yo'la payvandlanadi, bu esa mehnat unumdorligini oshiradi. Bir vaqtning o'zida payvandlanadigan nuqtalar soni uskunaning elektrodlarda zarur payvandlash toki va kuchini hosil qilish imkoniyatiga bog'liq (yupqa po'latlarda bir yo'la 20 tagacha relyef payvandlanadi):

- payvand birikmlar ko'p elektrodli mashinalarda nuqtali payvandlashga list metallardan yasalgan kichikroq o'lchamli detallarni payvandlashga qaraganda ixchamroq joylashadi;

- relyeflar nuqtali payvandlashdagiga nisbatan kichikroq oraliqda (kichikroq qadam bilan) va payvandlanayotgan detallarning chetiga yaqinroq joylashadi. Shu tufayli tayanch yuzasi kichik bo'lgan, list po'latdan tayyorlangan detallarga turli mahkamlash detallarini bir necha joyidan payvandlab qo'yish (privarka) uchun relyefli payvandlashdan foydalanish imkoni bo'ladi;

- nuqtalar oldindan relyeflar bilan belgilab qo'yilgan joylarda joylashadi. Payvandlash izlarining kamligi (kichikligi) birikmaning tashqi ko'rinishini yaxshilaydi;

- 1:6 va bundan katta nisbatli list metallarni payvandlash mumkin;

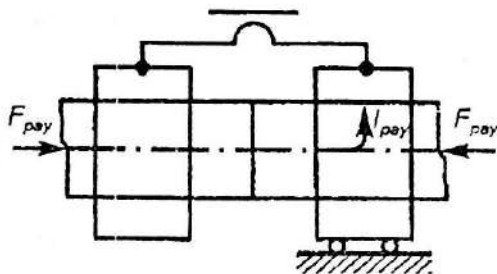
- yuzasi oksidlangan list po'latlar yaxshi payvandlanadi, chunki relyeflarni shtamlash va katta bosim oksid pardalarini qisman yemiradi, tegish (kontakt) qarshiligini kamaytiradi hamda barqarorlashtirada;

- relyefli payvandlash uskunalari ko'p elektrodli nuqtali payvandlash mashinalariga nisbatan soddaroq.

Relyefli payvandlash qo'llaniladigan sohalar. Relyefli payvandlash har xil mayda mahkamlash detallari, vtulkalar, skobalar, o'qlar va shu kabilarni list po'latdan yasalgan yirikroq buyumlar bilan biriktirish uchun eng ko'p qo'llaniladi. Relyeflar odatda mayda detallarda ularni tayyorlash jarayoni bilan bir vaqtda sovuqlayin hosil qilinadi. Ularning umumiy yuzasi kattalashishi bilan payvand birikmaning mustahkamligi ham mos ravishda ortadi. Halqasimon relyefli buyumlarda zich (germetik) birikmalar hosil qilish mumkin.

1.2.5. Uchma-uch payvandlash

Uchma-uch payvandlash deb, kontaktli payvandlashning shunday turi aytiladiki, bunda payvandlash detallarning birlashtiriladigan butun yuzasi, butun uchma-uch birikish joyi bo'yicha amalga oshiriladi.



1.2.4-rasm. Uchma-uch payvandlash sxemasi.

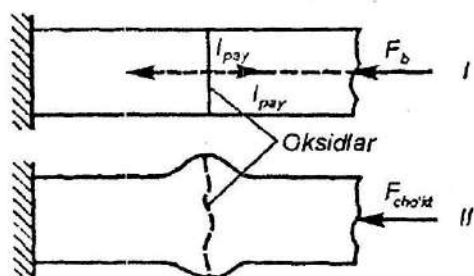
Payvandlash uchun detallar qisish qurilmasi yordamida pastki tok o'tkazuvchi elektrodلarga siqiladi. Bu elektrodلar kontaktli payvandlash mashinasi transformatori ikkilamchi chug'amining har xil ishorali qutblari hisoblanadi. Tokni almashlab ulagich yordamida transformatorning ikkilamchi chulg'am i zanjirini tutashtirib, qarshilikka keltirilgan detallar orqali katta kuchli tok o'tkaziladi. Shunda ikki detalning tegish qarshiligi evaziga jadal ajralib chiqayotgan issiqlik payvandlanayotgan yuzalarning metallning erish haroratiga yaqin haroratgacha tez qizishini ta'minlaydi. Detallar talab etilgan darajada qizigandan keyin cho'ktirish qurilmasi yordamida bosiladi.

Yuqori harorat va bosimning birgalikdagi ta'siri payvandlanayotgan qismlar materialidan umumiy kristall panjara hosil bo'lishi tufayli detallar payvandlanishini ta'minlaydi.

Uchma-uch payvandlash bajarilish usuliga qarab ikki asosiy turga ajratiladi:

1) Qarshilik bilan uchma-uch payvandlash.

Qarshilik bilan uchma-uch payvandlashda detallar avval F_b kuch bilan siqiladi va payvandlash transformatori tarmoqqa ulanadi. Detallar orqali payvandlash toki I_{pay} o'tadi va detallarning uchma-uch birikish joylari erish haroratiga yaqin haroratgacha asta-sekin qiziydi. Keyin payvandlash toki uzib qo'yiladi va cho'ktirish kuchi keskin oshiriladi, shunda ular uchma-uch birikish joyida deformatsiyalanadi. Bunda payvandlash joyidan sirtidagi pardalarning bir qismi siqilib chiqadi, fizik kontakt shakllanadi va birikma hosil bo'ladi.



1.2.5-rasm. Qarshilik bilan uchma-uch payvandlashda birikma hosil bo'lish sxemasi (F_b – kuch; $F_{cho'kt}$ – cho'ktirish kuchi).

Qarshilik bilan uchma-uch payvandlashda birinchi tayyorgarlik bosqichida detallar katta kuch ta'sirida bir-biriga tegadi. — qo'ndirilish.

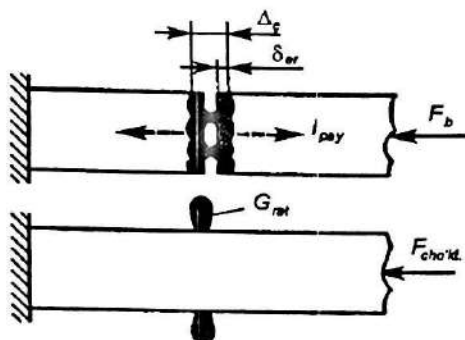
Ikkinchi bosqichda tok ulanib, birikmaning yon yuzalari asosiy metallning erish harorati T_{erish} ning (0,8–0,9) qismi qizdiriladi. Metallning tutash qismlari ma'lum chuqurlikkacha qiziydi va birgalikda plastik deformatsiyalanish sodir bo'ladi. Payvandlashning ayni usulida plastik deformatsiya vaqtida yon yuzalardan oksidlarning bir qismi siqilib chiqadi. Bu paytda atomlarning termik faollashuvi o'zaro ta'sirning aktiv markazi yuzaga kelishiga va qattiq fazada payvand birikmaning uzil-kesil shakllanishiga yordam beradi.

Detallarni uchidagi pardalari payvand birikma hosil bo'lishiga katta ta'sir ko'rsatadi. Qizdirish vaqtida havo qizdirilayotgan uchlarga deyarli qarshiliksiz kirib, ularni oksidlaydi va atomlararo bog'lanishlar yuzaga kelishiga to'sqinlik qiladi. Mazkur usulning ayrim turlarida qo'llaniluvchi payvandlash joyini himoyalash oksidlanish jarayonlarini sekinlashtiradi. Qarshilik bilan uchma-uch payvandlashda birikish joyida odatda oksidlarning bir qismi qolib ketadi, ular birikmaning sifatini yomonlashtiradi;

2) Eritib uchma-uch payvandlash.

Eritib uchma-uch payvandlashda dastlab detallarga payvandlash transformatoridan kuchlanish beriladi, keyin ular bir-biriga yaqinlashtiriladi. Detallar bir-biriga tekkanda tokning zichligi kattaligi tufayli tegish joyining ayrim joylaridagi metall tez qiziydi va portlashsimon yemiriladi. Tegish joylari, ya'ni ulagichlar uzluksiz

hosil bo'lishi va yemirilishi, ya'ni uchlarning erishi hisobiga detallarning uchlari qiziydi. Jarayon oxiriga kelib, uchlarda uzluksiz yuq, metall qatlami yuzaga keladi. Bu paytda yaqinlashtirish tezligi cho'ktirish kuchi keskin oshiriladi; uchlari bir-biriga tutashadi, yuq metallning ko'p qismi sirdagi pardalar bilan birga payvandlash joyidan siqilib chiqib, qalinlashgan joy - grat hosil qiladi. Payvandlash toki cho'ktirish vaqtida o'z-o'zidan uziladi.



1.2.6-rasm. Eritib uchma-uch payvandlashda birikma hosil bo'lish sxemasi (F_b – boshlang'ich kuch; $F_{cho'ktirish}$ – cho'ktirish kuchi; δ_{er} – erigan metall qatlami).

Eritib uchma-uch payvandlashda birinchi bosqichda detallarning uchlari faqat elektr kontakt uchun yetarli bo'lgan kichikroq kuch bilan bir-biriga tekkiziladi. Ikkinchi bosqichda payvandlash joyi qizdiriladi va eritiladi. Uchlari avval qattiq holatda tekkiziladi, keyin esa eritilgan metall ulagichlar ko'rinishda tegadi, bu ulagichlar vaqti-vaqtida yemiriladi. Eritib qizdirishda uchlarning harorati erish haroratiga yaqin bo'ladi. Katta kesimli detallar bu bosqichdan oldin uchlari qisqa muddat tutashtirish yo'li bilan yoki torets induktori orqali yuqori chatotali tok (YUCHT) bilan biroz qizdiriladi. Uchinchi bosqichda cho'ktirish amalga oshiriladi. Uchlari bir-biriga tez yaqinlashtirilganda uchlarni berkitib turuvchi erigan metall pardalari umumiy suyuq yupqa qatlama birlashadi va suyuq fazada umumiy bog'lanishlar vujudga keladi. Cho'ktirish va plastik deformatsiyalash davom ettirilganda suyuq metall tirqishdan siqilib chiqadi hamda birikma

endi qattiq fazada uzil-kesil shakllanadi. Ergan metallning bir qismi siqilib chiqmasdan qolib ketishi mumkin va bu joyda payvand birikma birgalikda kristallanish natijasida hosil bo'ladi. Eritib payvandlashda oksid pardalarini yo'qotish ancha oson. Ularning ko'p qismi yuzada erigan metall holatida bo'lib, detallar uchlarini qoplab turadi va cho'ktirish chog'ida erigan metall bilan birga chiqib ketadi.

Eritib uchma-uch payvandlash usuli payvandlanadigan detallar ko'ndalang kesimining materiali, katta-kichikligi va shakliga qarab, shuningdek, mavjud uskunalarni hamda birikmaning sifatiga qo'yiladigan talablarni inobatga olgan holda tanlanadi:

- qarshilik bilan payvandlash orqali asosan kichikroq kesimli (ko'pi bilan 250 mm^2) detallar biriktiriladi;

- kesimi 1000 mm^2 gacha bo'lgan detallar uzluksiz eritib payvandlanadi (erish jarayoning o'z-o'zidan rostlanishi yomon bo'lgani uchun bundan katta kesimli detallarni bu usulda payvandlab bo'lmaydi);

- biroz qizdirgan holda eritib qarshilik bilan payvandlash $5000-10000 \text{ mm}^2$ li kesimlar bilan chegaralanadi. Kesimi 10000 mm^2 dan katta detallar payvandlash transformatorining kuchlanishi va harakatlanuvchi qisqichni uzatish tezligi dastur bilan boshqariluvchi mashinalarda uzluksiz eritib payvandlanadi.

Uchma-uch payvandlash qo'llaniladigan sohalar. Kontaktli uchma-uch payvandlash quyidagi hollarda keng qo'llaniladi:

- prokatdan uzun buyumlar (qozonlarning qizish yuzasidagi quvurdan ishlangan zimeyeviklar, temir yo'l relslari, temir-beton armaturasi, uzluksiz prokatlash sharoitida tanavorlar) olish uchun;

- oddiy tanavorlardan murakkab detallar (uchish apparatlari shassilarining qismlari, tortqilar, vallar, avtomobillarning kardanli vallari va b.) tayyorlash uchun;

- tutash shakldagi murakkab detallar (avtomobil gildiraklarining to'g'inlari, reaktiv dvigatellarning birklik chambaraklari, shpangoutlar, zanjirlar bo'g'inlari va b.) yasash uchun;

- legirlangan po'latlarni tejash maqsadida (asbobning ish qismi tezkesar po'latdan, quyruq qismi esa uglerodli yoki kam legirlangan po'latdan ishlanadi).

Tekshirish uchun savollar

1. Kontaktli payvandlashning mohiyat nimadan iborat?
2. Kontaktli payvandlash jarayonlarini qaysi parametrlariga ko'ra tasniflash mumkin?
3. Nuqtali kontaktli payvandlashning mohiyatini aytib bering.
4. Nuqtali kontaktli payvandlash qaysi sohalarda qo'llaniladi?
5. Chokli payvandlash jarayonlarini qaysi parametrlariga ko'ra tasniflash mumkin?
6. Relyefi payvandlashning mohiyati nimadan iborat?
7. Relyefli payvandlash qaysi sohalarda qo'llaniladi?
8. Relyefli payvandlashning qanday afzalliklari bor?
9. Qarshilik bilan uchma-uch payvandlashda birikma hosil qilish qanday bosqichlarni o'z ichiga oladi?
10. Eritib uchma-uch payvandlashning mohiyatini aytib bering.
11. Uchma-uch payvandlash usuli qanday parametrlarga qarab tanlanadi?
12. Uchma-uch payvandlash qaysi sohalarda qo'llaniladi?

1.3. KONTAKTLI PAYVANDLASHDAGI ELEKTR QARSHILIK

1.3.1. Kontaktli payvandlashda issiqlik manbalari

Kontaktli payvandlashda detallar payvandlash joyi orqali o'tkaziladigan elektr toki bilan qizdiriladi.

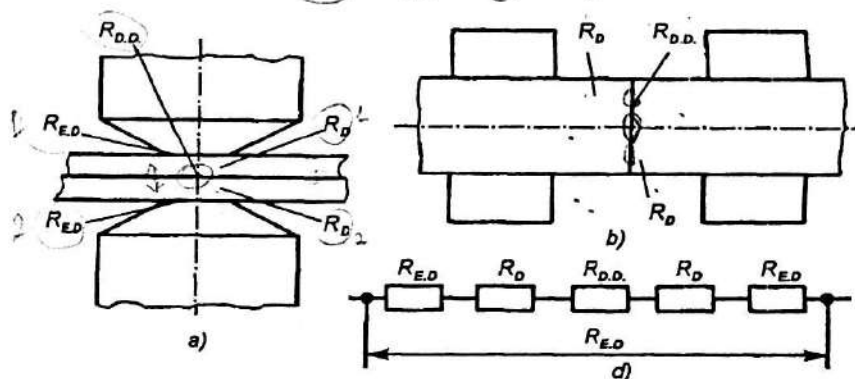
Joul-Lens qonuniga muvofiq, elektr zanjirining aktiv qarshilik R_{EE} li elektrodlar orasidagi qismida Q_{EE} issiqlik ajralib chiqadi, shu tufayli metall payvandlash joyida zarur haroratgacha qiziydi.

Payvandlashda issiqlik ajralish sharoiti uzluksiz o'zgarib turadi, chunki R_{EE} va I_{pay} o'zgaradi, shu bois Joul-Lens qonuni ushbu hol uchun differensial shaklda ifodalanadi:

$$Q_{EE} = \int_0^{t_{pay}} I_{pay}^2(t) R_{EE}(t) dt.$$

Nuqtali va chokli payvandlash uchun R_{EE} detal - detal R_{DD} elektrod - detal R_{ED} tegish qarshiliklari va detallar metallining o'z qarshiligi R_D dan iborat bo'ladi:

$$R_{EE} = R_{DD} + 2R_{ED} + 2R_D.$$



1.3.1-rasm. Payvandlash joyining umumiy qarshiligi:

a – nuqtali payvandlashda; b – uchma-uch payvandlashda; d – payvandlash joyining ekvivalent elektr zanjiri.

Uchma-uch payvandlashda qiymati kichikligi va tegish joyidan ancha uzoqdaligi uchun R_{ED} qarshilik umumiy qarshilikda hisobga olinmaydi:

$$R_{EF} = R_{ED} + 2R_L$$

Kontaktli payvandlashda qizdirishning o'ziga xos xususiyatlari:

- 1) aktiv qarshilik nisbatan uncha katta bo'lmaydi; — $n \sim 10^{-4} \Omega$;
- 2) tegish qarshiligi mavjud bo'ladi;
- 3) qizish vaqtida issiqlik elektrodlar va atrofdagi metall orqali jadal chiqib ketadi;

4) tok o'tadigan kesim ancha o'zgarib turadi.

Qizish sharoitiga harorat ko'tirilishi, qattiq eritmalar hosil bo'lishi yoki parchalanishi, plastik deformatsiya, sirtqi effekt va hokazolar oqibatida metallning solishtirma qarshiligi o'zgarishi ham ta'sir ko'rsatadi.

Kontaktli payvandlashda umumiy qizishga Pelte effekti ta'sir qiladi. Effektning mohiyati quyidagilardan iborat: metallarda elektronlarning o'rtacha energiyasi har xil bo'ladi va uning qizishda o'zgarishi ham turlicha bo'ladi. Bu energiya qattiq, toza erigan holatdagi metallarda har xil bo'ladi. Agar har xil yoki qattiq yoxud erigan holatdagi metallarning tegish joyi (kontakt) orqali elektr toki o'tkazilsa, u holda elektronlarning o'rtacha energiyasiga qarab tegish joyida issiqlik yutiladi yoki ajralib chiqadi.

Pelte issiqligi I_{pay} va t_{pay} ga mutanosib bo'ladi. Bu issiqlikning energiya umumiy balansidagi ulushi odatda 5–10 % dan ortmaydi.

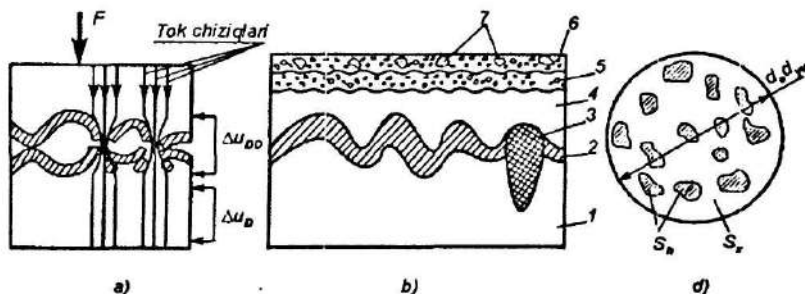
1.3.2. Tegish qarshiliklari

Tegish qarshiliklari detal-detal va elektrod-detal tegish joylarining tor sohasida to'plangan qarshiliklardir.

Tegish qarshiliklari mavjudligini P kuch bilan siqilgan metall detallar orqali kichik tok o'tkazib va tegish joyi sohasida hamda detallarning o'zida bir xil uzunlikdagi qismlarda kuchlanishning pasayishini o'lchab aniqlash mumkin.

Bunda $\Delta U_{\Sigma} > \Delta U_D$ ($\Delta U = IR$) bo'ladi. Tegish qarshilik-larining mavjudligi detallar va elektrodning yuzalari notekisligi tufayli,

shuningdek, elektr tokini o'tkazmaydigan har xil sirtqi hosilalar: oksid hamda gidrooksid pardalari, shimilgan namlik, moylar, korroziya mahsullari, chang va shu kabilar tufayli elektr kontakt yuzining cheklanganligi bilan bog'liqdir.



1.3.2-rasm. Tegish qarshiligi hosil bo'lish sxemasi:

- a* – sovuq detallar bir-biriga tegadigan joyida tokning taqsimlanishi;
b – jismlar yuzasining tuzilishi: 1 – metall; 2 – oksid va gidroksid pardalari;
 3 – korroziya mahsullari; 4 – shimilgan namlik; 5 – moy; 6 – singigan gazlar;
 7 – chang; *d* – mikrotegish joylarining taqsimlanishi.

Shu sababli detallar qizigunga qadar tegish joyi (kontakt) ning haqiqiy yuzi (S_h) tegish joyining kontur yuzi (S_k) dan ancha kichik bo'ladi. Tegish joyini kontur yuzi elektrodning diametri d_E yoki plastik belbog'ning diametri d_b ga bog'liq bo'ladi. Bunday sharoitda tok ayrim mikrotegish joylari orqali o'tadi (S_h), bu esa elektr toki chiziqlarining qiyshayishi va muayyan joyda zichlanishiga olib keladi. Detailar yuzasi holatining tegish qarshiligiga ta'siri juda katta bo'ladi. Masalan, 3 mm qalinlikdagi kam uglerodli po'latdan yasaliib, turlicha ishlov berilgan, elektrodlar $d_E=10$ mm yordamida $2kN$ kuch bilan siqilgan ikkita plastinaning tegish qarshiligi (o'lchash natijalariga ko'ra) quyidagilarni tashkil qilgan ($mk\Omega$): $R_{DD}=?$

xurushlangan plastinalarniki – 300;

jilvirlash doirasi bilan tozalangan va silliqilgan plastinalarniki – 100;

keskich bilan ishlangan plastinalarniki – 1200;

qasmoq bilan qoplangan plastinalarniki – 80 000;

Uchma-uch payvandlashda qiymati kichikligi va tegish joyidan ancha uzoqdaligi uchun R_{ED} qarshilik umumiy qarshilikda hisobga olinmaydi:

$$R_{EF} = R_{ED} + 2R_L$$

Kontaktli payvandlashda qizdirishning o'ziga xos xususiyatlari:

- 1) aktiv qarshilik nisbatan uncha katta bo'lmaydi; — *ni mas?*
- 2) tegish qarshiligi mavjud bo'ladi;
- 3) qizish vaqtida issiqlik elektrodlar va atrofdagi metall orqali jadal chiqib ketadi;

- 4) tok o'tadigan kesim ancha o'zgarib turadi.

Qizish sharoitiga harorat ko'tirilishi, qattiq eritmalar hosil bo'lishi yoki parchalanishi, plastik deformatsiya, sirtqi effekt va hokazolar oqibatida metallning solishtirma qarshiligi o'zgarishi ham ta'sir ko'rsatadi.

Kontaktli payvandlashda umumiy qizishga Pelte effekti ta'sir qiladi. Effektning mohiyati quyidagilardan iborat: metallarda elektronlarning o'rtacha energiyasi har xil bo'ladi va uning qizishda o'zgarishi ham turlicha bo'ladi. Bu energiya qattiq, toza erigan holatdagi metallarda har xil bo'ladi. Agar har xil yoki qattiq yoxud erigan holatdagi metallarning tegish joyi (kontakt) orqali elektr toki o'tkazilsa, u holda elektronlarning o'rtacha energiyasiga qarab tegish joyida issiqlik yutiladi yoki ajralib chiqadi.

Pelte issiqligi I_{pay} va t_{pay} ga mutanosib bo'ladi. Bu issiqlikning energiya umumiy balansidagi ulushi odatda 5–10 % dan ortmaydi.

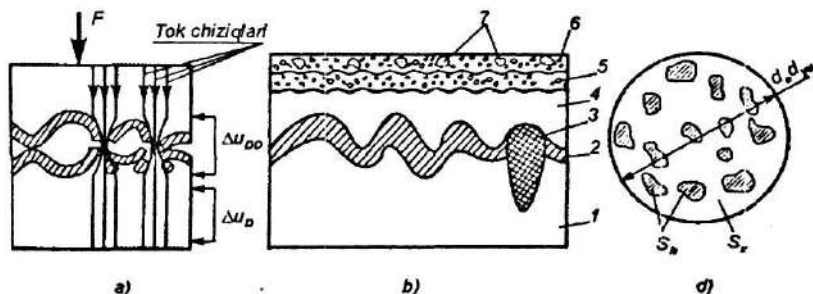
1.3.2. Tegish qarshiliklari

Tegish qarshiliklari detal-detal va elektrod-detal tegish joylarining tor sohasida to'plangan qarshiliklardir.

Tegish qarshiliklari mavjudligini P kuch bilan siqilgan metall detallar orqali kichik tok o'tkazib va tegish joyi sohasida hamda detallarning o'zida bir xil uzunlikdagi qismlarda kuchlanishning pasayishini o'lchab aniqlash mumkin.

Bunda $\Delta U_{DE} > \Delta U_D$ ($\Delta U = IR$) bo'ladi. Tegish qarshilik-larining mavjudligi detallar va elektrod-larning yuzalari notekisligi tufayli,

shuningdek, elektr tokini o'tkazmaydigan har xil sirtqi hosilalar: oksid hamda gidrooksid pardalari, shimilgan namlik, moylar, korroziya mahsullari, chang va shu kabilar tufayli elektr kontakt yuzining cheklanganligi bilan bog'liqdir.



1.3.2-rasm. Tegish qarshiligi hosil bo'lish sxemasi:

- a - sovuq detallar bir-biriga tegadigan joyida tokning taqsimlanishi;
 b - jismlar yuzasining tuzilishi: 1 - metall; 2 - oksid va gidroksid pardalari;
 3 - korroziya mahsullari; 4 - shimilgan namlik; 5 - moy; 6 - singigan gazlar;
 7 - chang; d - mikrotegish joylarining taqsimlanishi.

Shu sababli detallar qizigunga qadar tegish joyi (kontakt) ning haqiqiy yuzi (S_h) tegish joyining kontur yuzi (S_k) dan ancha kichik bo'ladi. Tegish joyini kontur yuzi elektrodning diametri d_E yoki plastik belbog'ning diametri d_b ga bog'liq bo'ladi. Bunday sharoitda tok ayrim mikrotegish joylari orqali o'tadi (S_h), bu esa elektr toki chiziqlarining qiyshayishi va muayyan joyda zichlanishiga olib keladi. Detallar yuzasi holatining tegish qarshiligiga ta'siri juda katta bo'ladi. Masalan, 3 mm qalinlikdagi kam uglerodli po'latdan yasaliib, turlicha ishlov berilgan, elektrodlar $d_E=10$ mm yordamida 2kN kuch bilan siqilgan ikkita plastinaning tegish qarshiligi (o'lchash natijalariga ko'ra) quyidagilarni tashkil qilgan (mkΩ): $R_{DD} \sim$.

xurushlangan plastinalarniki - 300;

jilvirlash doirasi bilan tozalangan va silliqilgan plastinalarniki - 100;

keskich bilan ishlangan plastinalarniki - 1200;

qasmoq bilan qoplangan plastinalarniki - 80 000;

zang va qasmoq bilan qoplangan plastinalarniki – 300 000.

Siqish kuchi F_{pay} ning ortishi plastik deformatsiyalarga, oksid pardalaring yemirilishi va R_{EE} ning kamayishiga olib keladi.

Sovuq detallar tegish qarshiligining siqish kuchi F_{pay} ga bog'liqligi ayrim hollarda empirik formula yordamida baholanadi:

$$R_{\text{DD}} = \frac{R_{\text{DD}0}}{F^a}, \quad ?$$

bu yerda: R_{DD} – o'zgarmas koeffitsient bo'lib, u po'lat uchun $(5-6) \cdot 10^{-3}$ ga va aluminiiy qotishmalari uchun $(1-2) \cdot 10^{-3}$ ga teng; a – daraja ko'rsatkichi bo'lib, u po'lat uchun 0,7 ga hamda aluminiiy qotishmalari uchun 0,8 ga teng.

Po'lat namunalari uchun: $R_{\text{ED}} \approx 0,5 R_{\text{DD}}$.

[Payvandlash joyi qizdirilganda mikrochiziqlarning plastik deformatsiyalanishi avj oladi, oksid pardalari yemiriladi va tegish qarshiliklari tezda (bir necha millisekund ichida) deyarli nolgacha kamayadi. Po'latlarni payvandlashda bu hodisa 600°C haroratdayoq, aluminiiy qotishmalarini payvandlashda esa chamasida 350°C dayoq, ro'y beradi.] – 1 to'liq

Qarshilik bilan uchma-uch payvandlashda tegish qarshiligi R_{DD} nuqtali va chokli payvandlashdagi tegish qarshiligiga o'xshashdir.

Uchma-uch payvandlashda tegish joyida ajralib chiqadigan issiqlik umumimiy balansda 15 % dan oshmaydi. Ammo tegish qarshiligi tez yo'qolgandan so'ng bu joyda qizigan metall zonasi qoladi, u jadal ravishda issiqlik hosil qilishda davom etadi. Rejimning qattiqligi ortishi bilan payvandlash joyida tegish qarshiligining qizishga ta'siri ortadi, chunki tegish qarshiligining mavjud bo'lish vaqti payvandlash tokining umumiy o'tish vaqtiga nisbatan ancha ortadi.

Eritib uchma-uch payvandlashda tegish qarshiligi R_{DD} tirqishdagi Δ_{er} ulagichlarning o'lchami va soniga bog'liq bo'lib, bir vaqtda mavjud bo'ladigan ulagichlar soni va kesimi ortim bilan kamayadi. Payvandlanayotgan detallarning uchlari orasida erigan metallning tegish ulagichlari hosil bo'lib, aynan ular qarshilikni yuzaga keltiradi. Ularning o'lchamlari payvandlanayotgan detallarning kesimi kattalashishi hamda erish tezligi ortishi bilan kattalashadi.

Tegish qarshiligi ushbu empirik formula yordamida hisoblab topiladi:

$$R_{UD} = R_{erish} = 9500 \frac{k_1}{j^3 \sqrt{S^2 v_{erish}}} \text{ mk}\Omega,$$

*Formula
harakat uchun
uch qurilmalar*

bunda: k_1 – po‘latning xossalari hisobga oluvchi koeffitsient, u uglerodli va kam uglerodli po‘latlar uchun 1 ga, austenitli po‘latlar uchun 1,1 ga teng;

S – payvandlanadigan detallar kesimi, sm^2 ;

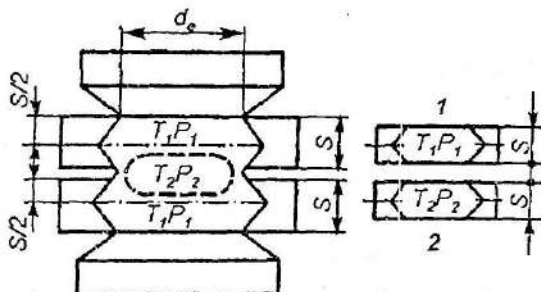
v_{erish} – erish tezligi, sm/s ;

j – hamma kesimlarga hisobotlangan tok zichligi, A/mm^2 .

Bu tegish qarshiligining qiymati boshqa usullardagiga qaraganda kattaroq bo‘lib, 100–2500 $\text{mk}\Omega$ ni tashkil etadi va deyarli butun payvandlash jarayoni mobaynida mavjud bo‘ladi.

1.3.3. Detallarning o‘z qarshiligi

O‘zining qarshiligi deganda, detalning hajnida muayyan tarzda taqsimlangan qarshilik tushuniladi. Ushbu qarshilik orqali tok o‘tganda unda issiqlikning asosiy miqdori ajralib chiqadi.



1.3.3-rasm. Payvandlash sikli oxiridagi elektr qarshilikni ($R_{EE} = 2R_D$) hisoblash sxemasi.

Tok ulangunga qadar (tegish joyining sovuq holati) S_H , d_K va mos ravishda $R_{D\text{aniq}}$ bo‘lmaydi, chunki S_H , d_K ning F_{pay} ga va yuzining holatiga umumiy bog‘liqligi mavjud bo‘lmaydi. Issiqlik jarayonlarini hisoblashda detallarning qarshiligini detallarni qizdirishning oxirida

(tegish joyining issik holati) qarab chiqish qulayroqdir. Hisoblashni soddalashtirish uchun, elektrod-detall tegish joyida $d_K = d_E$, detal-detall tegish joyida esa $d_K = d_b$ ekanini va d_E ning d_b dan kam farq qilishini hisobiga olib shartli ravishda $d_E = d_b$ deb qabul qilinadi. R_{DD} va R_{ED} nolga teng hamda $S_F = S_K$ deb ham qabul qilinadi.

Ko'rib chiqilayotgan qarshilik har biri qandaydir T_1 va T_2 haroratgacha qizdirilgan bir xil qalinlikdagi ikkita shartli plastina 1 va 2 ning qarshiliklari yig'indisidan iborat deb tasavvur qilinadi.

U holda izlanayotgan qarshilik ushbu formuladan aniqlanadi:

$$R_D = \frac{0,5 A_D K_P S (\rho_1 + \rho_2)}{(\pi d_E^2 / 4)}.$$

Detallarning solishtirma elektr qarshiliklari ρ_1 va ρ_2 metallning turiga, unga termomexanik ishlov berish turi hamda haroratga bog'liq. ρ_1 va ρ_2 ning qiymatlari ishlov ravishda T_1 va T_2 haroratlar uchun aniqlanadi. Kam uglerodli po'latdan tayyorlangan detallarni payvandlashda $T_1 = 1200^\circ\text{C}$ va $T_2 = 1500^\circ\text{C}$, qilib aluminiy qotishmalari uchun esa $T_1 = 450^\circ\text{C}$ hamda $T_2 = 630^\circ\text{C}$ qilib olinadi.

k_p koeffitsient detallarning notekis qizishini hisobga oladi. Po'latlar uchun $k_p = 0,85$, aluminiy va magniy qotishmalari uchun esa $k_p = 0,9$. A_D koeffitsient R_D/R_S nisbatga teng (R_S – metallning uzunligi va diametri d_E bo'lgan silindrsimon ustunchasi elektr qarshiligi). Bundan tashqari, A_D koeffitsient d_E/S nisbatga ham bog'liq. Bu nisbat qancha kichik bo'lsa, A_D shuncha kichik, R_D bilan R_S orasidagi farq, shuncha katta bo'ladi. 0,8–3 mm qalinlikdagi detallarni payvandlashda $A_D = 0,8$ bo'ladi.

Uchma-uch payvandlashda har qaysi uchastkada elektr qarshilik quyidagi umumiy formula yordamida taxminan aniqlanadi:

$$R_D = \frac{m \rho_1 l}{S},$$

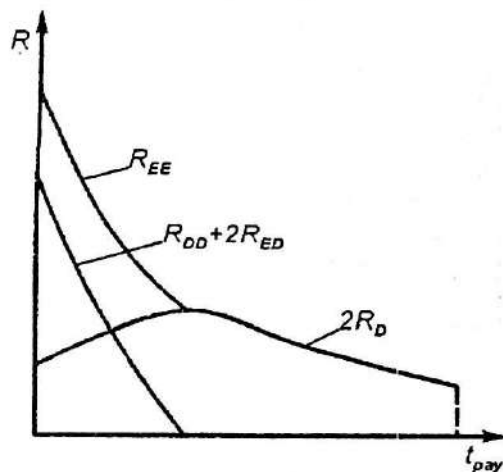
bunda: m – sirtqi effekt koeffitsienti bo'lib, u ferromagnit o'zgarish haroratigacha (po'lat uchun 768°C) uglerodli po'latdan ishlangan 20 mm dan qalin detallar uchun ortib boradi;

ρ_1 – qizish haroratidagi solishtirma elektr qarshilik;

l – harorati teng uchastkaning uzunligi.

1.3.4. Payvandlash joyidagi umumiy qarshilik

Qizdirish mobaynida payvandlash joyida issiqlik ajralib chiqishi elektrodlar orasidagi qism R_{EE} qarshiligida yuz beradi. Nuqtali payvandlash uchun bu qarshilik birinchi davrda tegish qarshiliklari kamayishi oqibatida tez pasayadi. Pasayish darajasi siqish kuchiga bog'liq bo'lib, u kattalashishi bilan ozayadi.



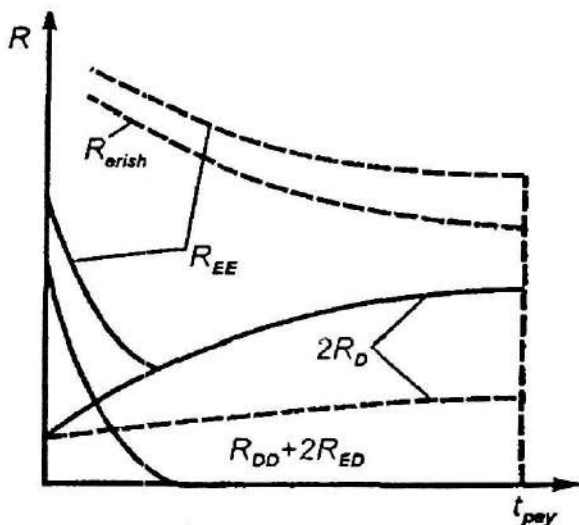
1.3.4-rasm. Nuqtali payvandlash jarayonida elektr qarshiliklarning o'zgarishi.

Qarshilik bilan uchma-uch payvandlashda qizdirish mobaynida R_{EE} ning o'zgarish sxemasi ana shu qarshilikning nuqtali payvandlashdagi o'zgarish sxemasiga ana shu qarshilikning nuqtali payvandlashdagi o'zgarish sxemasiga o'xshaydi.

Eritib uchma-uch payvandlashda jami R_{EE} qarshilik boshqa qonunga muvofiq o'zgaradi. Tegish qarshiligi R_{erish} butun erish jarayoni mobaynida mavjud bo'ladi, ammo davrning oxirlariga kelib biroz kamayadi, bunga ulagichlarning soni va ularning kesimi ortishi oqibatida erish tezligi oshgani sabab bo'ladi. Cho'ktirish vaqtida bu qarshilik yo'qoladi va R_{EE} endi $2R_D$ ga yaqin bo'lib qoladi.

Uchma-uch payvandlashda tegish qarshiligi yo'qolgandan so'ng umumiy qarshilik detallarning qisuvchi jag'lardan chiqib turuvchi uzunligi bilan aniqlanadi. bunda ularning notekis qizishi inobatga

olinadi. Eritib payvandlashda ushbu notekislik eritishdan oldin biroz qizdirib olishga ham bog'liq bo'ladi.



1.3.5. - rasm. Uchma-uch payvandlash jarayonida elektr qarshiliklarning o'zgarishi (quyuq chiziq – qarshilik bilan payvandlash; uzlukli chiziq – eritib payvadlashda).

Tekshirish uchun savollar

1. Kontaktli payvandlashda qizdirishning o'ziga xos xususiyatlari qanday?
2. Payvandlash joyining umumiy qarshiligi qaysi tashkil etuvchilardan iborat bo'ladi?
3. Kontaktli payvandlashda Pelte effektining umumiy qizishga ta'siri nimalardan iborat?
4. Uchma-uch biriktiriladigan yuzalarning holati tegish qarshiligiga qanday ta'sir qiladi?
5. Eritib uchma-uch payvandlashda tegiga qarshiligi qaysi parametrlarga bog'liq bo'ladi?

1.4. KONTAKTLI PAYVANDLASHDA METALLNI QIZDIRISH JARAYONLARI

1.4.1. Kontaktli payvandlashdagi elektr va harorat maydonlari haqida tushuncha

Kontaktli payvandlashda qizish vaqtida ikkita o'zaro bog'langan maydon: elektr maydoni va harorat maydoni yuzaga keladi.

Harorat maydoni vaqtning turli paytlarida payvandlanayotgan detاللarning turli nuqtalaridagi haroratlar majmuidir.

Elektr maydoni vaqtning turli paytlarida payvandlanayotgan detاللarning turli nuqtalaridagi tok potentsiallari yoki tok zichliklari majmuidir.

Kontaktli payvandlash uchun notekis elektr maydoni xos bo'lib, bu notekislik tokning keltirilish usuliga, geometrik, harorat va magnitoelektr omillariga bog'liq.

Geometrik omil elektr kontaktlar o'lchamlari, odatda detاللar o'lchamlaridan ancha kichik bo'lishi bilan, shuningdek, tokning shuntlanish hodisasi bilan bog'liq.

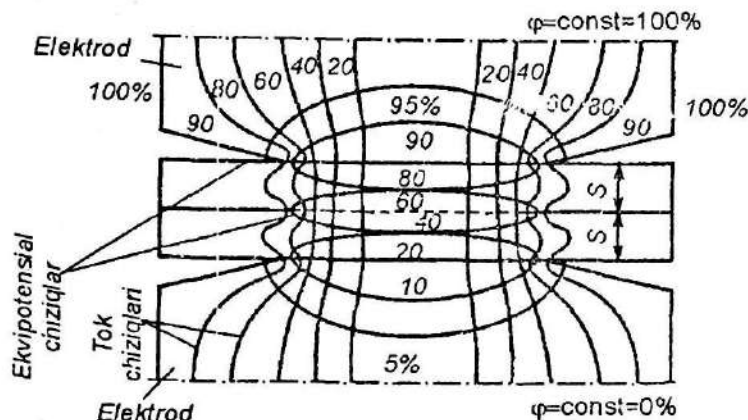
Harorat omili turli haroratlarga qizigan metallning har xil qarshiliklarida namoyon bo'ladi. O'tayotgan tok o'tkazuvchanligi kam bo'lgan, ko'proq qizigan joylarni chetlab o'tadi.

Sirtqi effekt va yaqinlik effekti namoyon bo'lishi bilan bog'liq bo'lgan magnitoelektr omil elektr maydonining turiga kam ta'sir qiladi, ammo yuqori chastotali toklar bilan payvandlash bundan mustasnodir. Qizish davomida elektr maydonining shakli uzluksiz o'zgarib turadi. Quyma o'zak paydo bo'lishi bilan uning erish joyida tokning zichligi kamayadi, chunki bu joyda qarshilik eng katta bo'ladi.

Detاللardagi elektr maydoni quyidagi differensial tenglama bilan ifodalanadi:

$$\frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{1}{\rho} \frac{\partial \varphi}{\partial z} \right) + \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{1}{\rho} \frac{\partial \varphi}{\partial r} \right) + \frac{1}{\rho} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial r^2} = 0$$

Bu tenglamada detalning har bir nuqtasidagi ρ ning haqiqiy qiymati hisobga olinadi.



1.4.1-rasm. Nuqtali payvandlashdagi elektr maydoni.

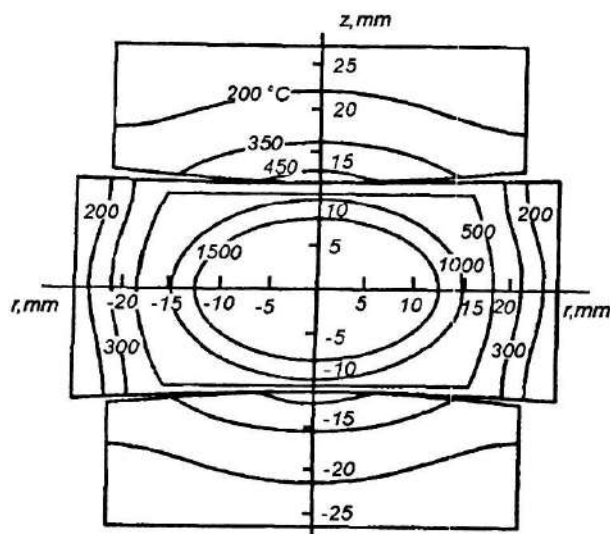
Harorat maydoni odatda z o'q, orqali o'tuvchi kesimda joylashgan izotermalar bilan ifodalanadi. Maydonning z o'qqa nisbatan simmetrikligi tufayli detallarning yuzalariga parallel kesimlarda izotermalar aylana shaklida bo'ladi. Dastlab maydon qattiq metallda paydo bo'ladi. Ma'lum vaqtdan so'ng $(0.3-0.5)t_{\text{pay}}$ detal-detall tegish joyi atrofida quyma o'zak yuzaga kela boshlaydi, bu yerda tokning zichligi eng yuqori darajaga yetadi va elektrodlar bilan issiqlik almashinuvi kam ta'sir qiladi. Tok o'tgani sayin o'zak z va r o'qlar yo'nalishida kattalashib boradi.

Nuqtali payvandlashda harorat maydoni Furening issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi bilan ifodalanadi. Metallning issiqlik sig'imi va zichligi haroratga bog'liq bo'lmasa, bu tenglama quyidagi ko'rinishni oladi:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{c\gamma} \left[\frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \frac{\partial}{\partial r} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\lambda \partial T}{r \partial r} \right] + \frac{j^2 \rho}{c\gamma}$$

Tenglamaning chap qismida birikmaning istalgan nuqtasida haroratning o'zgarish tezligi, o'ng qismida detal ichidagi issiqlik o'tkazuvchanlik bilan issiqlik almashinuvini hisobga oluvchi xususiy hosilalar yig'indisi berilgan, $j^2 \rho / (c\gamma)$ qo'shiluvchi esa detallarning o'z qarshiligi orqali j zichlikdagi tok o'tishi bilan bog'liq bo'lgan issiqlik

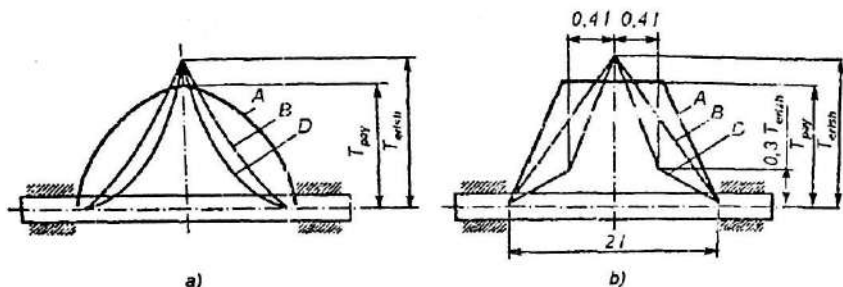
manbai ta'siri hisobiga harorat ko'tarilishini ifolalaydi. Issiqlik masalasini yechishda bir qiymatlilik shartlari – boshlang'ich va chegaraviy shartlarni ham hisobiga olmoq lozim.



1.4.2-rasm. Kam uglerodli po'latni nuqiali payvandlashda payvandlash toki ulangich paytdagi elektr maydoni.

Qarshilik bilan uchma-uch payvandlashda elektr va harorat maydonlari tegish qarshiligi va elektrodlardan chiqib turuvchi detallarning qarshiligi bilan aniqlanadi. Qarshilik bilan uchma-uch payvandlashda tegish qarshiligi qizish vaqtida tez yo'qoladi, eritib uchma-uch payvandlashda esa butun qizish davri mobaynida mavjud bo'ladi.

Elektr va harorat maydonlarining turiga oldindan qizdirish bosqichi, zalvorli detallarni payvandlashda esa sirtqi effekt ham katta ta'sir ko'rsatadi.



1.4.3-rasm. Uchma-uch payvandlashning oxirida haroratning po'lat detallar bo'ylab taqsimlanish sxemalari:

a — haqiqiy taqsimlanish; b — hisoblangan taqsimlanish (l — o'rnatilgan uzunlik); T_{erish} — erish harorati; T_{pay} — qattiq fazadagi payvandlash harorati; A — qarshilik bilan payvandlash; B — qizdirgan holda eritib payvandlash; D — uzluksiz eritib payvandlash.

1.4.2. Kontaktli payvandlashda issiklik balansi

Kontaktli payvandlashda qizishning umumiy tavsifi issiqlik balansi formulasi bilan ifodalanadi:

$$Q_{EE} = Q_{f\omega} + Q_{yo'q}$$

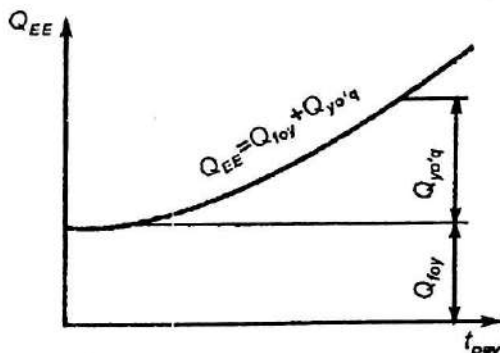
bunda: Q_{EE} — qizish zonasida ajralib chiqqan issiqlikning umumiy miqdori;

$Q_{f\omega}$ — payvandlash joyidagi metallning qizishiga sarflanadigan foydali issiqlik; $Q_{yo'q}$ — issiqlikning atrofdagi metall, elektrodlar va atmosferaga o'tib yo'qolishi.

Muayyan chegaralarda $Q_{f\omega}$ qizish muddatiga, bog'liq bo'lmaydi va solishtirma issiqlik sig'imi c va zichlik γ bo'lganda $T, ^\circ C$ haroratgacha qizigan metall hajmi V bilan aniqlanadi:

$$Q_{f\omega} = Vc\gamma T.$$

Qizish muddati uzayishi bilan issiqlikning yo'qolishi ortadi, shu sababli umumiy issiqlik miqdori Q_{EE} ham oshadi. Bunda payvandlanayotgan materialning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti yuqori bo'lgani holda qizish zonasi muqarrar ravishda kengayadi.



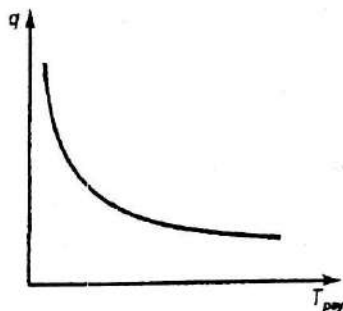
1.4.4 - rasm. Payvandlash uchun zarur issikliqning qizish muddatiga bog'liqligi.

Qizdirish paytida t_{pay} vaqt birligi ichida ajralib chiqadigan issiqlikning o'rtacha miqdori ushbuga teng:

$$q = Q_{EE} / t_{pay}$$

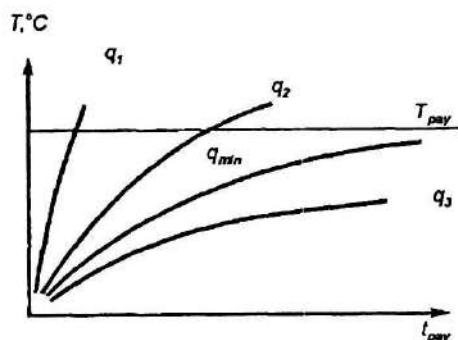
Oxirgi ifoda payvandlash mashinasida payvandlash apparati va tok keltiruvchi qismlarni qizdirishga muqarrar ravishda issiqlik sarflanishini inobatga olmaydi.

t_{pay} ortishi bilan zarur quvvat kamayadi.



1.4.5-rasm. Payvandlash vaqtida ishlatiladigan quvvatning qizish muddatiga bog'liqligi.

Payvandlash joyining berilgan haroratgacha qizish tezligi belgilangan quvvatga bog'liq. Quvvat katta bo'lganda payvandlash uchun zarur bo'lgan t_{pay} harorat t_{min} vaqt ichida hosil bo'ladi. Quvvat kamayishi bilan qizish vaqti ortadi. Fondalaniladigan q_3 quvvat yetarli bo'lmaganda payvandlash joyini kerakli haroratgacha qizdirish bo'lmaydi. By holda issiqlik yetarli miqdorda ajralib chiqmaydi va uning hammasi yo'qoladi.



1.4.6-rasm. Payvandlash joyidagi haroratning qizish muddatiga bog'liqligi.

1.4.3. Payvandlash tokini hisoblash

Payvandlash toki kuchini taxminan hisoblash uchun asosiy ko'rsatkich elektrodlar oralig'ida ajralib chiqadigan Q_{EE} issiqlik bo'lib, u issiqlik balansi tenglamasiga muvofiq aniqlanadi:

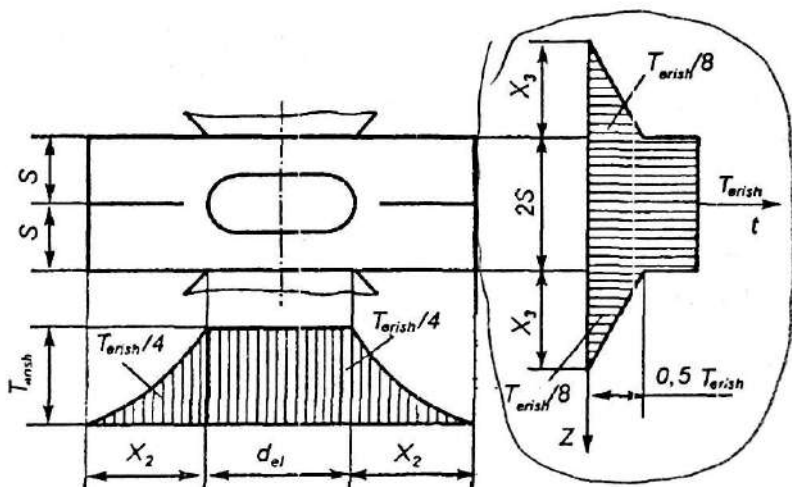
$$Q_{EE} = Q_1 + Q_2 + Q_3,$$

bunda: Q_1 — balandligi $2d$ va asosining diametri d_E bo'lgan ($d_E \approx d$) metall ustunchasini T_{erish} gacha qizdirishga sarfalanadigan energiya;

Q_2 — o'zakni qarab turuvchi x_2 kenglikdagi halqa ko'rinishidagi metallni qizdirish uchun sarfalanadigan issiqlik; halqaning o'rtacha harorati $0,25T_{\text{erish}}$ ga teng qilib olinadi, bunday harorat dellarning bir-biriga tegib turadigan ichki yuzasida hosil bo'ladi;

Q_3 — issiqlikning elektrodlarda yo'qolishi bo'lib, elektrodlardagi x_3 balandlikdagi shartli silindrni o'rtacha T_E haroratgacha qizdirish bilan hisobga olinadi. Tegish yuzasida harorat $T_{ED} \approx 0,5T_{\text{erish}}$ | $T_E \approx 0,25T_{ED}$ deb hisoblab, $T_E \approx 0,125T_{ED}$ deb qabul qilish mumkin.

$$T_{\text{erish}} \approx 0,25T_{ED}$$



1.4.7-rasm. Payvandlash tokini hisoblash sxemasi.

Energiya Q_1 o'zak hajmidan katta metall hajmini T_{erish} gacha qizdirishga sarflanadi, bu esa yashirin metallning erish issiqligini hisobga olish imkonini beradi:

$$Q_1 = \frac{\pi d_E^2}{4} 2Sc\gamma T_{erish}$$

Q_2 ni hisoblashda haroratning sezilarli darajada ko'tarilishi o'zak chegarasidan x_2 oraliqda kuzatiladi, deb faraz qilamiz, bu ko'tarilish payvandlash vaqtida metallning harorat o'tkazuvchanligiga bog'liq bo'ladi:

$$x_2 = 4\sqrt{at_{pay}}$$

Kam uglerodli po'latlar uchun $x_2 = 1,2\sqrt{t_{pay}}$, aluminiiy qotishmalari uchun $x_2 = 3,1\sqrt{t_{pay}}$ va mis uchun $x_2 = 3,3\sqrt{t_{pay}}$.

Agar halqaning yuzi $\pi x_2(d_E + x_2)$ va balindligi $2s$, o'rtacha qizish harorati $T_{erish}/4$ bo'lsa, u holda

$$Q_2 = k_1 \pi x_2 (d_E + x_2) 2Sc\gamma T_{erish} / 4$$

bo'ladi, bu yerda $k_1 = 0,8$ – ushbu halqaning eni bo'yicha harorat murakkab tarzda taqsimlangani uchun halqaning o'rtacha harorati

$T_{erish}/4$ dan biroz past bo'ladi, chunki eng jadal qizigan qismlar halqaning ichki yuzasida hisobga oluvchi koeffitsient.

Issiqlikning elektrodalarda yo'qolishini issiqlik o'tkazuvchanligi evaziga elektrodning uzunligi $x_3 = 4\sqrt{\alpha_E t_{pay}}$ va hajmi $k_2 \pi d_E^2 x_3 / 4$ dan $T_{erish}/8$ gacha bo'lgan qismi qiziydi, deb qabul qilib baholash mumkin. k_2 koeffitsiyent elektrodning shaklini hisobga oladi; silindrsimon elektrod uchun $k_2=1$, ish qismi konussimon va ish qismi yassi bo'lgan elektrodlar uchun $k_2=1,5$, ish qismi sferik elektrodlar uchun $k_2=2$. α_E - elektrod materialining harorat o'tkazuvchanligi. U holda

$$Q_3 = 2k_2 \frac{\pi d_E^2}{4} \cdot \frac{x_3 c_E \gamma_E T_{erish}}{8}$$

bu yerda s_E va γ_E - elektrod metalining issiqlik sig'imi hamda zichligi.

Issiqlik balansining tashkil etuvchilari ma'lum bo'lsa, payvandlash toki Joule-Lens qonuni formulasidan hisoblab topiladi:

$$I_{pay} = \sqrt{\frac{Q_{EE}}{m_R 2R_D t_{pay}}}$$

bunda: m_R - payvandlash jarayonida R_{EE} o'zgarishini hisobga oluvchi koeffitsient. Kam uglerodli po'latlar uchun $m_R=1$; aluminiy va magniy qotishmalari uchun $m_R=1,15$; korroziyabardosh po'latlar uchun $m_R=1,2$; titan qotishmalari uchun $m_R=1,4$.

Misol. Kam uglerodli po'latdan olingan 4 mm qalinlikdagi listlarni ish qismining diametri 12 mm bo'lgan elektrodlar bilan nuqtali payvandlash dagi tok kuchi aniqlansin; payvandlash vaqti 1s. Po'lat likvidusi harorati 1500°C , po'lat uchun $c=0,67 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, mis uchun $0,38 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, po'lat uchun $\gamma=7800 \text{ kg}/\text{m}^3$, mis uchun $8900 \text{ kg}/\text{m}^3$, po'lat uchun $\alpha=9\cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, mis uchun $\alpha=8\cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$. Payvandlash jarayoni oxiridagi listlarning qarshiligi $58 \text{ m}\Omega$.

Ushbu hisoblashlarni bajaramiz:

$$Q_1 = (\pi 12^2 \cdot 10^{-6} / 4) \cdot 2 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot 0,67 \cdot 7800 \cdot 1500 \approx 7 \text{ kJ}.$$

$k_1=0,8$ va $x_2=4\sqrt{9\cdot 10^{-6}\cdot 1}=1,2\cdot 10^{-3}$ bo'lganda Q_2 ni aniqlaymiz:

$$Q_2=0,8\cdot 3,14\cdot 12\cdot 10^{-3}\cdot (12\cdot 10^{-3}+12\cdot 10^{-3})\cdot 2\cdot 4\cdot 10^{-3}\cdot 0,67\cdot 7800\cdot 1500/4\approx 11,3 \text{ kJ}$$

$k_2=1,5$ va $x_3=4\sqrt{8\cdot 10^{-6}\cdot 1}=3,6\cdot 10^{-3}$ bo'lganda Q_3 ni aniqlaymiz:

$$Q_3=2\cdot 1,5\cdot (3,14\cdot 122\cdot 10^{-6}/4)\cdot 36\cdot 10^{-3}\cdot 0,38\cdot 8900\cdot 1500/8\approx 7,7 \text{ kJ.}$$

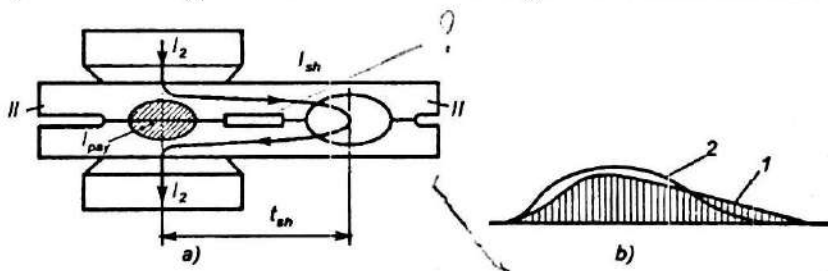
U holda

$$Q_{EE}=7+11,3+7,7=26 \text{ kJ,}$$

$$I_{\text{pay}}=\sqrt{26000/(1\cdot 58\cdot 10^{-6}\cdot 1)}\approx 21 \text{ kA}$$

1.4.4. Tokning shuntlanishi

Tokning shuntlanishi tokning bir qismi payvandlash joyidan tashqarida, masalan, ikki tomonlama nuqtali payvandlashda ilgari payvandlangan nuqtalar orqali yoki bir tomonlama payvandlashda detallardan biri orqali o'tishida namoyon bo'ladi. Shuntlanish elektr maydonining simmetriyasini anchagina buzadi va nuqtalar oralig'i yoki qadami (t_q) kichik bo'lganda tokning zichligi kamayishi va quyma o'ramning o'lchamlari kichiklashuviga olib kelishi mumkin.



1.4.8-rasm. Ikki tomonlama nuqtali payvandlashda tokning shuntlanishi:
a – shuntlanish sxemasi; b – shuntlanish mavjud bo'lganda (1 egri chiziq)
va mavjud bo'lmaganda (2 egri chiziq) II – II kesimda tokning taqsimlanishi.

Shuntlanish toki va boshqa toklarning qiymatini ushbu formula yordamida baholash mumkin:

$$I_{sh}=I_{\text{pay}}R_{EE}/R_{sh}; \quad I_2=I_{\text{pay}}+I_{sh}; \quad I_{\text{pay}}=I_2-I_{sh}$$

bunda R_{EE} va R_{sh} - payvandlash joyi va shuntning elektr qarshiligi;

$$R_{sh} = \frac{K_E 2 \rho t_{sh}}{S b_{\text{ext}}}$$

bu yerda b_{kel} - tokning tarqalishini hisobiga olingan holda shuntning keltirilgan eni bo'lib, $(d_k + d_s)/2$ ga teng, $K_E \approx 0.4$.

Formuladan ko'rinib turibdiki, t_{sh} ning kichiklashishi va S ning kattalashishi I_{pay} ning kamayishiga va mos ravishda o'zakning o'lchamlari kichiklashuviga sabab bo'ladi, shuningdek elektrod-detal tegish joyida harorat ko'tarilishiga hamda elektrodning yeyilish tezligi oshishiga olib keladi. Metallning har bir qalinligi va markasi uchun odatda t_{sh} ning eng kichik qiymati tanlanadi. Bunda agar $t_{sh} > t_{st} m.a$ bo'lsa, u holda $t_{sh} < 0,05 I_{pay}$ bo'ladi va shuntlanish elektr maydoni va o'zakning o'lchamlariga deyarli ta'sir qilmaydi, deb qabul qilindi.

Shuntlanish toklari odatda payvandlash jarayonida shuntning qizishi va R_{EE} ning kamayishi evaziga pasayadi. Shuningdek zich birikmalarni chokli payvandlashda ($t_{sh} \approx (2 \div 3)S$ va $t_{sh} < d$) oldingi nuqtaning yuqori harorati tufayli shuntlanish toklari juda cheklangan bo'ladi, ayniqsa roliklarning aylanish tezligi katta va uzluksiz bo'lganda.

1.4.5. Uchma-uch payvandlashda detallarning qizishi

Uchma-uch payvandlashda detallarning umumiy qizishi payvandlash toki o'tayotganda ularda va kontaktlarda ajralib chiqalgan issiqlik hisobiga bo'ladi.

Qarshilik bilan payvandlashda payvandlanayotgan detallarning uchlari tegib turgan joyda ajralib chiqayotgan issiqlik nisbatan uncha katta bo'lmaydi va birikma qizigan sari kamayib boradi.

Qarshilik bilan payvandlashda qizishni ikki jarayonning:

- 1) kontaktsiz sterjenning o'z qarshiligida uning butun uzunligi bo'yicha ajralib chiqayotgan issiqlik qizish (T_1 haroratgacha) jarayoni;
- 2) uchma-uch birikish joyida ajralib chiqib, undan chetga tarqalib ketayotgan issiqlik hisobiga qizish (T_2 haroratgacha) jarayonining qo'shilishi, deb qarash mumkin.

Agar kesimi S zichligi γ , solishtirma issiqlik sig'imi c va o'rtacha-elektr qarshiligi ρ_r bo'lgan o'zak I_{pay} toki qizdirilsa, u holda uning uzunligi birligiga

$$Q_1 = \frac{\rho_r I_{pay}^2}{S}$$

issiqlik ajralib chiqib, T_1 haroratgacha qiziguncha va elektrodlardagi yo'qolishlarga va nur chiqarishlarga sarflanadi. Ushbu yo'qolishlarni k_2 koeffitsiyent bilan hisobiga olib, quyidagi tenglamani hosil qilamiz:

$$k_2 Q_1 = Sc\gamma T_1$$

Uglerodli konstruksion po'latlardan yasalgan detallar uchun $k_2=0,75$, austenitli po'latlar uchun $k_2=0,9$.

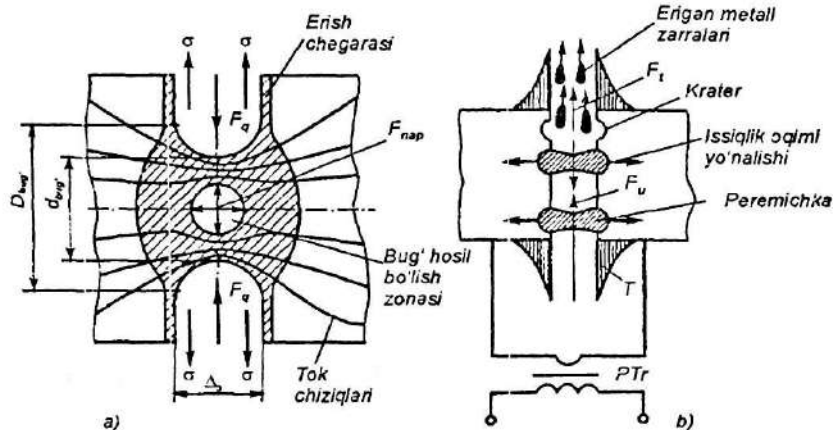
Mazkur tenglamalarni birgalikda yechib haroratni topamiz:

$$T_1 = \frac{k_2 \rho_r I_{pay}^2}{c\gamma S^2}$$

Eritib uchma-uch payvandlashda eritishning texnologik ahamiyati detallarning uchlarida erigan metall qatlamlari hosil bo'lguncha qizdirishdan, shuningdek, eritma va oksidlarni yo'qotish maqsadida navbatdagi cho'ktirishni amalga oshirish uchun chok yaqinidagi joyda haroratlarni tegishli taqsimlashdan iborat. Bunga eritish yo'li bilan (uzluksiz eritib payvandlashda) yoki oldindan qizdirish bilan birgalikda (qizdirgan holda eritib payvandlashda) erishiladi.

Eritishda qizish asosan tegish qarshiligi R_{EE} da ajralib chiqadigan issiqlik hisobiga sodir bo'ladi. Tegish qarshiligi uchqun oraliqda bo'lgan erigan metall ulagichlarga qarab aniqlanadi. Tokning o'rtacha zichligi nisbatan kam bo'lganidan detalning o'z qarshiligi $2R_D$ da ajralib chiqadigan issiqlikning ulushi ko'p bo'lmaydi va odatda issiqlikni hisoblashda inobatga olinmaydi.

Eritishda qizishning sodir bo'lishi odatda quyidagicha tasavvur qilinadi. Kuchlanish ulanganda va bosim kichik bo'lganda detallar bir-biriga yaqinlashtirilganda uchlar yuzalarining qattiq, suyuq, mahalliy qismlari orasida elektr kontakt yuzaga keladi. Kontaktlarni tok qizdiradi, u kontaktlarni tez eritadi va suyuq metallardan ulagichlar hosil bo'lishiga olib keladi.



1.4.9-rasm. Eritish vaqtida erigan metall ulagichlarning joylashish sxemalari:

a – ulagichga ta'sir qiluvchi σ va F_{siq} kuchlar; *b* – F_v va F_q kuchlar ta'sirida ulagichlarning siljishi.

Ulagichlar tezda yemiriladi. Ular odatda 0,001–0,005 sekunddan ortiq mavjud bo'lmaydi. Ularning shakli va o'lchamlari qarama-qarshi tomonlarga yo'nalgan ikki asosiy kuch: sirtqi taranglanishdan paydo bo'luvchi σ kuchlar va elektromagnit kuchlar F_q (payvandlash tokining kvadratiga proporsional) bilan aniqlanadi. Bunda σ kuchlar detallar bir-biriga yaqinlashtirilganda Δ_{tir} tirqishni kichiklashtirishga, ulagich diametri d_u ni kattalashtirishga intiladi, F_q kuchlar esa ulagichni siqish va uzishga harakat qiladi. Ulagichning siqilishi undagi tokning zichligi ortishiga va qizish tezligi oshishiga sabab bo'ladi. Tokning zichligi ancha yuqori bo'lganda (masalan, karn uglerodli po'latni eritishda $\sim 3000 \text{ A/mm}^2$) ulagich markazidagi metall bug'simon holatga o'tadi va uning F_u kuch ta'sirida portlashsimon yemirilishiga sabab bo'ladi. Portlash paytida bug' bosimi 10–20 MPa ga, harorat esa 6000–8000°C ga yetadi. Eritan metall tirqishdan uchqunlar ko'rinishida otilib chiqadi (60 m/s dan ortiq tezlik bilan), bu esa detallarning kaltalashuviga olib keladi.

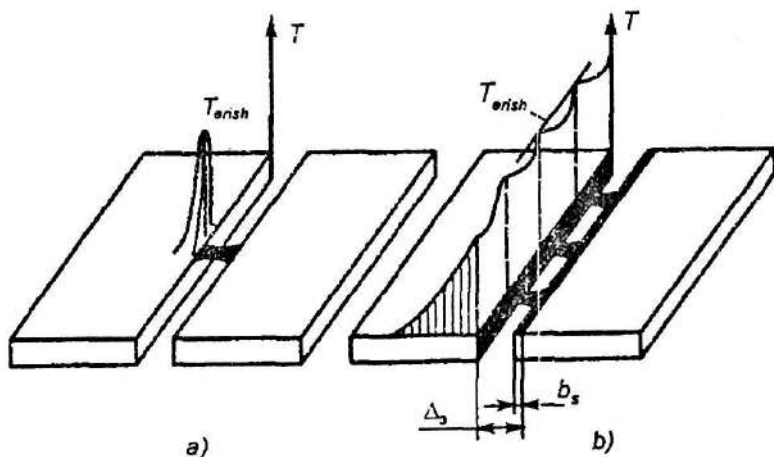
Bir vaqtda mavjud bo'luvchi ulagichlar orasida, bir yo'nalishdagi toki bo'lgan o'tkazgichlar o'rtasida bo'lgani kabi, elektromagnit F_V kuchlar harakat qilib ularni yaqinlashtirish va birlashtirishga intiladi. Ammo ulagichlar juda tez yemirilgani uchun bu jarayon nihoyasiga yetishga ulgurmaydi.

Ulagichlardagi tok payvandlash mashinasining magnit maydoni bilan o'zaro ta'sirlashishi tufayli paydo bo'lgan F_K kuchlar ularning uchqun oraliqda siljishi payvandlash konturidan surib chiqarilishiga yordam beradi.

Odatda erishning boshida haroratning erigan uchlarda taqsimlanishi bir tekis bo'lmaydi, ammo uchlar qizib borgani sari bu notekislik kamayib boradi. Erish jarayoni uchun ulagichlarda tokning mahalliy zichligi yuqori bo'lishi va detallarning butun kesimiga o'tkazilgan tokning o'rtacha zichligi kichik bo'lishi xosdir.

Eritib payvandlashda qizish, asosan, tegish qarshiligida ajralib chiqadigan q_{erish} issiqlik hisobiga yuz beradi, bu qarshilikning qiymati ancha katta bo'ladi va uzoq vaqt mobaynida mavjud bo'ladi:

$$q_{erish} = I_{erish}^2 R_{erish}$$



1.4.10-rasm. Eritib payvandlashda haroratning taqsimlanish sxemasi:
a – jarayonning boshlang'ich bosqichida; b – jarayonning oxirgi bosqichida.

Issqlik ayni paytda detallar uchlari orasidagi tirqishdan chiqayotgan metallni qizdirishga (q'_{erish}) va detallarga issqlik utatilishiga (q''_{erish}) sarflanadi. Bu jarayonni payvandlash rejimi parametrlari bilan ushbu formula yordamida bog'lash mumkin:

$$q_{erish} = q'_{erish} + q''_{erish} = V_{erish} S \gamma [c(T_{erish} - T_1) + m_0] + 2\lambda S \frac{dT}{dX}$$

bunda: S – detallar kesimi, sm^2 ;

γ , c , λ va m_0 – payvandlanayotgan metallning zichligi, solishtirma issqlik sig'imi, issqlik o'tkazuvchanligi hamda yashirin erish issqliqligi;

T_1 – erish paytida detallar uchlarining harorati (erishning boshida xona haroratida, oxirida esa erish haroratiga yaqin bo'ladi; biroz qizdirib payvandlashda eritishning boshida $T_1 = T_{qiz}$);

T_{erish} – eritishda chiqib ketadigan metallning o'rtacha harorati bo'lib, u po'lat uchun $2000^\circ C$ ga teng;

dT/dx – detal uchidagi harorat gradienti, po'latni payvanlashda $dT/dx = 2000 - 5000^\circ C/sm$ bo'ladi.

Tekshirish uchun savollar

1. Harorat maydoni nima?
2. Elektr maydoni nima?
3. Geometrik, harorat va magnitoelektr omillari nimalarda namoyon bo'ladi?
4. Harorat maydoni qanday tenglama bilan ifodalanadi?
5. Payvandlashda tokning shuntlanishi nimalarda namoyon bo'ladi?

1.5. KONTAKTLI PAYVANDLASHDA METALLNING PLASTIK DEFORMATSIYALANISHI

1.5.1. Plastik deformatsiyaning ahamiyati

Metallning plastik deformatsiyalanishi asosiy jarayonlardan biri bo'lib, birikmalarining shakllanishiga yordam beradi. Bu hodisani tashqi omillar – elektrodlar tomonidan bo'ladigan kuch va ichki omillar – payvandlash joyining metalli erkin bo'lmagan tarzda kengayganda yuzaga keluvchi zo'riqishlar keltirib chiqaradi. Metallarning plastik deformatsiyalanishi butun payvandlash jarayoni mobaynida, ya'ni sovuq tegish joyi shakllanishidan tortib to birikma cho'kichlangunga qadar yuz beraveradi.

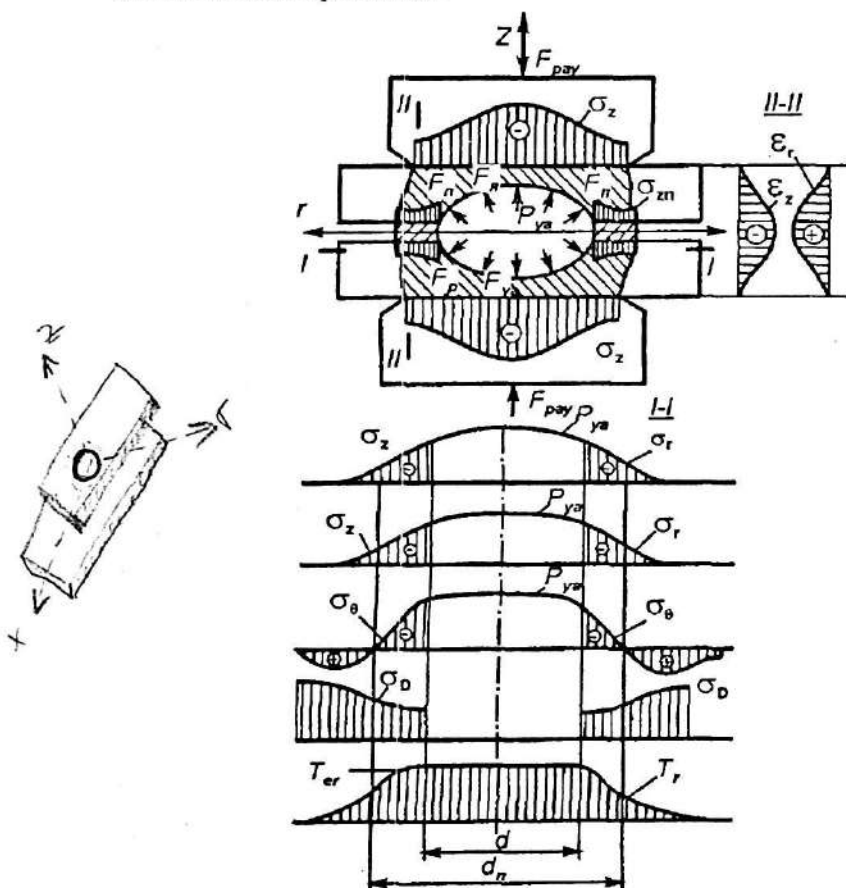
Plastik deformatsiya jarayoni qizish jarayoni bilan chambarchas bog'langan. Chunonchi, tok tasodifan kattalashganda va haroratlar nogahon ko'tarilganda plastik deformatsiyaga qarshilik pasayadi, bu esa tegish yuzasi kattalashuviga, tokning zichligi kamayishiga, qizish jadalligi pasayishiga hamda o'zakning harorat maydoni va o'lchamlari ma'lum darajada barqarorlashuviga olib keladi.

Deformatsiyalanadigan metallning hajmiga qarab yuzaning tegish joyi relyefining mikroplastik deformatsiyalanishi va payvandlash joyi metalli ancha qismining hajmiy plastik deformatsiyalanishi farq qilinadi. Payvandlashda plastik deformatsiyaning asosiy vazifasi elektr kontakti shakllantirishdan, erigan metallning chayqalib to'kilishidan saqlash uchun plastik belbog' hosil qilishdan va payvandlash tokining ichki tegish joyida tarqalishini cheklashdan, sovish bosqichida metallni zichlashdan iborat.

1.5.2. Nuqtali payvandlashdagi plastik deformatsiya

Nuqtali payvandlashda qizish notekis bo'lganligi bois, plastik deformatsiyaga qarshiligi turlicha bo'lgan metall mintaqasi yuzaga keladi. Issiqlikdan kengayish siqiq sharoitda sodir bo'ladi va bunda ichki zo'riqishlar notekis taqsimlanib, ular doimiy ravishda ta'sir qiluvchi tashqi siqish kuchi F_{pay} bilan birgalikda qaytmas hajmiy plastik deformatsiyalarni keltirib chiqaradi.

Payvandlash joyining hajmiy-zo'riqqan holati siquvchi radial x (σ_r), aylanma (σ_θ) va o'q (σ_z), shuningdek ε_z , ε_r va ε_θ deformatsiyalar bilan ifodalanadi. σ_z ning eng katta qiymatlari z o'q yaqinida kuzatiladi, bu yerda zo'riqish holati har tomonlama siqilishga yaqin bo'ladi. σ_r ning va shunga yarasha σ_D ning eng kichik qiymatlari tegish joylarining periferiyasida va ayniqsa, detal-detall tegish joyi chegarasida yuzaga keladi. Bunga detallar o'rtasida tirqish borligi sabab bo'ladi: bu tirqishga deformatsiyalanadigan metall nisbatan erkin oqib kiradi.



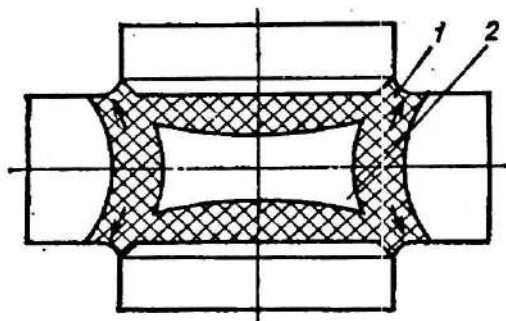
1.5.1-rasm. Nuqtali payvandlashda plastik deformatsiya turi.

Plastik deformatsiyaning (ε_z , ε_r va ε_θ) eng katta darajasi belbog' atrofida qayd etiladi ($z=0$). ε_z va ε_r larning taqsimlanishi (II-II kesim) z o'q bo'ylab qisqarish deformatsiyasi, r o'q bo'ylab esa qisqarish deformatsiyasi yuz berishini ko'rsatadi.

Detal-detall tegish joyi atrofida metallning kengayishi tirqish paydo bo'lishining asosiy sababidir, qizigan metallning bir qismi ana shu tirqishga siqilib chiqadi.

Metall erigunga qadar σ_d ning kamayishi va metallning ortiqcha bo'lishi elektrodlar orasini biroz ochish orqali, shuningdek metallning bir qismini tirqishga siqib chiqarish orqali qoplanadi, buni ichki tegish joyida payvandlash tokining tarqalib ketishini cheklovchi relyef ta'minlaydi.

Tutash yopiq hajmda eritishda o'zak metalining hajmi keskin kattalashib, deformatsiyalanayotgan metall tirqishga siqib chiqariladi. Bu hol nafaqat relyef hosil bo'lishiga, balki qo'yma o'zakning zichlashuviga (germetiklanishiga) ham yordam berib, metallning chayqalib to'kilishidan va atmosfera bilan tutashishdan saqlaydi.



1.5.2-rasm. Nuqtali payvandlashdagi plastik deformatsiyaning yo'nalishi:
1 – jadal deformatsiyalanish joyi; 2 – erigan metall.

Payvandlash kuchi F_{pay} erish bosqichida eng katta bo'lmog'i kerak, chunki u jarayonning chayqalib to'kilishiga turg'un bo'lishini nazorat qiladi. Metallning σ_d si kattalashganda, masalan, payvandlashning qattiq rejimlarida yoki issiqqa chidamli metallarni payvanlashda bu kuch ortadi. U detallarni oldin biroz qizdirish yo'li bilan kamaytiriladi.

Belbog' metall ichki chegarasining harorati erish haroratiga yaqin bo'ladi. Belbog' metalli hajmiy-zo'riqqan holatda bo'ladi, bunda siquvchi zo'riqishlar detallar orasida tirqishni kattalashtirishga intiladi.

Bunda metallning ustki qatlamlari "cho'kadi" va yuzada elektrod ta'sirida o'yilgan joylar paydo bo'ladi. Ichki chayqalib to'kilish hosil bo'lganda bu cho'kish tezligi va o'yiqlar o'lchamlari keskin ortadi.

1.5.3. Nuqtali payvandlashdagi payvandlash kuchini hisoblash

Nuqtali payvandlashdagi F_{pay} sifatini baholash uchun kuchlarning z o'qqa nisbatan muvozanati shartni integral shaklida quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\int_0^{2\pi} \int_0^{d_o/2} \sigma_{z\sigma}(r, \varphi) dr d\varphi = \int_0^{2\pi} \int_0^{d_o/2} p_{\sigma'}(r, \varphi) dr d\varphi + \int_0^{2\pi} \int_0^{d_{bel}/2} \sigma_{zbel}(r, \varphi) dr d\varphi \quad (1.5.1)$$

Bunda $\sigma_{z\sigma}$ — elektrod detal tegish joyidagi me'yoriy zo'riqishlar; $P_{\sigma'}$ — o'zakdagi suyuq metall bosimi; σ_{zbel} — belbog'dagi me'yoriy zo'riqishlar.

(5.1) tenglamaning chap qismi payvandlash kuchi F_{pay} dan, birinchi qismning birinchi qo'shiluvchisi o'zakdagi suyuq metallning bosimiga bog'liq bo'lgan $P_{\sigma'}$ kuchdan, ikkinchi qo'shiluvchi esa zichlovchi belbog tomonidan tushuvchi F_{bel} kuchdan iborat. Taxminan hisoblash uchun o'zakdagi bosim r va φ ga bog'liq emas deb hisoblab, bu tenglamani soddalashtirish mumkin:

$$F_{\sigma'} = \frac{\pi d^2}{4} P_{\sigma'} \quad (1.5.2)$$

Agar σ_{zbel} ning o'rniga uning qiymatini qo'ysak, $\sigma_{zbel o'r}$ ning qiymati:

$$F_{bel} = \frac{\pi(d_{bel}^2 - d^2)}{4} \sigma_{zbel o'r} \quad (1.5.3)$$

u holda (1.5.1) tenglama quyidagi ko'rinishni oladi:

$$F_{\text{pay}} = F_{\sigma'} + F_{bel} = \frac{\pi d^2}{4} P_{\sigma'} + \frac{\pi(d_{bel}^2 - d^2)}{4} \sigma_{zbel o'r} \quad (1.5.4)$$

$t = t_{\text{pay}}$ bo'lganda bu tenglama quyidagi izchillikda yechilishi mumkin: ГОСТ15878-79 ga ko'ra d ning qiymati beriladi. Barqaror

payvandlash rejimi uchun $d_{bel.k}$ ning qiymati 1,2 d qilib olish tavsiya etiladi.

$$\sigma_{z.bel.o'r} = \sigma_{d.bel.k} \left(2 - \frac{d}{d_{bel.k}} \right), \quad \sigma_{d.bel.k} = \sigma_0 k_T k_u k_e,$$

bunda: σ_0 - plastik deformatsiyaning boshlang'ich qiymati. k_T , k_u , k_e koeffitsientlar berilgan metallar, qalinliklar va payvandlash rejimlariga oid jadvallardan aniqlanadi.

$$P_{o'k} = \frac{4}{\sqrt{3}} \sigma_{d.bel.k} \left(\ln \frac{d_{bel.k}}{d} e^{0.55} + \frac{1}{3} \right) = \frac{4}{\sqrt{3}} \sigma_{d.bel.k} \left(\ln 1.2 e^{0.55} + \frac{1}{3} \right) \approx 1.3 \sigma_{d.bel.k}$$

$P = 1.3$

- qalin devorli sferaga ichki bosim R_0 berish masalasini yechish.

Misol. Yo'g'onligi 1+1 mm, diametri 5 mm bo'lgan AMg6 qotishmasini nuqtali payvandlashdagi kuch hisolab topilsin, $\sigma_{d.bel.k} = 200 \text{ MPa}$ (qattiq rejim), $d_{bel.k} = 1.2 \cdot 5 = 6 \text{ mm}$

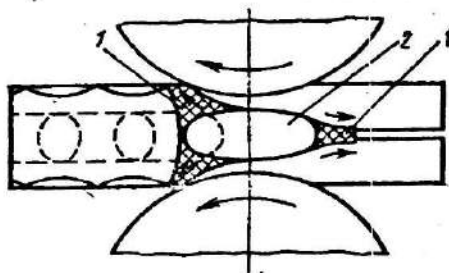
Yechish: Ushbuni topamiz:

$$\sigma_{z.bel.o'r} = 200 \left(2 - \frac{5}{6} \right) = 234 \text{ MPa}; \quad P_{o'k} = 1.3 \times 200 = 260 \text{ MPa};$$

$$F_{pay} = \frac{\pi(5 \times 10^{-3})^2}{4} 260 \times 10^6 + \frac{\pi(6^2 - 5^2)}{4} 10^{-6} \times 34 \times 10^6 = 7125 \text{ H}$$

1.5.4. Chokli va relyefi payvandlashdagi plastik deformatsiya

Chokning birinchi nuqtasini tushirishda plastik deformatsiya turi xuddi nuqtali payvandlashdagi kabidir. Ammo keyingi nuqtalarni payvandlashda nuqtali payvandlashda bo'lgani singari rolik oldidagi metall tirqishga deformatsiyalanadi, rolik ortidagi metall esa rolik ostiga siqilib chiqadi (xuddi yaxlit plastinani payvandlashda bo'lgani kabi).



1.5.3-rasm. Chokli payvandlashdagi plastik deformatsiyaning yo'nalishi:

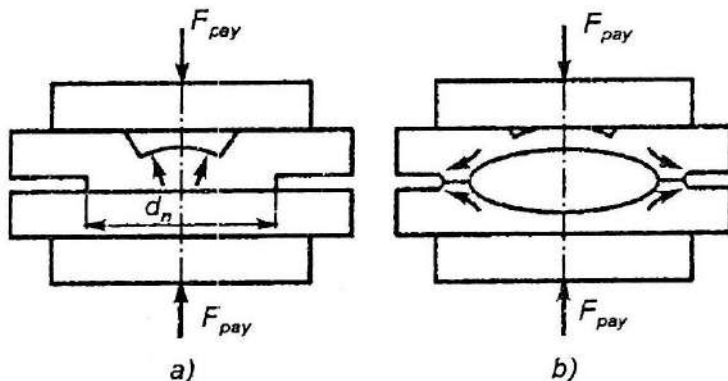
1 – jadal deformatsiyalanish joyi; 2 – erigan metall.

Chokli payvandlashda birikish joyida issiqlik miqdori nisbatan yuqori bo'lgani tufayli zichlovchi belbog'ning plastik deformatsiyalanish umumiy darajasi va o'lchamlari katta bo'ladi. Bu hol payvandlash vaqti va kuchini nuqtali payvandlash rejimlariga nisbatan biroz qisqartirishga imkon beradi.

Boshqa tomondan, metall ustki qatlamlarining deformatsiyalanishi rolklarning tez yeyilishiga olib keladi. Masalan, keyingi nuqtalarni payvandlashda va qayta qizdirishda oldingi nuqtalar orasidagi bo'shliqlar deformatsiyalanadigan metall bilan to'lishi mumkin.

Qattiq holatda relyefli payvandlashda detal-detall tegish joyida radial yo'nalishdagi plastik deformatsiya darajasi kattaroq bo'lishini ta'minlashga harakat qilinadi bu esa yuzaning tozalanishiga va metall bog'lanishlar yuzaga kelishiga yordam beradi. Ayni chog'da z o'q bo'ylab deformatsiya sodir bo'ladi va elektrod tagidagi o'yiqlik to'ladi. Odatda qattiq holatda birikma tegish joyi chetlari bo'ylab hajm bo'yicha hosil bo'ladi. Metallning yanada qizishi nuqtali payvandlashning odatdagi sxemasi bo'yicha o'zak hosil bo'lishiga olib keladi.

Bunda relyef batamom deformatsiyalanadi, lekin elektrodlar tagida kichik o'yiqlar qoladi.

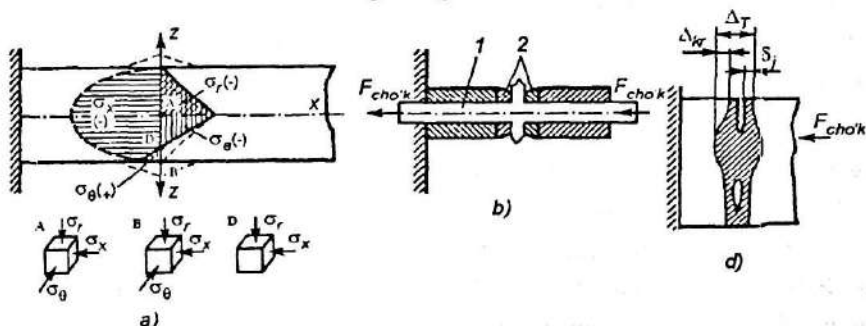


1.5.4-rasm. Relyefli payvandlashdagi plastik deformatsiya:
a – jarayonning boshida; b – jarayonning oxirida.

1.5.5. Uchma-uch payvandlashda metallning plastik deformatsiyalanishi

Plastik deformatsiyaning asosiy vazifasi uchma-uch birikish joyida va elektr kontaktlarda metall bog'lanishlar hosil bo'lishi uchun oksidlarni yo'qotishdan iborat. Deformatsiyaning payvandlash mashinasining yuritmasi hosil qiluvchi siqish kuchi keltirib chiqaradi.

Dastlabki elektr kontakt yuzaga kelishi uchun uncha katta bo'lmagan bosim (qarshilik bilan payvandlashda 5–10 MPa, eritib payvandlashda esa 0.001 MPa) yetarlidir, bunday bosimda odatda detallar uchlari yuzasining relyefi mikroplastik deformatsiyalanadi, xolos. Kichik bosimda tegish qarshiligi yuqori bo'ladi va uning issiqlik ajralib chiqishidagi o'rni ortadi. Oksidlar yo'qolishi va bog'lanishlar paydo bo'lishi uchun detاللarning nisbatan katta hajmiy plastik deformatsiyalanishi talab etiladi, bu deformatsiya, asosan metallning tegish joyi oldidagi qizigan qatlamlari va oksidlarning payvandlash joyida siqib chiqarilishini ta'minlaydi. Eritib uchma-uch payvandlashda chuqur kraterlar yuzaga kelganda oksidlarning yo'qolishi qiyinlashadi. Bu holda hajmiy deformatsiya darajasi va cho'ktirish kuchlarini oshirishga to'g'ri keladi.



1.5.5-rasm. Cho'ktirishda metallning deformatsiyalanishi:

a – erkin deformatsiya sxemasi; b – majburiy deformatsiya sxemasi (1 – payvandlanayotgan detallar; 2 – shakl qismalar); d – cho'ktirishning boshlang'ich payti.

Uchma-uch payvandlashda ko'p hollarda hajmiy deformatsiyaning erkin sxemasidan foydalaniladi, bunda metall strelkalar yo'nalishi bo'yicha z o'q bo'ylab hech qanday cheklanishlarsiz oqadi. A nuqtada har tomonlama notekis siqilish yuz beradi (siquvchi zo'riqishlar, o'q σ_x , radial σ_r va aylana tangensial kuchlar σ_θ ta'sir qiladi). B nuqtada ikki tomonlama siquvchi zo'riqishlar σ_x va σ_r ta'sir qiladi, σ_r zo'riqishlar esa ishorasini o'zgartiradi va cho'zuvchi zo'riqishlarga aylanadi. D nuqtada ikki tomonlama siqish (σ_x va σ_r) cho'zish (σ_θ) bilan birga ta'sir qiladi. σ_r va σ_θ zo'riqishlar haddan tashqari kattalashganda tirqishning ochilib qolishiga, metall tolalalarining qatlamlanishi hamda qiyshayishiga, shuningdek metall soviganda va cho'kkanda unda darzlar paydo bo'lishiga olib kelishi mumkin.

Uchma-uch payvandlashdagi hajmiy deformatsiya ko'pincha yuz koeffitsienti $k_{yuz} = S_{ox} / S_{bosh}$ bilan ifodalanadi, bu yerda S_{ox} va S_{bosh} mos ravishda detallar uchlarining oxirgi hamda boshlang'ich (payvandlashdan oldingi) yuzlari. Qarshilik bilan payvandlashda eng katta qiymat $k_{yuz} < 4$ bo'lishiga ruxsat etiladi. Eritib uchma-uch payvandlashda payvandlash va metallni eritish rejimlari nisbatan qattiq bo'lgani bois oksidlarsiz sifatli birikma $k_{yuz} < 2$ bo'lganda yuzaga keladi.

Uchma-uch payvandlashda deformatsiya qiymati haqida $\Delta_{cho'k}$ tufayli detalning kattalashishiga qarab fikr yuritiladi. Eritib uchma-uch payvandlashda deformatsiya $\Delta_{cho'k}$, $P_{cho'k}$ va cho'kish tezligi $v_{cho'k}$ bilan tasniflanadi. $\Delta_{cho'k}$ ning qiymati tirqish Δ_r butkul bekilishi, oksidlangan va erigan metall siqilib chiqishiga ($2\delta_s$) va kraterlar (o'yiqlar) bartaraf bo'lishi uchun qizigan metallning ma'lum darajada plastik deformatsiyalanishiga ($2\delta_p$) yetarli bo'lmog'i zarur. Bunda $\Delta_{cho'k}$ ning qiymati, asosan, detallar uchlarining relyefiga bog'liq bo'ladi. Payvandlanadigan detallarning kesimi kattalashganda ulagichlar va o'yiqlarning o'lchamlari ortadi, shunga yarasha $\Delta_{cho'k}$ ham kattalashadi. Qizdirib uchma-uch payvandlashda deformatsiya detallar uzunligining katta qismiga tarqaladi, bunda $\Delta_{cho'k}$ kattalashadi.

Tekshirish uchun savollar

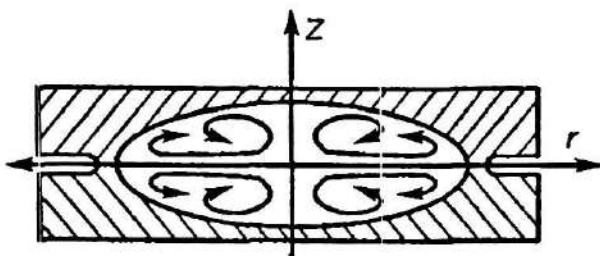
1. Payvandlashda plastik deformatsiyaning ahamiyati nimada?
2. Nuqtali payvandlashdagi plastik deformatsiyaning o'ziga xos xususiyatlari qanday?
3. Chokli va relyefli payvandlashdagi plastik deformatsiya qanday o'ziga xos xususiyatlarga ega?
4. Uchma-uch payvandlashdagi plastik deformatsiyaning o'ziga xos xususiyatlarini aytib bering.

1.6. BIRIKMALAR HOSIL BO'LAYOTGANDA YUZ BERADIGAN JARAYONLAR

1.6.1. Sirtqi pardalarning yo'qolishi

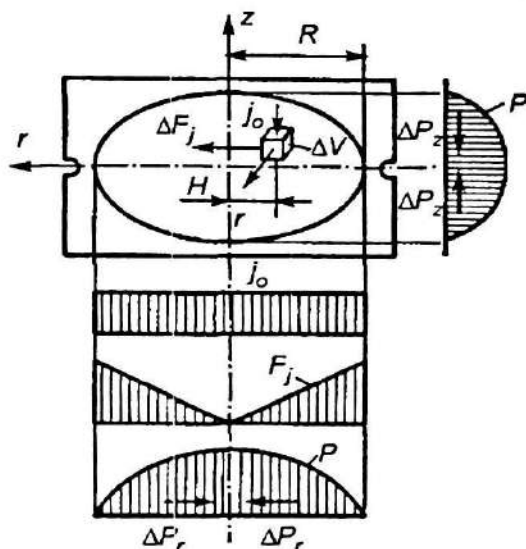
Sirtqi pardalar (oksidlar, qoplama qatlamlar), qoidaga ko'ra, payvandlanayotgan metallar yoki qotishmalardan nisbatan qiyinroq, eriydigan bo'ladi (temir oksidlaridan tashqari). Payvandlash jarayonida ular yemirilishi va ikki detalning birikmasi sirtidan yo'qotilishi kerak, chunki umumiy holda jarayonning yakuniy bosqichida ularning mavjud bo'lishi metall bog'lanishlar yuzaga kelishigi to'sqinlik qiladi.

Nuqtali, relyefli va chokli payvandlash sharoitida sirtqi qatlamlarning yemirilishi va qayta taqsimlanishiga ikki listning tegish joyidagi metallni eritish orqali erishiladi. Mazkur pardalarning yemirilishi va yo'qotilishi elektr-dinamik kuchlar ta'sirida ro'y beradi, bu kuchlar ta'sirida o'zakning suyuq metalli aralashib ketadi.



1.6.1-rasm. O'zakning suyuq metalli aralashayotganda aylanib yurish
yo'nalishi.

Suyuq metallning aralashib ketishiga payvandlash toki bilan ana shu tokning o'zi hosil qilgan magnit maydonining o'zaro ta'sirlashuvi sabab bo'ladi.



1.6.2-rasm. Elektrodinamik kuchlarni aniqlash sxemasi va tok zichligi j_0 , kuchlar F_j va bosimlar P ning suyuq metallda z va r o'qlar bo'yicha taqsimlanish sxemasi.

Tokning zichligi j_0 o'zakning kesimida bir tekis taqsimlanadi, deb taxmin qilinsa, z o'qdan r masofada turgan metallning elementar hajmi ΔV ga ta'sir qiluvchi ΔF_j kuch quyidagicha bo'ladi:

$$\Delta F_j = \mu_m j_0^2 \Delta V_r / 2,$$

bunda: μ_m – moddaning mutlaq magnit singdiruvchanligi.

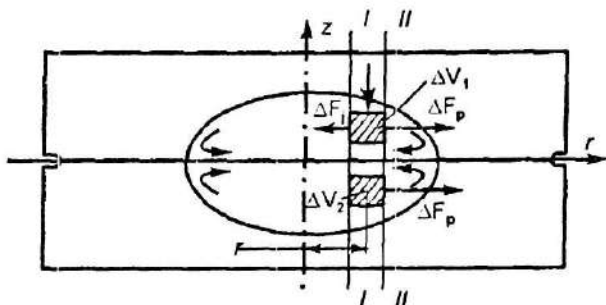
O'zakning barcha hajmlari ΔV ga ta'sir qiluvchi ΔF_j kuchlar suyuq o'zakda suyuqlikda gravitatsion kuchlardan yuzaga keluvchi bosimga o'xshash bosim hosil qiladi. Shuningdek, bu kuchlar qattiq holatdagi metallning hajmlariga ham ta'sir qiladi, bu yerda ular kristall panjaraning qarshilik kuchlari bilan muvozanatlanadi.

Hajmiy kuchlar ΔF_j o'zakning chekkalarida eng yuqori qiymatga ega bo'ladi va uning markazida nolgacha kichiklashadi. Listlarning tegish joyi kesimidagi bosim parabola tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$P = \mu_m j_0^2 (R^2 - r^2) / 4$$

va uning markazida eng yuqori qiymatiga erishadi (R – o‘zakning radiusi).

Qoidaga ko‘ra, quyma o‘zak ellipsoid shaklida bo‘ladi, shu bois erigan metallda bosim gradientlari nafaqat gorizontaal yo‘nalishda (ΔP_r), balki vertikal yo‘nalishda ham (ΔP_z) keladi. Ana shu gradientlar ta‘sirida suyuqlik qatlamlari aylanib yuradi.



1.6.3-rasm. Eritmadagi muallaq holatdagi zarralarga ta‘sir qiluvchi kuchlarning taqsimlanishi.

Eritmadagi muallaq qattiq (elektr o‘tkazuvchan ΔV_1 yoki ko‘p hollarda elektr o‘tkazmaydigan ΔV_2 (parda zarralariga I-I va II-II kesimlardagi bosimlar farqi tufayli yuzaga kelgan ΔF_p kuchlar ta‘sir qiladi:

$$\Delta F_p = \Delta P_r \Delta V$$

Elektr o‘tkazmaydigan zarralar harakatlanib, quyma o‘zakning chetlarida to‘planadi. Agar elektr o‘tkazuvchan zarra ΔV_1 dagi tokning zichligi j_1 erigan metalldagi tokning zichligi j_0 dan katta bo‘lsa, u holda zarraga

$$\Delta F = \Delta F_p - \Delta F_j = \mu_m (j_0^2 - j_1^2) r^2 / 4$$

kuchlar farqi ta‘sir qilishi natijasida zarra o‘zak markazi tomon harakatlanadi.

Uchma-uch payvandlashda detallarning uchlari atmosfera bilan o‘zaro ta‘sirlashish uchun ochiq bo‘ladi. Qarshilik bilan payvandlashda oksidlanish jarayoni eng aktiv avj oladi. Eritib uchma-uch payvandlash uchun detallarning uchlari metallning uzluksiz

yangilanib turishi, kislorod va boshqa gazlarni bog'lab turuvchi ulagichlar portlaganda tirqishda ko'p miqdorda metall tomchilari hamda bug'lari (masalan, po'latlarni payvandlashda uglerod oksidi CO) vujudga kelishi xosdir, bu esa metallning atmosfera bilan o'zaro ta'sirlashish jadalligini ancha susaytiradi. Ammo kimyoviy aktiv metallar (titan, molibden va b.) ni biriktirishda bunday himoya yetarli darajada samarali bo'lmay qolishi mumkin va shu bois ayrim hollarda payvandlash inert gazlar muhitida olib boriladi. Uchma-uch payvandlashda oksidlarning yemirilish va yo'qolish shart-sharoiti detallar uchlarining haroratiga, haroratlar gradienti, oksidlar va metallarning xossalarga bog'liq.

Qarshilik bilan payvandlashda oksidlarni yo'qotishning qiyinligi ularning qattiqligi ortishi bilan oshadi. Masalan, po'latlarni payvandlashda qattiqligini asosiy metallning qattiqligi bilan solishtirib bo'ladigan Fe_2O_3 oksidini yo'qotish qiyin. Ammo erish harorati va qattiqligi po'latnikidan past bo'lgan FeO osongina yo'qoladi. Eritib uchma-uch payvandlashda, qachonki oksidlar asosan suyuq, taglikda turgan paitda ularning qattiqligi ularning yo'qolishiga jidiy ta'sir kursatmaydi. Qarshilik bilan payvandlashda plastik deformatsiya nisbatan kam bo'lgani bois oksidlar qisman yemiriladi va yo'qoladi. Bunda yuzaning yangilanishi (detallar uchlaridan oksidlarning yo'qolishi) 60–70% dan oshmaydi, bu esa umumiy holda birikmalarning plastikligi nisbatan past bo'lishini belgilab beradi.

Eritib payvandlashda oksidlarning yo'qolishi ancha osonlashadi va birikish joyidan otilib chiqayotgan erigan metall zarralari bilan birga va asosan oksidlarni suyuq hamda qattiq metall bilan gratga siqib chiqarib cho'ktirish paytida yuz beradi. Eng maqbul rejimda deformatsiya nisbatan kam bo'lgani holda yuzaning yangilanishi 100% ga yaqinlashadi.

1.6.2. Payvandlashda metallning issiqlikdan kengayishi

Metall jismlar qizishi natijasida ularning chiziqli o'lchamlari va hajmi kattalashadi (dilatometrik effekt). Xususan qattiq jismning T haroratida uning uzunligi l_j va hajmi V_j ushbuga teng bo'ladi:

$$l_T = l_0(1 + \alpha_l T) \text{ va } V_T = V_0(1 + \beta_v T),$$

bu yerda: l_0 va V_0 harorat $T=0^\circ\text{C}$ bo'lganda jismning uzunligi va hajmi; α_l va β_v – chiziqli hamda hajmiy keskin kengayishning termik koeffitsientlari.

Eriganda jismning hajmi keskin kattalashib, V_0 ning 8–10 % iga yetadi.

Nuqtali va chokli payvandlash sharoitida detallarning qalinligi hamda hajmi kattalashuvi, asosan, z o'qda yuz beradi, chunki metallning qo'shni qismlari sovuqroqligi hajmning r o'q yo'nalishida kattalashuvini to'xtatib turadi. Payvandlashda metallning issiqlikdan kengayishi mashina elektrodleri, asosan, yuqoriga harakatlanuvchi elektrodning siljishiga (orasi ochilishiga) sabab bo'ladi.

Yuqorigi elektrodning sezilarli darajada siljishi metall erigan (o'zak paydo bo'lgan) paytdan boshlab kuzatiladi va endi bundan keyin harorat maydoni hamda o'zakning o'lchamlari kattalashuvi bilan yuz beradi.

1.6.3. Elektrod-detal tegish joyida massa ko'chish jarayonlari

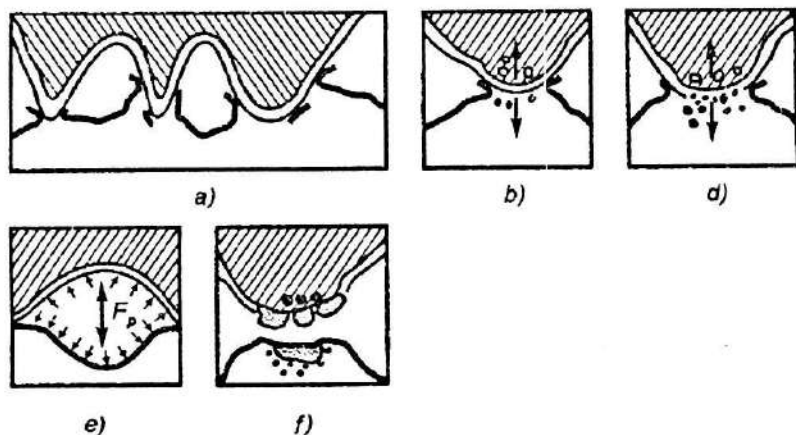
Payvandlashda elektrod-detal tegish joylari chegarasi orqali mexanik yo'l bilan yoki diffuziya tufayli elektrodlar va detallar metali oz miqdordagi massasining o'zaro ko'chishi yuz beradi.

Payvandlash toki ulanmasdan oldin payvandlash kuchi berilganda elektrod-detal tegish joyida mikrochiqiqlarning qayishqoq-plastik deformatsiyalanish, chiqiqlarning o'yiqlarga kirish, ularning kesilish va qadalib qolish, ularning yuzasidagi oksidlarning qisman yemirilish va oz miqdordagi fizik bog'lanishlar paydo bo'lish jarayonlari yuz beradi. Bu jarayonlarga payvandlash mashinasidagi kuch tizimi pastki va ustki konsollari birligi har xilligi tufayli elektrodning detallar yuzasiga nisbatan harakatlanishi sababli vujudga keluvchi siljish deformatsiyalari ham yordam beradi.

Payvandlash toki ulanganda detallarning elektrodlerga yaqin qismlari qizib borgani sari mikrorelyeflarning plastik deformatsiyaga qarshiligi kamayib boradi, shunga mos ravishda ularning plastik deformatsiyasi ortadi, amalda tegish joylari kengayadi, nafaqat fizik,

balki kimyoviy bog'lanishlar ham yuzaga kelishi uchun sharoit paydo bo'ladi. Metallarning o'zaro singish (diffuziyasi) jarayoni rivojlanadi.

Detallar yoki elektrodning yuzalari yaxshi tozalangan bo'lmasa, mikrorelyeflar orasida yuzaga kelgan ajralib qolgan bo'shliqlar oksid va gidrooksid pardalari hamda singigan moddalar bilan to'lib qoladi. Harorat ko'tarilishi bilan gidrooksidlar parchalanib, gaz, xususan, kislorod ajralib chiqadi. Bunda yuzaga keluvchi ortiqcha bosim "yoruvchi" effekt hosil qiladi, u tegish joylaridagi bosimni pasaytiradi, kislorodning ortiqchasi esa chiqiqlar asosini yana oksidlab elektr kontaktlar yuzining kengayishiga to'sqinlik qiladi. Ikkilamchi oksidlash va yoruvchi effekt mos ravishda tokning mahalliy zichligi kamayishiga to'sqinlik qiladi hamda tegish qarshiligini oshiradi, bu esa elektrod-detal tegish joyida haroratning ko'tarilishiga yordam beradi.



1.6.4-rasm. Elektrod-detal tegish joyidagi massa ko'chish jarayonining sxemasi:

a – tok ulanmasdan oldingi tegish joyi: chiziqlar oralig'i keng chegara elektrod o'zaro ta'sirlashuv mahsullari va oksidlar; chiziqlar oralig'i tor chegara – detaldagi oksid pardasi; *b* – metallarning bir-biriga singishi diffuziyalanishi); *d* – mahalliy erish va o'zaro diffuziya; *e* – ikkilamchi oksidlanish hamda yoruvchi effekt kuchlari (F_{vo}) kuchiarining yo'nalishi; *f* – elektrodlar orasining ochilishi (elektrod ilashtirib ketgan detal zarralari shtrixlangan).

Payvandlash toki uzilganda va siqish kuchi olinganda hosil bo'lgan mahalliy bog'lanishlar mikrochiqlar deformatsiyalanganda to'plangan qayishqoq kuchlar ta'sirida, shuningdek, qisman yoruvchi effekt ta'sirida yemiriladi. Elektrod ko'tarilganda odatda bog'lanishlarni yemirish uchun qo'shimcha kuchlar talab qilinmaydi.

Elektrodlar yuzasida singish yoki mexanik deformatsiya jarayonlari natijasida o'tib qolgan payvandlanayotgan metall zarralari qoladi. Yumshoq metall (masalan, aluminiy) zarralarini elektrod yuzasining nisbatan qattiq relyefi o'ziga "ilintirib" oladi. Bu jarayon po'lat detallarni payvandlashda deyarli qayd etilmaydi.

Elektrodlarni ishlatish jarayonida ularning yuzasida massa ko'chishidan o'zaro ta'sirlashuv mahsullari to'planishi ko'payadi. Bunda shunday joylar yuzaga keladiki, metall bog'lanishlar hosil bo'lib, ular payvandlash jarayonini me'yorida olib borishga to'sqinlik qiladi.

Detallar yuzasida elektrod metallining aralashmalari qolib, elektrodlarda o'zaro ta'sirlashuv mahsullari ortib borgani sari ularning miqdori ham ko'payib boradi.

Shunday qilib, massa ko'chish tezligi tegish joyidagi harorat, metallarning yuqori haroratlarda bo'lish vaqti, detal va elektrodlar yuzasining ahvoli, siljish deformatsiyalari darajasi, elektrod metali va payvandlanayotgan metallning fizik xossalari bilan nazorat qilinadi.

1.6.4. Termodeformatsiya jarayonlarining payvandlash joyi metallining xossalari ta'siri

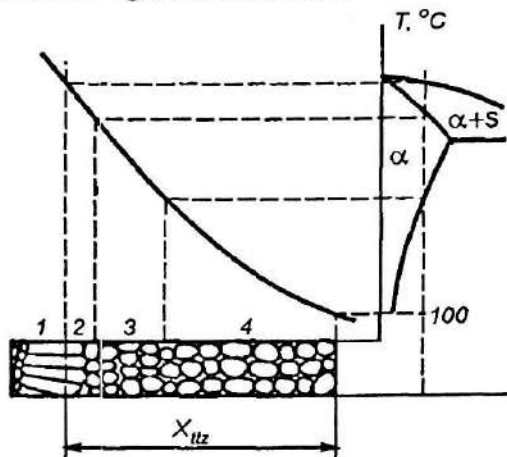
Payvandlash jarayonida metall termodeformatsiya ta'siriga uchraydi, bu ta'sir, o'z navbatida, o'zak va chok yaqinidagi metallning tuzilmasi hamda xossalari ta'sir ko'rsatadi.

Kam uglerodli po'latni payvandlashda (1.6.5-rasm) o'zak (1) ga tutashuvchi tor joy (2) da donalar chegaralari eriydi.

Chok tarkibining notekisligi hatto navbatdagi termik ishlovda ham qiyinlik bilan tekislanadi.

Chok yaqinidagi joyda toblanish, oson eriydigan evtektiklarning donalar chegarasi bo'ylab erishi, qisman kuyish, qasmoqning olinish

rekristallizatsiya va shu kabilar oqibatida metallning boshlang'ich tuzilmasi va xossalari o'zgarishi kuzatiladi.



1.6.6-rasm. Yuqori darajada mustahkam aluminiy qotishmalarini payvandlashda tuzilmasining o'zgarishi:

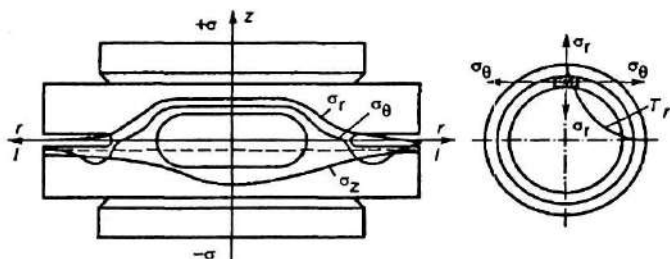
1 – o'zak; 2 – donalar chegaralari qisman eriydigan joy; 3 – toblanadigan joyi; 4 – yumshaydigan va qayta kristalanadigan joy.

1.6.5. Qoldiq zo'riqlarning yuzaga kelishi

Sovish bosqichida payvandlash joyida chekish erkin emasligi va siqish kuchi ta'sir qilishi natijasida metallning o'ta zo'riqqan holati yuzaga keladi. Ichki zo'riqlarning taqsimlanish turi vaqt bo'yicha o'zgaradi, chunki u nafaqat cho'kish va tashqi bosimga, balki metallning plastik deformatsiyaga qarshiligiga ham bog'liq bo'ladi. Sovishning boshida yoki σ_n ning nisbatan kichik qiymatida z o'q

bo'ylab cho'kish $F_{\sim}$ ta'sirida metallning deformatsiyalanishi bilan sezilarli darajada qoplanadi, nuqtali payvandlashda bu yo'nalishda cho'zuvchi zo'riqishlar katta bo'lmaydi, elektrodlar oldida esa ko'pincha qoldiq siquvchi zo'riqishlar paydo bo'ladi.

Bo'ylama yo'nalishda (r o'q bo'ylab) cho'kish deyarli qoplanmay qoladi, chunki sovish hisobiga quyma o'zak atrofida o'ziga xos bikr sinch hosil bo'lib, u bu yo'nalishda tashqi kuch ta'sirida deformatsiyaga to'sqinlik qiladi. Shu sababli payvandlash joyining markaziy qismida qoldiq, radial σ_r va aylana σ_θ zo'riqishlar hosil bo'lish jarayonlari rivojlanadi.



1.6.7-rasm. Nuqtali payvandlashdan keyin qoladigan qoldiq kuchlanish.

Bu zo'riqishlar qanday hosil bo'lishini quyidagi sxema bilan tushuntirish mumkin. Sovish paytida ichki qatlamlar, masalan, hajm ko'rinishida kaltalashishga urinadi, ammo sovuqroq qo'shni tashqi halqalar bunga to'sqinlik qiladi, natijada ularda qoldiq, cho'zuvchi zo'riqishlar σ_r va σ_θ yuzaga keladi. O'zakdan uzoqlashganda cho'kish harorati va kattaligi pasayadi cho'zuvchi zo'riqishlar nolgacha kichiklashadi. Oraliq, ancha katta bo'lganda σ_θ ishorasini o'zgartiradi va siquvchi zo'riqishlarga aylanadi. Shuni nazarda tutish kerakki, sovish chog'ida qoldiq cho'zuvchi zo'riqishlar σ_r dan katta bo'lishi mumkin.

Agar payvandlash joyi sovib borgan sari tashqi bosimni oshirish evaziga metallning qo'shimcha plastik deformatsiyasi keltirib chiqarilsa va bu bilan cho'kish jarayonlari qoplanishi ta'minlansa,

choʻzuvchi zoʻriqishlar σ_r va σ_e ni kamaytirish va hatto siquvchi zoʻriqishlarga oʻzgartirish mumkin. Bu siqish kuchini $F_{choʻk}$ gacha ravon yoki pogʻonama-pogʻona oshirib borish yoʻli bilan amalga oshiriladi.

Tekshirish uchun savollar

1. Kontaktli payvandlashda nima uchun oʻksid pardalarini yoʻqotish zarur?
2. Oksid pardalarini yoʻqotish jarayoni qay tarzda kechadi?
3. Dilatometrik effektning mohiyatini aytib bering.
4. Kontaktli payvandlashda massa koʻchish tezligi qanday omillar bilan belgilanadi?
5. Kontaktli payvandlashda qoldiq zoʻriqishlar paydo boʻlish jarayoni qay yoʻsinda yuz beradi?

2-BOB. BOSIM OSTIDA PAYVANDLASH TEXNOLOGIYASI VA JIHOZLARI

2.1. KONTAKTLI PAYVANDLAB HOSIL QILINADIGAN PAYVAND BIRIKMALAR DETALLARI VA QISMLARINING TUZILISHI

2.1.1. Kontaktli nuqtali va chokli payvandlab hosil qilingan birikmalarning tuzilishi

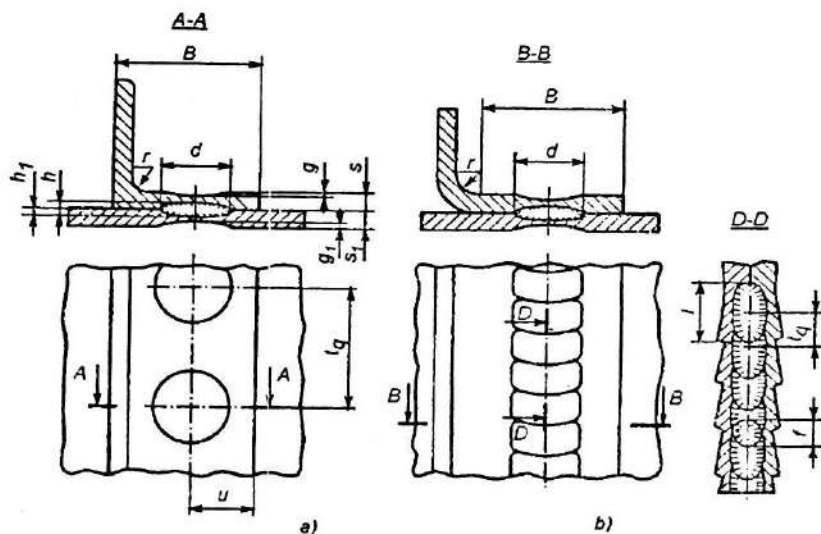
Nuqtali va chokli payvandlash yo'li bilan ko'pincha 0,5–6 mm qalinlikdagi detallar biriktiriladi. Ammo qalinlikning eng pastki chegarasi (mikropayvandlash) 2 mm gacha, eng yuqori chegarasi esa 30 mm gacha yetishi mumkin. Payvandlanadigan detallarning qalinligi bir xil yoki har xil (qalinliklar nisbati 1:5 gacha, mikropayvandlashda esa 1:100 va bundan katta bo'lgani holda) bo'lishi mumkin. Agar zichlik talab qilinmasa, nuqtali payvandlash qo'llaniladi. Mustahkam zich birikmalar chokli payvandlab hosil qilinadi.

Ko'p hollarda ikki tomonlama payvandlash qo'llaniladi, ammo payvandlash joyi noqulay bo'lganda bir tomonlama payvandlashdan foydalaniladi. Unumdorlikni oshirish va tob tashlashni kamaytirish maqsadida ko'p nuqtali payvandlashdan foydalaniladi.

«Birikmaning eng maqbul o'lchamlari» tushunchasiga bir necha o'lchanadigan qiymatlar kiradi, ular birikmaning konstruktiv qismlari deb ataladi va ГОСТ 15878-79 bo'yicha standartlashtirilgan.

Asosiy konstruktiv qismlar o'zakning hisoblab aniqlanadigan eng kichik diametri (nuqtali payvandlash uchun) va quyma joyning (zonaning) eni chokli payvandlash uchun hisoblanadi, ular detallar tutashmasining tekisligidan o'lchanib, ushbu ikkala payvandlash uchun d harfi bilan belgilanadi. Bu o'lchamlar ustma-ust qo'yish eng kichik bo'lgani holda chokning mustahkamligi, zichligi zarur darajada va barqaror chiqishi shartidan kelib chiqib belgilanadi. O'zakning eng katta o'lchamlari turli nuqsonlar paydo bo'lishi, elektrodning chidamlilikda pasayishi mumkinligi sababli cheklanib, yuqori chegaralar eng kichik joiz chegaralardan 15–25 % ortiq qilib belgilanadi ($S \geq 0,5$ mm bo'lgani holda). Detailning qalinligi $S \geq 0,5$

mm bo'ganda quyma o'zakning eng kichik diametrini empirik formula yordamida taxminan aniqlash mumkin: $d = 2S + (2-3) \text{ mm}$. Uning qalinlik ortishi bilan d/s nisbatning kamayishini inobatga oluvchi aniqroq qiymatlari ushbu $d = 4S^{2/3}$ formula bilan ifodalanadi.



2.1.1-rasm. Kontaktli payvandlashda hosil bo'luvchining konstruktiv qismlari:

a – nuqtali payvandlashda; *b* – chokli payvandlashda.

Birikmaning boshqa konstruktiv qismlari quyidagilardan iborat:

1. *Erish qiymati* $h(h_1)$ ko'p hollarda detal qalinligining 20–80 % atrofida bo'lmog'i lozim: $h(h_1) \leq (0.2 \div 0.8)S(S_1)$.

U har bir detal uchun alohida-alohida o'lchanadi. Eng kichik qiymatlari qalinligi bir xil bo'lmagan detallarni payvandlashda yupqa detalning erishiga to'g'ri keladi:

$h(h_1) \leq (0.2 \div 0.95) S(S_1)$ – titan qotishmalari uchun;

$h(h_1) \leq 0.3S(S_1)$ – aluminii va magniy qotishmalari uchun;

2. O'yiqlarning chuqurligi $g(g_1)$: $g(g_1) \leq 0.2S(S_1)$;

$g(g_1) \leq 0.3S(S_1)$ – qalinligi bir xil bo'lmagan detallarni va noqulay joylarda payvandlashla. Mikropayvandlashda o'yiqlarning chuqurligi

odatda bir necha foizdan oshmaydi. Bundan chuqur o'yiqlar birikmaning tashqi ko'rinishini xunuklashtiradi va odatda nuqtalarning mustahkamligini pasaytiradi.

3. *Katordagi qo'shini nuqtalar markazlarining eng kichik oralig'i* yoki t_q chokning yuqori darajada mustahkamligi saqlanib qolgani holda tokning biroz shuntlanishi shartidan kelib chiqib belgilanadi;

4. *Zich chokdagi quyma joylar (zonalar) ning bir-birini qoplash kattaligi* f quyma joy uzunligi l ning kamida 25% ini tashkil etishi kerak.

5. *Ustma-ust qo'yish kattaligi* (B) biriktiriladigan detallar tutashiriladigan qismining eng kichik oni bo'lib, bunda qo'shni qismlar (devor, tokcha) ning dumaloqlanish radiusi hisobga clinmaydi. $r < 2S$ bo'lganda ustma-ust qo'yish kattaligiga devorning radiusigina emas, balki qalinligi ham kiritiladi (qo'shiladi).

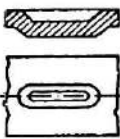
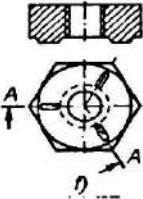
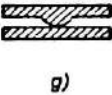
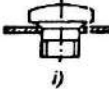
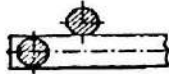
6. *Chok nuqtasi markazidan yoki o'qi markazidan ustma-ust birikmaning chetigacha bo'lgan oraliq* $0,5 B$ dan bo'lmashligi darkor.

7. O'qushni qatorlar o'qlarining o'rtasidagi oraliq « c » t_q dan 20% ortiq qilib olinadi.

Detallarning qalinligi ortishi bilan konstruktiv qismlarining mutlaq, o'lchamlari kattalashib boradi. Ularning ayrimlari (B , h , t_q , u , c) materialga bog'liq, bo'ladi. B , h , t_q , u , c ning qiymatlari, bundan tashqari, payvandlanadigan detallarning qalinligiga ham bog'liq bo'ladi: $S/S_1 > 2$ bo'lganda ular 20–30 % oshiraladi. Umuman olganda, qalinligi baravar bo'lmagan detallarni payvandlashda konstruktiv qismlari yuqqaroq detalga qarab tanlanadi.

2.1.2. Kontaktli relyefli payvandlab hosil qilinadigan birikmalarning tuzilishi

Sovuqlayin shtamplab olingan turli shakldagi relyefli list materiallardan birikmalarni relyefli ustma-ust payvandlab hosil qilish eng ko'p tarqalgan.

Ustma-ust birikma	Po'lat listdgi shtamplangan relyeflar	  
	O'tqazilgan relyeflar	  
T-simon birikmalar	O'tkir qirrali	   
	Sferasimon	  
Xochsimon birikmalar		  
Qistirimali birikmalar		  

2.1.2-rasm. Relyefturlari.

Odatda, dumaloq relyefdan (2.1.2-a rasm) foydalaniladi, u qizish chog'ida payvandlash kuchlarini qabul qilish uchun zarur birklikni ta'minlaydi. Bunday birikmada qizish va keyin nuqta quyma o'zagining shakllanishi chetdan markazga tomon bir tekis yuz beradi. Bunday relyeflar uchun mo'ljallangan asboblarni tayyorlash va

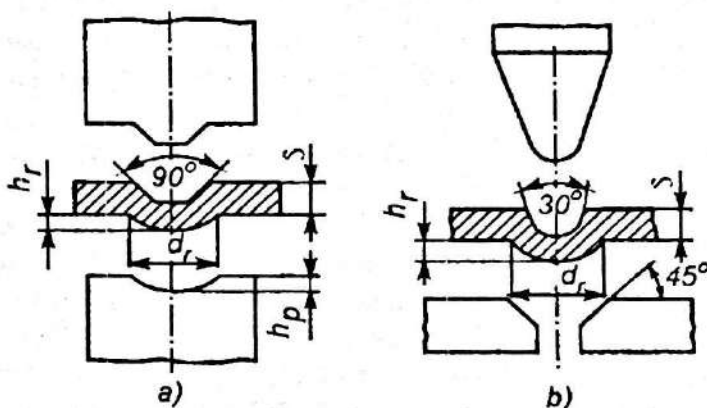
ta'mirlash oson. Dumaloq relyeflar sonini oshirish mumkin bo'lmagan va uchma-uch birikmaning o'lchamlari chegaralangan hollarda payvandlash yuzini kat'alashtirish uchun uzunchoq, shakldagi relyeflar (2.1.2-b rasm) qo'llaniladi. Zich birikmani halqasimon relyef (2.1.2-d rasm) ta'minlaydi. Mahkamlash buyumlarini tayyorlashda relyeflarni sovuqlayin hosil qilinadi (2.1.2-e,f rasm). Bunday relyeflarda chuqurchalar bo'lmaydi va ular payvandlashda siqish kuchlarini yaxshiroq qabul qiladi. Bunday relyeflarni listda ham chuqurchalarsiz hosil qilish mumkin (2.1.2-g rasm). Bu turdagi relyef qalinligi kichik detallarni hamda egiluvchan metallar va qotishmalardan tayyorlangan detallarni payvandlashda qo'llaniladi.

Zich birikmalar uchun qo'llaniladigan o'tkir qirrali relyeflar alohida guruhni tashkil qiladi. Bu T-simon birikmalar katta guruhining bir turidir. Bunday birikmada halqasimon relyef teshiklarning ichki qirralaridan biri bilan detalning teshik o'qiga burchak ostida joylashgan tashqi tekisligi orasida hosil bo'ladi (2.1.2-h,k rasm). Amaliyotda keng ko'lamda qo'llaniluvchi T-simon birikmalarining boshqa guruhini detallaridan biri bilan boshqa detalining keng yuzasida payvandlanadigan buyumlar tashkil etadi (2.1.2-l, m rasm).

Agar detallardan biri sterjendan iborat bo'lsa, u holda uning uchi to'liq payvandlanadi. Zarur relyef sterjenning oxirida (uchida) yoki payvandlanadigan tekislikda hosil qilinishi mumkin. Quvur va tekislikni yoki ikkita quvurni payvandlashda, shuningdek, relyeflar list uchida joylashgan yoxud detal tekisligida payvandlab hosil qilingan listlarni payvandlashda ham ana shunday birikmadan foydalanilishi mumkin (2.1.2-n rasm). Relyefli birikmalarga simlar, sterjenlar yoki quvurlarning xochsimon birikmalari kiradi (2.1.2-o, p, q rasm). Bunday birikmada relyefni detalning tabiiy shakli hosil qiladi. Mustahkamligini oshirish uchun payvandlash joyida quvur deformatsiyalanadi (2.1.2-q rasm).

Ustma-ust va T-simon birikmalardagi payvandlanadigan detallar orasida joylashuvchi kistirma-konsentratorlar o'ziga xos relyeflar sanaladi (2.1.2-rasm, s, t). Ular qalinligi katta detallarni payvandlashda, shuningdek, shtamplab yoki cho'qtirib relyeflar hosil qilish qiyin bo'lgan hollarda qo'llaniladi. Qistirma payvandlash joyini legirlashi mumkin.

Relyefli payvandlashda birikmalar erigan o'zakli va qattiq holatda bo'lishi mumkin. Shtamplangan relyeflari bo'lgan list metallar odatda quyma o'zakli qilib biriktiriladi, vaholanki qattiq holatda payvandlashda bu turdagi birikmalarning mustahkamlik ko'rsatkichlari ancha yuqori bo'ladi. Bunga payvandlash joyining radial yo'nalishda jadal plastik deformatsiyalanishi sabab bo'ladi.



2.1.3-rasm. Relyeflar shakli.

Shtamplangan dumaloq relyeflarning diametri d_r va balandligi h_r ni quyidagi o'zaro nisbatlardan foydalanib, detalning qalinligi s ga bog'liq holda taxminan hisoblab topish mumkin:

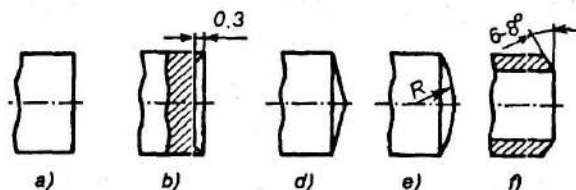
$$d_r = 2s + 0,75; h_p = 0,4s + 0,25.$$

Bu holda birikmaning quyma o'zagi diametri $d = (1,2-1,5)d_r$ bo'ladi.

2.1.3. Kontaktli uchma-uch payvandlab hosil qilingan birikmalarning tuzilishi

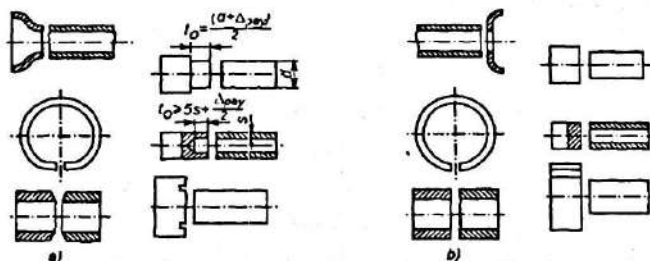
Legirlangan po'latlarni tejash uchun uchma-uch payvandlashdan sanoatda prokatdan uzun buyumlar, tutash shakldagi oddiy tanavorlar va detallardan murakkab detallar qirquvchi asboblari, dvigatellar klapanlari va b.) tayyorlashda keng foydalaniladi.

Detallarning shakli ularni mashina jag'larida (elektrodlarda) puxta mahkamlab qo'yishni ta'minlamog'i lozim. Ikkala tanavor bir tekis qizishi va bir xil plastik deformatsiyalanishi uchun zarur sharoit yaratilishi, tanavorlarning shakli hamda o'lchamlari taxminan bir xil qilib tanlanishi kerak. Ularning diametrlaridagi farq 15% dan, qalinligidagi tafovut esa 10% dan oshmasligi dardor.



2.1.4-rasm. Qarshilik bilan payvandlash uchun detallar uchlarning shakli:

a – tekis yuza (aniq moslashni talab qiladi); b – halqasimon chiqiq (mahalliy issiqlik ajralib chiqishini ta'minlaydi va uchma-uch birikish joyiga havo kelishini cheklaydi); d–f – konus yoki sfera (qizishni mahalliyashtiradi).



2.1.5-rasm. Eritib payvandlash uchun detallar uchlarning shakli:

a – ratsional; b –ratsional emas (Δ_{pay} – payvandlashda detallarning umumiy kaltalashishi).

Tekshirish uchun savollar:

1. Qaysi parametrlar nuqtali payvandlab hosil qilinadigan birikmaning asosiy konstruktiv qismlari hisoblanadi?
2. Nuqtali payvandlab hosil qilinuvchi birikmaning asosiy konstruktiv qismlari qiymatlari nimalarga bog'liq?
3. Relyefli payvandlab olinadigan birikmalarning asosiy konstruktiv qismlarini aytib bering.

2.2. PAYVAND UZELLAR ISHLAB CHIQUARISH TEXNOLOGIK JARAYONI

Texnologik jarayon yangi konstruksiyani loyixalash bosqichidayoq avval dasturulamal texnologiyani, keyin texnologik ish jarayonini (yoʻnalish texnologiyasi va operatsion xaritalarni) yaratish yoʻli bilan ishlab chiqiladi.

Payvand uzellar ishlab chiqarishning namunaviy texnologik jarayoni muayyan izchillikda bajariladigan quyidagi qator asosiy operatsiyalardan iborat:

- 1) detallar tayyorlash;
- 2) payvandlanadigan yuzalarni hozirlash;
- 3) yigʻish;
- 4) bir necha joyidan payvandlab qoʻyish;
- 5) payvandlash;
- 6) toʻgʻrilash va mexanik ishlov berish;
- 7) korroziyadan himoyalash;
- 8) nazorat qilish.

2.2.1. Detallar tayyorlash

Detallar chizmalarga muvofiq ularning oʻlchamlari va joizliklariga aniq rioya etilgan holda tayyorlanmogi zarur, chunki ularning tayyorlanish sifati yigʻish, bir necha joyidan payvandlab qoʻyish, payvandlash ishlarining mehnat sarfi hamda aniqligiga bevosita taʼsir qiladi. Koʻp hollarda tirqishlarning keragidan katta chiqishi va detalning yomon tutashuviga aynan tayyorlash aniqligining pastligi sabab boʻladi. Tanavorlar listlardan gilotin, disksimon va tebranma qaychilar bilan, shtamplarda, gaz alangasi, plazma oqimi bilan kesib olinadi. Titan qotishmalaridan issiqqa chidamli poʻlatlardan qilingan listlarni avtomatik bichish uchun lazerdan foydalaniladi, profillar press-qaychilar va arralar bilan kesib boʻlinadi. Detallarga shakl berish, odatda, sovuq holatda deformatsiyalash: aylanuvchi joʻvalarda egish, erkin usulda egish, sirish, choʻzish, shtamplash yoʻli bilan amalga oshiriladi. Uchma-uch bilan payvandlashda detallarning uchlari qaychi, arra, metall kesuvchi dastgohlar bilan kesish yoki

sovuqlayin presslarda cho'ktirish, shuningdek plazma oqimi bilan va gaz alangasida kesib, keyin shlakni olib tashlash yo'li bilan hosil qilinadi.

2.2.2. Yuzani hozirlash

Bu ishdan maqsad xossalariga ko'ra bir tekis bo'lmagan boshlang'ich qalin sirtqi pardalarni yo'qotishdir. Qayta oksidlash natijasida tegish qarshiligi kichik va barqaror bo'lgan yangi yupqa pardalar yuzaga keladi.

Yuzani hozirlash quyidagi izchillikda bajariladigan qator operatsiyalarni o'z ichiga oladi:

1. *Yog'sizlantirish* – bu operatsiya iflosliklar, moylar, markirovkalash bo'yog'ini ketkazish uchun xizmat qilib, erituvchilar bilan artish orqali yoki turli tarkibdagi vannalarda, masalan, legirlangan po'latlar va titan qotishmalari uchun soda eritmalarida, aluminiy hamda magniy qotishmalari uchun ishqor eritmalarida amalga oshiriladi. Sovuqlayin yoyilgan (prokatlangan) po'lat ko'pincha yuzasini hozirlamasdan payvandlanadi.

2. Mexanik ishlov berish yoki kimyoviy ishlov berish orqali *boshlang'ich pardalar* acosan, *oksid pardalarini yo'qotish*.

Mexanik usulda hozirlash quyidagicha olib boriladi:

a) qalin oksid pardasi yoki alohida sirtqi qatlamlari bo'lgan po'lat detallar va TiO_2 qasmog'i bo'lgan titan qotishmalariga pitra purkab ishlov beriladi. Pitra oqartirilgan cho'yan zarralari, maydalab kesilgan po'lat sim ko'rinishida, aluminiy qotishmalari uchun esa shisha zo'ldirchalar ko'rinishida tayyorlanadi;

b) istalgan metallardan, ammo ko'pincha po'latlardan kam miqdorda ishlab chiqarilgan detallar aylanuvchi metall cho'tkalar bilan tozalanadi. Aluminiy va magniy qotishmalari uchun yuzani tozalashni qayta oksidlash aktivlashtiradi, shu bois saqlash sharoitiga qarab, detallar ishlov berib bo'linganda so'ng kechi bilan 5–20 soat ichida payvandlanmog'i zarur.

Kimyoviy ishlov berish (xurushlash) deyarli istalgan metallardan bittalab va ko'plab ishlab chiqariladigan detallar uchun qo'llaniladi.

Kimyoviy ishlov berishning afzalliklari:

– ishlov berilgandan keyin bir tekisroq va aktivligi pastroq parda paydo boʻladi;

– oksid pardasining xossalarini va yanada oʻsishini boshqarib turish imkoniyati bor.

Kimyoviy ishlov berish xurushlash tezligini rostlash, detallarning yuzasi bilan oʻzaro taʼsirlashuvni yaxshilash, yuzani passivantirish uchun turli qoʻshimchalar ishqor hamda kislota eritmalarida amalga oshiriladi.

Kam uglerodli kam legirlangan poʻlatlar uchun sulfat kislota va xlorid kislota (H_2SO_4 (200 g), HCl (10 g) 10 l suvda eritiladi, harorat 50–60°C), korroziyabardosh va issiqqa chidamli poʻlatlar, nikel qotishmalari uchun - ortofosfor, xlorid hamda azot kislotalarning suvdagi eritmaları (H_3PO_4 (110 g), HCl (130 g), HNO_3 (10 g) 0,75 l suvda eritiladi, harorat 50–70°C), mis qotishmalari uchun HNO_3 (280 g), HCl (1,5 g) qurum (1–2 g) 1 l suvda eritiladi, harorat 15–25°C), magniy qotishmalari uchun ($NaOH$ (300–500g), $NaNO_3$ (40–70g), $NaNO_2$ (150–250g) 0,3–0,5 l suvda eritiladi, harorat 70–100°C).

Aluminiy qotishmalari uchun kaliy yoki natriy xrompik qoʻshilgan ortofosfor kislota eritmalaridan (H_3PO_4 (110–115 g), $K_2Cr_2O_4$ yoki $Na_2Cr_2O_4$ (0,8–1,5 g) 1 l suvda eritiladi, harorat 30–50°C) foydalaniladi. Ortofosfor kislota aluminiy bilan deyarli oʻzaro taʼsirlashmaydi, ammo sirtqi oksidlarni, aktiv eritadi.

3. *Passivlash* – aluminiy va magniy qotishmalari uchun yangi oksid pardasini zichlash hamda barqarorlashtirish maqsadida qoʻshimcha kimyoviy ishlov berish. Aluminiy qotishmalaridan yasalgan detallar ayni chogʻda xurushlovchi xrompik eritmasini qoʻshish orqali xurushlash yoʻli bilan ham passivlanadi. Magniy qotishmalari xurushlangandan soʻng, xrom angidrid eritmasida ishlov berib passivlanadi.

4. *Yuzani neytrallashtirish yoki tiniqlashtirish* – yuzadan reaksiya yoxud elektrolit maxsullarini ketkazish. Kam uglerodli va kam legirlangan poʻlatlar uchun natriy yoki kaliy gidrooksidi ($NaOH$ yoxud KOH 1 l suvda eritiladi, harorat 20–25°C), korroziyabardosh hamda issiqqa chidamli poʻlatlar, nikel qotishmalari uchun Na_2CO_3 ning 10% li eritmasi (harorat 20–25°C) ishlatiladi.

5. *Yuvish* — detalga kimyoviy ishlov berishning, har bir operatsiyalari oraliqida odatda, issiq suv bilan, keyin esa vodorod ko'rsatkichi $pH = 6,5-7,5$ bo'lgan sovuq suv bilan ishlov beriladi. O'ta muhim detallar oksitlantirilgan suv bilan uzil-kesil yuviladi.

6) Issiq havo bilan yoki quritish javonlarida *quritish*.

7) *Yuzani hozirlash sifatini nazorat qilish*. Yuzani hozirlash sifati ko'z bilan (po'latlar va titan qotishmalari uchun), etalon namunalar bilan solishtirish orqali hamda elektrodlardan bittasi izolyatsiyalangan nuqtali payvandlash mashinasi turidagi qurilmalarda ikkita siqib qo'yilgan namunalarning elektr qarshiligi r_{EE} ni $\Phi-412$ da mikrommetri yoki boshqa asboblardan o'lchash orqali baholanadi. Kam uglerodli konstruksion po'latlar uchun r_{EE} ning joiz qiymatlari 600 mKΩ, kam legirlangan po'latlar uchun 800, korroziyabardosh va issiqqa chidamli po'latlar uchun 1000, titan qotishmalari uchun 1500, mis qotishmalari uchun 300, aluminiy qotishmalari uchun 120–180 mKΩ ga teng.

2.2.3. Yig'ish

Yig'ish ishlari detallar chizmaga muvofiq o'zaro aniq joylashishini va ular orasidagi tirqish eng kichik bo'lishini ta'minlamog'i lozim.

O'zaro almashinuvchan bo'lmagan detallar bir-biriga moslanadi. Detaillarning yuzasi muqarrar ravishda ifloslangan bo'ladi. Shu bois avval detallar bir-biriga moslanib, ulardan uzellar yig'iladi. Keyin uzal bo'laklarga ajratilib, yuzalar hozirlanadi, shundan so'ng uzil-kesil yig'iladi. Oxirgi bosqichda hech qanday moslash operatsiyalari bo'lishiga ruxsat etilmaydi.

Joiz (ruxsat etiladigan) yig'ish tirqishlari payvandlash usuli, uzalning birligi (detaillarning qalinligi va shakli) ga, shuningdek ana shunday tirqishli qismlar uzunligiga bog'liq. Detail qancha biki va tirqishli qism qancha katta bo'lsa, joiz tirqishlar shuncha kichik bo'ladi. Masalan, po'latlardan ishlangan, 1 mm qalinlikdagi detallarni nuqtali payvandlashda tirqishlar 100 mm uzunlikda 0,4 mm dan va 300 mm uzunlikda 1,2 mm dan katta bo'lmasligi kerak. 3 mm qalinlikdagi detallar uchun bu qiymatlar mos ravishda 0,3 va 0,9 mm gacha kichrayadi.

Yig'ish ishlari tushirilgan belgilar, etalon uzal bo'yicha, andazalar yordamida, yig'ish teshiklari bo'yicha maxsus moslamalarda bajariladi. Uzal yig'ib bo'lingandan keyin unda bir necha joyidan payvandlash va payvandlash joylari belgilab olinadi. Belgilash turli usullarda: andazalar yoki o'lchash asbobi yordamida qalam bilan, ustma-ust birikma yoniga avval belgilangan (bosmaxona usulida) yopishqoq qog'oz tasma yopishtirish orqali amalga oshirilishi mumkin. Nuqtali mashinadagi mexanik belgilagichlar (rejalagichlar) yoki optik belgilagichlar samaralidir. Ular nuqtalar oralig'i belgilangan kattalikda bo'lishini ta'minlaydi.

Qarshilik bilan uchma-uch payvandlashda detallarni eritib payvandlashdagidan aniqroq o'rnatish talab qillinadi. Masalan, qarshilik bilan payvandlashda detallar uchlari o'rtasidagi tirqish 0,5 mm dan katta bo'lmasligi kerak. Eritib payvandlashda esa $u = 0,15 \Delta_{erish}$ gacha bo'lishi mumkin.

Yig'ish sifati uzalning asosiy o'lchamlarini, detallarning o'zaro joylashuvini va tirqishlarni tekshirish orqali baholanadi. Tirqishlar bir necha joyidan payvandlab qo'yish yoki payvandlash paytida maxsus asbob bilan avtomatik o'lchanishi mumkin.

2.2.4. Bir necha joyidan payvandlab qo'yish

Bir necha joyidan payvandlab qo'yish uzaldagi detallarni aniq holatda qotirib qo'yish, payvandlash vaqtida ular surilib ketishining oldini olish, uzalning bikrligini oshirish, tirqishlarni kichiklashtirish va qoldiq deformatsiyalarni kamaytirish uchun xizmat qiladi. Yig'ilgan uzellar ko'pincha ko'chmas mashinalarda bir necha joyidan nuqtali payvandlab qo'yiladi; yupqa listlardan (tunukada) qilingan murakkab shaklli va katta o'lchamli detallar uchun bu ish kontaktli ko'chma mashinalarda moslamalar (ombirlar, to'pponchalar) da yoki argon yoyi yordamida payvandlab bajariladi; qalin devorli yirik detallar uchun esa argon yoyi yordamida, yoy yordamida qo'lda payvandlab, keyin bir necha joyidan payvandlash joylarini kesib tashlash orqali amalga oshiriladi.

Bir necha joyidan payvandlab qo'yish joylarining oralig'i (qadami) qotishmaining markasi, detallarning qalinligi, uzalning bikrligi,

tirqishlarga va payvandlash turiga bog'liq. Tirqishlar qancha kichik va uzelning bikrligi qancha katta bo'lsa, qadam odatda, shuncha uzun bo'lishi mumkin. Nuqtali payvandlash uchun bu qadam odatda 100–300 mm ni, chokli payvandlash uchun 3–5 barobar kamni (kuchli tob tashlashning oldini olish maqsadida) tashkil etadi. Nuqtali payvandlash uchun detallar chok chizig'i bo'ylab bir necha joyidan payvandlab qo'yiladi, bu ishning rejimi payvandlash rejimiga o'xshash belgilanadi. Chokli payvandlash uchun bir necha joyidan payvandlash nuqtalari yo chok o'qi bo'ylab, yoki yonma-yon joylashtirilib, ularning diametri chok enida kichikroq qilib (2.5 gacha) belgilandi.

Payvandlash moslamalarida bikr qilib qotirib qo'yilgan oddiy uzellar odatda ana shu moslamalarning o'zida, bir necha joyidan payvandlab qo'ymasdan payvandlanadi. Ko'p nuqtali payvandlashda ko'pincha ular ortiqcha bo'lib qoladi.

2.2.5. To'g'rilash va qo'shimcha mexanik ishlov berish

Payvandlash natijasida uzellarda payvandlash deformatsiyalari, zo'rliqishlar va siljishlar (tob tashlashlar) paydo bo'ladi. Deformatsiyalar mahalliy (detallar orasidagi tirqishlar, elektrodlar o'ygan joylar) va umumiy (chok uzunligining qisqarishi, halqasimon chokli gardishning diametri va uzunligi kichiklashuvi va b.) bo'ladi. Agar detallarning bikrligi bir xil bo'lmasa, egilishi, turg'unligining yo'qolishi, buralib qolishi singari nuqsonlar paydo bo'ladi.

Payvandlash deformatsiyalari va siljishlarini kamaytirishning ko'pgina usullari mavjud bo'lib, ularni ikki katta guruh: oldini oluvchi va tuzatuvchi (tug'rilash) usullarga ajratish mumkin. Oldini oluvchi usullar orasida chokni "chuzuvchi" F_r ni qo'llash, shuningdek, metallning tirqishga oqib kirishiga yo'l qo'ymaslik uchun detallarni elektrodlar atrofiga halqasimon qisishdan foydalanish samaralidir. Agar oldini olish choralariga qaramasdan, tob tashlash joiz. Tob tashlashdan kattaligicha qolaversa, to'g'rilashdan foydalaniladi. Uzelning materiali, o'lchamlari va shakliga qarab, termik, termomexanik va mexanik to'g'rilash usullari qo'llaniladi.

Uzelni umumiy qizdirgan holda termik ishlov berish nisbatan kam qo'llaniladi, chunki bu usul yupqa devorli detallarda o'zining deformatsiyalarini hosil qiladi. Ko'pincha bu usul nuqtali payvandlashdan so'ng ikkinchi impulsni o'tkazib amalga oshiriladi. Ammo bunday termik ishlovdan asosiy maqsad birikmalar tuzilmasini va xossalarini yaxshilashdan iborat. Bo'rtiq joyning o'zinigina ko'p gaz alanganli gorelkalar bilan metall plastik oqadigan haroratgacha qizdirish samaralidir. Detal erkin kengaya olmagan tufayli bu joy qalinlashadi, sovigandan so'ng esa qisqaradi.

Termomexanik usullar bir vaqtda yuqori harorat, dilatometrik effekt va tashqi kuch ta'sir ko'rsatishiga asoslangan. Cho'zilgan qismlarini qisqartirish uchun detal nuqtali mashinaning elektrodleri orasida markazi eriguncha qizdiriladi. Bunda payvandlangandan keyin chokning qisqarish hodisasidan foydalaniladi.

EpHBT qotishmasidan elektrodler uchidagi uchlik ko'rinishida yasalgan elektr o'tkazuvchi ustqo'ymalar orasida "poqildoq" ni qizdirish usulining kelajagi juda porloqdir. Usulning yuqori darajada samaradorligiga qizish joyning kengligi, metallning issiqlikdan kengayishga qarshiligi sun'iy ravishda oshirilganligi, yuzalarning shikastlanmasligi yoki sezilarli darajada oksidlanmasligi undan xilma-xil qalinlikdagi detallarga ishlov berishda foydalanishi mumkinligi sabab bo'ladi.

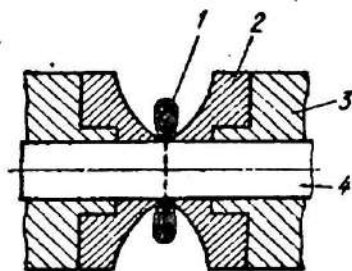
Mexanik usullar chokni yoki chok yaqinidagi joyni plastik deformatsiyalashga asoslangan. Chok po'lat puanson bilan metall birmuncha deformatsiyalanishi uchun yetarli kuch bilan urib chiqiladi. Bu jarayon cho'qichlash kuchining ta'sirini eslatadi.

Asosiy (bazaviy) va o'tkazish yuzalariga ega uzellar payvandlab bo'lingandan so'ng mexanik ishlov: charxlash, frezalash, silliqlash, yoyib kengaytirish va boshqalar qo'llaniladi. Buning uchun payvandlanadigan detallarda ishlov berishga qo'yim qoldiriladi.

Uchma-uch payvandlashdan keyin payvand chokning grati, ba'zan esa ayrim qalinlashgan joylari yo'qotiladi. Detailarning kesimi ixcham bo'lsa (sterjanlar, quvurlarning tashqi choklari) grat va qalinlashgan joy metallning qizigan holatida payvandlash mashinasining qisqichlarida maxsus po'lat pichoqlar bilan, metall qiriqish

dastgohlarida, ichiga aylanadigan metall qirquvchi asbob o'rnatilgan maxsus olinadigan halqalar bilan yo'qotiladi.

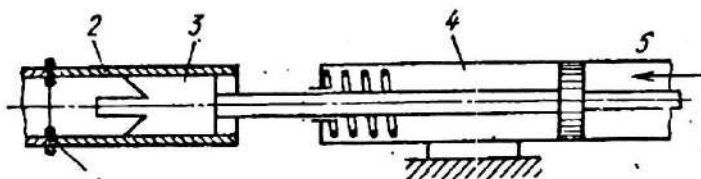
Relslar payvandlab bo'lingandan keyin qaynoq, uchma-uch chokini maxsus pichoklar orqali tortib o'tkazish yo'li bilan grat kesib tashlanadi.



2.2.1-rasm. Gratsni kesib tashlaydigan qurilma bo'lgan sterjenlarni payvandlash sxemasi:

1 – grat; 2 – pichoq; 3 – elektrod; 4 – detal.

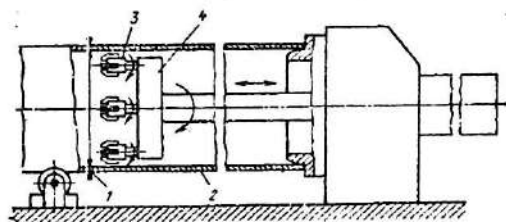
Tasmalar payvandlab bo'lingach, choklariga grat keskichlar bilan ishlov beriladi. Quvurdan yasalgan detallar ichidagi payvand chokka ishlov berishda eng katta qiyinchiliklar yuzaga keladi. Kichik va o'rtacha diametrli quvurlar ichidagi grat dorn bilan kesib tashlanadi. Buning uchun dorn shtangaga o'tqaziladi va pnevmatik silindr yordamida issiq chok orqali itarib o'tkaziladi.



2.2.2-rasm. Gratsni o'yib olib tashlasa dornni harakatlantirish uchun moslama:

1 – uchma-uch biriktirish joyi; 2 – zmeevik; 3 – dorn; 4 – pnevmotsilindr; 5 – siqilgan havo berish.

Katta diametrli kuvurlar ichidagi payvand choklarga keskichlar o'rnatilgan aylanuvchi grat keskichlar bilan ishlov beriladi.



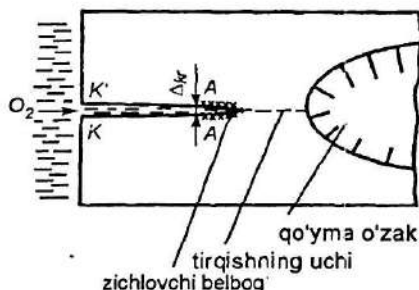
2.2.3-rasm. Katta diametrli quyurlarni payvandlashda ichki chokka ishlov berish qurilmasining sxemasi:

1 – uchma-uch birikish joyi; 2 – quvur; 3 – freza; 4 – burilma kallak.

2.2.6. Korroziyaga qarshi himoya

Nuqtali, chokli va relyefli payvandlab hosil qilingan birikmalar tajovuzkor muhitda ishlatilganda korroziyaga duchor bo'lishi mumkin. Korroziyaning manbalari tirqishda (ustma-ust birikish joyida) va o'yiqlarning sirtida bo'ladi. Odatda, tirqishning o'lchami o'zgarib turadi. Zichlovchi belbog'ning yaqinida, ya'ni uch qismida tirqish eng kichik, nuqtalar oralig'ida o'rtada va ustma-ust birikmaning chetida esa eng katta bo'ladi. Detallarning qalinligi, o'zakning diametri kattalashishi, cho'kichlash kuchidan foydalanilganda, elektrodlar ish yuzasining o'lchamlari kichrayishi bilan tirqishning o'rtacha o'lchami kattalashadi. Tirqishlar tirqish korroziyasi manbayi bo'lib, bu korroziya tirqishda korrozion muhit mavjud bo'lganda yuzaga keladi va turli qismlarda atmosfera bilan gaz almashinuvi har xilligi bilan bog'liq. Tirqishning o'lchami kichiklashganda kislorod kirishi qiyinlashadi. Bu o'lcham kritik o'lchamdan (po'lat uchun $\Delta_{kr} = 0,25$ mm va aluminiiy qotishmalari uchun 0,15 mm) kichik bo'lganda kislorod kelishi shunchalik cheklanib qoladiki, natijada tirqishning devorlari va uchi manfiyrog' elektr potensialga ega bo'ladi va anodga aylanadi, tirqish hamda qirraning yuzadagi qismlari esa katodga aylanadi. Anod qismlar eriy boshlaydi. Korroziyadan yemirilish asta-sekin avval zichlovchi belboqqa, keyin esa o'zakning ichiga ham tarqaladi. Uzoq vaqt foydalanilganda korroziya mahsullari to'planib detallarni qo'shimcha ravishda keradi (bir-biridan qochiradi), natijada ular orasidagi tirqish

kattalashadi. Tirqishning uchida xavfli uzish zo'riqlari paydo bo'lishi mumkin.



2.2.4-rasm. Nuqtali va chokli birikmalarning tirqish korroziyasi turi.

Tirqish korroziyasi jarayoni ko'pincha tirqishning uchida ish zo'riqlari to'planishi oqibatida tezlashadi. Agar ular σ_T dan ortib ketsa, mikrodarzlilar paydo bo'lib, ular korroziya muhiti va tirqish korroziyasining yoruvchi effekti tufayli tez kattalashishi mumkin.

O'yiq sirtida mis va aralashmalari va uning detal metali bilan o'zaro kimyoviy ta'sirlashuvi mahsullari qoladi. Qoidaga ko'ra, mis asosiy metallga nisbatan ko'proq elektr musbat bo'lib qoladi va ularning orasida galvanik juftlik yuzaga keladi. O'yik, turgan joydagi sirtqi qatlamlar yemiriladi. Korroziyaning eng katta tezligi korroziyabardoshligi nisbatan past bo'lgan metallarda (magniy hamda aluminium qotishmalari, kam uglerodli po'latlar va b.) kuzatiladi.

Tirqish korroziyasining oldini olish maqsadida tirqishlar gruntlar ($\Gamma\Phi-0114$, $AJ\Gamma-12$), emallar, germetiklar va lok-bo'yoq qoplamalar yordamida zichlanadi. Yig'ish paytida bu moddalar, ko'pincha grunt va emallar uchma-uch yuzasiga surtiladi. Qovushoqligi nisbatan past bo'lgani uchun ular payvandlash kuchi ta'sirida payvandlash joyidan detallar orasidagi tirqishga osongina siqilib chiqadi va tokning oqishi hamda birikmaning shakllanishiga halaqit bermaydi. Himoyalovchi moddalar ma'lum vaqt o'tgandan so'ng qotib, ustma-ust birikma tagiga tajovuzkor suyuqliklar kirishiga to'sqinlik qiluvchi ishonchli g'ov hosil qiladi.

Korroziyaga qarshi himoya hosil qilinsa, payvandlashdan so'ng uzellarni saqlash va payvandlash muddatlara bilan bog'liq cheklashlar barham topadi. Ustma-ust birikma birikma me'yoridagi haroratda polimerlanuvchi sovuq holatda qotadigan yelimlar va 120–170°C gacha qizdirilganda ya'ni issiq holatda qotuvchi yelimlar yordamida zichlanadi. Yelim ustma-ust birikmaning chetlariga maxsus shpris bilan qo'lda yoki mexanizatsiyalashtirilgan qurilma bilan, nuqtali payvandlab hosil qilingan birikmaning bir tomoniga, mustahkam zich choklamning esa ikki tomoniga surtiladi. Kapillar kuchlar ta'sirida yelim tirqishga kirib, uni to'ldiradi.

Tirqishlarni kavsharlab ham zichlash mumkin, masalan, titan qotishmalaridan payvandlab-kavsharlab konstruksiyalar ishlab chiqarishda kavshar ustma-ust birikmaning chetiga qo'yiladi va vakuumda kavsharlanadi.

O'yik metalining korroziyabardoshligi massa ko'chish jadalligini cheklash orqali oshiriladi. Bundan tashqari, payvandlab bo'lingandan so'ng, masalan, magniy qotishmalari o'yiqlarning sirti elektrod metalining izi batamom yo'qolguncha po'lat chutka bilan tozalanadi. Qoplamali po'lat detallarni payvandlashda ana shu qoplama elektrodga o'tadi. Bu holda turli mahalliy metallash usullaridan foydalanib qoplamani tiklash kerak bo'ladi. Uzellar payvandlab bo'lingandan keyin, ularni korroziyadan umumiy himoyalash maqsadida bo'sh yuzalariga gruntlar va lok-bo'yoq qoplamalar surtiladi. Mazkur chora-tadbirlar majmui payvand konstruksiyalarning ishonchligi yuqori bo'lishini ta'minlaydi.

Tekshirish uchun savollar:

1. Kontaktli payvandlab payvand birikma hosil qilish namunaviy texnologik jarayoni qanday operatsiyalardan tashkil topadi?
2. Yuzani payvandlashga hozirlashdan maqsad nimadan iborat?
3. Detallar yuzasini payvandlashga shaylash jarayoni qaysi operatsiyalarni o'z ichiga oladi?
4. Kimyoviy ishlov berish (xurushlash) ning afzalliklarini aytib bering.

2.3. KONTAKTLI PAYVANDLASH REJIMLARI

2.3.1. Nuqtali payvandlash rejimi

Payvandlash rejimi elektr, mexanik va vaqt parametrlari majmuidan iborat bo'lib, ularni sifatli birikma olish uchun payvandlash uskunalari bilan ta'minlanadi.

Issiqlik ajratish va issiqlik chetlatish jarayonlarining tutgan o'rniga qarab qattiq hamda yumshoq payvandlash rejimlari farq qilinadi.

Qattiq rejim 1–4 mm qalinlikdagi detallarni payvandlashda $t_{\text{pay}} < 0,02s$ bo'lganda payvandlash tokining qisqa muddatli kuchli impulsi bilan ajralib turadi. Bu holda harorat maydoni asosan ajralib chiqadigan issiqlik bilan belgilanadi. Qattiq rejimda qizish va sovish tezligi yuqori bo'ladi. Bunda chayqalib to'kilishga moyillik ortadi va buning oldini olish uchun payvandlash kuchi oshiriladi.

Yumshoq rejim uchun tokning oqish muddati ancha uzoqligi ($t_{\text{pay}} > 0,1s$), kuchning nisbatan kichikligi xosdir. Bunda detal ichida va elektrodlar orasida ancha katta issiqlik almashinuvi yuz beradi.

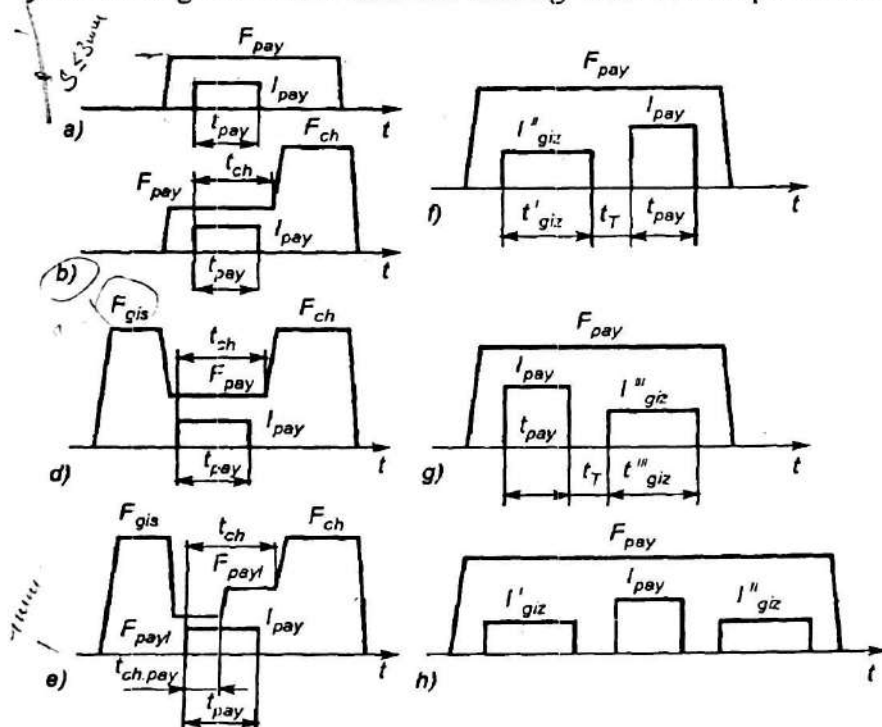
Nuqtali payvandlash rejimiga I_{pay} , t_{pay} , F_{pay} , ba'zan esa F_{ch} , t_{ch} , shuningdek, elektrodlar ish yuzasining o'lchamlari (d_E , R_E) kiradi.

Rejimlarni hisoblash, hisoblash-tajriba o'tkazish va tajriba o'tkazish usullari bilan aniqlash mumkin. Rejimlarga oid ko'plab tavsiyalar (odatda jadvallar, nomogrammlar, grafiklar ko'rinishida) mavjud. Ammo bu rejimlar taxminiy bo'lib, payvannlashdan oldin tekshirishni, muayyan shart-sharoitni (yuzani hozirlash, yig'ish, uskunlarning ahvoli va b.) inobatga olish uchun tez-tez tuzatishlar kiritishni talab qiladi.

Tuzatishlar kiritish guvoh namunalarda, quyma o'zakning diametri va rejim parametrlariga bog'liq holda amalga oshiriladi. Chunonchi, agar diametr yetarli bo'lmasa, I_{pay} oshiriladi. Chayqalib to'kilishning oldini olish uchun F_{pay} oshiriladi. Agar o'zakda darzlar bo'lsa, F_{ch} oshiriladi.

Guvoh namunalarni sinash natijalari ijobiy bo'lib, sifatli birikma hosil bo'lganda payvandlash rejimi tegishli hujjatlarda qayd etiladi va uzetni payvandlashga ruxsat beriladi. Ammo haqiqatan mavjud (real)

detallarni payvandlash paytida jarayonga turli noqulay omillar ta'sir qilib, tanlangan rejim parametrlarini amalda o'zgartirib yuborishi mumkin. Bunday omillarga elektrod ish yuzasining yalpayishini, detallar qarshiligi va payvandlash konturining o'zgarishini, tarmoq kuchlanishi, pnevmotarmoqdagi havo bosimi o'zgarishini va hokazolarni ko'rsatish mumkin. Shu bois har bir aniq holda ushbu noqulay omillar ta'sirini kamaytirish, parametrlarni barqarorlashtirish yoki ularning avtomatik rostlanishi zarurligi masalasi hal qilib olinadi.



2.3.1-rasm. Nuqtali payvandlashda kuch va tok siklogrammasi.

Nuqtali va chokli payvandlash qator o'ziga xos xususiyatlarga ega birikmalarning zichligi va atmosfera gazlaridan himoyalaniishi ishonchlidir, bu esa legirlovchi elementlarning oksidlanishi yoki bug'lanib ketishiga deyarli barham beradi; jarayonning hamma bosqichlarida payvandlash joyida bosim yuqori bo'ladi hamda sikl

ichida uni o'zgartirish mumkin, natijada gaz tufayli yuz beradigan g'ovakdorlikka chek qo'yish, shuningdek, qoldiq kuchlanishlar qiymatini va ishorasini samarali boshqarish mumkin bo'ladi; metallning jadal siljishi yuqqa sirtqi qatlamlarning yemirilishi hamda aralashib ketishiga yordam beradi; o'zak metalini legirlash qiyin bo'lsa-da mumkin; qizish muddati qisqa va termik ta'sir zonasi eng kalta; nuqtalarning chekka qismlarida zo'r qizishlarning to'planishi juda yuqori; payvandlash siklini ichida oldindan va butkul avtomatlashtirish imkoniyati bor.

Amaliyotda uzellarning qalinligi, xossalari, shakli hamda muhimligiga, shuningdek, payvandlash uskunalarining bor imkoniyatlariga qarab, nuqtali payvandlashda kuch va tokning quyidagi siklogrammalari qo'llaniladi:

a) o'zgarimas payvandlash kuchi F_{pay} bilan – 3 mm gacha qalinlikdagi metallarni nuqtali payvandlashda ko'proq qo'llaniladi;

b) o'zgarimas payvandlash kuchi F_{pay} bilan va cho'kichlash kuchi F_{ch} ni qo'yish bilan – qiziganda darz ketishga moyil qalin detal va metallar uchun;

d) oldindan qisish F_{qis} va cho'kichlash bilan – tirqishlarni bartaraf etish va chayqalib to'kilishlarning oldini olish uchun, shuningdek detallarni oldindan suyuq, qoplama (yelim, lok, grunt) bilan qoplab payvandlashda;

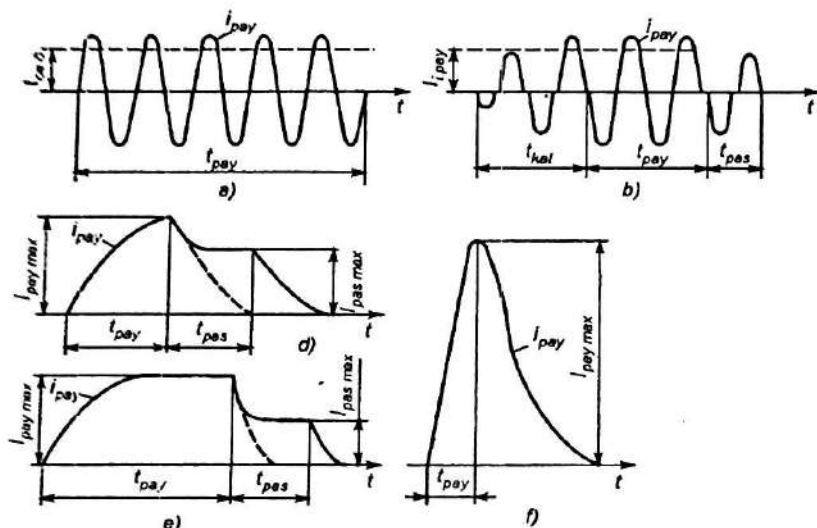
e) payvandlash kuchini bosqichma-bosqich oshirib borish (F_{payI} dan F_{payII} gacha) va cho'kichlash kuchi F_{ch} bilan – 4 mm dan qalin detallarni payvandlashda;

f) qo'shimcha tok impulsi vositasida oldindan qizdirish bilan – payvandlash tirqishlarini yo'qotish va ichki chayqalib to'kilishlarning oldini olish uchun;

g) keyin qizdirish bilan – qiziganda darz ketishga moyillikni kamaytirish, termik ishlovni amalga oshirish yoki F_{ch} qiymatini kichiklashtirish maqsadida;

h) oldindan va keyin qizdirish bo'lgan uch impulsli dastur.

Payvandlash impulsining davomliligi va qiymatini mos ravishda rostlash orqali qattiq yoki yumshoq rejim hosil qilinadi.



2.3.2-rasm. Turli mashinalardagi tok impulsining shakllari:

a – o‘zgaruvchan tok mashinalardagi; *b* – modulyatsiyali o‘zgarmas tok mashinalaridagi; *d* – past chastotali tok mashinalaridagi; *e* – tok ikkilamchi konturda to‘g‘rilanadigan mashinalardagi; *f* – kondensatorli mashinalardagi (I_{pay} – oniy payvandlash toki; $I_{i, pay}$ – ishlayotgan payvandlash toki; $I_{max\ pay}$ – eng katta (maksimal) payvandlash toki; I_{max} – eng katta sekin pasayish toki; t_{pay} – payvandlash tokining muddati (vaqti); t_{kat} – tokning kattalashish muddati; t_{pas} – payvandlash tokining pasayish muddati).

2.3.2. Chokli payvandlash rejimi

Chokli payvandlash rejimiga I_{pay} , t_{pay} , t_T , F_{pay} , v_{pay} ba‘zan F_{ch} , t_{ch} shuningdek, roliklar ish yuzasining o‘lchamlari (f_i , R_i , D_i) kiradi.

Chokli payvandlashda payvandlash tokining kuchi nuqtali payvandlashdagidan 15–20 % katta bo‘ladi, bunga payvandlash rejimining ancha qattiqligi (payvandlash vaqti kam) va qisman, shuntlanish sabab bo‘ladi. Ammo qizish joyi kengroqligi tufayli metallning qizishga qarshiligi kamayadi va kamroq muddatli impuls bilan, chayqalib to‘kilishlarsiz payvandlash imkoniyati paydo bo‘ladi. Payvandlash kuchi taxminan nuqtali payvandlashdagidek belgilanadi.

Chokli payvandlash rejimining muhim parametri payvandlash t_{pay} impulsarlari bilan payvandlash sikli vaqti $t_s = t_{\text{pay}} + t_T$ orasida nisbat bo'lib, u odatda $t_{\text{pay}}/t_s = 0,15-0,85$ nisbat bilan baholanadi:

$t_{\text{pay}}/t_s < 0,5$ – kam uglerodli po'latlarni payvandlashda;

$t_{\text{pay}}/t_s = 0,5$ – o'rtacha uglerodli po'latlarni payvandlashda;

$t_{\text{pay}}/t_s = 0,4-0,6$ – zanglamaydigan, issiqqa chidamli po'latlar va titan qotishmalarini payvandlashda;

$t_{\text{pay}}/t_s = 0,5-0,85$ – himoya qoplamali po'latlarni payvandlashda;

$t_{\text{pay}}/t_s = 0,15-0,35$ – aluminiy qotishmalarini payvandlashda.

Payvandlash tezligi (m/min) f nuqtalarining talab etiladigan bir-birini qoplash kattaligini va ular o'rtasidagi oraliq (qadam) t_q hisobga olingan holda tanlanadi:

$$v_{\text{pay}} = 0,06 \frac{t_q}{t_{\text{pay}} + t_T},$$

bunda: $t_q = l(1 - \frac{f}{l})$; t_{pay} va t_T – mos ravishda tok impulsining va to'xtam (pauza) ning davomligi, s.

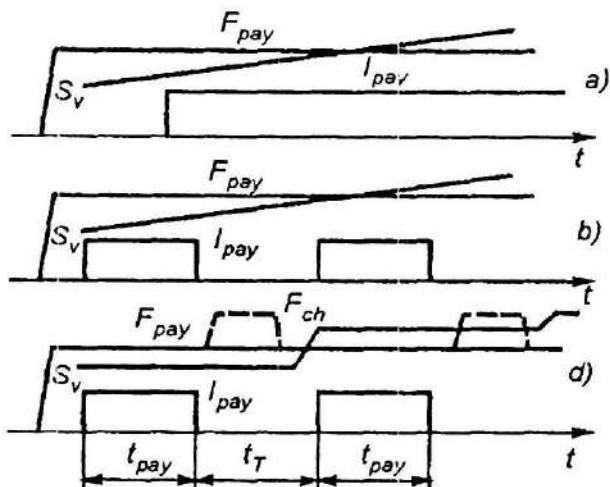
Payvandlash tezligining eng yuqori qiymatlari qizish va kristallanish tezligi bilan cheklangan. Shu sababli payvandlashning yuqori tezligini saqlab turish uchun t_{pay} va t_T ni kamaytirishga harakat qilinadi. Qizish va kristallanish sekinlashishi munosabati bilan metallning qalinligi ortganda v_{pay} kamaytiriladi. Aynan shu sababli, issiqlik o'tkazuvchanligi yuqori bo'lgan metallarni quyidagi turli sikllar bilan amalga oshiriladi:

a) I_{pay} ni uzluksiz ulash, roliklarni uzluksiz aylantirish (siljitish) S_v , o'zgarmas F_{pay} bilan – yupqa listlardan yasalgan konstruksiyalarni payvandlash uchun. Tokni uzluksiz ulash payvandlash tezligini keskin oshirishga imkon beradi. Ammo birikmalar sifati va roliklarning chidamliligi pasayadi;

b) I_{pay} ni uzlukli ulash, roliklarni uzluksiz aylantirish S_v , o'zgarmas bilan – impulsar orasidagi to'xtam (pauza) vaqtida t_T vaqt ichida roliklar va detallar qisman sovishga ulguradi, shu bois roliklarning chidamliligi ortadi, termik ta'sir joyining eni torayadi, qoldiq deformatsiyalar kamayadi;

d) I_{pay} ni uzlukli ulash, roliklarni uzlukli (qadam-baqadam) aylantirish S_v , o'zgarmas F_{pay} yoki chokni cho'kichlash F_{ch} bilan –

katta uzunlikdagi yirik detallarni payvandlashda. Tok o'tkazish paytida rolidlarni to'xtatish detallar va rolidlarning ish yuzasi jadal sovishiga yordam beradi. Tegish joylari barqarorlashadi, rolidlarning sirpanishi barham topadi, elektrod-detal tegish joyidagi harorat pasayadi, elektrod va detal metalining o'zaro kimyoviy ta'sirlashuvi kamayadi. Elektrodning chidamliligi ortadi. Bundan tashqari, rolidlarni to'xtatish F_{ch} ni qo'yish imkonini beradi.



2.3.3-rasm. Chokli payvandlashdagi kuch va tok siklogrammalari

2.3.3. Uchma-uch payvandlash rejimi

1. *Qarshilik bilan payvandlashda* sifatli birikma hosil bo'lishi uchun asosiy e'tibor uchlar va detallarning bir tekis qizishiga hamda oksid pardalarining yemirilishi va yo'qotilishini eng ko'p darajada ta'minlovchi metalning bir tekis deformatsiyalanishiga qaratiladi. Rejimning asosiy parametrlari payvandlash toki I_{pay} yoki tokning zichligi j , tokning oqish vaqi t_{pay} , boshlang'ich siqish kuchi F_b hamda cho'ktirish kuchi $F_{cho'k}$ (mos ravishda boshlang'ich bosim P_b va cho'kish bosimi $P_{cho'k}$), payvandlash paytida detallarning qisqarishi Δ_{pay} , o'rnatish uzunligi l dir.

j va t_{pay} ni aniqlash uchun empirik formuladan foydalaniladi:

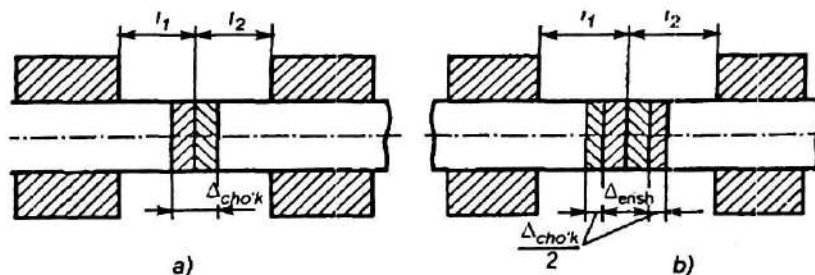
$$j\sqrt{l_{py}} = k \cdot 10^3,$$

bunda k – po‘latlar uchun 8 – 10, aluminiy uchun 20, mis uchun 27ga teng koeffitsient.

j haddan tashqari katta bo‘lganda chayqalib to‘kilish yuz berish mumkin. l_{pay} ning kamayishi detallning kesimi bo‘yicha qizishi notekis bo‘lishiga olib keladi, ortish esa oksidlanish jarayonlari kuchayishiga olib keladi. P_b kichik bo‘lsa, detallarning qizishi osonlashadi, ammo chayqalib to‘kilishlar yuz berishi va detallar uchlarining oksidlanishi kuchayishi mumkin. $P_{cho'k}$ ning ortishi detallarning plastik deformatsiyasini oshiradi, oksidlarning yemirilish va yuzaning yangilanish jarayonlarini faollashtiradi.

Kam legirlangan po‘latlarni payvandlashda esa 100–150 MPa bo‘ladi.

Ixcham kesimlarni payvandlashda eng kichik o‘rnatish uzunligi l odatda payvandlanadigan detallarning diametriga yoki uch-to‘rt baravar qalinligiga teng bo‘ladi. l ning oshishi detallarning qiyshayishiga, turg‘unligi yo‘qolishiga olib kelish mumkin. l ning qiymati kichik bo‘lganda payvandlash joyiga issiqlikning elektrodarga o‘tib ketishi kuchli ta’sir qiladi.



2.3.4-rasm. Uchma-uch payvandlashdagi o‘rnatish uzunligi:
a – qarshilik bilan payvandlashda; b – eritib payvandlashda.

2. Eritib payvandlashda rejimining elektr parametrlari metallning issiqlik o‘tkazuvchanligi va erish haroratiga bog‘liq bo‘lib, asosan erish tezligi bilan aniqlanadi, bu tezlik ham metallning gazlar bilan

o'zaro ta'sirlashish faolligini, shuningdek, payvandlanadigan detallarning kesimi inobatga olingan holda beriladi.

Eritib payvandlashda:

1) uchlari erishi uchun detallarning qizishini va oksidlarni yo'qotish hamda payvandlash joyi yaqinida noqulay tuzilmalar vujudga kelishining oldini olish maqsadida detallarning deformatsiyalanishini ta'minlashga;

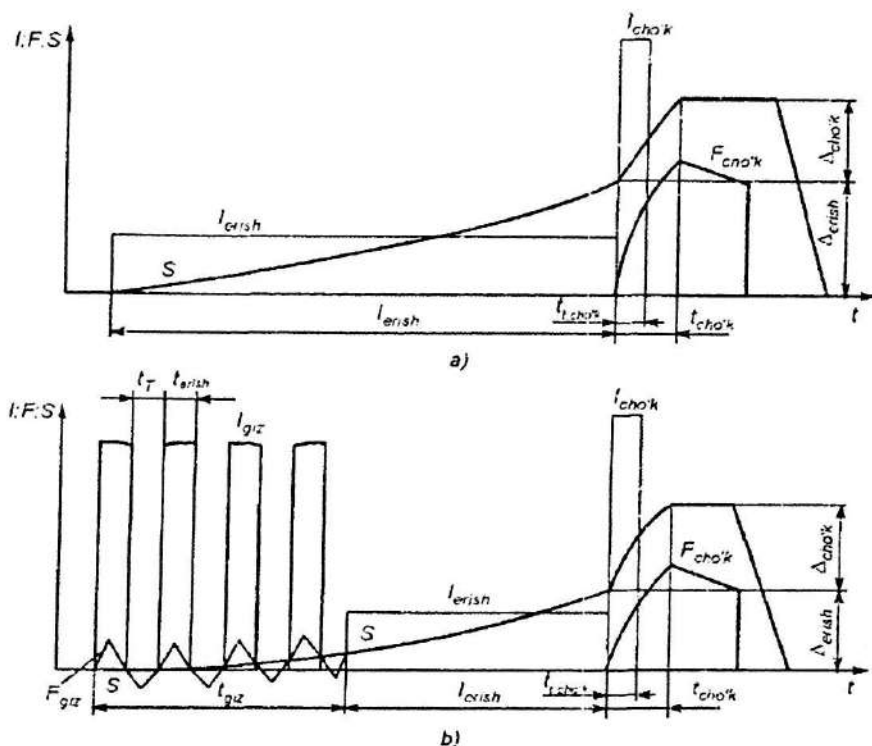
2) bir tekis erigan metall qatlamini shakllantirish, oksidlanishning oldini olish va detallar uchlari yuzalaridagi relyef qulay bo'lishi uchun cho'ktirish oldidan erish jadalligi mahalliy bo'lishini ta'minlashga;

3) detallar uchlarning metali barvaqt sovishining va uchma-uch birikmada oksidlar tiqilib qolishining oldini olish uchun detallarning yetarlicha katta tezlikda deformatsiyalanishini ta'minlashga harakat qilinadi.

Rejimning asosiy parametrlari: erish tezligi v_{erish} , erish paytida tokning zichligi j_{erish} , erishga qo'yim Δ_{erish} , erish vaqti t_{erish} , cho'kish kattaligi $\Delta_{cho'k}$, cho'kish tezligi $v_{cho'k}$, tok ostida cho'kish davomligi $t_{L,cho'k}$, tok ostida cho'kish kattaligi $\Delta_{t,cho'k}$, cho'kish kuchi $F_{cho'k}$ yoki cho'kish bosim $P_{cho'k}$, detalning o'rnatish uzunligi l . Mashinaning salt yurish kuchlanishi U_{20} va uni o'zgartirish dasturi ham beriladi.

Impulsli chastotasi f_{teb} va amplitudasi A_{teb} ham ko'rsatiladi. Qizdirgan holda eritib payvandlashda qizdirish harorati T_{qizd} , qizdirish davomligi t_{qizd} , qizdirish impulsleri soni n va ularning davomligi t_{imp} , qizdirishga qo'yim Δ_{qizd} beriladi.

Erish tezligi v_{erish} detallarga haroratning muayyan tarzda taqsimlanishi shartidan kelib chiqib tanlanadi. Cho'ktirish oldidan detallarning uchlari bir tekis qizishi uchun erishining oxirgi tezligi $v_{o,erish}$ ancha oshiriladi. Kesim bo'yicha qizish bir tekis bo'lishi, haroratning detallar bo'ylab eng maqbul tarzda taqsimlanishi va ularning uchlari erigan metall qatlam yuziga kelishi erishga qoldiriladigan qo'yim Δ_{erish} ga bog'liq. Odatda Δ_{erish} payvandlashga qoldiriluvchi umumiy payvandlashda Δ_{erish} 2–3 barobar kamaytiriladi.



2.3.5-rasm. Uchma-uch payvandlash jarayoning siklogrammasi:
 a - eritib uchma-uch payvandlash; b - qizdirgan holda eritib uchma-uch payvandlash.

Tokning zichligi j_{erish} barqaror erish jarayonini ta'minlamog'i lozim. U metallning λ va v_{erish} ortishi bilan oshadi, qizdirib payvandlashda, shuningdek, katta kesimli detallarni payvandlashda kamayadi.

Cho'kishga qo'yim $\Delta_{cho'k}$ uchma-uch birikmadan qizigan metall va oksidlarning yo'qotish shartidan kelib chiqib tanlanadi:

$$\Delta_{tcho'k} = (0.5 - 0.8) \Delta_{cho'k}$$

Cho'kish bosimi $P_{cho'k}$ payvandlanadigan metallning xususiyatlari va detallarning qizish darajasiga qarab tanlanadi. Uzluksiz eritib payvandlashda:

$P_{cho'k} = 60 - 80$ MPa – kam uglerodli po'lat uchun;

$P_{cho'k}=100-120$ MPa – ko'p uglerodli po'latlar uchun;

$P_{cho'k}=150-220$ MPa – austenitli po'latlar uchun;

$P_{cho'k}=120-150$ MPa – aluminiy qotishmalari uchun.

Cho'kish tezligi $v_{cho'k}$ uning vaqtida metallning oksidlanishga va uchma-uch birikmadan oksidlar hamda qizigan yo'qotilishiga ta'sirini inobatga olingan holda tanlanadi:

$v_{cho'k}=20-30$ m/s – cho'yan uchun;

$v_{cho'k}=60-80$ m/s – kam uglerodli po'latlar uchun;

$v_{cho'k}=80-100$ m/s – ko'p legirlangan po'latlar uchun;

$v_{cho'k}=150-200$ m/s – aluminiy qotishmalari va boshqa oson oksidlanuvchi uchun.

Salt yurishi kuchlanishi U_{20} ning barqaror erishini ta'minlovchi eng kichik qiymati tanlanadi.

Detallarning o'rnatish uzunligi:

$$2l = \Delta_{eritish} + \Delta_{cho'k} + \Delta_o,$$

bunda Δ_o – qismalar o'rtasidagi oxirgi (yakuniy) oraliq. Odatda, dumalok sterjenlar va qalin devorli quvurlarni payvandlashda $l = (0,7 \div 1)d$ bo'ladi, bunda d – payvandlanadigan detallarning diametri.

Qizdirgan holda eritib payvandlashdagi *qizdirish harorati* T_{qizd} payvandlanadigan detallarning kesimi va metaliga qarab tanlanadi:

$T_{qizd}=800-1000^{\circ}\text{C}$ – konstruksion metallardan yasalgan 10000 mm^2 gacha kesimli detallarni payvandlashda;

$T_{qizd}=1000-1200^{\circ}\text{C}$ – konstruksion metallardan ishlangan, kesimi $10000-20000\text{ mm}^2$ gacha bo'lgan detallarni payvandlashda;

$T_{qizd}=1100-1350^{\circ}\text{C}$ – qiyin qoliplanadigan (shakl oladigan) austenitli po'latlardan tayyorlangan detallarni payvanlashda.

Qizdirish vaqti t_{qizd} detallar kesimining yuzi kattalashishi bilan, $500-1000\text{ mm}^2$ kesimli detallarni payvandlashda bir necha sekunddan $15000-20000\text{ mm}^2$ kesimli detallarni payvandlashda bir necha minutgacha ortadi.

Qizdirish impulslarining davomiligi t_{imp} odatda 1-8 s ni tashkil etadi, qizdirishga qo'yim Δ_{qizd} esa detallarning kesimi hamda payvandlanadigan metallning xossalariga qarab 1-12 mm atrofida o'zgaradi.

Detallarni siqish kuchi F_{siq} cho'ktirish paytida detallar jag'larda sirpanishining oldini olish shartdan kelib chiqib, detallar bilan jag'lar o'rtasidagi ishqalanish koeffitsientlari f_1 va f_2 yoki siqish koeffitsientiga k_{siq} tanlanadi:

$$F_{nq} = \frac{F_{chok}}{f_1 + f_2} = k_{uq} F_{chok},$$

bunda uglerodli po'latdan qilingan quvurlar va chiviqlar uchun $k_{siq} = 1,5-2$, xrom-nikel po'latdan quvur hamda chiviqlar uchun $2,2-3,2$, kimyoviy ishlov berilmagan (xurushlanmagan) po'lat listlar uchun $2,3-3,2$, kimyoviy ishlov berilgan po'lat listlar uchun $2,7-3,5$.

Jag'lardagi tishlar k_{siq} ni $0,8-1$ gacha kamaytiradi.

Tekshirish uchun savollar:

1. Payvandlash rejimi deganda nimani tushunasiz?
2. Payvandlashning qattiq va yumshoq rejimlari deb nimani aytiladi?
3. Nuqtali payvandlash rejimiga qaysi parametrlar kiradi?
4. Chokli payvandlash rejimiga qaysi parametrlar kiradi?
5. Qarshilik bilan uchma-uch payvandlash rejimiga qaysi parametrlar kiradi?

2.4. TURLI KONSTRUKSION MATERIALLARNI KONTAKTLI PAYVANDLASHNING O'ZIGA XOS XUSUSIYATLARI

2.4.1. Payvandlanadigan metallar xossalarining payvandlash rejimi parametrlarini tanlashga ta'siri

Payvandlash rejimiga metallarning ko'pgina issiqlik-fizik, fizik-kimyoviy va mexanik xossalari, kristall panjaraning turi hamda parametrlar, kristallanish oralig'i (interval) va mo'rtlikning harorat oralig'i, oksid pardalarining xossalari va shu kabilar ta'sir ko'rsatadi.

Solishtirma elektr qarshilik ρ_0 payvandlash toki va mashinaning turini ko'p jihatdan belgilab beradi. ρ_0 qancha kichik bo'lsa, I_{pay} shuncha katta bo'lmog'i zarur. Masalan, aluminiy qotishmalarini payvandlashda po'latlarni payvandlashdagidan ancha katta toklar talab qilinadi. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti va payvandlash joyi yaqinida issiqlikning tarqalishini, shu joyining uzunligini, shuningdek elektrod-detal tegish joyidagi haroratni belgilab beradi. λ kattalashishi bilan I_{pay} kamaytiriladi, qattiqroq rejimlardan foydalaniladi.

Qotishmaning erish harorat T_{erish} issiqlik sarfiga, I_{pay} ning qiymatiga, shuningdek, elektrod-detal tegish joyidagi harorat va massa ko'chish jadalligiga ta'sir qiladi.

Metallning chiziqli kengayish koeffitsienti α va plastik deformatsiyaga shartli qarshiligi σ_0 ortishi bilan ichki chayqalib to'kilishlarga moyilligi oshadi, qoldiq zo'riqishlar va deformatsiyalar darajasi kattalashadi.

σ_0 ning qiymatlari katta bo'lgan metallarni payvandlashda F_{pay} ni keskin oshirishga, yumshoqroq rejim o'rnatishga to'g'ri keladi.

Kristallanish oralig'i (intervali) va mo'rtlikning harorat oralig'i (intervali) (MHO) qiziganda darz ketishga moyillikni belgilaydi. MHO qancha keng bo'lsa, qiziganda darz ketishga moyillik shuncha yuqori bo'ladi.

Kristall panjaraning turi va parametri, erish suyuqligi turli qotishmalarni payvandlashdagi o'xshashlikni, o'zak metallining yakuniy tuzilmasi hamda xossalarini belgilaydi.

Konstruktion materiallarning xossalari

Qotishmalar guruhi va kichik guruhi (namunaviy vakil)	20°C dagi solishtirma elektr qarshilik ρ_0 , mKΩ·sm	20°C dagi issiqlik o'tkazuvchilik λ , kVt/(m·K)	Chiziqli kengayish koeffitsienti $\alpha \cdot 10^{-6}$, 1/K	Eriş harorati T_{erish} , °C	Kristallanish oralig'i, °C	Oksid pardaning erish harorati T_{span} , °C	Payvandlash joyi metallning deformatsiyaga shartli qarshiligi σ_D , MPa
1. Kam uglerodli po'latlar (08 kп)	13	0,06	11,5	1530	1530–1510	1424 (FeO)	200
2. O'rtacha va kam uglerodli po'latlar (30XГCA)	21	0,04	12,3	1480	1480–1350	–	280
3. Legirlangan po'latlar va qotishmalar:							
a) korroziyabardosh va issiqbardosh po'latlar (12X18H 10T)	75	0,016	15,5	144	1440–1380	2275	300
b) issiqbardosh qotishmalar (XH75MБTЮ)	90	0,013	13,5	–	–	–	500
d) issiqbardosh oshirilgan qotishmalar (XH60BT)	120	0,01	12,7	1375	1375–1200	–	700
4. Titian qotishmalar (BT6)	160	0,008	8	1700	1700–1680	1840	350
5. Aluminiy qotishmalar:							
a) kam plastik qotishmalar (AMr6)	7,5	0,1	2,0	620	620–550	2030	160
b) termik mustahkamlangan yuqori darajada chidamli qotishmalar (Д16T)	7,3	0,125	22	633	633–502	2050	120
d) plastik qotishmalar (AMu)	4,2	0,16	22	654	654–633	2050	80
6. Magniy qotishmalar (MA2-1)	12	0,1	–	632	632–565	2800	70
7. Mis qotishmalar (Л162 markali jez)	8,0	0,11	20,6	905	905–890	1230	130
8. Qiyin eriydigan qotishmalar (BM1)	5,5	0,17	6,06	2620	2620–2605	782	800

Ayrim metallar harorat ko'tarilishi bilan o'z xossalarini (ρ_0 , λ , α) o'zgartiradi. Shu bois rejimga ko'pincha qo'shimcha tok impulsi bilan oldindan qizdirish kiritiladi (ρ_0 ni oshirish va λ hamda α ni kichiklashtirish uchun). Bu esa payvandlash tokini kamaytirish va birikmalarning shakllanishini osonlashtirish imkonini beradi.

Sirtqi pardalarning elektr va fizik-mexanik xossalari tegish joylarida issiqlik ajralishiga hamda massa ko'chishga ta'sir qiladi.

2.4.2. Turli konstruksion materiallarning payvandlanuvchanligi

Texnologik payvandlanuvchanlik deganda, metallarning birikmaning o'zida va unga tutashuvchi chok yaqinidagi joyda o'zining texnik xossalarini jiddiy yomonlashtirmasdan birikma hosil qila olishi tushuniladi. Turli konstruksion materiallarni kontaktli payvandlash rejimlarini tanlash yoki hisoblashda ularning o'ziga xos xususiyatlari inobatga olinmog'i darkor.

1. Kam uglerodli po'latlar – tarkibida 0,25 % gacha C bo'lgan po'latlardir. Ularning oddiy va sifatli xillari bo'ladi. Sifatli po'latlarning har bir markasida uglerod hamda aralashmalar miqdorining chegarasi torroq bo'ladi. Ko'pchish to'liqligiga ko'ra ular tinch (cn), qaynovchi (kn) va yarim tinch (nc) bo'lishi mumkin.

Solishtirma elektr qarshiligining o'rtacha qiymatlari ($\rho_0 \sim 13$ mk Ω ·sm), deformatsiyaga qarshiligining kichikligi σ^*_D (~ 200 MPa), termik siklga hamda chayqalib to'kilishlarga sezgirlikligining pastligi bu po'latlarni qattiq rejimlarda ham, yumshoq rejimlarda ham uncha katta bo'lmagan payvandlash toki I_{pay} va kichik payvandlash kuchi F_{pay} yordamida ish yuzasi yassi, elektr o'tkazuvchanligi mis elektr o'tkazuvchanligining 80 % idan kam bo'lmagan hamda qattiqligi HB 120–140 bo'lgan elektrodlar bilan payvandlashga imkon beradi. Odatda o'zgarmas kuchli bitta tok impulsi α siklogrammadan, qalinlik 2 mm dan ortiq bo'lganda esa b siklogrammadan foydalaniladi (10.1-rasmga qarang). Ammo cho'kichlash kuchi metallning sovishini tezlashtiradi va tarkibida C miqdori 2 % dan ko'p bo'lgan po'latlarni payvandlashda toblash martensiti yuzaga kelishiga sabab bo'lishi mumkin. Chokli payvandlash b siklogrammadan foydalanib amalga oshiriladi (2.3.3-rasmga qarang).

2. O'rtacha uglerodli kam legirlangan po'latlar. Bular tarkibida C miqdori 0,25–0,45 % va legirlovchi elementlar (Mn, Ni, Cr, Si, Ti, Zr, Nb, W, Mo) ning jami miqdori 2,5 % gacha bo'lgan po'latlardir. Uglerod va legirlovchi elementlar miqdori ortishi bilan po'latlarning solishtirma elektr qarshiligi, deformatsiyaga qarshiligi oshadi, MHO kengayadi va kristallizatsion darz ketishlarga moyilligi oshadi, toblanishga moyilligi kuchayadi. Po'latlarning bunday xossalari sekin qizdirishni, payvandlash tokining davomlilikgi kam uglerodli po'lat uchun mo'ljallanganidan 4–5 baravar ortiq bo'lgan yumshoq rejimni ($I_{\text{pay}}=(4-5)I_{\text{pay.1}}$) talab qiladi. Oldindan qizdirish (10.1-rasmdagi f siklogramma) yoki tokni bir maromda oshirish (2.3.3 -b rasm) ham, ayniqsa, detallar 1,5 mm dan qalin bo'lganda, foydalidir. Sovishni sekinlashtirish uchun g siklogrammadan foydalaniladi (2.3.1-rasm). Qizdirish toki I_{qizd} toblangan nuqtani yumshatadi. Bunda payvandlash joyi A_{s1} ga yaqin haroratgacha qizdiriladi F_{pay} kam uglerodli po'latlarni payvandlashga nisbatan 1,5–2 baravar oshiriladi ($F_{\text{pay}}=(1,5-2)F_{\text{pay.1}}$).

Elektrodlarning shakli va materiali 1-guruh metallari uchun bo'lgani kabi tanlanadi.

Chokli payvandlash nisbatan yumshoq rejimlarda o'zgarmas, lekin biroz oshirilgan kuch (nuqsonlarni yo'qotish uchun) bilan (2.3.3-rasmdagi b siklogramma) ish yuzasi silindrsimon roliklar yordamida olib boriladi.

3. Legirlangan po'latlar va qotishmalar.

a) korroziyabardosh po'latlar turli sinflarda bo'lishi mumkin, masalan, austenitli, ferritli, austenit-ferritli po'latlar.

Austenit sinfidagi po'latlar (12X18H10T, 04X18H10, 08X15H24B4TP va b.) yuqori darajada mustahkamligi va ayni paytda plastikligi bilan ajralib turadi, korroziyabardoshligi ferrit sinfidagi (08X17T, 12X17) po'latlarnikidan yuqoriroq. Eng kam miqdordagi uglerod (<0,12%) donalar chegarasida (500–800°C da) xrom karbidlari ajralib chiqishining oldini oladi va kristallitlararo korroziyaga qarshilikni saqlab qoladi. Ana shu maqsadlar uchun po'latga kuchli karbid hosil qilgichlar – Ti, Nb qo'shiladi (barqarorlashtiruvchi po'latlar). Austenitlar po'latlarning ρ_0 nisbatan

yuqori ($\sim 170 \text{ mk}\Omega\cdot\text{sm}$) va λ kichik bo'ladi. Shu bois ular uchun payvandlash toki kam uglerodli po'latlarga mo'ljallanganidan ancha kichik bo'lmog'i darkor.

Deformatsiyaga qarshiligining yuqoriligi ($\sim 300 \text{ MPa}$) payvandlash kuchi F_{pay} ni kam uglerodli po'latlarga nisbatan 1,5 baravar oshirishni talab qiladi. Elektrodlar ish yuzasining shakli 1-guruh metallarida bo'lgani kabi tanlanadi, ammo ρ_0 ning nisbatan yuqoriligi va λ ning kichikligi elektrodlar materiallarining elektr o'tkazuvchanligini mis elektr o'tkazuvchanligining 55–75 % igacha kamaytirish va qattiqligini mos ravishda oshirish imkonini beradi.

Qiziganda darz ketishga moyillgining pastligi, quyma o'zakning ustunsimon zich tuzilmali shakllanishi ushbu po'latlarni o'zgarmas kuch bilan payvandlash imkonini yaratadi (2.3.3-rasmdagi *a* siklogramma). Detallar 2 mm dan qalin bo'lganda cho'kichlash qo'llaniladi (2.3.3-rasmdagi *b* siklogramma). Chokli payvandlash roliklarni uzluksiz aylantirish va tokni impulsli ulash bilan amalga oshirilib (2.3.3-rasmdagi *b* siklogramma), nuqtalari bir-birini 30–60% qoplab (bekitib) turuvchi uzluksiz mustahkam-zich chok shakllantiriladi;

b) issiqqa chidamli (issiqbardosh) po'latlar va XH75MБTЮ, XH70Ю, XH38БT turidagi qotishmalar intermetallit usulida mustahkamlangan dispersion qattiqlashuvchi (qotuvchi) qotishmalardir. Oz miqdordagi bor, seriy donalar chegaralarining mustahkamligi qo'shuncha ravishda oshishiga yordam beradi.

Bu qotishma va po'latlar ρ_0 ning juda kattaligi ($\sim 90 \text{ mk}\Omega\cdot\text{sm}$) va λ ning juda kichikligi bilan ajralib turadi. Shu sababli talab etiladigan payvandlash toki kam uglerodli po'latlarni payvandlash uchun ishlatiladigan payvandlash tokining 70% ini tashkil etadi. Deformatsiyaga qarshiligining yuqoriligi ($\sim 500 \text{ MPa}$) ichki chayqalib to'kilishlarning oldini olish maqsadida juda yumshoq rejimlarni, $t_{\text{pay}} = (2-3)t_{\text{pay},1}$ va payvandlash kuchi katta, ya'ni $F_{\text{pay}} = (2.5-3)F_{\text{pay},1}$ bo'lishini talab qiladi, bu yerda: $t_{\text{pay},1}$ va $F_{\text{pay},1}$ – mos ravishda 1-guruh metallari uchun vaqt va kuch. Mazkur materiallar odatda ish yuzasi yassi elektrodlar (ish yuzasi silindrsimon roliklar) bilan payvandlanadi. Ammo ρ_0 ning kichikligi tufayli elektrodlar va roliklar

materiallarining elektr o'tkazuvchanligi 45 % gacha kamaytirilishi mumkin, σ^*_D ning yuqoriligi sababli esa qattiqligi 160–240 MPa gacha oshirilishi kerak. Nuqtali payvandlashda odatda α siklogrammadan (2.3.1- rasm) foydalaniladi, biroq ch o'kish bo'shliqlari paydo bo'lishining oldini olish, tob tashlashni va qoldiq zo'riqlashlarni kamaytirish, ayniqsa, detallar 1,5 mm dan qalin bo'lganda, b va d siklogrammalardan (2.3.1-rasm) foydalaniladi. Chokli payvandlash b siklogramma bo'yicha olib beriladi (2.3.3-rasimga qarang);

d) Issiqqa chidamliligi oshirilgan XH70BMTIOΦ, XH77TIOP, XH60BT, XH56BMTIO va boshqa po'latlar tarkibining murakkabligi bilan farq qiladi. Ular odatda disporsion qotirish usulida mustahkamlanadi, ularning ayrimlarida donalari chegarasi bo'ylab qiyin eriydigan fazalar bo'lib, ular qiziganda asosiy faza bilan sust o'zaro ta'sirlashadi.

Bunday tuzilish ρ_0 (120–150) ni $\text{mk}\Omega\cdot\text{sm}$ va σ^*_D ni keskin oshiradi (700 MPa gacha). Shu bois tok mos ravishda kamaytiriladi ($I_{\text{pay}}=0,6I_{\text{pay}1}$), chayqalib to'kilishlarning oldini olish maqsadida $t_{\text{pay}}=(2,5-4)t_{\text{pay}1}$ bo'lgan yumshoq payvandlash rejimi va oldindan qizdirish qo'llaniladi (10.1-rasmdagi f tok siklogrammasi). Tokni asta-sekin oshirib borish ham maqsadga muvofiq bo'ladi. "b" kichik guruhi uchun bo'lgani kabi, kuch siklogrammasi bilan eng katta kuchlar o'rnatiladi: $F_{\text{pay}}=(3-4)F_{\text{pay}1}$. Ushbu kichik guruh materiallarining ρ_0 qiymatlari kattaligi va issiqqa chidamliligini yuqoriligi elektr o'tkazuvchanligi past bo'lgan maxsus qattiq (240 MPa gacha) elektrod materiallarini talab qiladi.

4. Titan qotishmalari. Normallashtirilgandan keyingi tuzilmasiga ko'ra bu qotishmalar uch guruhga bo'linadi: α - (BT5, BT1-0), $\alpha+\beta$ - (BT3-1, BT6C, BT14, BT22) va β - qotishmalar (BT15). Titan qotishmalari o'z xossalariga ko'ra korroziyabardosh metallarga yaqin turadi. Ushbu qotishmalarning salbiy xossalariga kislorod va azotga kimyoviy aktivligining yuqoriligi kiradi. Titan qotishmalarining solishtirma elektr qarshiligi yuqori ($\rho_0 \sim (140-160) \text{mk}\Omega\cdot\text{sm}$), shu sababli payvandlash uchun uncha katta bo'lmagan payvandlash toki talab qilinadi: $I_{\text{pay}}=(0,6-0,7)I_{\text{pay}1}$ σ^*_D ning nisbatan yuqori emasligi

(350 MPa), qiziganda darz ketishga moyilligining pastligi α sikldan (2.3.1-rasmga qarang) foydalanib, $t_{\text{pay}} \approx t_{\text{pay } 1}$ va o'zgarmas $F_{\text{pay}} \approx F_{\text{pay } 1}$ bilan chayqalib to'kilishlarga yo'l qo'ymasdan payvandlashga imkon beradi. Chokli payvandlash uchun b siklogramma (10.3-rasmga qarang) qo'llaniladi. Titan qotishmalari ish yuzasi yassi yoki sferik elektrodlar bilan payvandlab biriktiriladi. Bunday elektrodlar elektr o'tkazuvchanligi past va qattiqligi yuqori materiallardan tayyorlanadi (3-guruh metallari uchun bo'lgani kabi).

5. Aluminiy qotishmalari. Aluminiy qotishmalarining yuzasi qiyin eriydigan oksid pardalari bilan qoplangan bo'lib, payvandlashdan oldin ular yo'qotilmog'i lozim. Qasmok tufayli mustahkamlanadigan AMu, AMr, AMr3 turidagi deformatsiyalanadigan qotishmalarning kristallanish oralig'i nisbatan tor va qiziganda darz ketishga moyilligi o'rtacha bo'ladi. Issiqlik ta'sir qiladigan joyda donalarning kattalashuvi va mustahkamlikning yo'qolishi kuzatiladi, bunga qurumning ketkazilishi sabab bo'ladi. Ammo metallning yumshatilgan holatida mustahkamligi va plastikligining baravarligi saqlanib qoladi. Ushbu guruh qotishmalari ρ_0 ning juda kichikligi ($\sim(4-5)\text{mk}\Omega\cdot\text{sm}$) va λ ning yuqoriligi bilan ajralib turadi. Shuning uchun ular qattiq rejimlarda ($t_{\text{pay}}=0,5t_{\text{pay } 1}$) katta payvandlash toki $I_{\text{pay}}=(3,5-4)I_{\text{pay } 1}$ bilan payvandlanadi. σ^*_D ning uncha katta emasligi (80-90 MPa) $F_{\text{pay}} < F_{\text{pay } 1}$ dan foydalanishni talab qiladi, ammo rejim qattiqroqligi bois u taxminan $F_{\text{pay } 1}$ gacha oshiriladi.

Detallarning qalinligi 2 mm gacha bo'lganda nuqtali payvandlash kuch a siklogrammasi bo'yicha amalga oshiriladi; ular bundan qalinroq bo'lganda b siklogrammadan foydalaniladi (2.3.1-rasmga qarang). Chokli payvandlash, odatda, rolidlarni uzluksiz aylantirib bajariladi (2.3.3-rasmdagi b siklogramma).

Termik ishlov berib mustahkamlangan deformatsiyalanuvchi qotishmalar (D16T, D19T, D20T, 1420, 1395 va b.) ning kristallanish oralig'i (intervali) keng va (130°C gacha) qiziganda darz ketishga juda moyil bo'ladi, bunga quyma o'zakda qalin evtektik qatlamlarni hosil qiluvchi dendrit likvatsiya ham yordam beradi.

O'zak metallining mexanik xossalari yumshatilgan qotishmaning xossaloriga yaqinlashadi.

Termik ishlov bilan mustahkalanadigan D16T, 1420 va boshqa turlagi qotishmalarni payvandlashda chok yaqinidagi joyda metallning mustahkamligi pasayadi. ρ_0 qiymatlarining juda kichikligi ($\sim(6-13)$ mk Ω ·sm) va λ ning yuqoriligi qattiq rejimlarni talab qiladi. σ^*_D ning kattaroqligi (100–140 MPa), shuningdek ichki chayqalib to'kilishlar va qiziganda darz ketishga moyilligi munosabati bilan payvandlash kuchi $F_{\text{pay}}=(1,2-1,4)F_{\text{pay},1}$ gacha oshiriladi. Bu esa payvandlash tokini $I_{\text{pay}}=(3,5-4)I_{\text{pay},1}$ gacha oshirishni taqazo etadi. Qalinligi 2 mm dan cshmaydigan materiallarni payvandlashda detallar uzluksiz siljiriladigan b siklogrammadan (10.3-rasm) foydalanish tavsiya etiladi. Bundan qalinroq, metallar uchun detallar qadamli siljiriladigan va cho'kichlanadigan d siklogramma (10.3-rasm) tavsiya etiladi. Aluminiy qotishmalarini payvandlash uchun elektrodlar va rolklarning ish yuzasi sferik shaklda, elektrodlar materiallari esa yuqori darajada elektr o'tkazuvchan (mis elektr o'tkazuvchanligining 85 % idan kam emas) va qattiqligi 100–125 MPa bo'lmog'i kerak.

6. Magniy qotishmalari. Magniy asosida olinadigan qotishmalar boshqa konstruksion materiallardan zichligining kichikligi, mustahkamligining nisbatan yuqoriligi, zarblar va tebranishlar yuklamalarini yaxshi so'ndira olishi, ishqorlar, benzin, moylarga kimyoviy chidamliligi bilan ustun tarzda ajralib turadi. Ammo atmosfera sharoitida ularning yuzasida qalin, g'ovakdor va nomustahkam MgO pardasi hosil bo'ladi, bu parda qotishmani keyingi oksidlanishdan yomon saqlaydi va ko'pgina muhitlarda uning korroziyabardoshligini pasaytiradi.

Nuqtali va chokli payvandlash orqali asosan nagartovka bilan mustahkamlanuvchi deformatsiyalanadigan qotishmalar (MA1, MA2-1, MA10, va b.) hamda termik ishlov berib mustahkamlangan issiqqa chidamli qotishmalar (MAH, MA13 va b.) biriktiriladi. Magniy qotishmalarining ρ_0 kichik ($\sim(12\text{mk}\Omega\cdot\text{sm})$) bo'ladi va shu bois ular qattiq rejimlarda payvandlanadi. Darz ketish va katta tob tashlashlarning oldini olish maqsadida b siklogrammadan (10.1-rasm) foydalaniladi. Chokli payvandlash b siklogrammadan foydalanib amalga oshiriladi (2.3.3-rasm). Elektrodlar ish yuzasining shakli va materiali aluminiy qotishmalari uchun bo'lgani singari tanlanadi.

7. Mis va mis qotishmalari. Sof misning issiqlik o'tkazuvchanligi va elektr o'tkazuvchanligi juda yuqori bo'lganidan volfram, kiritdan yasalgan issiqlik ekranlari yoxud elektrod ulamalaridan foydalanib payvandlanadi. Tok impulsi juda qattiq (bikr) bo'lgan ($t_{\text{pay}} < 0,02$ s) qudratli kondensatori mashinalarda o'zak hosil qilish orqali to'g'ridan-to'g'ri eritish ham mumkin. Kristallanish oralig'ining yo'qligi F_{pay} o'zgarmas bo'lgan oddiy sikldan foydalanishga imkon beradi. Mis uchun chokli payvandlash q o'llanilmaydi.

Jezlar va bronzalarning elektr o'tazuvchanligi yuqori, mexanik va texnologik tavsiflari yaxshi bo'ladi. ρ_0 ning pastligi ($\sim(6-8)$ mk $\Omega \cdot$ sm) va λ ning yuqoriligi tufayli mis qotishmalari qattiq rejimlardakatta payvandlash toki $I_{\text{pay}} = (2,5-3)I_{\text{pay},1}$ da $t_{\text{pay}} = (0,5-0,7)t_{\text{pay},1}$ bilan payvandlanadi. σ^*_D uncha yuqori bo'lmagani ($\sim(120-130$ MPa)) uchun payvandlash kuchi $F_{\text{pay}} \approx F_{\text{pay},1}$ qilib olinadi. Ichki chayqalib to'kilishlar xavfi bo'lmagan a siklogrammadan (10.1-rasm) bo'yicha payvandlanadi. Chokli payvandlash uzluksiz aylantirish va tokni impulsi ulash bilan olib boriladi (2.3.3- rasmdagi b siklogramma). Elektrod va roliklar aluminiy qotishmalari uchun bo'lgani kabi o'rnatiladi.

8. Qiyin eriydigan qotishmalar. Likvidus harorati xromning erish haroratidan (1875°C) yuqori bo'lgan metall hamda qotishmalari deb ataladi. Ular sirasiga Cr, V, Mo, Ta, Nb, Re, W (T_{erish} ning o'sib borish tartibida) kiradi.

Volfram va molibdenlarning qiyin eriydigan kimyoviy aktiv qotishmalarini payvandlash qiyinligiga ularning issiqlik o'tkazuvchanligi hamda elektr o'tkazuvchanligi, shuningdek erish harorati yuqorligi (volframniki 3400°C , molibdenniki 2620°C) sabab bo'ladi. Bunday xossalarning birlashishi elektrod-detal tegish joyida juda yuqori haroratlar paydo bo'lishiga, elektrodning ish yuzasi tez pachoqlanishi va tagidan erishiga olib keladi. Payvandlash joyida mo'rt fazalarning noqulay qayta taqsimlanishi tufayli payvand birikmalarning plastikligi past bo'ladi. Shunday qilib, ikki asosiy muammoni hal qilish: elektrod tagidagi tegish joyidagi haroratni pasaytirish va birikmalarning plastikligini oshirish zarur bo'ladi.

Ushbu haroratni pasaytirishning ayrim usullari mavjud: elektrod bilan detal orasiga titan, niobiyan qilingan himoya ekranlari

joylashtirish; elektrod oldidagi haroratni pasaytirgan holda detallarning bir-biriga tegish joyida issiqlikni to'plash (to'xtamlar vaqtida F_{pay} ni keskin kamaytirish bilan ko'p impulsi qizdirishdan foydalanish); payvandlash kontaktiga nisbatan osonroq eriydigan metallarni (nikel qotishmalari, niobiy, tantal va boshqalardan qilingan tasmalarni) yoki qoplama qatlamlarni kiritish; relyeflardan foydalanish.

Tekshirish uchun savollar:

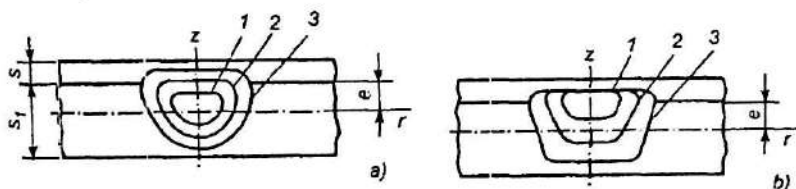
1. Payvandlanadigan metallarning issiqlik-fizik, fizik-kimyoviy va mexanik xossalari payvandlash rejimiga qanday ta'sir ko'rsatadi?
2. Metallarning texnologik payvandlanuvchanligi deb nimaga aytiladi?
3. Kam uglerodli po'latlarni payvandlashning o'ziga xos xususiyatlari qanday?
4. Ko'p legirlangan po'latlarni payvandlashning o'ziga xos xususiyatlarini aytib bering.
5. Titan qotishmalarini payvandlash qanday o'ziga xos xususiyatlarga ega?
6. Aluminiy qotishmalarini payvandlashning o'ziga xos xususiyatlari qanday?
7. Misni va uning qotishmalarini payvandlashning o'ziga xos xususiyatlarini aytib bering.

2.5. KONTAKTLI PAYVANDLASHNING ALOHIDA HOLLARI

2.5.1. Qalinligi bir xil bo'lmagan detallarni payvandlash

Qalinliklar nisbatan 1:3 va undan kichik bo'lganda nominal (hisoblangan) o'zaro erish joyi (zonasi) ni olish murakkabligi tufayli payvandlash jarayoni qiyinlanlashadi. Bunga issiqlik muvozanati tekisligi payvandlash kontakti bilan mos kelmasligi sabab bo'ladi, chunki bunda yupqa detal kam va nobarqaror eriydi. Qalinlikdagi tafovut kattalashishi bilan payvand chokining erigan metall bilan to'rtaslik ehtirnoli ortadi.

Yumshoq rejimda erish izotermasi paket kesimining markazida, (qalin detalda) yuzaga kelib, keyin hamma tomonlarga bir tekis tarqaladi. Shunday qilib, u payvandlash siklining oxiridagina yupqa detalni qamraydi. Jarayon erish chuqurligi barqaror emasligi, qalin detal suyuq metallining hajmi kattaligi, yupqa detalning jadal deformatsiyalanishi, elektrodning tez yeyilishi bilan tavsiflanadi.



2.5.1-rasm. Turli qalinlikdagi detallarda o'zak shakllarining kinematikasi (r – issiqlik muvozanati tekisligi; e – ana shu tekislik bilan payvandlash kontaktli o'rtasidagi oraliq):

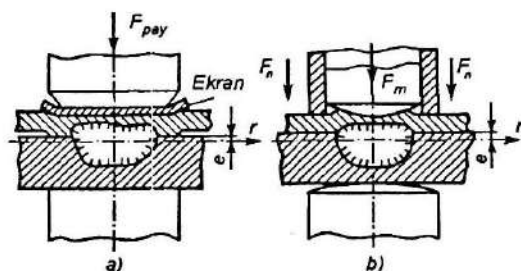
a – yumshoq rejim; b – qattiq rejim; 1–3 – mos ravishda payvandlashning boshlang'ich, o'rta va oxirgi bosqichlaridagi erish izotermasi.

Qattiq rejimda jarayonning boshida erish izotermasi yupqa va qalin detallarning tegish joyi oldidagi sohani bir tekis qamraydi. Keyin issiqlik chetlashishi (boshqa detalga o'tib ketishi) ta'sirida izoterma qalin detal ichiga, issiqlik muvozanati tekisligi tomon siljiydi (12.1-b rasm). Tok zarur darajada oshirilganda ichki va tashqi chayqalib to'kilishlar sodir bo'ladi. Ammo payvandlashning oddiy sxemasida qattiq rejim afzalroqdir.

Yupqa detal ishonchli erishi uchun issiqlik muvozanati tekisligini payvandlash kontaktiga sun'iy ravishda yaqinlashtirishga asoslangan usullar bor.

Mazkur vazifani hal qilishning asosiy yo'nalishlari yupqa detaldan issiqlikni chetlatish va unda issiqlik ajralishini (detallar orasidagi tegish joyida) oshirishdir.

Birinchi yo'nalish odatda yumshoq rejimlarda amalga oshiriladi. Yupqa detal erishining birmuncha oshishiga uni ish yuzasi kichik va issiqlik o'tkazuvchanligi kam bo'lgan elektrod tomonida joylashtirish orqali erishiladi. Qalin detal tomonda elektrodning ish yuzasi va issiqlik o'tkazuvchanligi oshiriladi. Biroq bu usul yupqa detalning erishini juda kam (10–15%) oshiradi, aluminiy va magniy qotishmalaridan yasalgan detallarni payvandlashda elektrod yopishib qolaverishi sababli issiqlik o'tkazuvchanligi kichik elektrodlar kam ishlatiladi.



2.5.2-rasm. Turli qalinlikdagi detallarni muqatali payvandlab biriktirish:
a – ekran yordamida; b – chekka qismni rostlanadigan qo'shimcha qisish yo'li bilan

Yupqa detal bilan elektrod orasiga issiqlik o'tkazuvchanligi kam bo'lgan metall dan 0,05–0,3 mm qalinlikdagi tasma ko'rinishida yasalgan, olinadigan issiqlik ekрани o'rnatish samaralidir. Ekran issiqlikni yupqa detalda to'playdi: Ko'p hollarda esa o'zi ham qshimcha issiqlik manbai bo'lib xizmat qiladi. Tasmaning tarkibi va qalinligini turlicha tanlash orqali issiqlik muvozanati tekisligi yupqa detal tomon osongina siljiriladi va uning barqaror erishiga erishiladi. Bu tekislikni yupqa detal ichiga siljitib hatto uning parron erishiga erishish mumkin.

Ikkinchi yo'nalish asosan qattiq rejimlarda amalga oshiriladi. Buning uchun ko'pincha ikki variantdan: payvandlash tokini fokuslash, (ichki tegish joyining kichik yuzasida mahalliy issiqlik ajralishi) va detallarni elektrodlar atrofida qo'shimcha qisishdan foydalaniladi.

Ichki tegish joyining yuzi relyeflar (yupqa yoki yaxshisi qalin detalda) yordamida cheklab qo'yiladi. Tokning to'planish samaradorligini oshirish uchun ba'zan relyeflar atrofida elektr o'tkazmaydigan qiyin eruvchi qatlamlar joylashtiriladi. Yupqa detalda tokning zichligi oshiriladi, buning uchun elektrod o'zining ish yuzasi yaqinidagi elektr o'tkazuvchanlik maydoni (yuzi) halqasimon kurtak, o'tkazuvchanligi past qotishmadan yasalgan halqa yoki elektr o'tkazuvchanligi yuqori qotishmadan ishlangan kichikroq markaziy ulama yordamida kamaytiriladi. Tok yupqa detalda to'planishi uchun qo'shimcha magnit maydoni qo'yish ham taklif etilgan. Jarayonning murakkabligi elektrodlar chidamliligining pastligi, yupqa detalning erishni oshirishning samaradorligi pastligi aytib o'tilgan variantlardan amalda foydalanishni cheklab qo'yadi.

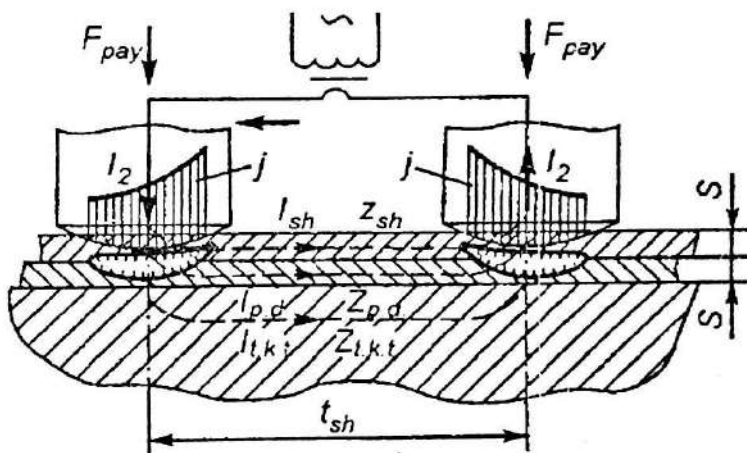
Yupqa detalni elektrod atrofida halqa bo'ylab qo'shimcha ravishda qisib qo'ygan holda payvandlash juda samaralidir. Umumiy siqish kuchi F_{pay} maxsus elektrod qurilmasi yordamida ikki kuchga: markazda qo'yiladigan F_m kuchga va nuqtaning chekka qismini siquvchi F_{chek} kuchga ajratiladi. Bu usul chayqalib to'kilishlarga deyarli batamam barham beradi va qattiq hamda yumshoq rejimlarda qo'llaniladi.

Qattiq rejimlarda payvandlashda qizish va erish chog'ida yupqa detalda tokni ancha oshirish mumkinligi, yumshoq rejimlarda esa markaziy (payvandlash) kuchni odatdagi payvandlashga nisbatan keskin kamaytirish yo'li bilan issiqlikni yupqa detaldan elektrodga o'tkazib yuborish imkoniyati borligi tufayli erish chuqurligi ortadi. Ayni usul yupqa detalning erish chuqurligi 30–70% bo'lishini ta'minlaydi, lekin elektrodning ifloslanishga chidamliligini oshirish maqsadida yanada takomillashtirishga, nuqtalarni halqa bo'ylab qisish uchun mo'ljallangan ishonchli va ixcham universal elektrod qurilmalari yaratishga muhtoj.

2.5.2. Bir tomonlama payvandlash

Bu usulda payvandlash toki bitta (ustki) detal tomondan keltiriladi. Payvandlashning bir sikli ichida odatda ikkita nuqta hosil qilinadi. Ayrim hollarda esa, masalan, diametri kattalashtirilgan ikkinchi elektrodan tok keltirich sifatida foydalanilganda ikkita nuqta hosil qilinadi. Ushbu usul ish unumi yuqori bo'lishini, detallarni bir tomondan payvandlashni, sarflanadigan elektr quvvati kamayishini (mashina payvandlash konturining yuzi kichik bo'lishini), detallarning tob tashlashi kamayishini (detal bir vaqtning o'zida simmetrik tarzda bir necha joyidan payvandlab qo'yilishi evaziga) ta'minlaydi.

Usulning jiddiy kamchiligi ustki detal orqali tokning befoйда shuntlanishidir (I_{sh}). Bu esa, xususan, elektr o'tkazuvchanligi yuqori qotishmalardan yasalgan detallarni payvandlashni qiyinlashtiradi, ustki detalning qizishi va deformatsiyalanishiga sabab bo'ladi, elektrod oldidagi elektr hamda issiqlik maydonlarini buzadi. Elektrodlar oralig'i (kadami) kichik bo'lganda bu tashqi to'kilishlarga olib kelishi mumkin.



2.5.3-rasm. Ikki tomonlama payvandlash sxemasi:

I_{sh} , I_{pd} , I_{tkt} — mos ravishda ustki detalning shuntlanish toki; pastki detalda va tok keltiruvchi taglikdagi tok; Z_{sh} , Z_{pd} , Z_{tkt} — ustki detal, pastki detal hamda tok keltiruvchi taglikning to'liq elektr qarshiligi.

Qizdirib payvandlash rejimidan foydalanib I_{sh} ni qisman kamaytirishga, harorat maydoni buzilishini bartaraf etishga va elektrodlar chidamliligini oshirishga erishish mumkin. Birinchi impuls I_k ni kattalashtiradi, ikkinchi impuls esa kichik I_{sh} da birikmani shakllantiradi. Agar ustki detal qalinroq bo'lsa, tok keltiruvchi plita o'rniga o'zaro elektr tarzda bog'langan elektrodlar o'rnatiladi.

Ikkita bir tomonlama joylashgan roliklar bilan chokli payvandlashda tok keltiruvchi yaxlit taglikdan yoki simmetrik joylashgan roliklarning pastki juftligidan foydalanish mumkin.

Bir tomonlama nuqtali va chokli payvandlash sxemalaridan ko'pincha ko'p nuqtali maxsus mashinalar (avtomobilsozlikda) va ko'p chokli mashinalar (sovitgichlar) ishlatiladi, bunda bir tomondan yaqinlashish va kichik ikkilamchi kontur elektrodni joylashtirish hamda birikmalar sifatini barqarorlashtirish uchun qulaydir. Bir tomonlama payvandlashdan ko'pincha yupqa devorli detallarni bir necha joyidan payvandlab qo'yish uchun foydalaniladi.

2.5.3. Mikropayvandlash

Qalinligi bir necha mikrometrdan 0,5 mm gacha bo'lgan detallarni payvandlash mikropayvandlash deb ataladi va elektron hamda asbobsozlik sanoatlarida bosma platalardagi sxemalarni, gibrid, integral sxemalar ishlab chiqarishda, mitti asboblarning korpuslarini, membrana qutilari, silfonlarni zichlashda va boshqa maqsadlarda qo'llaniladi.

Mikropayvandlash qator o'ziga xos xususiyatlarga ega bo'lib, ular texnologiyada, uskunalarini tanlashda qo'shimcha muammolarni yuzaga keltiradi: detallarning o'z qarshiligi nisbatan kam va payvandlash kuchlari kichik bo'lganidan tegish joylari qarshiliklarining issiqlik manbai sifatidagi ahamiyati keskin ortadi; ko'pincha payvandlash kontaktida qancha issiqlik ajralib chiqsa, elektrod-detallarni tegish joylarida ham deyarli shuncha issiqlik ajralib chiqadi; payvandlash rejimining favqulodda qattiqligi jarayonning chayqalib to'kilishlarga, massa ko'chishga, mustahkamlik ko'rsatkichlarining tarqalishi oshishiga sezgirlikni oshiradi; detallar

o'lehamlarining, shakllarining, qalinligi hamda materiallarining juda xilma-xilligi metallurgik murakkabliklarni keltirib chiqaradi va eng maqbul payvandlash rejimlarini tanlashni qiyinlashtiradi; turli o'zgaruvchi omillar (yuzaning holati, F_{pay} , d_e , t_{pay} , elektrodning og'ishi, ularning noto'g'ri o'rnatilishi va o'zaro siljishi, massa ko'chish, chiqish mexanizmining inersionligi, mashina payvandlash konturining qarshiligi o'zgarishi va b.) payvand birikmalar sifatiga keskin ta'sir qiladi. Bularning bari mitti uzellarni yuqori sifatli biriktirishni murakkablashtiradi.

Mikropayvandlash sifati yuqori darajada barqaror chiqishi uchun mashinaga (parametrlarning o'zgarmasligi, siqish mexanizmining inersionligi kichikligi, payvandlash konturining yetarli darajada bikrligi borasida), texnologiyaga (texnologik jarayonning qismlarini sinchiklab ishlab chiqish, eng maqbul rejimni tanlash, nazorat asboblardan keng foydalanish borasida), mashinalarga malakali xizmat ko'rsatilishiga (payvandlash konturining ahvolini, ayniqsa uning kontaktlari, siqish mexanizmlari va boshqa tizimlari ahvolini muntazam ravishda tekshirib turish borasida) qattiq talablar qo'yilishi shart.

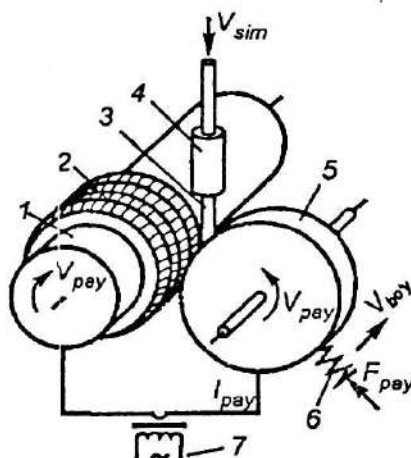
2.5.4. Elektr kontakt usulida eritib qoplash

Yeyilgan detallarni ta'mirlash uchun metall qatlamlari payvandlash yoki alohida xossalarga ega yaxlit sirtqi qatlamlar hosil qilish ishlari maxsus qurilmalarda kontaktli payvandlash chokli (elektr kontakt usulida eritib qoplash) yo'li bilan amalga oshiriladi. Odatda asosiy detalga sim, tasma payvandlanadi, maxsus kukun kuydirib yopishtiriladi.

Sim payvandlash sxemasi eng keng tarqalgan (2.5.4-rasm). Detalda yaxlit metall qatlami (2) b siklogrammadan foydalanib (2.3.3 - rasm), detalni aylantirgan holda kesishuvchi spiral valiklar yordamida hosil qilinadi. Sim (3) ni yo'naltiruvchi vtulka (4) uzatib turadi. Payvandlash toki transformator 7 dan detalga va erkin aylanuvchi rolik (5) ga keladi. Rolikka prujinali amortizator (6) orqali pnevmotsilindrda F_{pay} qo'yiladi. Qizish va plastik deformatsiya

detal-detall tegish joyidagi oksid pardalarini yemiradi hamda qattiq holatdagi metall bog'lanish yuzaga kelishiga sabab bo'ladi.

Detalning aylanish tezligi v_{pay} va rolklarning bo'ylama siljish tezligi $v_{bo'y}$ shuningdek, payvandlash rejimi to'g'ri tanlanganda har bir o'ram qo'shni o'ram va asosiy metall bilan birikib yaxlit metall qatlamini hosil qiladi.



2.5.4-rasm. Elektr kontakt usulida sim eritib qoplash.

Sim o'rniga tasma payvandlash ish unumini oshiradi, ammo plastik deformatsiya sharoitlarining qulayligi kamroq bo'ladi. Ular faqat po'latlarni payvandlashda oson eriydigan oksidlarni eritish va detal-detall tegish joyidan siqib chiqarish hamda bog'lanishlar hosil qilish uchun yetarli bo'ladi. Ba'zan, oldindan enli silliqqlanib, yog'sizlantirilgan yuzaga enli tasma — gilza o'ralib, keyin payvandlanadi. Bunday yo'l bilan traktorlar silindrlari cho'yan blokining korpusiga po'lat gilzalar maxsus rolkli ombur yordamida biriktiriladi. Gilza uchlari orasidagi tirqish uning qalinligidan (0,3–1 mm) ortiq bo'lmasligi kerak. Avval gilza o'rtaga doira bo'ylab bir necha joyidan payvandlab qo'yiladi. Keyin chetlaridan boshlab bir-birini bekituvchi (qoplovchi) nuqtalar tushirib payvandlanadi. Choklar

bir-birini 25 % berkitib turishi lozim. Birikma odatda erigan holatda shakllanadi, ammo qattiq holatda ham qisman shakllanishi mumkin.

Yuzada oldindan tishlar hosil qilish, sim yoki detalda relyeflar yuzaga keltirish (issiqlik ajralib chiqishi maxalliylashtiriladi), simni toksiz rolik bilan oldindan sovuqlayin deformatsiyalash (diffuzion jarayonlar, chunonchi, qayta kristallanish faollashadi) yo'li bilan jarayon jadallashtiriladi va birikmaning mustahkamligi oshiriladi.

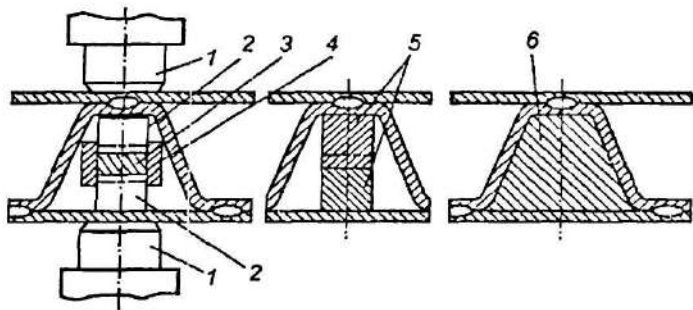
Tekshirish uchun savollar:

1. Qalinligi har xil detallarni payvandlashda ishonchli birikma hosil qilishning qanday usullari bor?
2. Bir tomonlama payvandlashning asosiy afzalliklari va kamchiliklarini aytib bering.
3. Mikropayvandlash deb nimaga aytiladi?
4. Mikropayvandlash qaysi sohalarda qo'llaniladi?

2.6. MAXSUS KONSTRUKSIYALAR VA BIRIKMALARNI PAYVANDLASH

2.6.1. Uch qatlamli panellarni nuqtali payvandlash

Korroziyabardosh po'latlar va titan qotishmalaridan tayyorlanuvchi panellar nuqtali payvandlab biriktirilgan, orasiga nova-nova (gofirovkalangan) to'ldirgich qo'yilgan ikki qoplamadan iborat bo'ladi. Ustki qoplama bo'lmaganda novalarni (to'ldirgichni) pastki qoplamaga payvandlash qiyinchilik tug'dirmaydi. Novalarni ustki qoplamaga uzil-kesil biriktirish qiyinroq kechadi. Buning uchun turli variantlardan elektr o'tkazuvchan ikki ponali qistirma (5) dan yoki pona (3) yordamida ochiladigan, yo'naltiruvchi (4) da harakatlanuvchi elektrodlar (2) dan foydalaniladi (2.6.1-rasm). Harakatlanuvchi qistirma va elektrodning siljish payvandlash mashinasining ishi, ya'ni asosiy elektrodning kerilishi bilan sinxronlashtirilgan. Ba'zan kanalga oson eruvchi metall, masalan aluminiy (6) qo'yiladi. Payvandlab bo'lingandan keyin u eritib olib tashlanadi. Birinchi variant yassi panellarda, ikkinchi variant yassi yoki biroz egik panellarda, uchinchi variant esa ancha egik panellarda qo'llaniladi.

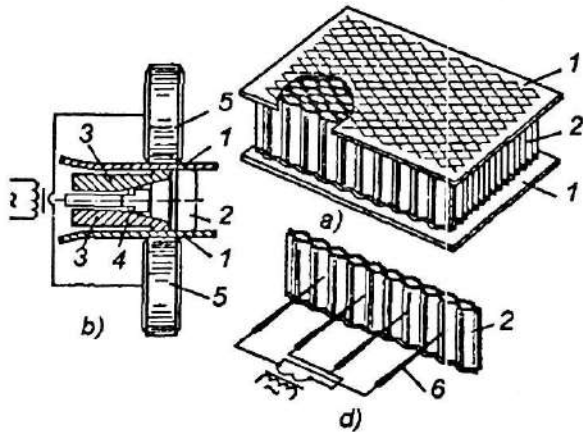


2.6.1-rasm. Uch qatlamli panelni payvandlash.

Agar panellarning asosan bir qavati biroz egik bo'lsa, ularni yassi panel kabi payvandlab, keyin jo'valarda deformatsiyalash mumkin.

2.6.2. Katakli panellarni payvandlash

Korroziyabardosh po'latlar va titan qotishmalaridan payvandlab yasalgan yaxlit katakli panellarning solishtirma mustahkamligi yuqori, og'irligi kam birligi katta bo'ladi.



2.6.2-rasm. Katakli panelik nuqtali payvandlash:

a – tayyor panel; b – katak to'ldirgichni qoplama listlar bilan payvandlash; d – katak to'ldirgichning yarimnovalarini o'zaro payvandlash.

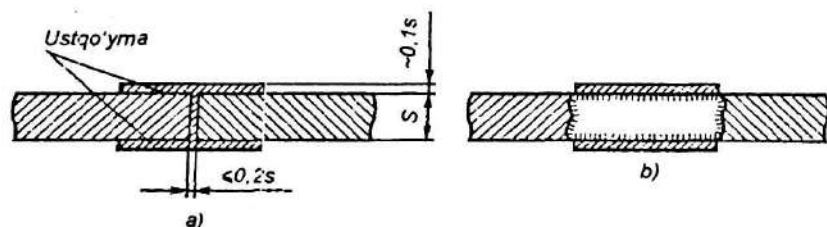
Ular ikkita qoplama list (1) va kvadrat shaklidagi katakli to'ldirgich (2) dan tashkil topadi. To'ldirgich 0,05–0,1 qalinlikdagi nova-nova folga tasmalaridan hosil qilinadi. Tasmalarning chetlari 0,3–0,8 mm qalinlikdagi qoplamalarga payvandlash uchun oldindan ikki tomonidan qayirib qo'yiladi.

Panellar maxsus qurilmada yig'iladi va payvandlanadi. Bu qurilma ikki tomonlama va ko'p nuqtali bir tomonlama payvandlash mashinalaridan iborat. Qoplama listlar (1) yotiq holatda, bir-biridan to'ldirgich tasmasi (2) eniga teng oralida joylashtiriladi. Tasma tok o'tkazadigan yoyuvchi taroq (3) ga qo'yiladi, taroqning shakli va o'lchamlari tasmaning kataklariga mos keladi. Bunda qistirmaning arrasimon chiqiqlarini tasmaning bukilgan chetlari bekitib turishi kerak. Qistirma pona (4) yordamida yoyilib, qoplamalar orasiga qoplamaga avval payvandlangan tasмага tekkuncha kirgiziladi.

Bukilgan chetlar bir yo'la ikkala qoplamaga nuqtali payvandlanadi (tasma bo'ylab rolıklar (5) ni g'ildiratish orqali). Nuqtalar qistirmaning chiplari bo'lgan joylarda shakllantiriladi. Tasma payvandlab bo'lingandan keyin qistirmani siqib, olib tashlanadi. Uning o'rniga elektrodlar (6) o'rnatilgan ko'p elektrodli kallak kirgiziladi va to'ldirgich tasmalari 1,5–2,5 mm qadam bilan (oraliqda) ko'p nuqtali bir tomenlama payvandlash usulida butun balandligi bo'yicha bir-biriga payvandlanadi. Keyin kallak chiqarib olinib, panel yotiq holatda yarimkatak kattaligida siljiriladi va sikl kerakli uzunlikdagi panel hosil bo'lgunga qadar qaytariladi. Payvandlab yasaladigan katak-katak (uyali) paneliar kavsharlab yasalganlaridan yengilroq va ishlab chiqarishdagi mehnat sarfi kamroq bo'ladi.

2.6.3. Chokli uchma-uch payvandlash

Chokli uchma-uch payvandlash oddiy ustma-ust payvandlashga qaraganda uzelnig og'irligini kamaytirish, qoldiq zo'riqishlarni ozaytirish va toliqishga mustahkamlikni oshirish imkonini beradi. Tirqish korroziyasi va elektrodلarning ifloslanish muammolari yuzaga kelmaydi.



2.6.3.-rasm. Chokli uchma-uch birikma:

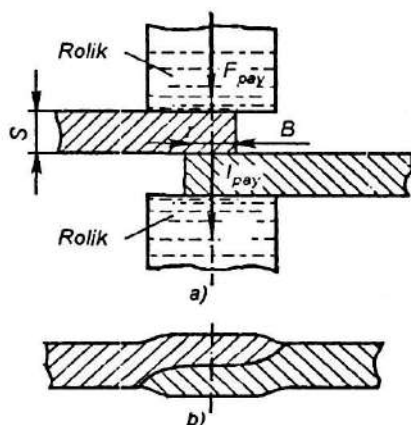
a – payvandlashdan oldin; b – payvandlab bo'linganda keyin.

Detallar moslamada bir-birining orasida kamida 0,2s tirqish qoldirib yig'iladi hamda b siklogrammadan (2.3.3-rasimga qarang) va ustma-ust payvandlash rejimlariga yaqin rejimlardan foydalanib payvandlanadi. Detallarning erishini oshirish (100% gacha), rolıklar himoyalash, chokni qalinlashtirish va asosiy material darajasidagi mustahkamlikni hosil qilish uchun rolıklar bilan detallar orasiga

detallar materialidan qilingan yupqa tasma joylashtiriladi. Tasmaning qalinligi 0,2–0,3 mm eni esa quyma zonaning enidan 30% kam bo'ladi. Bunday birikmalar asosan 3 mm gacha qalinlikdagi po'latlar (shu jumladan, oson eriydigan qoplamali po'latlar) va titan qotishmalari uchun qo'llaniladi.

2.6.4. Chetlarini ezib, chokli payvandlash

Chetlarini ezib, chokli payvandlash uchma-uch bajariladi. Detallar juda oz kattalikda ($B=s$) ustma-ust qo'yilgan va issiqlik ko'p miqdorda to'planish tufayli chetlari eziladi, pachoqlanadi, oksidlar maydalanib ketadi va uchma-uch birikish joyidan siqib chiqariladi.



2.6.4-rasm. *Detallarning chetlarini ezib, chokli payvandlab biriktirish:*
a – payvandlashdan oldin; b – qattiq holatda payvandlab bo'lingandan so'ng.

Payvandlash qattiq holatda yoki suyuq o'zak hosil qilib amalga oshirilishi mumkin. Mazkur usul plastik qotishmalar, masalan, kam uglerodli po'lat uchun qo'llaniladi. Ayni usul ustma-ust oddiy chokli payvandlashga nisbatan birikmalarining og'irligi kam va mexanik tavsiflari yuqoriroq hamda korroziyaga qarshi xossalarga ega bo'lishini ta'minlaydi.

2.6.5. Uchta va undan ortiq detallardan iborat to'plamni payvandlash

Bunday majmua qo'shimcha tegish joylari paydo bo'lishi va tashqi yupqa qismlarning ishonchli erishi qiyinligi tufayli jarayonni murakkablashtiradi. Agar tashqi tomonda qalinroq yoki qalinligiga ko'ra bir-biriga yaqin detallarga tursa, nuqtali va chokli payvandlash markaziy detalni paron eritgan holda uncha qiynalmasan amalga oshiriladi. Tashqarida yupqa detallar joylashgan taqdirda esa qattiq rejimlar qo'llaniladi. Murakkab hollarda, qalinligi teng bo'lmagan detallarni payvandlashda bo'lgani kabi, issiqlik muvozanati tekisligining siljishini boshqarishning texnologik usullaridan foydalaniladi.

2.6.6. Qalinligi katta detallarni payvandlash

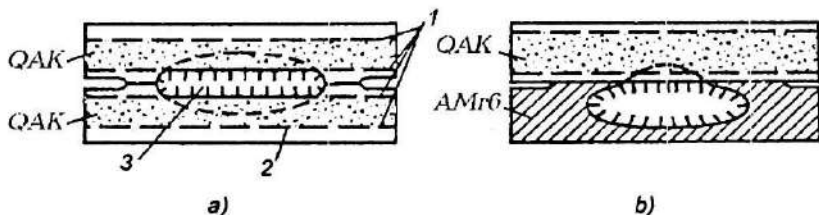
Detaillarda 10 mm dan qalin bo'lganda qator qiyinchiliklar yuzaga keladi: ilgari payvandlangan nuqtaga tok ko'proq shuntlanadi, elektrodning ish yuzasi kuchli qiziydi va eziladi, o'zakda yirik cho'kish nuqsonlari paydo bo'lishiga moyillik yuzaga keladi. Bundan tashkari, yuzaga ishlov berish va detallarni aniq yig'ish zarurligi qo'shimcha muammo bo'ladi. Yuzaga aylanuvchi cho'tkalar yoki pitra bilan ishlov beriladi. Yig'ish ishlari kuchli qismlari va fiksatorlari bo'lgan moslamalarda olib boriladi.

Shuntlanishi kamaytirish uchun nuqtali payvandlash oshirilgan qadam bilan amalga oshiriladi. Masalan, 10 mm qalinlikdagi konstruksion po'latlardan yasalgan detallar uchun $t_q=100-120$ mm bo'ladi. Elektrodlar haroratini pasaytirish uchun qattiq rejimlardan yoki o'zgarmas payvandlash toki bilan pulslanuvchi qizdirishdan foydalaniladi. Bunday sikl ish yuzasining o'rtacha haroratini pasaytiradi (to'xtam vaqtida elektrodning sovishi evaziga) va ayni paytda issiqlikni detallarning payvandlanadigan tegish joyida to'pladi. Cho'qish nuqsonlarining oldini olish uchun F_{ch} dan foydalaniladi (10.1-rasmdagi b siklogramma).

2.6.7. Qumoq-qumoq aluminiy kukuni (QAK)ni payvandlash

Bunday materiallarni biriktirish kattagina muammo hisoblanadi, chunki o'zakdagi erigan metallning qovushoqligi nihoyatda yuqori bo'ladi. Sirtqi oksidlar aralashib ketmaydi va detallar orasida qolib ketadi. Birikma hosil bo'lmaydi. Bunga aluminiy asosan va qiyin eriydigan dispers Al_2O_3 zarralaridan (6–12%) tashkil topadigan materialning termik barqarorligi juda yuqoriligi sabab bo'ladi.

Listlar texnik aluminiy yoki AMr turidagi qotishmalar bilan qoplangandan keyin payvandlanuvchanlik keskin yaxshilanadi. Birikma ikkita qoplama qatlam erishi hisobiga hosil bo'ladi (2.6.5- a rasm). Ayni chog'da yupqa suyuq chokka yaqin joylashgan QAK qatlamlari o'tib birikmaning issiqqa chidamliligini oshiradi. b siklogrammadan foydalaniladi (2.3.1-rasmga qarang). Qoplangan QAK boshqa aluminiy qotishmalari bilan yaxshi payvandlanadi. O'ziga xos birikma yuzaga keladi: oddiy qotishmada suyuq yarimo'zak hosil bo'ladi, QAK tomonda esa faqat qoplama suyulib, yarimo'zak bilan aralashadi (2.6.5- rasm, b).



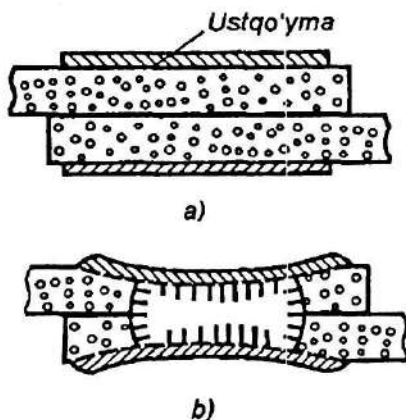
2.6.5-rasm. Qumoq-qumoq aluminiy kukunidan ishlangan qoplamali listlarni nuqtali payvandlab biriktirish:

1 – qoplama qatlamlar; 2 – T_{erish} izotermasi; 3 – chok.

2.6.8. G'ovakdor qumoq-qumoq materiallarni payvandlash

Detallarda ko'ndalang parron darzlar mavjudligi bunday materiallarni biriktirishni qiyinlashtiradi. Darzlar nuqtali bir-birini qoplagan joylarda o'zak chetidan boshlab kengayib boradi. Bunga payvandlash joyidagi chuzuvchi zo'riqishlar kattaligi va g'ovakdor materiallarning mexanik tavsiflari pastligi sabab bo'ladi.

Qumoq-qumoq metall kukunlaridan (korroziyabardosh po'latlar, temir, bronzalar va hokazolar asosida olingan) tayyorlangan, g'ovakdorligi 25–30% hamda qalinligi 0,3–2 mm bo'lgan tasmalar, listlar a siklogramma (2.6.1-rasmga qarang) va b siklogrammadan (2.6.3-rasmga qarang) foydalanib, nuqtali va chokli payvandlab biriktiriladi. Ularning darz ketishga moyilligi nuqtali payvandlashda nuqtali o'rtasidagi oraliqni oshirish (ichki zo'riqishlar kamayadi), chokli payvandlashda esa, aksincha, nuqtalarning bir-birini qoplashni 60% gacha oshirish hamda uzluksiz quyima zona hosil qilish (yaxlit chok g'ovakdor materialdan 8–10 baravar mustahkamroq bo'lib, darzlarning kengayishini to'xtatadi) orqali kamaytiriladi. Ixcham folgadan qilingan qoluvchi yupqa ustqo'yimalardan foydalanish ham samaralidir (2.6.6-rasm), ular birikmaning mustahkamligi va ishonchliligini oshiradi.



2.6.6-rasm. *G'ovakdor po'latni ustqo'yimalardan foydalangan holda chokli payvandlab biriktirish:*

a – payvandlashdan oldin; b – payvadlab bo'lingandan keyin.

2.6.9. Qoplamali metallarni payvandlash

Qator hollarda nuqtali va chokli payvandlash orqali asosan himoya, manzarali va boshqa qoplamalari bo'lgan po'latlarni biriktirishga to'g'ri keladi. Bunday metallarning payvandlanuvchanligi qoplamasining fizik-kimyoviy xossalari va ularning qalinligiga bog'liq. Qo'llaniladigan qoplamalarni elektr o'tkazadigan (metall) va

elektr o'tkazmaydigan (oksid, fosfat va b.) qoplamalarga ajratish mumkin. Qoplamalar erish harorati detallar materiali (po'latdagi nikel) ning T_{erish} ga yaqin bo'lgan qiyin eruvchi hamda oson eruvchi (qalay, qo'rg'oshin, rux va hokazolar bilan qoplangan po'latlar) bo'lishi mumkin.

Qiyin eriydigan xrom bilan qoplangan ($T_{erish}=1875^{\circ}\text{C}$) po'latlarni payvandlashda umumiy o'zakning yo'qligi yoki borining kichikligi ko'rinishidagi chala payvandlanishga yuqori moyillik kuzatiladi. Bundan tashqari, xromlangan po'latlar payvandlanganda chayqalib to'kilishlar sodir bo'ladi. Yupqa qoplamalar, oshirilgan kuchlar va yumshoqroq rejimlardan foydalanilganda bunda po'latlarning payvandlanuvchanligi yaxshilanadi.

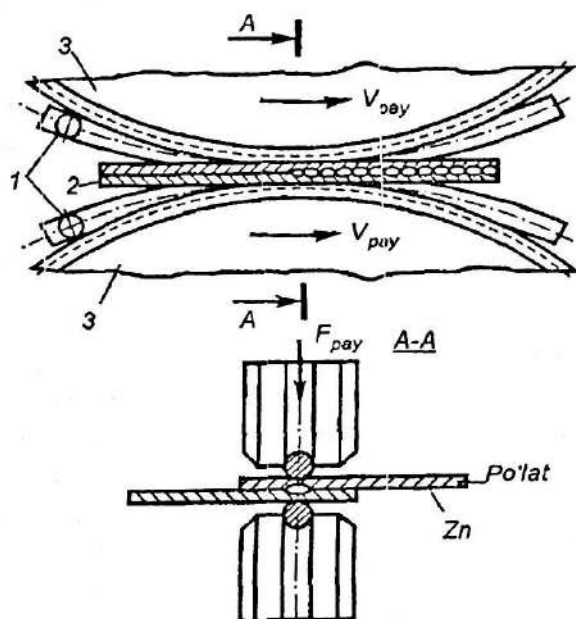
Nikel ($T_{erish}=1453^{\circ}\text{C}$) qatlami bilan qoplangan po'latlar payvandlanganda o'zak o'lchamlarining kichikligi yoki "yopishib qolgan narsa" ko'rinishidagi nuqsonlar paydo bo'lishi mumkin, bunga qoplamaning plastik deformatsiyaga qarshiligi pastligi sabab bo'ladi. Bunday po'latlar nisbatan qattiq rejimlarda, 10–15% oshirilgan tok bilan (tegish joyining yuzi kattalashishini qoplash uchun) payvandlanadi.

Po'latlardagi qiyin eruvchi qoplamalar elektrod-detal tegish joyida massa ko'chish tezligi ortishiga olib keladi. Masalan, bir nechta nuqtalar payvandlanganda elektrod-detal tegish joyidagi rux eriy beradi. Bunga qoplamaning va elektrod ish qismining oksidlanishi yordam beradi, natijada tegish joyining harorati ko'tariladi va massa ko'chish kuchayadi, elektrodlar va ayniqsa rolklarning chidamliligi keskin pasayadi. Endi 400–500 ta nuqta payvandlangandan keyin ularning ish yuzasini tiklashga to'g'ri keladi. Qoplamaning yemirilishi uzellarning korroziyaga qarshi xossalarini yomonlashtiradi.

Elektrodlarning chidamliligi tegish joyidagi haroratni pasaytirish, tok impulsning davomlilikini qisqartirish (qattiq rejimlar), cho'kichlash vaqtini uzaytirish, elektrodlar atrofida detallarni qisib qo'yilgan holda nuqtali payvandlashdan foydalanish elektrod-detal tegish joyiga to'siq moddalar kiritish, relyefli payvandlashdan foydalanish orqali oshiriladi. Barqaror qalinlikdagi (10–20 mkm)

galvanik qoplamalar bo'ylab payvandlash yaxshi natijalar beradi. Kichikroq o'lchamli nuqtalar yoki choklardan foydalanilsa, elektrodning chidamliligi sezilarli dajada ko'tariladi.

Mis tasma yoki sim ko'rinishidagi oraliq elektrodni roliliar bilan detallar o'rtasidan uzluksiz tortib o'tkazib payvandlash orqali rolilarning chidamliligi keskin oshiriladi. Shu bilan birga oraliq elektrodning ish yuzasi doimiy ravishda yangilanib turgani va massa ko'chish bir necha bor yuz berishi tufayli rux qoplama kamroq yemiriladi. Zarur bo'lsa, yemirilgan qoplama o'sha joyni metall orqali asl holiga keltiriladi.



2.6.7-rasni. Ruxlangan po'latni mis simdan foydalangan holda chokli payvandlab biriktirish:

1 – sim; 2 – detallar; 3 – rolilklar.

Qiyin eriydigan qoplamalarning boshqa bir o'ziga xos xususiyati plastik deformatsiyaga qarshiligining kamligidadir. Nisbatan past

haroratda ular yumshab, deformatsiyalanib, tegish joyining yuzini kattalashtiradi. Bu hodisani qoplash 20–25% oshirish zarur.

Tekshirish uchun savollar:

1. Uch qatlamli panelni payvandlashning o'ziga xos xususiyatlarini aytib bering.
2. Chokli uchma-uch payvandlashning o'ziga xos xususiyatlari nimalardan iborat?
3. Chetlarining ezib chokli payvandlashning o'ziga xos xususiyatlarini so'zlab bering.
4. Uchta detaldan iborat to'plamni payvandlashning o'ziga xos xususiyatlari nimalarda namoyon bo'ladi?

2.7. KONSTRUKSION MATERIALLAR VA DETALLARNING TURLI GURUHLARINI KONTAKTLI UCHMA-UCH PAYVANDLASHNING O'ZIGA XOS XUSUSIYATLARI

2.7.1. Konstruktion materiallarning turli guruhlarini kontaktli uchma-uch payvandlashning o'ziga xos xususiyatlari

Uchma-uch payvandlash rejimiga metallarning issiqlik-fizik, mexanik va metallurgik xossalari hamda oksid pardalari jiddiy ta'sir ko'rsatadi. Masalan, ρ ning qiymati kichik hamda mos ravishda λ va α ning qiymatlari katta bo'lgan metallarni payvandlashda tokning zichligi oshiriladi. Detallarning qizish haroratini va erish tezligini oshirish ham shunday ta'sir qiladi. Metallning σ^*_D va oksid pardalarning zichligi ortganda $P_{cho'q}$ oshiriladi. Qotishmaning kristallanish harorat oralig'i (intervali), mo'rtlikning harorat oralig'i va chiziqli kengayish koeffitsienti α ning kattalashishi tolalarning qatlamlarga ajralishiga, issiq darzlar va cho'qish bo'shliqlari paydo bo'lishiga yordam beradi. Bu nuqsonlarning oldini olish maqsadida plastik deformatsiya joyining uzunligi cheklanadi (chunonchi, detallarning qizish haroratlari gradientini oshirish hisobiga).

Payvandlash rejimi metallarning texnologik payvandlanuvchanligiga ham bog'liq.

1. Kam uglerodli po'latlar qiyin eruvchi oksidlarni hosil qiluvchi elementlari bilan ajralib turadi, ularning payvandlashning termomexanik sikliga sezgirliigi past, λ , α , ρ , σ^*_D ning qiymatlari o'rtacha bo'ladi.

Ular uchun eritib payvandlash rejimining ushbu parametrlari xosdir: $j_{erish}=8-30 \text{ A/mm}^2$; $v_{erish SP}=0,8-1,5 \text{ mm/s}$; cho'ktirishdan oldingi yakuniy erish tezligi $v_{ya. erish}=4-5 \text{ mm/s}$; $v_{cho'k}=30 \text{ mm/s}$; $P_{cho'k}=60-80 \text{ MPa}$. Eritib uzluksiz payvandlashda solishtirma quvvat $0,2-0,3 \text{ kW}\cdot\text{A/mm}^2$ ni, qizdirib payvandlashda esa $0,1-0,2 \text{ kW}\cdot\text{A/mm}^2$ ni tashkil etadi.

Qarshilik bilan payvandlash rejimi yumshoq bo'lishi mumkin: $j=60-20 \text{ A/mm}^2$; $t_{pay}=0,5-10 \text{ s}$; $P_b=15-30 \text{ MPa}$; $P_{cho'k}=(1,5-2)P_b$.

2. O'rtacha uglerodli va kam legirlangan po'latlar kam uglerodli po'latlardan tarkibida uglerod miqdori ko'pligi (uglerod oksidlash jarayonlarini to'xtatib qo'yadi), legirlovchi elementlar borligi, toblanishga moyilligi va σ^*_D ning qiymati birmuncha kattaligi bilan farq qiladi. Bunday po'latlar, odatda, eritib payvandlanadi. Legirlovchi elementlar oksidlanishining oldini olish uchun v_{erish} biroz (5–6 mm/s gacha) va $P_{cho'k}$ oshiriladi (75–100 MPa gacha). Birikmaning plastikligi detallarni qizdirish va sekin sovitish yoki tez sovitib, keyin bo'shatish orqali oshiriladi.

3. Ko'p uglerodli po'latlar tarkibida uglerod miqdori ko'pligi, kristallanish oralig'i kattaligi, toblashga va bo'shliqlar hosil bo'lishiga moyilligi bilan ajralib turadi. Ayni po'latlar ham odatda eritib payvandlanadi. Shu munosabat bilan erish tezligi v_{erish} va cho'ktirish tezligi $v_{cho'k}$ o'rtacha qiymatlari qo'llaniladi: $v_{erish}=0,6-1,2$ mm/s, $v_{cho'k}=25$ mm/s. Detalni qizdirish chuqurligi kamaytiriladi (qatlamlarga ajralish va bo'shliqlar paydo bo'lishining oldini olish uchun) hamda $P_{cho'k}=100-120$ MPa gacha oshiriladi. Birikmalarning plastikligi sekin sovitish, sovigandan keyin bo'shatish yoki payvandlab bo'lingan zahoti izotermik bo'shatish orqali oshiriladi.

4. Ko'p legirlangan perlitli po'latlar σ^*_D ning qiymati kattaligi, aktiv legirlovchi elementlari borligi va toblashga moyilligi bilan farq qiladi. Bu po'latlar odatda eritib payvandlanadi. Payvandlash rejimi: $P_{cho'k}=90-100$ MPa; $v_{ya. erish}=7-10$ mm/s; $v_{cho'k}=80-100$ mm/s. Payvandlab bo'lingach, mahalliy yoki umumiy termik ishlov beriladi.

Austenitli po'latlar uchun xromning qiyin eriydigan oksidlari hosil bo'lishi va σ^*_D ning qiymati kattaligi xosdir. Ular eritib payvandlanadi. Payvandlash rejimi: jadal eritish $v_{ya. erish}=5-6$ mm/s; cho'ktirish tezligi $v_{cho'k}=50$ mm/s; cho'ktirish bosimi $P_{cho'k}=150-240$ MPa; $j_{erish}=5-10$ A/mm².

5. Titan qotishmalari atmosfera gazlari bilan aktiv o'zaro ta'sirlashishi bilan ajralib turadi. Natijada mo'rt tuzilmalar hosil bo'lib, birikmalarning plastikligini keskin pasaytiradi. Payvandlash joyini maxsus himoyalamasdan uzluksiz jadal eritib uchma-uch payvandlashda ushbu rejimdan foydalaniladi: $v_{ya. erish}=4-10$ mm/s; $v_{cho'k}=200$ mm/sek; $P_{cho'k}=30-100$ MPa; $j_{erish}=8-12$ A/mm². $P_{cho'k}$

ning birmuncha kamaytirilishiga 1200–1300° gacha qizigan detallarning muayyan joyida deformatsiya mahalliy lashishi sabab bo'ladi. Ko'pgina titan qotishmalari payvandlab bo'lingandan so'ng termik ishlovdan o'tkaziladi. Argon muhitida payvandlashda sifatli birikma hosil qilish ancha osonlashadi.

6. Aluminiiy qotishmalari qiyin eriydigan aluminiiy oksidlari hosil qilishi, λ va a ning qiymatlari kattaligi, ρ ning kichikligi, kristallanish oraliq'i ko'pincha keng bo'lishi bilan farq qiladi.

Eritib payvandlashda katta v_{erish} (200 mm/s gacha) va $v_{cho'k}$ dan (150 mm/s dan ziyod) foydalaniladi. Bu esa $P_{cho'k}$ ni (150–300 MPa), $\Delta_{cho'k}$ ni va cho'ktirish oldidan tokning zichligini oshirish (25–45 A/mm² gacha) zaruriyatini keltirib chiqaradi. Tolalarning qatlamlarga ajralishini va bo'shliqlar paydo bo'lishini bartaraf etish maqsadida majburiy deformatsiyalash uchun shakllantiruvchi qurilmalardan foydalaniladi. Majburiy deformatsiyalash uchun $P_{cho'k}$ ni 500 MPa gacha va bundan ortiq oshirish talab qilinadi.

7. Mis va uning qotishmalari uchun λ va a ning qiymatlari eng qattaligi xosdir. Shu munosabat bilan, misni eritib payvandlashda eritishning yuqori tezliklari qo'llaniladi ($v_{o'rt.erish}=8$ mm/s; $v_{ya.erish}=25$ mm/s). Cho'ktirish tezligi 200 mm/s atrofida, cho'ktirish bosimi 400–950 MPa bo'ladi. Jezni payvandlashda ruxning yonib ketish xavfi borligi tufayli eritishning ($v_{ya.erish}=15$ mm/s) va cho'ktirishning oshirilgan (200–250 mm/s gacha tezliklari qo'llaniladi. Cho'ktirish bosimi odatda 250 MPa ga yetadi. Birikmaning plastikligi keyin termik ishlov berish orqali oshiriladi.

2.7.2. Turli detallarni uchma-uch payvandlashning o'ziga xos xususiyatlari

Uchma-uch payvandlash usullari va rejimlari ko'p jihatdan payvandlanadigan detallarning shakli hamda kesimiga bog'liq bo'ladi.

1. Simni payvandlash. Diametri 5 mm dan oshmaydigan sim odatda qarshilik bilan payvandlab ulanadi. Bunda cho'ktirish paytida bikrligi tegishli darajada bo'lishini va elektrod larga o'tib ketadigan issiqlik miqdori mumkin qadar kam bo'lishini ta'minlash uchun simlar

uchlarini markazlashga hamda eng maqbul o'rnatish uzunligini tanlashga katta e'tibor beriladi. Kichik diametrli sim, shuningdek, har xil metallardan tayyorlangan sim qattiq rejimlarda (masalan, kondensatorli mashinalarda) qarshilik bilan va eritib payvandlanadi. Qattiq rejim tor tegish joyi oldida issiqlik ajralishini ta'minlaydi. Bunda metall issiqlik-fizik xossalariining ularning qizishi va diffuzion jarayonlarga ta'siri keskin kamayadi, bog'lanishlar hosil bo'lish sharoiti yaxshilanadi. Mis simlarni ($d=0,4-2$ mm) qarshilik bilan payvandlashda tokning zichligi $250-1000$ A/mm² ga yetadi. Masalan, ko'pincha cho'ktirish chog'ida metallni majburiy tartibda yo'naltirilgan deformatsiyalash usullaridan foydalaniladi. Qarshilik bilan payvandlash sifatini yaxshilash uchun qattiq rejim P_b ning kichik ($3-8$ MPa) qiymatlarida tegish joyi oldida erigan yupqa metall qatlami hosil qilish bilan qo'shib olib boriladi, bu qatlam cho'ktirish chog'ida oksidlar bilan birga gratga batamom gratga siqib chiqariladi.

2. Sterjenlarni payvandlash. Kam uglerodli po'latdan ishlangan 15 mm gacha diametrli sterjenlar ba'zan qarshilik bilan payvandlanadi ($t_{\text{pay}}=0,5-0,6$ s; $j=90-200$ A/mm²). Diametri 60 mm dan oshmaydigan sterjenlar uzluksiz eritib payvandlanadi; bundan yo'g'on sterjenlar qizdirgan, kuchlanishni dastur asosida boshqargan holda eritib va impulsli eritib payvandlanadi.

Sterjenlar uchlarini markazlashga katta e'tibor qaratiladi; odatda yarimdumaloq prizmasimon va yassi elektrodlardan foydalaniladi.

3. Quvurlarni payvandlash. Quvurlarni uchma-uch payvandlash qozonsozlikda, neft uskunolari tayyorlashda, asosiy (magistral) va sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan quvurlar qurilishida va hokazolarda qo'llaniladi. Quvurlarni payvandlashda payvandlanadigan chetlarini bir-biriga aniq to'g'ri keltirish, qoidaga ko'ra, o'tish kesimi quvur ichki diametrining kamida 80-90% ini tashkil etishini va chetlari bo'ylab tok bir tekis berilishini ta'minlash talab etiladi.

Diametri 60-100 mm gacha bo'lgan quvurlar uzluksiz eritib yoki qizdirgan holda eritib payvandlanadi. Quvurning qattiqligiga qarab silindrsimon va prizmasimon yuzali elektrodlar ishlatiladi.

Devorlari 12-50 mm va kesimi 4000-32000 mm² bo'lgan qalin devorli katta diametrli quvurlar qizdirgan holda eritib payvandlanadi.

Ayrim hollarda, oksidlanishdan saqlash uchun quvur ichiga qiziganda vodorod va karbonat angidrid gazi ajratadigan moddalar (masalan, benzinda ho'llangan shlak tamponlari va b.) joylanadi.

Katta diametrli (700–1450 mm) asosiy (magistral) quvurlar kuchlanishni va uchlarning yaqinlashtirilish tezligini dastur asosida boshqargan holda uzluksiz eritib payvandlanadi. Payvandlash uchun halqasimon yoki blokli transformatorlar bilan uskunalangan qurilmalar ishlatiladi, transformatorlar quvurning chetlari bo'ylab tok bir tekis kelishini ta'minlaydi. Cho'ktirish bosimi odatda 50 MPa ni, $v_{\text{rt.erish}}=1$ mm/sek ni tashkil etadi.

Erishni qo'zg'atish oson bo'lishi uchun quvurlarning qirralari kichik burchak ostida yo'niladi.

4. Metall tilimlarini (polosalarni) payvandlash. Odatda qalinligi 1–10 mm, eni 1000 mm gacha va bundan katta bo'lgan. tilimlar (tekis yoki egilgan) payvandlanadi. Uchma-uch birikish joyining uzunligi bo'yicha bir tekis qizishini ta'minlash uchun tilimlar nisbatan qattiq rejimda uzluksiz eritib payvandlanadi. Payvandlash sifati talab etiladigan darajada chiqishi uchun tilimning chetlari yaxshilab hozirlanadi va ular aniq parallel holatda joylashtiriladi (bunga erishish uchun ularning orasiga maxsus kalibrlovchi pichoq o'rnatiladi). Bikrlikni ta'minlash uchun cho'ktirish vaqtida Δ_{ch} tilim enining 2,5–3 qismiga teng qilib olinadi, cho'ktirish esa tiraklar yordamida cheklanadi, tiraklar payvandlash mashinasining harakatlanuvchi va qo'zg'almas plitalari orasiga o'rnatiladi. Eritish uzluksiz o'sib boruvchi tezlik bilan olib boriladi.

Tilimlarni payvandlashda (ixcham kestilarni payvandlashdan farqli o'laroq) sovish va oksidlash jarayonlari tezlashadi. Shu sababli v_{erish} oshiriladi, $v_{\text{cho'k}}$ esa kamida 60–80 mm/s qilib olinadi. Cho'ktirish kattaligi tilim qalinligining ko'pi bilan 1–1,5 qismiga teng qilib olinadi.

5. Halqasimon detallarni payvandlash. Halqasimon detallarni payvandlashning o'ziga xos xususiyati tokning shuntlanishi va cho'ktirish vaqtida halqaning qayishqoq deformatsiyalanishidan yuzaga keluvchi kuchlarning ta'sir qilishidan iborat. Ikkala omil ham tutash bo'lmagan detallarni payvandlashdagidan quvvatliroq mashinalardan foydalanishni taqazo etadi. Shuntlanish tufayli

sarflanadigan quvvat 15–50% ortadi va halqa uchlarini qisish kuchi (F_{qis}) keskin kattalashadi. Payvandlash paytida deformatsiyalashni osonlashtirish va shuntlanish tokini kamaytirish uchun halqa payvandlash oldidan mashina qisqichlarida qizdiriladi. Baʼzan induktiv qarshilikni oshirish uchun halqaga ajraladigan magnit oʻtkazgich kiydiriladi. Halqasimon detallar kesimiga qarab uzluksiz eritib, qizdirgan holda eritib, impulsli eritib payvandlanadi.

Halqasimon detallarni payvandlash texnologik jarayonining umumiy sxemasi ushbu ketma-ket bajariladigan operatsiyalardan iborat: tanavorni valsovkalash, uchlarini tozalash, uchlarini bukish (qismalarda ishonchli mahkamlash uchun), payvandlash, gratni keltkazish, choʻzish.

6. Relslarni payvandlash. Normal temir yoʻllarining kesimi 5000–8000 mm² boʻladi va tarkibida 0,9 % gacha C boʻlgan poʻlatdan prokatlanadi. Relslar koʻchmas yoki koʻchma mashinalarda payvandlanadi. Payvandlash vaqtida relslar 150–200 mm uzunlikda yassi elektrodlar bilan qisib qoʻyiladi va tok ikki tomondan beriladi. Relslarni payvandlashning murakkabligi ularning shakli bilan bogʻliq, boʻlib, bu relslarning uchlari bir tekis qizishini va metali deformatsiyalanishini qiyinlashtiradi. Payvandlash sifati choʻktirish oldidan eritishni jadallashtirish orqali oshiriladi. Buning uchun odatda $v_{y.a.erish}=0,9-1,2$ mm/s gacha oshiriladi. Payvand birikmalarning xossalari yaxshilash maqsadida, payvandlab boʻlingandan keyin normallashtirish yoki boʻshatish amalga oshiriladi.

7. Zanjir boʻgʻinlarini payvandlash. Uchida chiqigʻi boʻlgan 20 mm gacha diametrli zanjir boʻgʻinlari qarshilik bilan payvandlanadi; chiqigʻi boʻlmaganlari esa maxsus avtomatlarda, qizdirgan holda eritib payvandlanadi, bu avtomatlar tanavorlarni kesib oladi, bukadi va payvandlaydi. Katta kalibrli zanjirlar avtomat mashinalarda uzluksiz eritib payvandlanadi. Zanjirning boʻgʻini ikkita yarimboʻgʻindan payvandlansa (bir yoʻla ikkita uchma-uch birikish joyi payvandlanadi) sifati yaxshi va bir jinsli boʻladi. Bu holda tok shuntlanmaydi va choʻkitishda deformatsiya yuz bermaydi.

8. Asboblarni tanavorini payvandlash. Sifatli acbobsozlik poʻlatini tejash maqsadida undan asbobning ish qismi tayyorlanadi, quyruq qismi esa arzon uglerodli poʻlatdan ishlanadi. Payvandlash eritib yoki

qizdirgan holda eritib amalga oshiriladi. Payvandlash texnologiyasi asosan, ana shu po'latlarning xossalari bilan belgilanadi. Asbobsozlik po'latning issiqlik va elektr o'tkazuvchanligi pastligi payvandlash paytida uglerodli po'latdan yasalgan tanavorning o'rnatish uzunligini oshirish (30–50 %) orqali qoplanadi; po'latning jadal toblanish qobiliyati tufayli darz ketishga moyilligi payvandlab bo'lingandan so'ng sekin sovitish va keyin yumshatish yo'li bilan kamaytiriladi; po'latning o'ta qizib mo'rt tuzilmali qismlar paydo bo'lishga sezgirligi o'ta qizigan metallni cho'ktirish bosimini oshirib yo'qotish orqali bartaraf etiladi.

Payvandlash rejimi va keyin termik ishlov berish parametrlari foydalaniladigan asbobsozlik po'latining xossalariga qarab oydinlashtiriladi.

Tekshirish uchun savollar:

1. Kam uglerodli po'latni uchma-uch payvandlashning o'ziga xos xususiyatlarini aytib bering.
2. Ko'p legirlangan po'latni uchma-uch payvandlashning o'ziga xos xususiyatlari qanday?
3. Titan qotishmalarini uchma-uch payvandlash qanday o'ziga xos xususiyatlarga ega?
4. Sterjenlar va sinni uchma-uch payvandlashning o'ziga xos xususiyatlarini so'zlab bering.
5. Asbob tanavorini uchma-uch payvandlashning o'ziga xos xususiyatlari nimalardan iborat?

2.8. KONTAKTLI PAYVANDLASH MASHINALARI

Kontaktli payvandlash mashinalari ГОСТ 297-80 ga mos b o'lmog'i lozim.

Kontaktli payvandlash mashinalari o'zaro bog'langan ikki qism: mexanik va elektr qismlardan tashkil topadi.

Mexanik qism mashinani bikr va mustahkam qiluvchi, kuchlarni o'ziga qabul qiluvchi konstruktiv qismlar (korpus yoki stanina, plitalar, kronshteynlar, domkrat, tiraklar, konsollar, elektrod tutqichlar, elektrodlar) dan hamda payvandlanadigan detallarni mahkamlab, siqib qo'yish va siljitish uchun mo'ljallangan mexanizmlardan iborat. Ayrim konstruktiv qismlar va mexanizmlar payvandlash tokini o'tkazadi.

Elektr qism odatda, sanoat, chastotasidagi tarmoq, energiyasini payvandlash toki olish uchun o'zgartirib beruvchi ta'minlash manbayi (payvandlash transformatori, to'g'rilagichlar, ba'zi hollarda kondensatorlar batareyasi va b.) dan hamda tokni bevosita detallarga uzatishga mo'ljallangan ikkilamchi (payvandlash) kontur (egiluvchan va qattiq tok o'tkazuvchi shinalar, konsollar, elektrod tutqichlar, elektrodlar, roliklar, jag'rlar) dan tuziladi.

Payvandlash mashinalari elektr va mexanik, texnik hamda texnologik parametrlari bilan tavsiflanadi.

Elektr parametrlar:

1) qisqa tutashuv rejimidagi yoki payvandlash paytidagi ikkilamchi tokning eng katta (maksimal) kuchi;

2) payvandlash mashinasinining eng katta quvvati;

3) ulanish muddati (UM) va muddatga mos tok hamda quvvat (kVA), bular transformator va ikkilamchi kontur o'ramlarining qizishini belgilab beradi;

4) nominal kuchlanish (V) va uni rostlash chegaralari (bosqichlar soni);

5) yuklash tavsifining turi (tok kuchining detallar qarshiligiga bogliqligi) – yotiq yoki tik pasayuvchi.

Mexanik parametrlar:

1) nominal va eng katta (maksimal) kuchlar, masalan, pnevmoritma uchun F_{nom} , F_{max} ning 80 foiziga to'g'ri keladi;

2) kuchni dasturlashtirish imkoniyati (oldindan qisish, cho'qichlash kuchi);

3) elektrodning detallarga nisbatan o'rnatilish aniqligi va ikkilamchi kontur qismlarining birligi. bular payvandlab bo'lingandan keyin detallarning tob tashlash darajasini belgilab beradi.

2.8.1. Kontaktli payvandlash mashinalari tasnifi

Kontaktli payvandlash mashinalari quyidagi belgilariga ko'ra tasniflanadi:

1) payvandlash turiga ko'ra (nuqtali, relyefli, chokli, uchma-uch payvandlash mashinalari);

2) vazifasiga ko'ra (universal, ya'ni umumiy ishlarga mo'ljallangan va maxsus ishlarga mo'ljallangan, ya'ni maxsus mashinalar);

3) o'rnatilish usuliga binoan (ko'chmas, ko'chma yoki osma mashinalar);

4) energiya bilan ta'minlanish, uni o'zgartirish yoki to'plash (akkumulyatsiyalash) turiga ko'ra (bir fazali o'zgaruvchan tok, past chastotali uch fazali, tok ikkilamchi konturda to'g'rilanadigan, kondensatorli mashinalari);

5) siqish kuchining yuritmasi turiga binoan (richagli, prujinali, elektr dvigatelli, pnevmatik, gidravlik, elektromagnitli mashinalar);

6) qanday ishlashga ko'ra (avtomatlashtirilmagan, yarimavtomatik va avtomatik mashinalar).

2.8.2. Kontaktli payvandlash mashinalarining belgilanishi

Payvandlash mashinalarining shartli belgilari (belgilanishi) ГОСТ 297-80 bilan belgilangan (harf-raqamli tizim). Birinchi harf uskunaning turini anglatadi: М – mashina, П – press; ikkinchi harf payvandlash turini bildiradi: Т – nuqtali, Р – relyefli, Ш – chokli, С – uchma-uch). Uchinchi harf ta'minlash manbai turini ko'rsatadi (o'zgaruvchan tok mashinalaridan tashqari): В – tok ikkilamchi konturda to'g'rilanadi (o'zgarmas tok mashinalari), Н – past chastotati, К – kondensatorli mashina.

Masalan, nuqtali, relyefli va chokli payvandlash mashinalari MT, MP va MIII bilan; tok ikkilamchi konturda to'g'rilanadigan nuqtali, relyefli chokli payvandlash mashinalari MTB, MPB, MIIIB ko'rinishida; past chastotali nuqtali, relyefli hamda chokli payvandlash mashinalari MTH, MPH, MIIH tarzida nuqtali, relyefli va chokli payvandlash kondensatorli mashinalari MTK, MPK, MIIK harflari bilan belgilandi. Ayrim hollarda mashinalarning belgisiga, ularning o'rnatilish usulini yoki kuch yuritmasi turini oydinlashtirish uchun yana bitta harf qo'shiladi (Π – ya'ni osma, M – ko'p nuqtali, P – radial turdagi yuritma). MT Π – nuqtali payvandlash uchun osma o'zgaruvchan tok mashinasi; MTBP – tok to'g'rilanadigan va elektrod radial harakatlanadigan nuqtali payvandlash mashinasi.

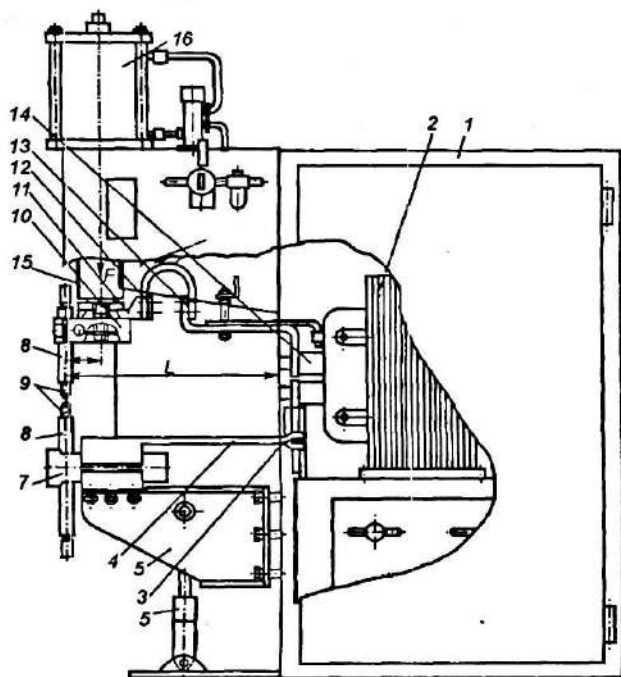
Harflardan keyin raqamli belgilar keladi, odatda, ularning birinchi raqamlari ikkilamchi tokning eng katta kuchini kiloamperda (qisqa tutashuv rejimida - detallarsiz ulas), keyingi raqamlar guruhi esa rusumning tartib raqamini ko'rsatadi. Masalan, $I_2 \text{ max} = 20 \text{ kA}$ bo'lgan o'zgarmas tokda ishlovchi 23-rusumdagi payvandlash mashinasi MT–2023 ko'rinishida belgilanadi.

2.8.3. Nuqtali payvandlash mashinalari

Nuqtali payvandlash mashinasida korpus (1) bo'lib, uning ichida yoki yonida payvandlash transformatori (2) joylashgan. Ikkilamchi o'ram (14) kolodkalari konsollar (7) va (10), elektrod tutqichlar (8) hamda elektrodlar (9) ga egiluvchan (3), (12) va bikr (4), (11), (13) shinalar vositasida birlashtirilgan. Elektrodlardan biri (odatda ustkisi) siqish mexanizmi (16) yordamida polzun (15) bilan birga suriladi va detallarni siqadi. Pastki konsolni yukdan holi qilish va bikrligini oshirish uchun, domkrat (6) vositasida ko'tarilib tusha oladigan kronshteyn (5) xizmat qiladi.

O'zgarmas tokda ishlaydigan bir fazali nuqtali payvandlash mashinalari MT–604, MT–803, MTP–1110, MTP–1409, MTP–240q, MT–1818, MT–2102, MT–4019 po'latlar va titan qotishmalarini payvandlashga eng moslashgan. Bunday mashinalarda yengil qotishmalarni payvandlashga energiya juda ko'p sarflanadi va detal va elektrodning yuzasi tez ifloslanadi.

MTB-2001, MTBP-400I, MTB-6304, MTB-8002, MTB-16002 o'zgaras tok mashinalari va past chastotali MTH-7501 mashinalari istalgan payvandlanuvchi metallardan yasalgan buyumlarni payvandlash uchun tavsiya qilingan, chunki ularda tok impulsi qulay shaklda bo'ladi va energiya nisbatan kam sarflanadi.



2.8.1-rasm. Nuqtali payvandlash mashinasi.

MTK-2001, MTK-5502, MTK-6301, MTK-8004, TKM-17 kondensatorli mashinalarning energiya sig'i'mi eng kam bo'lib, 0,1-2 mm qalinlikdagi kam uglerodli po'latlarni, 0,1-1,5 mm qalinlikdagi korroziyabardosh po'latlarni, mis, aluminium va magniy qotishmalarini payvandlashga mo'ljallangan.

Bir fazali nuqtali payvandlash mashinalarining texnik tavsifi

Parametrlari	Ustki elektrodi radial suriladi		Ustki elektrodi to'ppa-to'g'ri suriladi			
	MT-604	MT-810	MT-1222	MT-1818	MT-2102	MT-2517
Nominal tok kuchi, kA:						
payvandlash toki	6,3	8	12,5	26	20	25
uzoq muddatli ikkilamchi tok	2,8	3,6	7	9	9	14
Nominal quvvat, kVA	14,8	20	60	100	221	170
Ikkilamchi kuchlanish, V	1,63-2,66	1,42-2,84	2,08-4,16	3-6	5	5,41-8,45
Transformatsiya koeffitsientini rostlash bosqichlari soni	4	8	8	6	8	-
Elektrodlar qulochi, mm	200-275	200-315	500	500	1200	500
Nominal siqish kuchi, N	2000	3000	6180	6180	19600	12300
Elektrodning umumiy yurishi (ish yurishi + qo'shimcha yurish), mm	20	20	80	80	100	100
Kam uglerodli po'latlarning payvandlash qalinliklari diapazoni, mm	0,2-2	0,25	0,5-5	0,8-2,5	1-4	1-6
Eng yuqori unumdorligi, minutiga nuqta	140	180	375	300	150	150
Rostlagich	ПЦ-403	ПЦ-403	ПЦ-503	ПЦ-403	БЦ-205	БЦ-5ВПС
Gabarit o'lchamlari, mm:						
Balandligi	1237	1410	1900	1695	2320	2200
Eni	452	410	386	450	450	550
Uzunligi	833	1083	1340	1420	1450	1685
Og'irligi, kg	230	325	440	800	1680	1200

**Tok ikkilamchi konturda to'g'rilanadigan uch fazali nuqtali
payvandlash mashinalarning texnik tavsifi**

Parametrlari	MTBP- 4001	MTB- 8002	MTB- 16002
Nominal tok kuchi, kA:			
payvandlash toki	40	80	160
uzoq muddatli ikkilamchi tok	14	36	56
O'rnatilgan quvvat, kVA	350	600	1200
Transformatsiya koeffitsientini rostlash bosqichlari soni	6	8	8
Elektrodlar qulochi, mm	800-1200	1500	1720
Ochilishi, mm	380	600	650
Nominal siqish kuchi, N	1180-12200	2200- 72000	12700- 200000
Elektrodning umumiy yurishi (ish yurishi + qo'shimcha yurish), mm	18-200	30-200	30-200
Payvandlanadigan materiallar qalinliklari diapazoni, mm:			
Kam uglerodli po'latlar	0,3-3		
Legirlangan po'latlar va titan	0,3-2,5	0,8-5	3-10
qotishmalari	0,3-2,5	1,4-4,5	3-8
Aluminiy qotishmalari			
Eng yuqori unumdorligi, minutiga nuqta	60	20	10
Gabarit o'lchamlari, mm:			
Balandligi	1640	3750	4000
Eni	900	1150	1160
Uzunligi	3040	3450	3635
Og'irligi, kg	2640	6600	14000

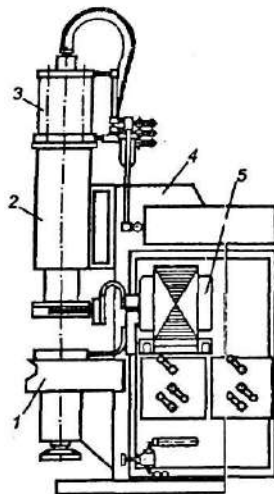
Kondensatorli nuqtali payvandlash mashinalarining texnik tavsifi

Parametrlari	Kichik quvvatli mashinalar		Katta quvvatli mashinalar	
	TKM-15	MTK-1601	MTK-5002	MTK-8004
Nominal tok kuchi, kA:				
payvandlash toki	16	16	50	80
uzoq muddatli ikkilamchi tok	—	—	8	14
O'rnatilgan quvvat, kVA	0,6	2	20	70
Kondensator batareyasining eng katta sig'imi, mkF	600	3200	105000	315000
Kondensatorlarini zaryadlashning eng katta kuchlanishi, V	960	500	380	380
Nominal siqish kuchi, N Payvandlash kuchi	50	60	520	2450
Cho'kichlash kuchi	—	—	1670	4900
Elektrodlar qulochi, mm	150	150	600	1500
Elektrodning umumiy yurishi (ish yurishi + qo'shimcha yurish), mm	20	5 + 50	20+100	20+180
Payvandlanadigan materiallar qalinliklari diapazoni, mm:				
Kam uglerodli po'latlar	0,05–0,7	0,05–0,8	—	—
Legirlangan po'latlar	—	—	0,3–1,2	0,3–2
Aluminiy va magniy qotishmalari	—	—	0,3–1,2	0,3–2,5
Gabarit o'lchamlari, mm:				
Balandligi	685	1365	2110	3350
Eni	80	940	840	1000
Uzunligi	1285	980	2400	2830
Og'irligi, kg	200	400	2700	5700

2.8.4. Relyefli payvandlash mashinalari

Relyefli payvandlash mashinalarida mahkamlab qo'yiladigan katta kontakt plitalari, korpus va kronshteynlar bor bo'lib, polzun yo'naltiruvchilarda ko'ndalangiga eng qisqa siljiydi. Siqish mexanizmining kuchaytirilgan yuritmasining dinamik tavsiflari ham yaxshilangan. Mashinalarda ko'pincha korpusning yon tomonlarida joylashtirilib, parallel ulangan ikkita payvandlash transformatori bo'ladi. Bunday mashinalarda tokni asta-sekin oshirib borgan yoki uzib-uzib ulagan holda bir yo'la bir nechta nuqtalar payvandlash imkoniyati bor.

Mashinaning payvandlash korpusi (4) bikr skoba ko'rinishida ishlangan (2.8.2-rasm). Uning pastki qismiga mahkamlangan konsol (1) ga plita joylashtiriladi. Korpusning yon tomonlariga o'rnatilgan ikkita payvandlash transformatori (5) mashinaning payvandlash konturiga parallel ulangan. Mashinaning siqish yuritmasi (3) pnevmatik bo'lib, unda dumalash podshipniklarida o'rnatilgan yo'naltiruvchi qurilma (2) bor. Yo'naltiruvchi qurilmaning polzuni pnevmoyuritma shtokiga tarelkali prujinalar bloki orqali biriktirilgan. Bularning bari yuritmaning dinamik tavsifini yaxshilaydi.



2.8.2-rasm. Relyefli payvandlash mashinasi.

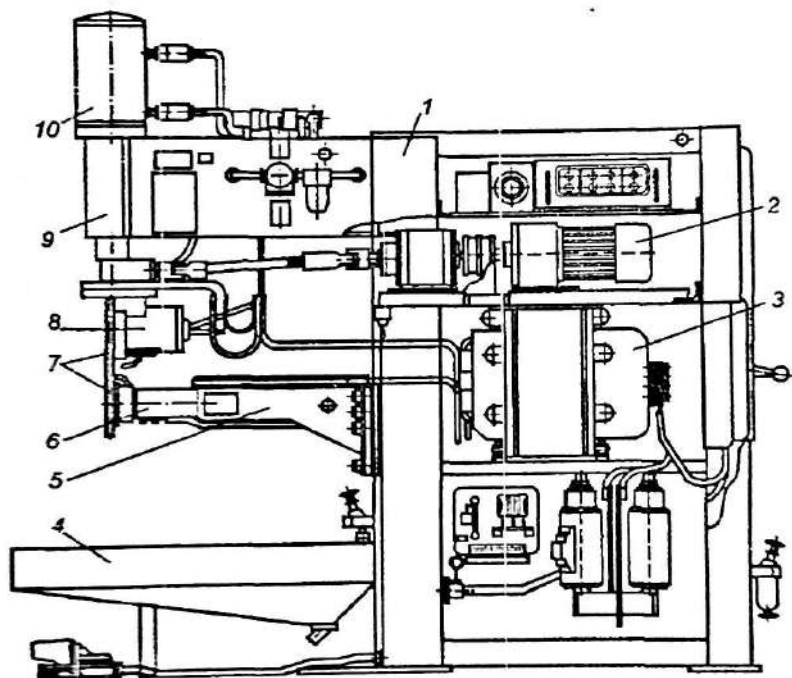
Relyefli payvandlash uchun bir fazali mashinalarning texnik tavsifi

Parametrlari	MP- 2518	MP- 4018	MP- 6303	MP- 10002
Nominal tok kuchi, κA :				
payvandlash toki	25	40	63	100
uzoq muddatli ikkilamchi tok	11,2	18	28	45
O'rnatilgan quvvat, κVA	160	368	600	1300
Ikkilamchi kuchlanishini rostdash chegaralari, V	2,6- 5,2	5,5- 11,2	2,3- 9,1	3,25- 13
Transformatsiya koeffitsientini rostdash bosqichlari soni	6	8	16	16
Elektrodlar (plitalar) oralig'i, mm:				
Eng kichik	120	120	50	50
Eng katta	330	330	450	450
Ustki plitaning vertikal yurishi (ish yurishi + qo'shimcha yurish), mm	100	120	200	200
Pastki plitaning o'rnatilgan siljishi, mm	—	—	200	200
Siqish kuchi, N	15680	23500	41400	78500
Yurish quidagicha bo'lganda unumdorligi, minutiga yurish, mm:				
10	150	—	—	—
20	—	70	60	60
Qalinlik quidagicha bo'lganda kam uglerodli po'latlardan tayyorlangan detallarda bir yo'la payvandlanadigan relyeflar soni, mm:				
0,3 + 0,5				
1 + 1	5	8	—	—
2 + 2	3	5	5	12
4 + 4	2	3	5	8
	1	2	4	6
Gabarit o'lchamlari, mm:				
Balandligi	2300	2370	3300	3650
Eni	550	590	1030	1030
Uzunligi	1650	1600	1550	1550
Og'irligi, kg	615	1420	3000	3000

Tok MPB-6301 ikkilamchi konturida to'g'rilanadigan MP-3818, MP-6918, MP-6303, MP-8001, MP-10002 bir fazali o'zgaruvchan tok mashinalari eng ko'p tarqalgan.

2.8.5. Chokli payvandlash mashinalari

Mashina korpusi (1) ichida payvandlash transformatori (3) va elektr yuritma (2) li roliklarni aylantirish mexanizmi joylashgan (2.8.3-rasm).



2.8.3-rasm. Chokli payvandlash mashinasi.

Aylanuvchi roliklar (7) korinishidagi elektrodlar tok keltiruvchi tizimlar bilan birgalikda yuqorigi (8) va pastki (6) rolik kallaklarini hosil qiladi.

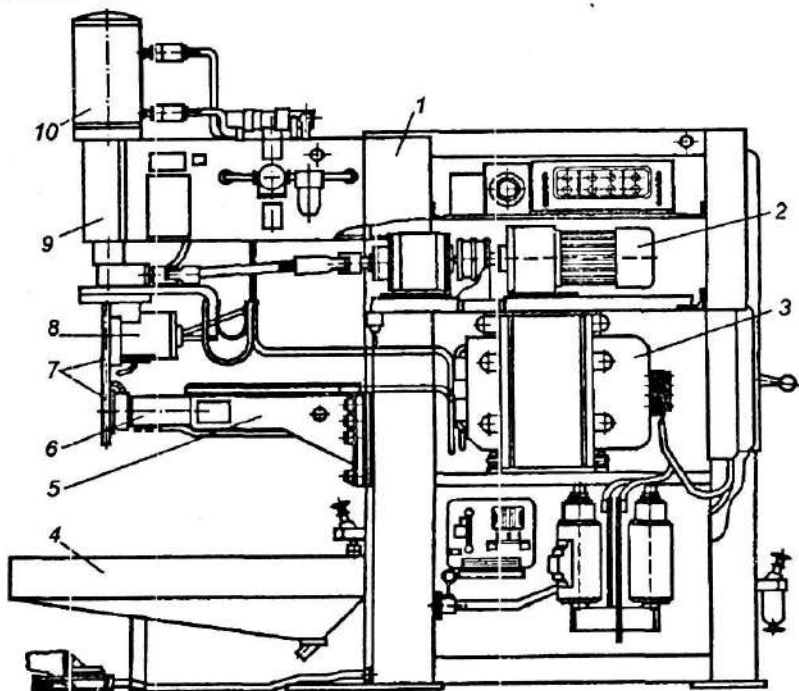
Chokli payvandlash mashinalarining texnik tavsifi

Parametrlari	Bir fazali mashinalar				O'zgarimas tok mashinalari		
	MIII-100	MIII-1601	MIII-2001	MIII-3201	MIII-1601	MIII-6301	MIII-8001
Nominal tok kuchi, kA:							
payvandlash toki	10	16	20	32	16	63	80
uzoq muddatli	7	11,25	14	22	11,2	36	45
ikkilamchi tok							
Nominal quvvat, kVA	31	75	127	323	133	533	730
Ikkilamchi kuchlanishini rostdash chegaralari, V	1,7-3,5	2,14-4,28	4-6	5,6-8,2	-	-	-
Transformatsiya koeffitsientini rostdash bosqichlari soni	8	8	6	6	8	24	8
Elektrodlar qulochi, mm	400	400	800	800	2500	1200	1500
Eng katta siqish kuchi, N	2450	4900	7850	11750	19600	19600	32000
Elektrodning umumiy yurishi (ish yurishi + qo'shimcha yurish), mm	2	-	-	-	10-25	10-25	25-150
Roliklar uzluksiz aylanganda payvandlash tezligi, m/min	1-5	0,8-4,5	0,4-4,5	0,35-4,5	0,2-8	0,2-8	-
Roliklar qadamli aylanishda ish sur'atini rostdash chegaralari, minutiga payvandlash	-	-	-	-	10-250	10-250	25-150
Payvandlanadigan materiallar qalinliklari diapazoni, mm:							
Kam uglerodli po'latlar	0,5-1,2	0,5-1,5	0,5-0,8	0,8-3	-	-	-
Korroziyabardosh va issiqqa chidamli po'latlar hamda titan qotishmalar	-	-	-	-	0,3-3	0,3-3	1,5-6
Gabarit o'lchamlari, mm:							
Balandligi							
Eni	1405	1455	2295	2395	3320	3510	3700
Uzunligi	510	510	720	720	960	1165	1160
	1270	1770	2395	2255	3680	2955	3060
Og'irligi, kg	526	620	1350	1700	3700	4450	7000

Tok MPB-6301 ikkilamchi konturida to'g'rilanadigan MP-3818, MP-6918, MP-6303, MP-8001, MP-10002 bir fazali o'zgaruvchan tok mashinalari eng ko'p tarqalgan.

2.8.5. Chokli payvandlash mashinalari

Mashina korpusi (1) ichida payvandlash transformatori (3) va elektr yuritma (2) li roliklarni aylantirish mexanizmi joylashgan (2.8.3-rasm).



2.8.3-rasm. Chokli payvandlash mashinasi.

Aylanuvchi roliklar (7) korinishidagi elektrodlar tok keltiruvchi tizimlar bilak birgalikda yuqorigi (8) va pastki (6) rolik kallaklarini hosil qiladi.

Chokli payvandlash mashinalarining texnik tavsifi

Parametrlari	Bir fazali mashinalar				O'zgarmas tok mashinalari		
	MIU-100	MIU-1601	MIU-2001	MIU-3201	MIU-1601	MIU-6301	MIU-8001
Nominal tok kuchi, kA:							
payvandlash toki	10	16	20	32	16	63	80
uzoq muddatli	7	11,25	14	22	11,2	36	45
ikkilamchi tok							
Nominal quvvat, kVA	31	75	127	323	133	533	730
Ikkilamchi kuchlanishini rostdash chegaralari, V	1,7-3,5	2,14-4,28	4-6	5,6-8,2	-	-	-
Transformatsiya koeffitsientini rostdash bosqichlari soni	8	8	6	6	8	24	8
Elektrodlar qulochi, mm	400	400	800	800	2500	1200	1500
Eng katta siqish kuchi, N	2450	4900	7850	11750	19600	19600	32000
Elektrodning umumiy yurishi (ish yurishi + qo'shimcha yurish), mm	2	-	-	-	10-25	10-25	25-150
Roliklar uzluksiz aylanganda payvandlash tezligi, m/min	1-5	0,8-4,5	0,4-4,5	0,35-4,5	0,2-8	0,2-8	-
Roliklar qadamli aylanishda ish sur'atini rostdash chegaralari, minutiga payvandlash	-	-	-	-	10-250	10-250	25-150
Payvandlanadigan materiallar qalinliklari diapazoni, mm:							
Kam uglerodli po'latlar	0,5-1,2	0,5-1,5	0,5-0,8	0,8-3	-	-	-
Korroziyabardosh va issiqqa chidamli po'latlar hamda titan qotishmalar	-	-	-	-	0,3-3	0,3-3	1,5-6
Gabarit o'lchamlari, mm:							
Balandligi							
Eni	1405	1455	2295	2395	3320	3510	3700
Uzunligi	510	510	720	720	960	1165	1160
	1270	1770	2395	2255	3680	2955	3060
Og'irligi, kg	526	620	1350	1700	3700	4450	7000

Yuqorigi rolik pnevmoyuritma (10) li siqish mexanizmidan polzun (9) bilan birga harkatlanadi. Payvandlash konturining tok keltiruvchi va elektr kuch qismlari (konsollar, kronshteyn (5) va b.) nuqtali payvandlash mashinasidagidan boshqacha ishlangan. Tashqaridan sovitish bilan payvandlashda suvni to'kish uchun tog'ora (4) dan foydalaniladi. Zamonaviy chokli payvandlash mashinalarida gardishlarning ko'ndalang va bo'ylama choklarini payvandlash uchun yuqorigi va pastki roliklarni osongina sozlash nazarda tutilgan.

Ammo faqat ko'ndalang yoki bo'ylama choklar payvandlashga mo'ljallangan mashinalar ham ishlab chiqariladi. MIII-3201 bir fazali o'zgaruvchan tok mashinalar va tok ikilamchi konturida tug'rılanadigan MIIIB-1202, MIIIB-1601, MIIIB-4002, MIIIB-8001, MIIIB-12001 mashinalari eng ko'p qo'llaniladi.

15.6. Uchma-uch payvandlash mashinalari

Uchma-uch payvandlash mashinasi quyidagi asosiy uzal va apparatlardan tashkil topadi (15.4-rasm): stanina (8), qo'zgalmas (11) va harakatlanuvchi (4) plitalar (7), harakatlanuvchi plita suriladigan yo'naltiruvchilar (6), uzatish yuritmasi (5), qisuvchi (1), (2) hamda tirak qurilmalar. Stanina ichiga bosqichlarni almashlab ulagichi bulgan payvandlash transformatori (9) o'rnatilgan. Transformator ikkilamchi kontur (10) vositasida mashina jag'lari (3) bilan bog'langan. Bu jag'lar mashinaning plitalari va qisuvchi qurilmalarga o'rnatilgan. Mashina korpusi ichiga payvandlash transformatorini ulash va mashina ishini boshqarish uchun apparatlar (7) joylangan.

Uchma-uch payvandlash mashinalari ushbu guruhlariga ajratish mumkin:

1) MC-3, MC-301, MC-5001, MCC-1601, MCC-2501 – asosan, po'latlar va rangli metallardan ishlangan har xil diametrli simlarni qarshilik bilan payvandlash uchun kichik quvvatli avtomat mashinalar;

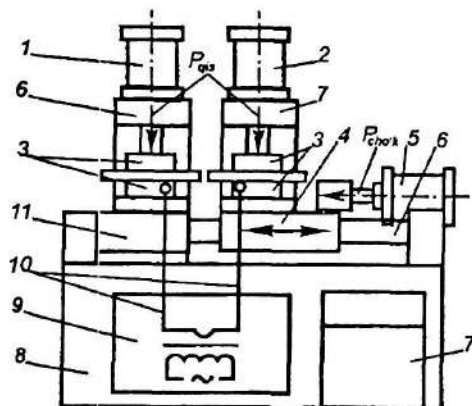
2) MCP-25, MCP-50, MCP-75, MCP-100, MC-801, MC-1202, MC-1602, MCO-0802 – uzluksiz eritib, qizdirgan holda eritib va qarshilik bilan payvandlash uchun richagli uzatish mexanizmi bo'lgan o'rtacha quvvatli avtomat mashinalari;

Uchma-uch payvandlash mashinalarining texnik tavsifi

Parametrlari	Qarshilik bilan payvandlash uchun			Eritib payvandlash uchun		
	MC- 403	MC- 502	MC- 802	MCO -802	MCO -1602	MCO- 2068
Nominal tok kuchi, kA:						
payvandlash toki						
uzoq muddatli	4	5	8	6,3	16	20
ikkilamchi tok	0,44	1,4	2,8	5	7,15	9
Nominal quvvat, kVA	7.2	12,2	25	24	96	150
Detallarning payvandlanadigan kesimlari diapazoni, mm ² :	Dia- metrlari, mm	Dia- metrlari, mm	Dia- metrlari, mm			
Kam uglerodli po'latlardan	0,5-6	3-10	5-12,5	50-60	1400 gacha	2000 gacha
Legirlangan po'latlardan	—	—	—	50-100	—	—
Rangli metallardan	0,4-4,5	3-10	5-12,5	—	—	—
Unumdorlik, soatiga payvandlash	240	200	150	150	60	100
Gabarit o'lchamlari, mm:	1300	1180	1175	1140	1000	1350
Balandligi	520	955	1030	1000	775	1170
Eni	5760	1180	2070	1080	1700	1350
Uzunligi						
Og'irligi, kg	75	185	340	1000	750	2050

3) MCMY-150, MC-1604, MCO-301, MCO-602 – eritib payvandlash uchun avtomat mashinalar;

4) K617, K607, K566M – impulsli eritib payvandlash uchun avtomat mashinalar.



2.8.4-rasm. Uchma-uch payvandlash mashinasi.

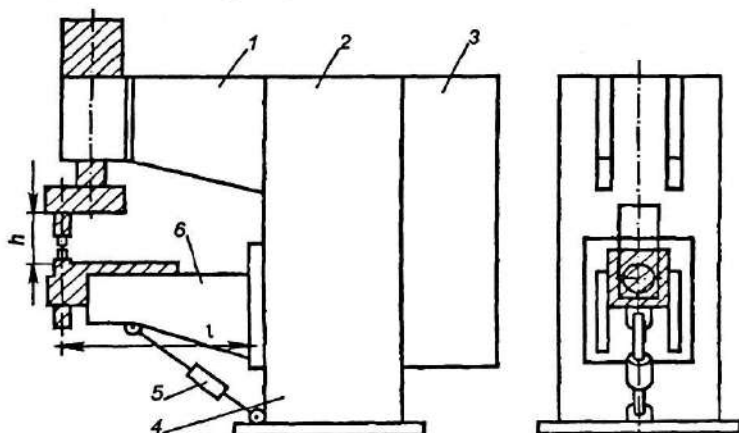
Tekshirish uchun savollar

1. Kontaktli mashinalarning mexanik qismi nimalardan iborat?
2. Kontaktli mashinalarning elektr qismi nimalardan iborat?
3. Kontaktli mashinalarning elektr parametrlarini aytib bering.
4. Kontaktli payvandlash mashinalari qaysi parametrlariga ko'ra tasniflanadi?

2.9. KONTAKLI PAYVANDLASH MASHINALARNING KONSTRUKTIV QISMLARI

2.9.1. Korpus va staninalar

Press turidagi nuqtali, relyefli, chokli payvandlash mashinalarning korpusi kuch qismlari: korpus devorlari (2), yuqorigi (1) va pastki (6) kronshteynlardan tuzilgan (2.9.1-rasm).



2.9.1-rasm. Press turidagi nuqtali, relyefli va chokli payvandlash mashinalarning korpusi.

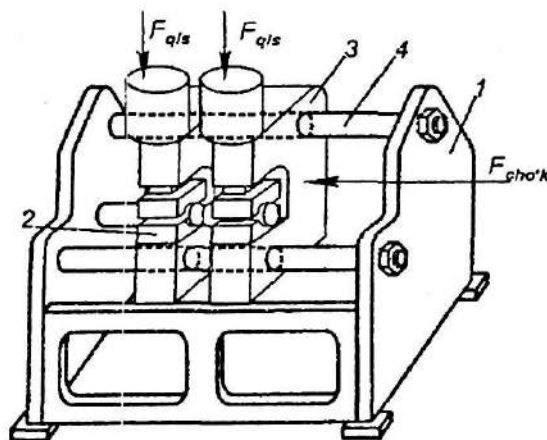
Ular detallarni siqish kuchidani tushuvchi ancha katta ekuvchi momentni qabul qiladi va butun mashinaning zarur birligini ta'minlaydi. Korpus qismlarini tayyorlash, montaj qilish qulay bo'lishi, shuningdek konsollarning ochilish darajasi h ni rostlash mumkin bo'lishi uchun pastki kronshteyn odatda old devorga boltlar bilan biriktiriladi.

Ayrim hollarda ikala kronshteyn va devorlar yagona payvand yoki quyma konstruktsiya (bikr skoba) ko'rinishida tayyorlanadi.

Payvandlash apparati, aylantirish mexanizm qismlari va boshqa tizimlar ko'pincha sinch (3) da korpus ortida, kamdan-kam hollarda korpus devorlarining yon tomonida joylashtiriladi. Transformator yoki to'g'rilovchi bloklar yon tomonda joylashtirilgan taqtirda

korpusning old devori teshiksiz yasaladi, bu esa uning bikrligini qo'shimcha ravishda oshiradi. Kuch qismi va sinch taglik (4) da mahkamlanadi. Ba'zi hollarda, tok keltiruvchi pastki konsolga va kronshteyn tushadigan ikni kamaytirish uchun domkrat (5) o'rnatiladi.

Uchma-uch payvandlash mashinalarining korpuslari (staninalari) nixoyatda xilma-xil bo'lib, detallarning tuzilishi hamda kesimiga ko'p darajada bog'liqdir. Korpus ushbu kuch qismlari: stol (1), qo'zg'almas (2) va harakatlanuvchi (3) qismlardan tashkil topadi (2.9.2-rasm). Payvandlash transformatori va boshqa taqsimlash apparatlari odatda stol (1) ning ichiga o'rnatiladi. Cho'kish kuchi $F_{cho'k}$, qoidaga ko'ra, gorizontal yo'nalishda ta'sir qiladi. Detailarning holati payvandlash oxirigacha to'g'ri bo'lish uchun kuch qismi yetarli darajada bikr bo'lmog'i lozim. Aks holda detallarda og'ib ketishi va nuqsonlar paydo bo'lishi mumkin. Stolning bikrligi shtangalar (4) ni joylashtirish evaziga ancha oshiriladi. Qismaning yukini kamaytirish uchun, agar bu mumkin bo'lsa, qattiq tiraklar ishlatiladi.



2.9.2-rasm. Uchma-uch payvandlash mashinasining korpusi.

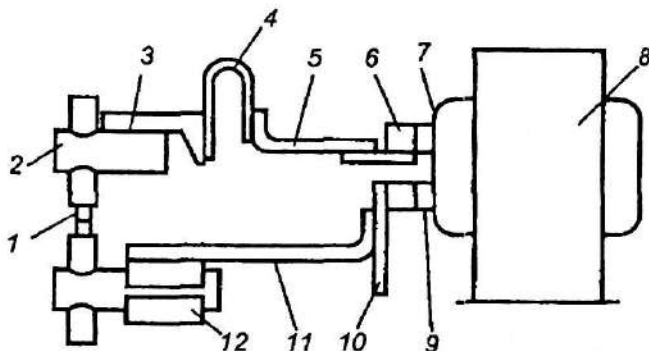
Korpuslar qismlari ferromagnit qotishmalari (cho'yan, po'lat) dan tayyorlanadi, shuning uchun bu qismlarni tok o'tkazgichlardan iloji

boricha uzoqroq joylashtirishga harakat qilinadi. Mashinalar konsollaridan yoki qismlaridan biri korpusdan tekstolit qistirmalar va vtulkalar yordamida elektr jihatidan izolyatsiyalanadi.

2.9.2. Kontaktli payvandlash mashinalarining payvandlash konturi

Payvandlash konturi tok keltiruvchi qismlar va elektr kontaktlar tizimi bo'lib, transformatorning ikkilamchi o'ramidan payvandlanayotgan detallarga tok kelishini ta'minlaydi.

Nuqtali payvandlash mashinalarida kontur konsollar, elektrod tutqichlar, egiluvchan va qattiq shinalar, elektrodlar hamda qator boshqa qismlardan iborat bo'ladi.



2.9.3-rasm. Nuqtali payvandlash mashinasining payvandlash konturi:

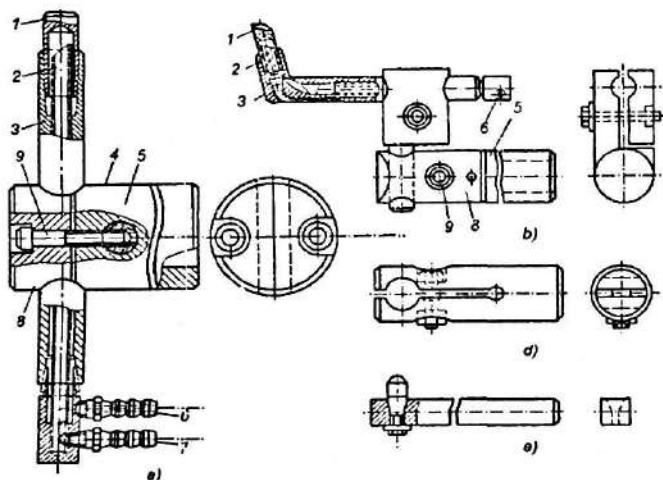
1 – elektrodlar va elektrod tutqichlar; 2 – yuqori konsol; 3 – yuqorigi burchaklik; 4 – egiluvchan shina; 5, 11 – qattiq yuqorigi va pastki shinalar; 6, 10 – yuqorigi va pastki oraliq burchakliklar; 7, 9 – ikkilamchi o'ram; 8 – payvandlash transformator; 12 – pastki konsol.

Payvandlash konturi qismlarining o'lchamlari va tuzilishi mashinaning turi, payvandlash toki, siqish kuchi, ish bo'shliqlari l va h ga bog'liq. Transformator elektrodlardan qancha uzoqda joylashgan bo'lsa, quloch l shuncha katta va ushbu mashinada siljitmasdan payvandlash mumkin bo'lgan detallarning o'lchamlari shuncha katta bo'ladi. Ammo quloch l va ochilish darajasi h ning

kattalishi ikkilamchi konturning qarshigi hamda tarmoqdan olinadigan quvvatning ortishiga sabab bo'ladi. Shu bois / mashinaga oid standart yoki texnik shartga mos kelishi, ya'ni, masalan 300, 500, 800, 1200, 1500, 1700 mm bo'lmog'i kerak.

Yuqorigi konsol yo silindrsimon kalta sterjen ko'rinishida, yoinki elektrod tutqich mahkamlanadigan uyali qattiq (bikr) shina ko'rinishida tayyorlanadi. Egiluvchan va qattiq shinalar orqali yuqorigi konsol payvandlash transformatori bilan birlashtirilgan.

Qattiq shinalar vositasida transformatorga biriktirilgan pastki konsol elektrod tutkincha tok keltiradi. Kichik quvvatli mashinalar u ayni vaqtda siqish kuchidan tushuvchi yukni qabul qiluvchi qism bo'lib ham kronshteyn yordamida qisman yoki batamom yukdan holi qilinadi.



2.9.4-rasm. Har xil quvvatli nuqtali payvandlash mashinalarining konsollari va elektrod tutqichlari:

a – katta quvvatli; b – o'rtacha quvvatli; d – kichik quvvatli; e – mikropayvandlash uchun;

1 – elektrod; 2 – suv beriladigan ichki naycha; 3 – elektrod tutqich; 4 – magnitlanmaydigan po'latdan qilingan barmoq; 5 – konsol; 6, 7 – shtutserlar; 8 – olinadigan kolodka; 9 – elektrod tutqichni konsolga mahkamlash vintlari.

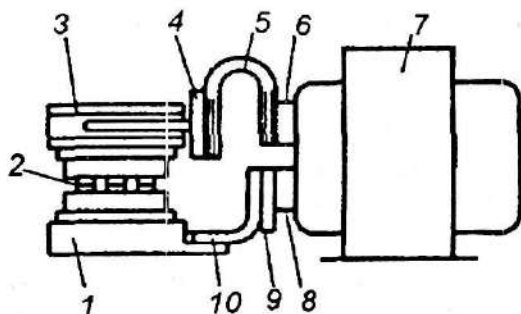
Konsollar misdan, yuqori darajada tok o'tkazuvchan bronzalardan silindrsimon yoki tekis shaklda, ichkaridan suv bilan sovitiladigan

qilib tayyorlanadi. Uncha katta bo'lmagan mashinalarning, ayniqsa, mikropayvandlash mashinalarining konsollari tabiiy (havo bilan) sovitiladi.

Tok keltiruvchi kontaktga mahkamlangan pastki silindrsimon konsol o'qi atrofida burili shva bo'ylama yo'nalishda siljish (taxminan uzunligining 10% mikdoriga) imkoniga ega. Bu hol elektrodning o'qdoshligini rostlash va payvandlanadigan uzellarning shakliga qarab mashinani qayta sozlashni osonlashtiradi. Bundan tashqari, pastki konsolni yuqorigi kronshteyn bilan birga yuqoriga-pastga pog'onasimon (boltlar qalami kattaligida) yoki ravon siljitish ham mumkin.

Elektrod tutqichlar elektrodni mahkamlab qo'yish uchun xizmat qiladi va ayni paytda kuch hamda tok keltiruvchi qismlar bo'lib ham hisoblanadi. Elektrod tutqichlarda elektrodni mahkamlash uchun konussimon uya va ichki sovitish tizimi bor.

Relyefli payvandlash mashinalarida elektrod tutqichlar va elektrodlar T-simon ariqchalari bo'lgan tok keltiruvchi plitalar (stollar) bilan almashtiriladi.

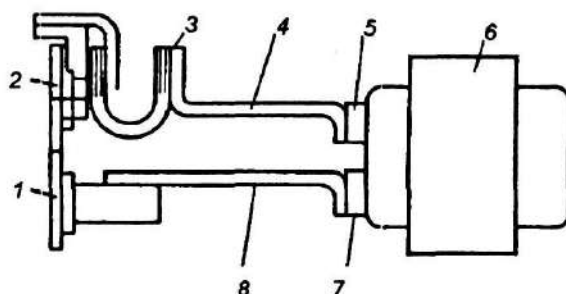


2.9.5-rasm. Relyefli payvandlash mashinasining payvandlash konturi:

1, 3 – yuqorigi va pastki kontakt plitalari; 2 – oraliq plita, elektrodlar asosi va elektrodlar; 4 – yuqorigi burchaklik; 5 – egiluvchan shina; 6, 8 – ikkilamchi o'ramlar; 9 – pastki oraliq burchaklik; 10 – pastki qattiq shina.

Chokli payvandlash mashinalarida elektrod tutqichlar va elektrodlar o'rniga rolikli kallaklar qo'llaniladi. Rolikli kallaklarning eng muhim

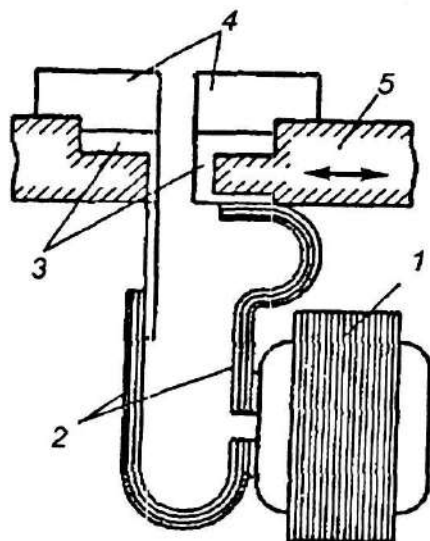
qismi sirpanuvchi elektr kontaktdir. Ko'pincha elektr kontaktga siquvchi kuch ham tushadi. Bu holda uning elektr o'tkazuvchanligi ancha o'zgarishi va foydalanish paytida birikmalarning turg'unligi pasayish mumkin. Bunday holat kichik va o'rtacha quvvatli mashinalarda kuzatiladi. Ammo bu kallaklarning tuzilishini soddalashtiradi. Quvvat va payvandlash kuchlari katta bo'lgan mashinalarda kontakt yukdan holi qilinadi, lekin kallak murakkablashadi.



2.9.6-rasm. *Payvandlash mashinasining payvandlash konturi:*

1, 2 – yuqorigi va pastki elektrod kallaklari; 3 – egiluvchan shina; 4, 8 – yuqorigi va pastki qattiq shinalar; 5, 7 – ikkilamchi o'ramning chiqish simlari; 6 – payvandlash transformatori.

Uchma-uch payvandlash mashinalridagi tok keltirish tizimi yuqorida ko'rib chiqilganlardan farq qiladi. Tizim kontakt plitalari yoki harakatlanuvchi va qo'zg'almas kolodkalar (3) dan iborat bo'lib, ular po'lat plitalar (5) ga mahkamlangan. Egiluvchan shinalar (2) vositasida kolodkalarga payvandlash transformatori (1) dan tok keltiriladi. Kolodkalarga elektrodlar – jag'lar o'rnatiladi.



2.9.7-rasm. Uchma-uch payvandlash mashinasining payvardlash konturi.

Egiluvchan shinalar nuqtali, relyefli va chokli payvandlash mashinalarining harakatlanuvchi payvandlash kallaklari hamda pastki konsolni, shuningdek uchma-uch payvandlashda harakatlanuvchi plitani siljitish mumkin bo'lishi uchun qo'llaniladi. Bunday shinalar t o'rtburchak shaklida erkin bukilgan mis folgasidan yig'ma yoki eshma qilib tayyorlanadi va boltlar bikr tok o'tkazuvchi qismlarga mahkamlanadi.

Bikr (qattiq) shinalar mis prokatdan plitalar, tilimlar, burchakliklar kurinishida, ichkaridan suv bilan sovitiladigan qilib tayyorlanadi. Ularga kuch yuklari tushmaydi tushmaydi, ulardan payvandlash transformatorining klemmalari bilan egiluvchan shinalar (nuqtali, relyefli, chokli mashinalarda) yoxud qo'zg'almas plita (uchma-uch payvandlash mashinalarida) o'rtasidagi oraliq qismi sifatida foydalaniladi.

Kontaktlar – payvandlash konturining tok keltiruvchi qismlari mahkamlanadigan joylardir. Kontaktlar doimiy – qo'zg'almas (asosan boltli birikmalar), uzgaruvchan – qo'zg'almas (ko'pincha elektrod

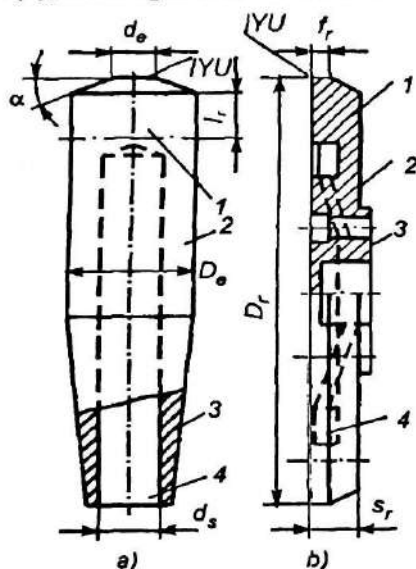
tutqich bilan, elektrod tutqichning konsol bilan va h. bilan almashtiriladigan birikmalari) hamda harakatlanuvchi (chokli payvandlash mashinalari rolikli kallaklarining podshipnigidagi aylanuvchi kontaktlar) kontaktlarga ajratiladi. Kontaktlarning elkektr qarshiligi qiymati anchagina o'zgarib turadi (ayniqsa harakatlanuvchi o'zgaruvchi kontaktlarda).

2.9.3. Elektrodlar

Elektrodlar (roliklar) bevosita detallarga payvandlash toki va siqish kuchini keltiradi. Shu bilan birga ular ikkilamchi kontur qismlari, mashinaning konstruksion kuch qismlari va almasha texnologik asbob bo'lib ham hisoblanadi.

2.9.3.1. Elektrodning tuzilishi

Elektroddlar va roliklar uchta asosiy qism: ish qismi (1), o'rta (2) va o'tqazish qismi (3), shuningdek sovitish kanallari (4) dan iborat.

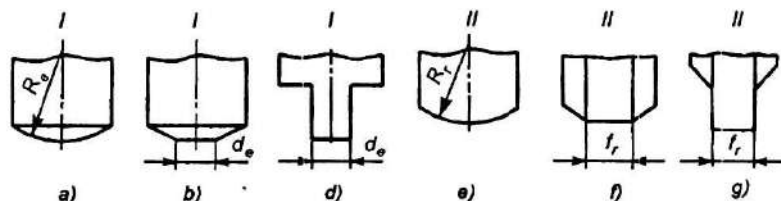


2.9.8-rasm. Elektrodning tuzilishi:
a – elektrodning; b – rolikning asosiy qismlari.

Ish qismi I_1 uzunlikdagi va D_e diametrli sarflanadigan qism bo'lib, uzoq muddat ishlatish jarayonida qayta-qayta charxlash mumkin. Yangi elektrodlarda $I_1=(0,7-0,8)D_e$ bo'ladi. Konussimon ish qismining burchagi $\alpha=30^\circ$.

Burchak kattalashsib, ish yuzasi tezroq ezilishi natijasida elektrodning chidamliligi pasayadi. Burchak kichiklashganda esa hatto kichik deformatsiyalarda ham D_e ning o'lchamlari o'zgarishi ortadi.

Ish qismida ish (teguvchi) yuzasi (IYU) bo'lib, u detallar bilan bevosita mexanik va elektr kontakt bo'lishini ta'minlaydi. IYU ning shakli va o'lchamlari elektrodning muhim texnologik tavsifi hamda payvandlash rejimi parametri hisoblanadi. Bunday yuzaning shakli detalning payvandlash joyidagi shakliga mos bo'lmog'i kerak.



2.9.9-rasm. Elektrodlar I va roliklar II ning ish qismi shakllari:

a) – IYU sferik bo'lgan sferasimon; b) – IYU tekis bo'lgan sferasimon; d) – IYU tekis bo'lgan silindrsimon; e) – IYU radiusli bo'lgan sferasimon; f) – IYU silindrsimon bo'lgan konussimon; g) – IYU silindrasimon bo'lgan to'rtburchak.

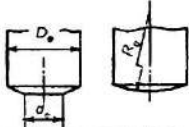
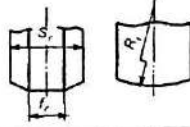
List detallarni payvandlashda IYU ning boshlang'ich shakli yassi (roliklarda silindrsimon) yoxud sferik (roliklarda radial) bo'ladi. Birinchi holda ish yuzaning shakli R_e , R_r bilan, ikkinchi holda esa diametr d_e yoki kenglik f_r bilan tavsiflanadi.

Konussimon qilib charxlangan yassi shakli ish yuzasi deformatsiya qarshiligi σ^*_D yuqori bo'lgan metallar (po'latlar, issiqqa chidamli po'latlar), massa ko'chishga moyil bo'lmagan metallar (po'latlar, nikel, titan qotishmalari) uchun qo'llaniladi.

Sferik shakldagi ish yuzasidan qizigan darzlar va bo'shliqlar hosil qilishga moyil σ^*_D yuqori bo'lgan metall (aluminium, magniy va mis qotishmalari) uchun foydalaniladi.

2.9.1-jadval

Elektrod va rolklarning tavsiya etiladigan o'lchamlari, mm

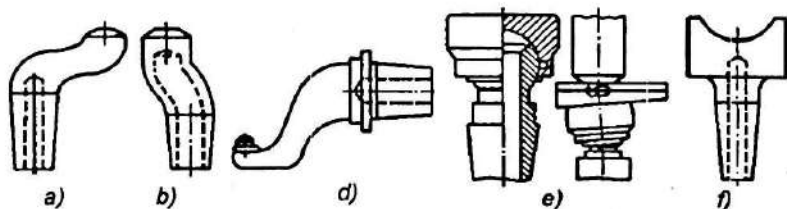
Detalning qalinligi	Elektrodlar o'lchamlari			Roliklar o'lchamlari		
						
	D_e	d_e	R_e	S_r	f_r	R_r
0,5	12	4	25-50	8	4	25-50
0,8	12	5	50-75	10	5	50-75
1,0	12	5	75-100	10	5	75-100
1,2	16	6	75-100	12	6	75-100
1,5	16	7	100-150	12	7	100-150
2,0	20	8	100-150	15	8	100-150
3,0	25	10	150-200	20	10	150-200
4,0	25	12	200-250	24	11	200-250

Elektrod korpusiga katta siqish kuchlari va toklar ta'sir qiladi, ammu ish yuzasiga qaraganda kamroq qiziydi. D_e o'lchamlari standartlashtirilgan: 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40 mm. Korpusning diametri $D_e = (0,015-0,03)F$ nisbatan kelib chiqqan holda eng katta kuchi F ga qarab tanlanadi. Roliklarning qalinligi s_r odatda ish yuzasini eni f_r dan 2-3 baravar katta bo'ladi. O'rtacha va katta quvatli mashinalrda rolklar diametri D_r 100-400 mm ni tashkil etadi.

Elektrodning konussimon quyruq qismi elektrod tutqichning konussimon teshigi bilan mexanik va elektr kontakt ishonchli, tutashmaning zich va ajratib olish oson bo'lishini ta'minlashi kerak. Konussimonlik elektrodning diametri va siqish kuchiga qarab belgilanadi: $D_e < 25$ mm hamda $R < 15$ kN da esa 1:10, $D_e > 25$ mm hamda $R > 15$ kN da esa 1:5 bo'lmog'i lozim.

Elektrodlar tuzilishiga ko'ra to'g'ri, shakldor va maxsus xillariga ajratilishi mumkin. To'g'ri elektrodlar nisbatan oddiy, texnologiyabop

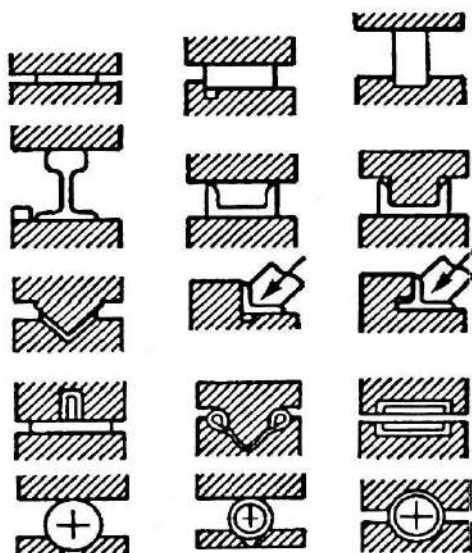
va qattiq bo'ladi. Ulardan payvandlash joyi qulay bo'lgan hollarda foydalaniladi. Shakldor elektrodlar payvandlash qiyin bo'lgan joylarda ishlatiladi.



2.9.10-rasm. Shakldor va maxsus elektrodlar:

a – egilgan; *b* – cho'zilgan; *d* – gorizontal; *e* – qalinligi o'zgaruvchan detallarni payvandlash uchun o'mashadigan; *f* – armatura sinini payvandlash uchun.

Uchma-uch payvandlash mashinalarining jag'lar (elektrodlari) detallarga tok, siqish kuchlarini keltiribgina qolmasdan, balki cho'ktirishda detallarni sirpanishdan saqlab turadi ham. Jag'larning shakli payvandlanadigan detallarning shakliga bog'liq.



2.9.11-rasm. Uchma-uch payvandlash mashinalarining jag'lari.

Jag'larning uzunligi shunday tanlanadiki, payvandlanadigan detallarning o'qdosligi ta'minlanadigan va cho'ktirishda ular sirpanishining oldi olindigan bo'lsin. d diametrli quvurlar va sterjenlarni payvandlashda u $(3-4)d$ ni, tilimlarni payvandlashda esa kamida $10s$ ni (s – tilimlarning qalinligi) tashkil etadi.

2.9.3.2. Elektrodning chidamliligi

Ishlatish paytida elektrodning ish yuzasi siklik qizishga (ko'pincha $400-700^{\circ}$ gacha), yuqori haroratlarda zarbdan ezilishga, massa ko'chish tufayli ifloslanishga duchor bo'ladi.

Dastlabki ikki omil boshlang'ich d_e va ish yuzasining yuzi asta-sekin kattalashishiga sabab bo'ladi. Ma'lum miqdordagi nuqtalar n_{kr} payvandlab bo'lingandan keyin ish yuzasi fojiali tarzda yeyila boshlaydi va deformatsiyalangan yuzada darzlar, bo'shliqlar paydo bo'ladi, deformatsiyaga qarshiligi pasayadi. Payvand birikmalarining o'lchamlari keskin kichiklashadi. IYU ning ifloslanishi qarshilik ortishiga va elektrodning tegish joyi oldida harorat ko'tarilishigi, binobarin, massa ko'chish faollashuvi hamda yuzaning yorilishiga olib keladi.

Elektrod va rolklarning chidamliligi ularning asosiy sifat ko'rsatkichi bo'lib, pirovardida ikki omil: ma'lum miqdorda nuqtalar payvandlanganda d_e , f_r , R_e , R_r ning o'zgarmasligi joiz chegaralarda saqlanish muddati va ish yuzasining tozaligi joiz chegaralarning saqlanish muddati bilan tavsiflanadi.

Elektrod va rolklarning chidamliligi d_e , f_r 20% gacha kattalashganda nuqtalar soni n_{kr} va chokning uzunligi l_{kr} bilan baholanadi.

Ish yuzasini kritik o'lchamlari andozalar bilan aniqlanadi.

Elektrodning chidamliligi ko'pgina omillar: elektrod qotishmalariga, elektrod-detal tegish joyidagi haroratga va sovitish tizimiga, payvandlash rejimi, payvandlanadigan metallarning xossalriga, elektrodni tayyorlash hamda ishlatish usuliga bog'liq.

Elektrodlar chidamliligini oshirishning muhim sharti elektrod-detal tegish joyidagi haroratni pasaytirishdan iborat. Bu harorat payvandlash jarayonida tez o'zgarib, tok impulsining oxirida eng katta

(maksimal) qiymatga ($T_{\max}$) yetadi, to'xtam vaqtida esa $T_{\min}$ gacha pasayadi. Payvandlash jarayonida bu haroratlar asta-sekin, to' issiqliq muvozanatiga yetgunga qadar ko'tarib boradi. Eng yuqori haroratlar eng xavflidir. Ularni elektrodnlarni ichki, aralash va tashqi usullarda sovitish orqali pasaytirishga harakat qilinadi.

2.9.3.3. Elektrod qotishmalari

Elektrod va rolidlarning materiallari yuqori darajada issiqlik hanida elektr o'tkazuvchan bo'lmog'i dardkor (elektrod-detall tegish joyidagi harorat pasayishi, elektr quvvati sarfi kamayishi va detallar parron erishining oldi olinishi uchun). Ularning issiqqa chidamliligi, qattiqiligi va qayta kristallanish harorati nisbatan yuqori (materiallarning mustahkamligi va ish yuzasining ezilish jarayoni sekinlashishi uchun), shunigdek massa ko'chishga moyililigi kam bo'lishi (ish yuzasining ifloslanishga chidamliligi oshirish uchun) kerak.

Konstruksiya metallar ichida elektr o'tkazuvchanligi eng yuqori bo'lgan mis deyarli barcha elektrod qotishmalari uchun asos vazifasini o'taydi. Ammo afsuski, misning issiqqa chidamliligi, qattiqiligi uncha yuqori emas va qayta kristallanish harorati past. Bu xossalarni turli usullar bilan: parchinlash, legirlangan holda qattiq eritma hosil qilib ortiqcha faza dispers zarralarini o'ta to'yingan qattiq eritmadan ajratib olib, donalar chegaralarida qiyin eriydigan sinch yuzaga keltirib, misni ichkaridan oksidlab oshirishga to'g'ri keladi.

Sovuq holatdagi deformatsiyadan yuzaga keluvchi effekt faqat $(0,3-0,5)T_{\text{erish}}$ haroratgacha, misni legirlash tufayli mustahkamlanish esa $(0,4-0,6)T_{\text{erish}}$ gacha saqlanib turadi.

Legirlash uchun asosan Cd, Cr, Ag, Co, Ni ishlatiladi. Qayta kristallanish (rekristallizatsiya) harorati va qattiqiligi oz-ozdan Ti, Be, Zr, Al, B, Si qo'shib qo'shimcha ravishda oshiriladi. Legirlovchi elementlar miqdori oshirishli bilan misning elektr va issiqlik o'tkazuvchanligi kamayadi. Shu sababli legirlovchi elementlarning umumiy miqdori odatda 2% dan oshmaydi.

Elektrod qotishmalarining tarkibi va xossalari

Elektrod qotishmasi va uning markasi	Tarkibi, %	Misning elektr o'tkazuvchanligiga nisbatan elektr o'tkazuvchanligiga, %	Kristallanish boslanish harorati, °C	Ishlov berilgandan keyingi qattiqligi, HB
M1 rusumli sovuq holada cho'zilgan mis	100 Cu	98	200	80
БрКД1 rusumli kadmiyli bronza (МК)	0,9–1,2 Cd, qol. Cu	85–90	300	100–115
БрСр rusumli misning kumush bilan qotismasi	0,07–0,12 Ag, qol. Cu	97–99	360	95–100
БрХКД0,5–0,3 rusumli xrom-kadmiyli bronza (МЦ5Б)	0,25–0,5 Cr, 0,2–0,35 Cd, qol. Cu	83–85	370	110–125
БрХ rusumli xromli bronza	0,4–1,0 Cr, qol. Cu	80–82	400	120–140
БрХЦр0,6–0,05 rusumli xrom-sirkoniyl bronza	0,3–0,8 Cr, 0,03–0,15 Zr, qol. Cu	78–80	500	140–160
БрНБТ rusumli nikel-berilliyli bronza	1,4–1,6 Ni, 0,2–0,4 Be, 0,05–0,15 Ti, qol. Cu	50–55	510	170–240
МЦ2 rusumli nikel-kremniyli bronza	1,5–1,8 Ni, 0,4–0,6 Si, 0,15–0,3 Mg, qol. Cu	45–50	520	150–180
МЦ4 qotismasi	0,4–0,7 Cr, 0,1–0,25 Al, 0,1–0,25 Mg, qol. Cu	75–80	380	110–135
ВМ elkonayti	35–80 W, qol. Cu	20–45	1000	100–250
Вольфрам	100W	30–32	1000	400–500
ВМ1, ВМ2 molibden qotismasi	98–99 Mo	34–37	900	220–300

Aluminiy, magniy va mis qotishmalarini payvandlash uchun sovuq holatda chuzilgan M1 markali mis hamda qotishmalar ishlatiladi, ular nagartovkalab mustahkamlanadi (БрКд1, БрСр), elektr o'tkazuvchanligi eng yuqori, ammo qattiqligi va rekristallizatsiya harorati eng past bo'ladi.

Po'latlar, titan qotishmalarini payvandlash uchun elektr o'tkazuvchanligi kam, biroq rekristallizatsiya harorati yuqori bo'lgan elektrod qotishmalari (Мц5Б, БрХКд, БрХСр, МЦ2, МЦ4, БрНБТ) dan foydalaniladi. Bular dispersion qattiqlashuvchi qotishmalar bo'lib, ayrimlarida donalar chegaralari bo'ylab qiyin eriydigan skelet bo'ladi. Termomexanik ishlov berish (toblash, sovuq holatda deformatsiyalash va bo'shatish) orqali mustahkamlanadi. Volframning mis bilan (elkonayt), volfram karbidining mis bilan (HB 490) kompozitsiyasidan olingan qumoqli kukunlar, shuningdek volfram va molibden qotishmalari alohida guruhni tashkil qiladi. Ularning qattiqligi va issiqqa chidamliligi eng yuqori, lekin elektr o'tkazuvchanligi past (~30%) bo'ladi. Ular odatda relyefli payvandlashda, turli qalinlikdagi va har xil nomlardagi detallarni, shuningdek mis, kumushni nuqtali payvandlashda ishlatiladi.

Tekshirish uchun savollar

1. Kontaktli mashinalarning korpusi qanday qismlardan tashkil topadi?
2. Kontaktli mashinalarning ikkilamchi konturi nimalardan iborat?
3. Elektrodlar nimaga mo'ljallagan?
4. Elektrodarning chidamliligi deganda nimalar tushuniladi?

2.10. KONTAKTLI PAYVANDLASH MASHINALARINING MEXANIZMLARI

Mexanizm – kuch yuritmasi (masalan, pnevmotsilindr, elektr dvigateli) hamda ijrochi mexanizmlar (polzun, yo'naltiruvchi richaglar, muftalar, reduktor va b.) majmuidir.

Umumiy ishlarga mo'ljallangan mashinalar turli mexanizmlar: detallarni siqish, aylantirish, qisib qo'yish, cho'ktirish mexanizmlari mavjud. Maxsus mashinalarda, bulardan tashqari, siljitish, shakl hosil qilish, mahkamlash, detallarni ajratib olish va boshqa mexanizmlar ham bo'lishi mumkin.

2.10.1. Detailarni siqish mexanizmlari

Bunday mexanizmlar harakatlanuvchi qismining ko'tarilishi, tushishi, siljishini hamda detallarning siqilishi uchun berilgan kuch va muddat dasturi bilan ta'minlash kerak. Nuqtali payvandlash mashinalarida bu mexanizm elektrodلarning ikki harakati: detallar bir qadamga siljiydigan ish harakatini ($2s+(3\div5)$ mm) va elektrodلarni tozalash, almashtirish, detallarni o'rnatish hamda olish uchun qo'shimcha (oshirilgan) harakatini amalga oshiradi.

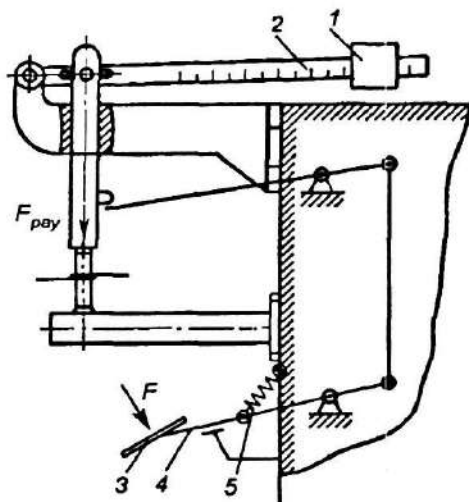
Richagli, tepki-yukli, prujinali yuritmalı mashinalarda elektrodلarning harakati bir vaqtning o'zida ish harakati va qo'shimcha harakat hisoblanadi. Harakatning ikkala turi odatda ish harakati va relyefli payvandlash mashinalarida mos keladi, uchma-uch payvandlash mashinasi uchun esa ish harakati hamda qo'shimcha harakat to'g'risidagi tushuncha umuman yo'q.

Nuqtali va chokli payvandlash mashinalarida yuritmalarning richagli, yukli, prujinali, pnevmatik, gidravlik, ba'zan esa elektromagnitli turlari qo'llaniladi.

Richagli (dastki) mexanizm uncha katta bo'lmagan nuqtali payvandlash mashinalari, ombirlarda, mikropayvandlashda pinsetlarda, shuningdek payvandlash va bir necha joyidan payvandlab qo'yish uchun to'pponchalarda qo'llaniladi. O'zgarmamas kuchi detallarga yo richaglar tizimi orqali, yo bo'lmasa bevosita qo'lda qo'yiladi. Bunday mexanizm 0,1 gacha qalinlikdagi detallarni

biriktirish uchun yetarli bo'lgan kichik (300 N gacha) kuch hosil qiladi. Kuchning o'zgarib turishi, payvandchining toliqishi ushbu mexanizmning kamchiliklaridir.

Tepki-yukli mexanizm siqish o'zgarmas bo'lgan oddiy va ishonchli mexanizmdir. F_{pay} yukni bo'linmali richag bo'ylab surib rostlanadi. Elektrodni tushirish uchun tepki (pedal) ga F kuch qo'ylab richaglar (4) tizimidagi prujina (5) ning kuchi yengib o'tiladi (2.10.1-rasm).

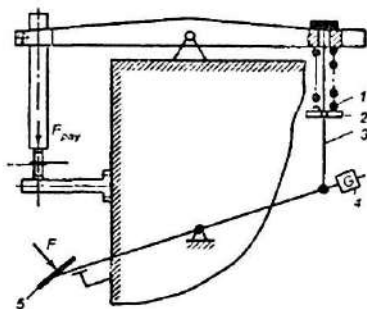


2.10.1-rasm. Detallarni siquvchi tepki-yukli mexanizm.

F kuch olinganda elektrod prujina vositasida ko'tariladi. F_{pay} ning qiymati yuk va uning holati bilan aniqlanadi. Bunday mexanizmdan quvvati 10 kVA dan oshmaydigan mashinalarda va kuchlar 1 kN gacha bo'lganda (mikropayvandlash uchun mo'ljallangan kichik konjensatorli mashinalarida montaj stollarida) foydalaniladi.

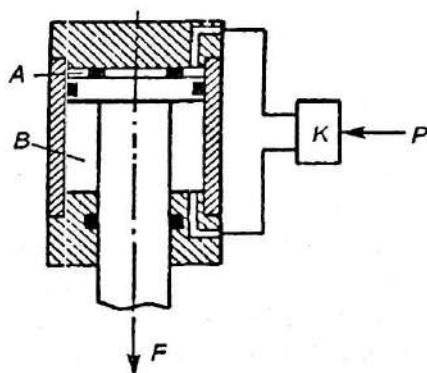
Tepki bilan harakatga keltiruvchi prujinali siqish mexanizmi o'zgarmas siqish kuchini hosil qiladi (2.10.2-rasm). Tepki (5) ni F kuch bilan oxirigacha bosilganda yuqorigi elektrod pastga tushib detallarni siqadi. Payvandlash kuchi prujina (1) ni richagli tazimi (3) dagi gayka (2) bilan oldindan siqish orqali aniqlanadi. Elektrod yuk (4) vositasida ko'tariladi. F_{pay} ning prujinaning holatiga va elektrodlar oralig'iga bog'liqligi, tepkini katta kuch bilan bosish kerakligi hamda

payvandchining tez charchab qolishi sababli bu mexanizm quvvati 20 kVA gacha va payvandlash kuchi 2,5 kN gacha bo'lgan o'zgaruvchan tokli kichik mashinalardagina qo'llaniladi.



2.10.2-rasm. *Detallarni siquvchi prujinali mexanizm.*

Pnevmatik siqish mexanizm ayniqsa o'rtacha va katta quvvatli (1000 kVA gacha) mashinalarda keng tarqalgan bo'lib. kuchlar oralig'i (intervali) kengdir (0,3–250 kN). Tezkor, oson boshqariladigan, chuqur rostlanadigan ushbu mexanizm odatda avtomatik rejimda, ko'pincha sinxron uzgich bilan birga ishlaydi. Bunday mexanizm nixoyatga universal hisoblanadi. U istalgan siklogrammani va kuchlarning keng ko'lamda rostlanishi ta'minlay oladi. Mazkur mexanizmning kuch qismlari porshenlar va egiluvchan diafragmalardir.

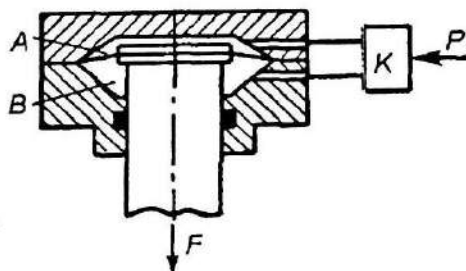


2.10.3-rasm. *Pnevmatik siqish mexanizmining porshenli yuritmasi.*

Porshenli yuritmaning yo'li kattalashtirilgan. U yuqori darajada ishonchligi, ammo kameralarining o'lchamlari katta ekanligi, uncha tezkor emasligi hamda ishqalanish kuchlari ancha kattaligi bilan ajralib turadi. Elektrodga uzatiladigan kuch yuqorigi *A* kameradagi havo bosimi bilan rostlanadi.

Bunday silindr kuchlarining ikki diapazoni: kichik va katta diapazonlarini ta'minlaydi. Klapan *K* vositasida ikala kameraga havo yuborilib uncha katta bo'lmagan payvandlash kuchi hosil qilinadi, bu kuch porshenlar yuzining farq bilan aniqlanadi. Silindr qarshi bosim bilan ishlaydi. Ba'zan kuchlar diapazoni kengaytirish uchun *B* kameradagi bosim *A* kameradagi havo uzatilganda (va *B* kamera atmosfera bilan tutashganda) katta kuch (cho'kichlash, oldindan qisish, oshirilgan payvandlash kuchlari) hosil bo'ladi.

Diafragmalı yuritmaning yo'li kichik (20 mm gacha) bo'ladi, shu bois elektrodlar qo'shimcha yo'lga ega bo'lishi (yurishi) uchun alohida pnevmatik yoki elektr-mexanik qurilma zarur bo'ladi. Bundan tashqari, diafragma siljiganda (egilganda) kuch faqat muayyan chegaralarda (uning neytral holatida) o'zgarmas bo'lib qoladi.



2.10.4-rasm. *Pnevmatik siqish mexanizmining diafragmalı yuritmasi.*

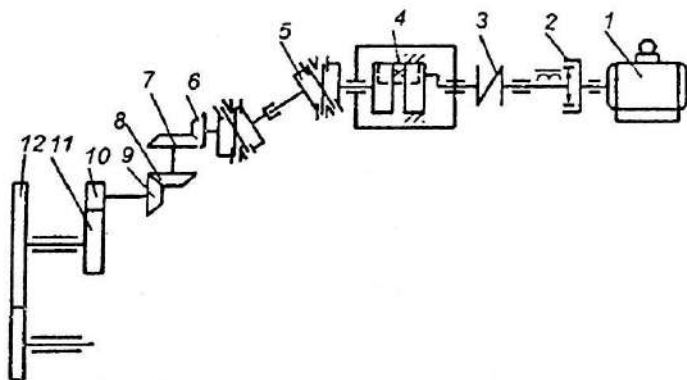
Rezinali diafragmalar eskiradi, ammo yuritmaning tuzilishi oddiyligi, moylanmasligi, ishqalanishning juda kichikligi, kameralarining o'lchamlari kichikligi, ularning tez to'lishi, binobarin tezkorligi, ya'ni afzalliklari hisoblanadi.

2.10.2. Roliklarni aylantirish mexanizmlari

Bunday mexanizm payvandlash vaqtida detallarning ishonchli harakatlanishini ta'minlashi kerak. Tuzilishining har xilligi chokli payvandlash mashinalarining joylashuviga xilma-xillik kiritadi.

Yetakchi (oddatda bitta) rolik yuradigan hisoblanadi, boshqa rolik esa detalga ishkalanish natijasida salt aylanadi. Shu bois mexanizm yetaklanuvchi rolikning sirpanishga barham bermog'i lozim. Ko'ndalang payvandlash mashinalarida, qoidaga ko'ra, pastki rolik yetakchi rolik hisoblanadi; bo'ylama payvandlash mashinalarda va universal mashinalarda yuqorigi rolik yetakchidir. Mashinaning vazifasi, quvvat va turiga qarab roliklar uzluksiz hamda uzlukli aylanadigan bo'lishi mumkin.

Uzluksiz aylantirish mexanizm odatda uchta asinxron dvigatel, reduktor, almashtiriladigan shesternyalar, kardanli valdan va roliklarning aylanish tezligini ravon rostlash qurilmasidan tashkil topadi (2.10.5-rasm). Bunday qurilma vazifasini ko'pincha bosqichsiz tezliklar variator – PMC turidagi elektr bilan boshqariluvchi sirpanish muftasi (MII-2001, MII-3201, MIIIB-4002, MIIIB-1601 mashinalarida) bajaradi.

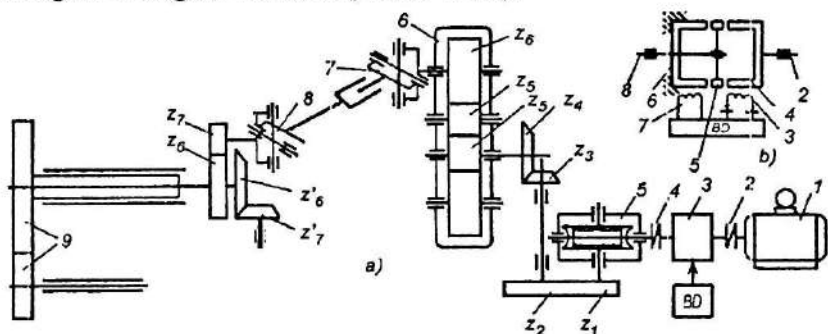


2.10.5-rasm. Roliklarni uzluksiz aylantirish mexanizmi.

Elektr yuritgich (1) dan aylanma harakat sirpanish muftasi (2) (tezlikni elektr rostlagichi bo'lgan PMC turidagi mufta, u tezlikni o'n

baravar pasaytirishni ta'minlaydi), mufta (3), planetar rostlagich (4), kardanli val (5), shesternyalar (6) – (11) orqali yuqorigi rolik (12) ga uzatiladi. Elektr yuritgichdan uzoqlashgan sayin vallarning aylanish tezligi pasayib boradi burovchi moment esa kattalashib boradi va chiqish valida (rolikda) eng katta qiymatiga yetadi. Elektr yuritgichning quvvati rolikda yo'qotishlar momentlari yigindisi (ikala rolikning detallarda dumalab ishqalanish momentlari) yig'indisidan katta burovchi moment hosil qilishga yetarli bo'lishi zarur. Odatda yuritgichlarning quvvati 0,5–2 kW ni tashkil etadi.

Uzluqli aylantirish mexanizmi odatda aylanish tezligi rostlanadigan o'zgarmas tok elektr dvigateli asosida tayyorlanadi. Kinematik zanjir ko'pincha elektromagnitli muftani o'z ichiga oladi. U yuritgich bilan rostlagich orasiga o'rnatiladi (2.10.6-rasm).



2.10.6- rasm. Roliklarni uzluksiz aylantirish mexanizmi.

Uning yordamida roliklar osongina ishga tushiriladi va tuxatiladi, davriy aylantirish keng ko'lamda rostlanadi. Mexanizmining kinematik sxemasi elektr yuritgich (7) dan iborat bo'lib, u muftalar (2) va (4) orqali chervyakli reduktor (5) shesternyalarini, almashtiriladigan shesternyalar z_1 va z_2 , konussimon shesternyalar z_3 va z_4 ni hamda reduktor (6) orqali kardanli vallar (7), (8) ni aylantiradi. Mashinaning yuqorigi kallagi universal bo'lgani uchun bo'ylama choklani payvandlashda roliklar (9) ning harakati shesternyalar z_7 va z_8 orqali, ko'ndalang choklarni payvandlash uchun kallak burilganda esa shesternyalar z'_7 va z'_8 orqali sodir bo'ladi.

2.10.3. Uchma-uch payvandlash mashinalarining siqish mexanizmlari

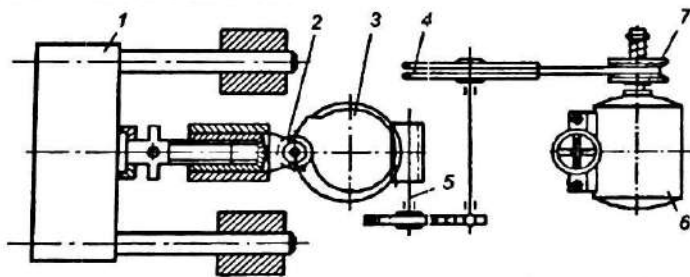
Bunday mashinalarning siqish mexanizmi quyidagi vazifalarni bajaradi: qarshilik bilan payvandlashda detallarning siqilishi va deformatsiyalanishi (qizdirish va cho'ktirish vaqtida), eritib payvandlashda detallarning muayyan qonunga muvofiq ravon yaqinlashishini (eritish vaqtida) hamda detallarning tez yaqinlashishi va deformatsiyalanishini (cho'ktirish paytida) ta'minlaydi. Qarshilik bilan uzlukli qizdirishdan foydalanilganda siqish mexanizmi detallarning qaytma-ilgarilama harakatini, shuningdek payvandlash zanjiri tutashgan paytlarda ularning siqishli va birmuncha deformatsiyalanishini amalga oshiradi.

Uchma-uch payvandlash mashinalarining siqish mexanizmlarida dastki, richagli, prujinali, elektr yuritgichli, pnevmatik, gidravlik, pnevmogidravlik va qurama (aralash) yuritmalar qo'llaniladi.

Richagli mexanizm tirsakli richaglar tizimidan iborat bulib, ular payvandchi sarflaydigan kuchdan (50 kN gacha) bir necha o'n baravar ortiq bo'lgan cho'ktirish kuchin hosil qilishga imkon beradi. U quvvati 100 kVA dan oshmaydigan avtomatlashtirilmagan mashinalarda qo'llaniladi.

Prujinali yuritmadan kichik quvvatli qarshilik bilan payvandlash mashinalarida foydalaniladi. Payvandlash paytida detallar oldindan siqilgan prujina ta'sirida siqiladi.

Elektr yuritgichli yuritma avtomat va yarimavtomat mashinalarda eritish va cho'ktirish chog'ida, harakatlanuvchi qismani harakatlantirish uchun ishlatiladi.



2.10.7-rasm. Uchma-uch payvandlash mashinalarining elektr dvigatelidan harakat oluvchi kulachokli siqish mexanizmi.

Elektr yuritgichli yuritmasi bo'lgan yarimavtomat mashinalarda oldindan qizdirish odatda detallarni dastki richagli yuritma siljitish orqali amalga oshiriladi.

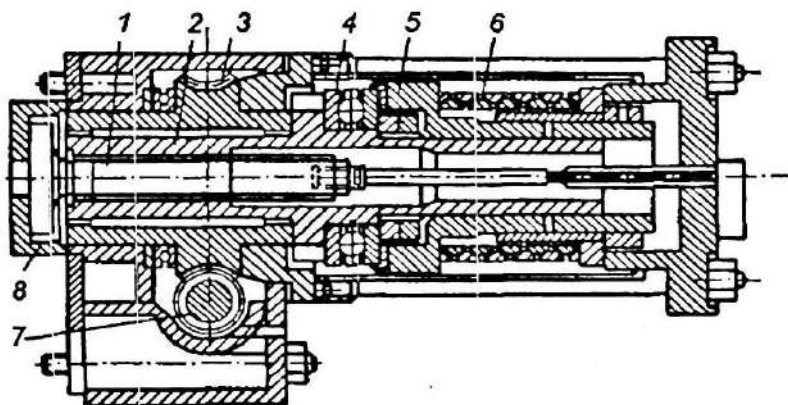
Qismali harakatlanuvchi plita (1) kulachok (3) vositasida tayanch rolik (2) orqali harakatlanadi. Kulachokli elektr yuritgich (6) ponasimon tasmali (4) va chervyakli (5) uzatmalar orqali aylantiradi. Tayanch rolikka tegish nuqtasida kulachok profili radiusining kattalishish tezligi eritish va cho'ktirish vaqtida, harakatlanuvchi qismaning siljish tezligini belgilaydi. O'zgaruvchan tok elektr yuritgichdan foydalanilganda payvandlash paytida kulachokning aylanish tezligi o'zgarmaydi, ammo mashina tezlik variatori (7) yoki almashtiriladigan shesternyalar yordamida sozlaganda o'zgarishi mumkin. Cho'ktirish vaqtida yuritma hosil qiladigan kuch 70–80 kN dan oshmaydi. Qudratli (400–750 kVA) mashinalarda cho'ktirish kuchini oshirish uchun kulachok bilan harakatlanuvchi qisma orasida richagli uzatmadan foydalaniladi.

Kulachokli mexanizمنىing kamchiligi cho'ktirish tezligi cheklanganligidardir (20–25 mm/s gacha). Shu bois ko'pgina uchma-uch payvadlash mashinalarida qurama (aralash) siqish mexanizm, ya'ni eritishda kulachokli mexanizm va ch o'ktirishda pnevmatik, pnevmogidravlik mexanizm qo'llaniladi.

Oldindan kizdirib payvandlashga mo'ljallangan ayrim qudrati mashinalarda harakatlanuvchi qismani siljitish uchun elektr yuritgichli yuritmasi bo'lgan vintli mexanizm ishlatiladi.

Harakatlanuvchi qisma (8) ga biriktirilgan vint (1) gayka (2) aylanganda ilgarilma harakat oladi, bu gayka chervyakli juftlik (3). (7) orqali elektr yuritgich bilan boglangan (2.10.8-rasm).

Vint aylanganda gayka tayanch (4) ga tiraladi. Bo'ylama kuch vtulka (5) orqali dinamometr (6) ning prujinalanuvchi halqalariga uzatiladi. Cho'ktirish kuchi dinamometrni siqish bilan cheklanadi – u berilgan darajada kaltalashganda oxirigi uzgich elektr yuritgichni uzib q o'yadi. Eritishdan cho'ktirishga o'tish vaqtida tezlikni keskin oshirish uchun ikki tezlikli elektr yuritgichlari yoki mustaqil uzatmali ikkita elektr yuritgichdan foydalaniladi. O'zgarmas tok elektr yuritgichlaridan foydalanish erish tezligini dastur asosida rostlashni osonlashtiradi. Bunday yuritmali mashinalarda eng katta cho'ktirish kuchi 200 kN tashqil etadi.



2.10.8-rasm. Uchma-uch payvandlash mashinalarining elektr yuritgichdan harakat oluvchi vintli siqish mexanizmi.

Pnevmatik siqish mexanizmlari tezkor bo'lib, ulardan asosan cho'ktirish vaqtida foydalaniladi, chunki ular eritish jarayonida qismaning zarur darajada ravon va barqaror harakatlanishini ta'minlaymadi. Bunday mexanizmlarda pnevmotsilindrdan foydalanish bilan bir qatorda diafragmali kameralar ham qo'llaniladi.

Gidravlik uzatish mexanizm o'rtacha va katta quvvatli mashinalarda keng qo'llaniladi. U ishonchli ishlaydi, uzatish tezligini rostlash chegaralari keng bo'lishini ta'minlaydi va deyarli istalgan cho'ktirish kuchini (3000 kN va bundan ziyod) hosil qiladi.

Gidravlik mexanizmli mashinalarda harakatlanuvchi qismaning siljish tezligi gidrotsilindrning bir bo'shlig'idan boshqasiga moy okib o'tadigan drosselning o'tish kesimini rostlash orqali yoki zolotnikli ergashuvchi qurilma yordamida o'zgartiladi.

2.10.4. Uchma-uch payvandlash mashinalarining qisuvchi mexanizmlari va tirak moslamlari

Qismalar ushbu vazifalarni bajaradi: detallar bir-biriga nisbatan aniq o'rnatilishi, tok manбайдan detallarga tok kelishi ta'minlaydi va cho'ktirish paytida detallarning sirpanishga yo'l qo'ymadi. Detallarni

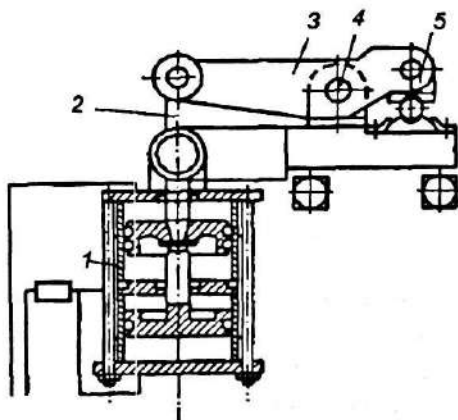
qismida o'rnatishning ikki usuli: tiraklar bilan va tiraklarsiz o'rnatish usullari qo'llaniladi.

Uzun detallar (tilimlar, relslar, kuvurlar va b.) tiraklarsiz payvandlanadi.

Bu holda katta qisish bosimlaridan foydalaniladi, chunki cho'ktirish kuchi detallarga detallar bilan jag'lar orasida hosil bo'luvchi ishqalanish kuchlari vositasida uzatiladi. Tiraklar bilan payvandlash cho'ktirish kuchi detallarga asosan tiraklar yordamida uzatiladi va shu bois tok keltiruvchi jag'lar yukdanancha holi bo'ladi. Qismlarning tuzilishi bag'oyat xilma-xil bo'lib, payvandlanadigan detallarning shakli hamda o'lchamlari, zarur qisish kuchi va ishlab chiqarish turi bilan aniqlanadi.

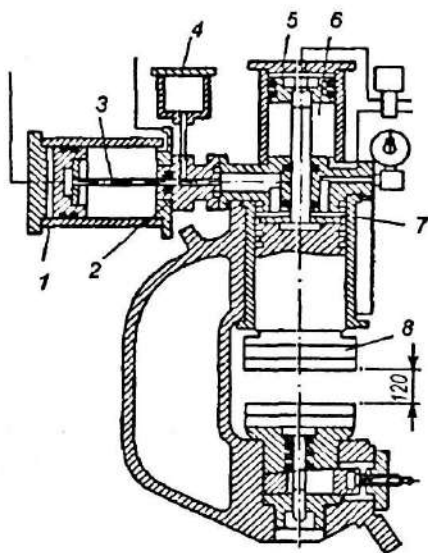
Kichik va o'rtacha quvvatli mashinalarda dastaki yuritmalik eksentrik vintli yoki richagli hamda pnevmatik qisuvchi mexanizmlar qo'llaniladi; o'rtacha va katta quvvatli mashinalarda elektr yuritmalik gidravlik, pnevmogidravlik qismlar ishlatiladi.

Pnevmatik qisuvchi mexanizm pnevmotsilindr (1) dan kuch shtok (2) va richag (3) orqali detal (5) ga uzatiladi (2.10.9-rasm); richag o'q (4) atrofida aylanadi. Qisish kuchi pnevmotsilindr havo bosimiga, richaglarining tuzilishiga qarab aniqlanadi va detallarning o'lchamiga bog'liq emas. Pnevmatik qismlarning qisish kuchi 20–100 kN ni tashkil etadi.



2.10.9-rasm. Uchma-uch payvandlash mashinalarining richagli-pnevmatik siqish mexanizmi.

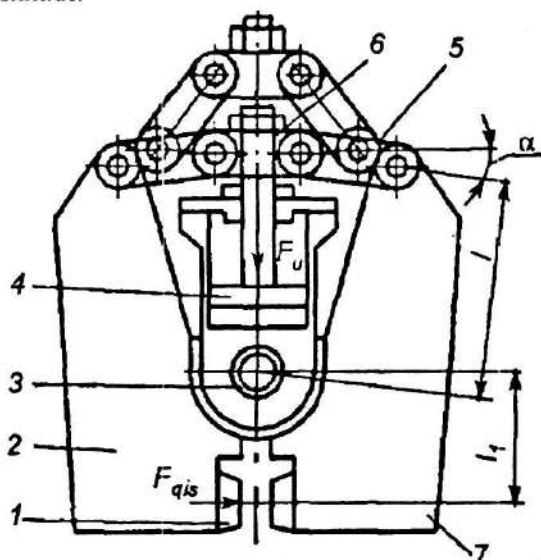
Pnevmogidravlik qisuvchi mexanizmida yuqorigi qisma (8) pnevmotsilindr kameralari (6) va (5) ga uzatilayotgan siqilgan havo yordamida ko'tariladi va tushadi (2.10.10-rasm). Kamera (5) ga havo kelganda qisma (8) pastga tushadi va detalni dastlabki qisib qo'yadi. Keyin havo ikkinchi silindrning kamerasi (1) ga uzatiladi. Shtok (3) bakcha (4) dan moy kelish yo'li uchun zarur bo'lgan katta bosimni hosil qiladi.



2.10.10-rasm. Uchma-uch payvandlash mashinalarining pnevmogidravlik siqish mexanizmi.

Gidravlik qisuvchi mexanizmlar gidravlik uzatish mexanizm bo'lgan mashinalarda qo'llaniladi. Ular tuzilishining nisbatan oddiyligi va o'lchamlarining kichikroqligi bilan ajralib turadi. Ba'zan qisish silindrlari diametrini kattalashtirish uchun qo'shaloq silindrlar (tandem-silindrlar) dan foydalaniladi. Qisish kuchi 100–500 kN bo'lgan mashinalarda moy qisish silindrlariga to'g'ridan-to'g'ri mashina gidronasosidan 7–10 MPa bosim ostida uzatiladi. qisish kuchi 1000–4000 kN va bundan katta bo'lgan mashinalarda qisish silindrlaridagi bosim 40–60 MPa gacha oshiriladi. Buning uchun maxsus nososlardan yoki bosim multiplikatorlaridan foydalaniladi.

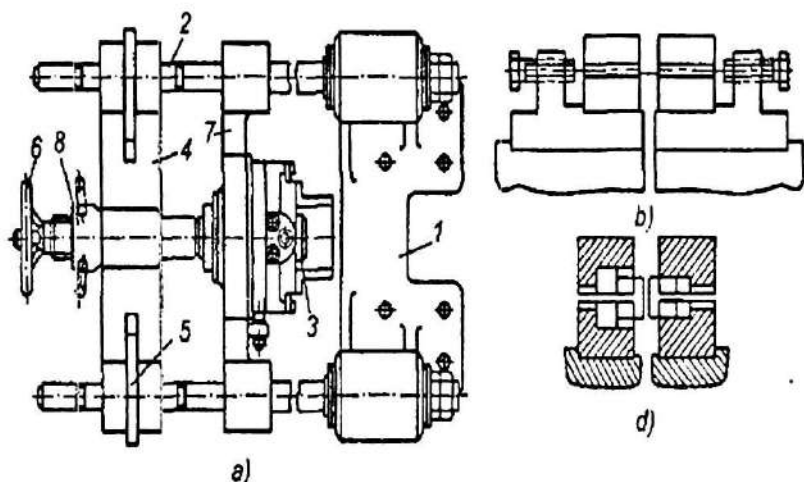
Qisish kuchi oshirish uchun bevosita ishlaydigan gidravlik qisuvchi mexanizmlar bilan bir qatorda richagli gidravlik mexanizmlar ham qo'llaniladi. Qudratli mashinalarda ba'zan elektr yuritmalı vintli qisuvchi mexanizmlar ishlatiladi. Yuqori qisma (1) vint (9) vositasida yo'naltiruvchilar (10) da harakatlanuvchi polzunga mahkamlangan. Chervyakli g'ildirak (4) shponka (3) bo'ylab sirpanuvchi gayka (2) ni aylantirganda vint ilgarilama harakatlanadi (2.10.11-rasm). Chervyak (8) elektr yuritgich 7 bilan aylantirilganda vint jag'ni qisilayotgan detalga tiralguncha pastga tushiradi. Elektr yuritgichning keyingi aylanishi gayka (2) ning qo'zg'almas vintdan burilib chiqishiga olib keladi. Gayka tayanch (5) orqali prujinali dinamometr (6) ni bosadi va uning siqish kuchi ma'lum miqdorga yetganda oxirgi ulagich elektr yuritgichni to'xtatadi.



2.10.11-rasm. Uchma-uch payvandlash mashinalarining elektr yuritgichdan harakat oluvchi qisish mexanizmi.

Tirak moslamalar cho'ktirish kuchini o'ziga qabul qilib, detallarning qisimlarda sirpanishiga yo'l qo'ymaydi. Tirak moslamalarning tuzilishi payvandlanadigan detallarning shakli va o'lchamlariga qarab aniqlanadi. Tiraklar payvandlash mashinasining

plitalariga, uzun detallarni payvandlashda esa maxsus yo'naltiruvchilarga o'rnatiladi.



2.10-rasm. Tirak moslamalar:

a - universal; b - qismlar kopusidagi tirak; d- jag'lardagi tirak.

100–300 kVA quvvatli mashinalarda qo'laniluvchi universal tirak moslamada kronshteyn (1) mashinasaning qo'zg'almas plitasiga mahkamlangan. Shtangalar (2) kronshteyn mahkamlangan. Shtangalarning uzunligi payvandlanadigan detallarning uzunligiga bog'liq. Payvandlash paytida detalning uchi tayanch qism (3) ga tirilib turadi. Xomaki rostlash tishlar (5) yordamida shtangacha mahkamlangan tirak planka (4) o'rni almashtirib amalga oshiriladi. Aniq rostlash uchun esa polzun (7) bilan bog'langan maxovikcha (6) xizmat qiladi. Rostlab bo'linganda keyin maxovik vinti gayka (8) bilan mahkamlab qo'yiladi.

Kalta detallarni payvandlashga mo'ljallangan, ya'ni rostlashning keng diapazoni talab qilinmaydigan mashinalarda tiraklar qisuvchi mexanizmlar bilan birlashtiriladi. Cho'ktirish kuchi korpusi bilan bog'langan tiraklar orqali yoki jag'lardagi yag'rinlar orqali uzatilish mumkin.

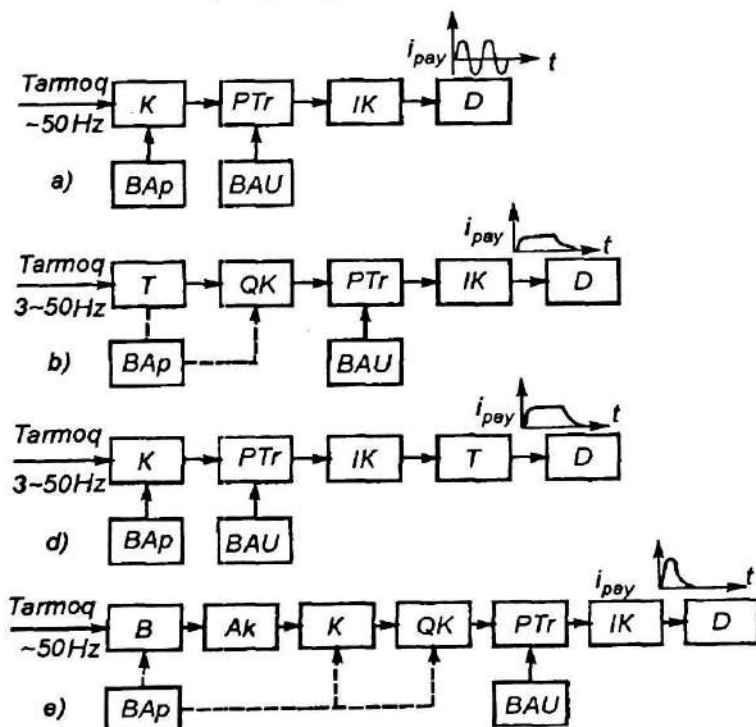
Tekshirish uchun savollar

1. Mexanizm deb nimani aytiladi?
2. Nuqtali, relyefli, chokli payvandlash mashinalaridagi detallarni qisish mexanizmlarida yuritmalarning qanday turlari qo'llaniladi?
3. Uchma-uch payvandlash mashinalarining qisish mexanizmlarida qaysi turdagi yuritmalardan foydalaniladi?

2.11. KONTAKTLI PAYVANDLASH MASHINALARINING ELEKTR QISMI

2.11.1. Mashinalar elektr qismining vazifasi va tuzilish sxemalari

Mashinaning elektr qismi payvandlash vaqtida talab etiladigan quvvatni ancha yuqori darajadagi FIK bilan va uning qismlari ruxsat etilganidan ortiq qizishiga yo'l qo'ymasdan ta'minlamog'i, mos ravishda yuklash tavsifiga ega bo'lmog'i hamda ishning bexatarligini ta'minlash kerak. Payvandlash joyi va mashina ikkilamchi konturining elektr qarshiligi uncha katta bo'lmaydi, shu bois payvandlash joy tez qizdiriga yetarli katta kuchli (250 kA gacha) payvandlash toki hosil bo'lishi uchun odatda pasaytirilgan kuchlanish (1–25 V) talab qilinadi.



2.11.1-rasm. Mashinalar asosiy turlari elektr qismining tuzilish sxemasi:

a - bir fazali o'zgaruvchan tok; b - uch fazali past chastotali tok; d - tok ikkilamchi konturda to'g'rilanadigan uch fazali; e - kondensatorli.

Mashinaning elektr qismi hamisha pasaytiruvchi tokini keltirish uchun ikkilamchi kontur IK xizmat qiladi. Payvandlash transformatori tarmoqqa yoki energiya akkumulyatori PTr uch fazali yoki vositasida ulanadi. Past chastotali mashinalarda transformator PTr uch fazali yoki olti fazali tugʻrilagich T ga ulanadi. PTr transformatorida navbatlashib keluvchi zarur tokning qutbiyligini qutbiylik kommutatori QK taʼminlaydi. Ikkilamchi kuchlanish (payvandlash toki) transformator PTr ning transformatsiya koeffitsientini b oʻlinali bosqichlar almashlab ulagichi BAU yordamida oʻzgartirish yoʻli bilan (bosqichli rostlash) yoki fazani rostlash yoʻli bilan (ravon rostlash), yoxud ana shu ikkala rostlash yoʻli bilan (aralash rostlash) rostlanadi. Energiya kondensatorlarda toʻplanadigan mashinalarda payvandlash toki kondensatorlar batareyasining kuchlanishini yoki sigʻimini oʻzgartirish orqali rostlanadi.

Payvandlash tokining fazasi boshqarish apparatlari BAp bilan rostlanadi. Ana shu apparatlar yordamida kontaktor yoki toʻgʻrilagichlarning, qutbiylik kommutatorining ulanishi va uzalishi, barcha payvandlash sikllari operatsiyalarining yoxud bir qismining berilgan izchilligi hamda davomlilik taʼminlanadi va h.

2.11.2. Mashinalarning asosiy energetik parametrlari

1. Kotaktli payvandlash mashinalari, qoidagi koʻra, payvandlash tokining ulanishi va uzilishi doimiy ravishda navbatchi bilan keladigan rejimda ishlaydi. Bu navbatchi bilan kelishlar detallarni payvandlash uchun oʻrnatish, payvandlash, payvandlab boʻlingandan keyin ularni bosim ostida turish, detallarni olish va boshqa operatsiyalar bilan bogʻlangan.

Elektr mashinasining qisqa muddati yuklanish (payvandlash toki) mashinaning toʻxtatilish (toʻxtam) bilan navbatlashib keladigan bunday rejimi takroriy-qisqa muddati rejim deb ataladi.

Takroriy - kiska muddati ish rejimi ushbu formula yordamida aniqlanadigan ulanish davomlilik (UD) bilan tavsiflanadi:

$$UD = 100 \cdot t_{\text{pay}} / t_s = 100 \cdot t_{\text{pay}} / (t_{\text{pay}} + t_r),$$

bunda: t_{pay} – payvandlash vaqti;

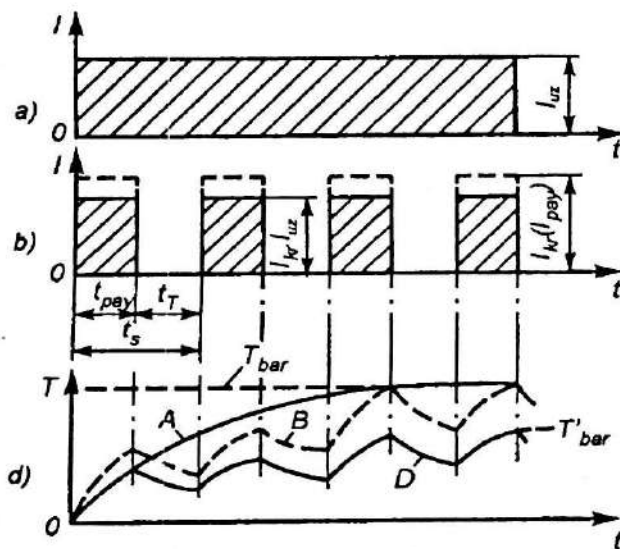
t_T – to‘xtam (tokning yuqligi);

t_s – t o‘lik payvandlash siklining davomlilikgi.

Ish uzoq davom etganda ($UD=100\%$) mashinaning istalgan tok keltiruvchi qismidagi harorat eksponensial qonunga muvofiq ko‘tarilib boradi va qandaydir barqaror T_{bar} qiymatga yetadi.

UD mashinaning vazifasiga bog‘liq bo‘lib, buyumlarni kontaktli payvandlashning biron-bir turi bilan tayyorlash texnologiyasiga qarab aniqlanadi (nuqtali payvandlash uchun 20%, chokli payvandlash uchun 50%, uchma-uch payvandlash uchun 30%, quvurlarni payvandlash stanlari uchun 100%).

Shunday qilib, kuchi har xil bo‘lgan toklar okib o‘tganda tok keltiruvchi qismlar bir xil darajada qizishi mumkin: UD qancha kichik bo‘lsa, qismni uzoq muddatli tok oqib o‘tganda yuzaga kelagn barqaror o‘sha tok bilan qizdirish uchun qisqa muddatli tok shuncha katta bo‘lmog‘i lozim.



2.11.2-rasm. Mashinaning ish rejimlari va ularning tok simlariga ta'siri:

a – uzoq muddatli rejimdagi tok; b – takroriy-qisqa muddatli rejimdagi tok; d – tok simlarining qizish.

2. ГОСТ 297-80 uzoq muddatli nominal ikkilamchi tok $I_{2u.m.n.}$ ni belgilab bergan, bu tok o'tganda ikkilamchi kontur va transformator qismlarining qizish joiz haroratlardan oshmaydi: ikkilamchi kontur qismlari uchun u ko'pi bilan 100°C ; payvandlash transformatorining o'ramlari uchun, sovitish sharoiti va izolyatsiya sinfiga qarab $60-140^{\circ}\text{C}$ ga teng. Qisqa muddatli va uzoq muddatli toklar o'rtasidagi nisbat ish rejimi davomli bo'lganda t_s vaqt ichida R qarshilikli tok keltiruvchi qismda ajralib chiqadigan issiqlik $I_{u.m.}^2 R t$, va takroriy – qisqa muddatli rejimda (UD) tok o'tganda ajralib chiqadigan issiqlik $I_{q.m.}^2 R t$, ning tengligidan hisoblab chiqariladi:

$$I_{q.m.} = I_{u.m.} \sqrt{\frac{100}{UD}}$$

Qisqa muddatli tok mashinaning qisqa tutashuv toki $I_{2q.t.max}$ ning (maksimal) qiymatidan katta bo'lishi mumkin, bu eng yuqori tok payvandlash transformatorining eng katta ikkilamchi kuchlanish U_{20max} ga (salt yurish rejimda) va mashinaning qisqa tutashuvi to'liq qarshiligi $Z_{2q.t}$ ga bog'liq:

$$I_{2q.t.max} = \frac{U_{20max}}{Z_{2q.t.}}$$

Payvandlash toki payvandlanadigan detallarning elektr qarshiligi R_{EE} ga hamda transformatorning ikkilamchi kuchlanishi U_{20} ga bog'liq:

$$I_{pay} = \frac{U_{20}}{Z_1} = \frac{U_{20}}{\sqrt{(R_{EE} + R_{2q.t.})^2 + x_{2q.t.}^2}}$$

bunda: R_{EE} va $x_{2q.t.}$ ikkilamchi konturga keltirilgan mashina qisqa tutashuvining aktiv va induktiv qarshiligi; $Z_2 = \sqrt{(R_{EE} + R_{2q.t.})^2 + x_{2q.t.}^2}$ – mashina hamda payvandlanayotgan detallarning to'liq qarshiligi.

Toklar orasidagi nisbat $I_{2q.t.}/I_{pay}$ keng doiralarda: 1,1 – 1,2 dan 3 gacha va bundan ortiq o'zgarib turadi.

3. Payvandlash amalga oshishi uchun t_{pay} vaqt ichida ikkilamchi konturda va detallar orqali berilgan tok I_{pay} oqib o'tishi kerak. Agar payvandlanayotgan detallarning elektr qarshiligi (asosan aktiv

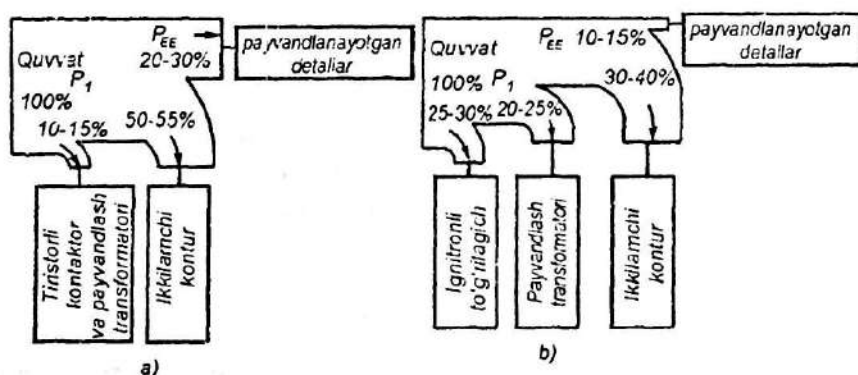
qarshiligi) R_{EE} ga teng bo'lsa, u holda zanjirning elektrodlar orasidagi qismida hosil bo'ladigan aktiv (foydali) quvvat quyidagi teng bo'ladi:

$$P_{EE} = R_{EE} I_{pay}^2 = U_{EE} I_{pay},$$

u yerda $U_{EE} = R_{EE} I_{pay}$ – elektrodlarda kuchlanishning pasayishi.
Mashinaning foydali ish koeffitsienti (FIK) ushbuga teng:

$$\eta = \frac{P_{EE}}{P_1},$$

bu yerda $P_1 = (R_{EE} + R_{2qt}) I_{pay}^2$ – mashina tarmoqdan olidigan aktiv quvvat.



2.11.3-rasm. Nuqtali payvandlashda quvvat sarfining taxminiy taqsimlanishi:

a – bir fazali o'zgaruvchan tok mashinalarida; b – past chastotali tok mashinalarida.

Foydali quvvat P_{EE} mashina tarmoqdan oladigan aktiv quvvat R_1 dan kichikdir. bunga ikkilamchi kontur, transformatoridagi va ventili kontaktorlardagi (to'g'rilagichlardagi) yo'qolishlar sabab bo'ladi:

4. Mashinaning payvanlash operatsiyasini amalga oshirish uchun zarur bo'lgan qisqa muddatli to'liq quvvati:

$$S = Z_{2qt} I_{pay}^2.$$

Mashina elektrodleri qisqa tutashgandagi chekli (eng katta) quvvat:

$$S_{q1, max} = Z_{2qt} I_{2qt, max}^2.$$

5) Quvvat koeffitsienti ($\cos\varphi$) ushbu nisbatlardan aniqlanadi:

$$\cos\varphi = \frac{P_1}{S} = \frac{R_{EE} + R_{2q.t.}}{Z_2},$$

elektrodlarning qisqa tutashuvida esa:

$$\cos\varphi_{q.t.} = \frac{R_{2q.t.}}{Z_2}.$$

Mashinaning qarshiligi $R_{2q.t.}$ ortishi bilan $\cos\varphi$ kattalashadi, FIK η esa kichiklashadi.

6. Mashinaning quvvatidan foydali foydalanish darajasi ushbu koeffitsient bilan tavsiflanadi:

$$\nu = \frac{P_{EE}}{S} = \eta \cos\varphi = \frac{R_{EE}}{Z_2},$$

po'lat detallarni payvandlashda $\nu=0,1-0,4$; aluminiy qotishmalarisidan yasalgan detallarni payvandlashda $\nu=0,025-0,08$ bo'ladi.

Kontaktli payvandlash mashinalarining energetik ko'rsatkichlarini ($\cos\varphi$, η , ν) yaxshilash maqsadida ikkilamchi konturni ta'minlovchi kuchlanish chastotasini kamaytirish va mashinaning ikkilamchi konturi o'lchamlarini kichiklashtirish (masalan, payvandlash apparatini payvandlash joyiga yaqinroq keltirish orqali) yo'li bilan mashinaning qisqa tutashuvi qarshiligi $Z_{2q.t.}$ ni kamaytirishga harakat qilinadi.

Detallarning elektr qarshiligi R_{EE} ga bog'liq holda mashinaning payvandlash toki I_{pay} o'zgarish haqidagi aniq tasavvurni yuklama tavsifi (YUT) beradi, ya'ni $I_{pay}=f(R_{EE})$. Yuklama tavsifi quyidagilar uchun transformatorning har bir bosqichiga hisoblab chiqariladi:

a) bir fazali o'zgaruvchan tok mashinasi uchun –

$$I_{pay} = \frac{U_{20}}{\sqrt{(R_{EE} + R_{2q.t.})^2 + X_{2q.t.}^2}};$$

b) tok ikkilamchi konturda to'g'rilanadigan mashina uchun –

$$I_{pay} = \frac{U_{20}}{R_{EE} + R_{2q.t.}}.$$

R_{EE} ning qiymati noldan (qisqa tutashuv toki $I_{2q.t.}$) 200–300 mkΩ gacha va bundan katta diapazonda tanlanadi.

7. Transformatorning turli bosqichlari uchun tashqi tavsiflar – elektrodlardagi kuchlanishning payvandlash tokiga bog‘liqligi, ya’ni $U_2 = f(I_{\text{pay}})$:

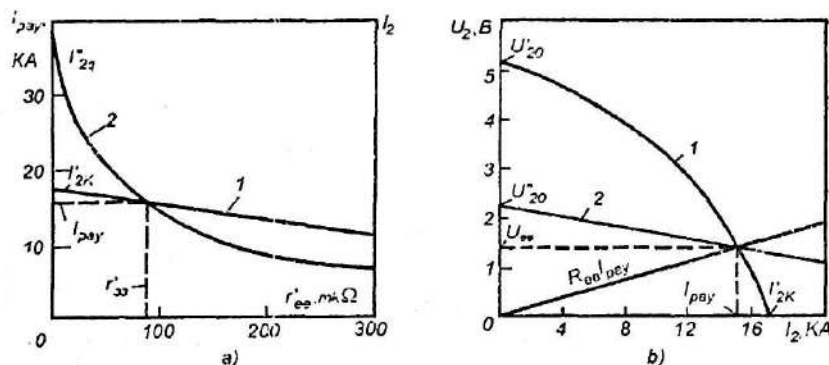
a) bir fazali o‘zgaruvchan tok mashinasi uchun –

$$U_2 = \sqrt{U_{20}^2 + x_{2k} I_{\text{pay}}^2} - R_{2\sigma} I_{\text{pay}}.$$

b) tok ikkilamchi konturda to‘g‘rilanuvchi mashina uchun –

$$U_2 = U_{20} - R_{2\sigma} I_{\text{pay}}.$$

Salt yurishda ($R_{EE} = \infty$) $I_{\text{pay}} = 0$, $U_2 = U_{20}$, qisqa tutashuvda esa ($R_{EE} = 0$) $I_{\text{pay}} = U_{20} / Z_{2q.t.}$, $U_2 = U_{20}$ dan kichik qiymatlarida topiladi.

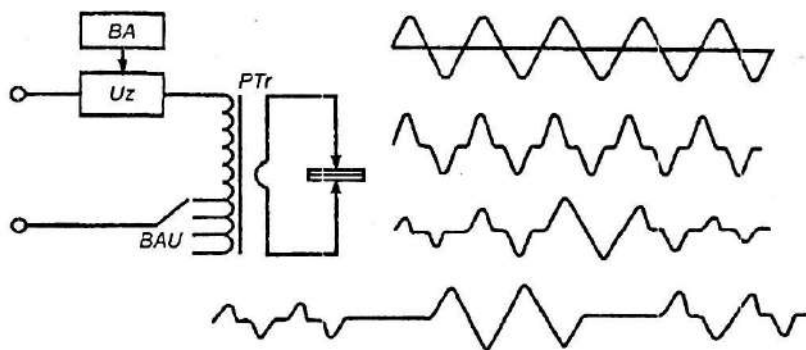


2.11.4-rasm. Bir fazali o‘zgaruvchan tok mashinachining tavsiflari:

a – yuklanish tavsifi; b – tashqi tavsifi.

2.11.3. Kontaktli payvandlash mashinalarining elektr zanjirlari

1) Bir fazali o‘zgaruvchan tok mashinalarida payvandlash toki bir fazali payvandlash transformatori PTr ning ikkilamchi chulg‘amida kontaktor-uzgich Uz ulangandan keyin paydo bo‘ladi. Tok kuchi bosqich almashlab ulagich BA bilan rostlanadi. Impulsning vaqti va shakli boshqarish apparatlari BA vositasida rostdanadi.

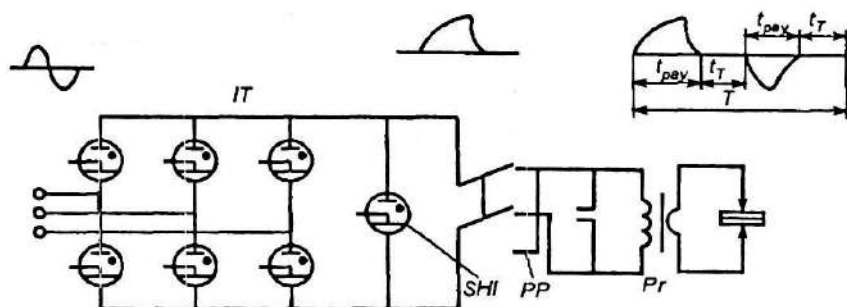


2.11.5-rasm. *Bir fazali o'zgaruvchan tok mashinasi kuch qismining prinsipial sxemasi.*

Bir fazali o'zgaruvchan tok mashinalarining afzalliklari: tarmoqning elektr energiyasini o'zgartiruvchi qurilma sodda tuzilgan, shakli va davomlilikiga ko'ra turlicha bo'lgan tok impulslerini hosil qilish imkoniyati bor. Kamchiliklariga esa kuch tarmog'i fazalarining notekis yuklanishi, ancha katta quvvatli mashinalar ulaganda tok impulsleri katta bo'lishi, quvvat koeffitsienti ($\cos\phi$) kichikligi kiradi.

2) Uch fazali past chastotali mashinalarda sanoat chastotasidagi tok uch fazali ko'prik sxema bo'yicha yig'ilgan kuch to'g'rilagichida 5–10 Hz chastotali impuls'larga aylantiriladi. To'g'rilagich payvandlash transformatori PTr ning birlamchi chul g'amiga ulangan. U qisqa muddatli impuls'lar bilan ulanadi. PTr ning birlamchi chulg'amiga to'g'rilagich IT ga ikkita ikki qutbli elektromagnitli kontaktor PP orqali ulanadi. Kontaktor payvandlar oralig'idagi to'xtamlar (pauzalar) vaqtida ishlaydi va uzatilayotgan tok impuls'larining qutbini navbati bilan o'zgartiradi. Bu esa payvandlash transformatoridagi magnit o'tkazgich to'yinishining oldini oladi.

Past chastotali mashinadi tok kommutatsiyasi shunday amalga oshadiki, payvanlash transformatorining birlamchi chulg'amiga uzaatilayotgan o'zgaras kuchlanishining ayrim impuls'lar unda tok impuls'larini uyg'otib, uning amplitudalarini tobora oshirib boradi (eksponensial qonunga muvofiq) va tok eng katta qiymati yetganda uni pasaytira boradi.



2.11.6-rasm. Past chastotali tok mashinasi kuch qismining prinsipial sxemasi.

Energiyaning bir qismi mashinaning magnit maydonida to'planadi, shu sababli tok ulanganda u nolgacha asta-sekin kamayadi. Birlamchi chulg'amdagi kuchlanishning qutbi o'zgargandan so'ng ulanadigan shuntlanuvchi ignitron SHI payvandlash transformatori bilan to'g'rilagich orasida o'tish jarayonlari yuz berishining oldini oladi. Bunda payvandlash tokining kuchi nolgacha tezrok pasayadi.

Tok chastotasi rejim parametrlariga bog'liq bo'lib, ushbu formula yordamida hisoblab topilishi mumkin:

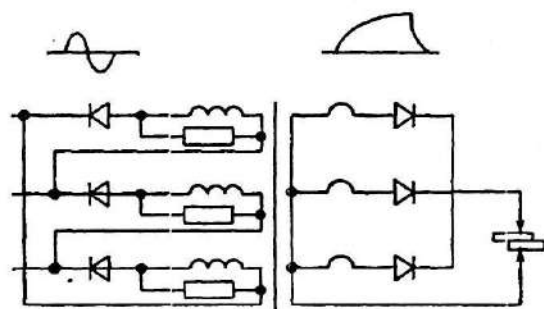
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2(t_{psy} + t_T)}.$$

Past chastotali mashinalarning afzalliklari: tarmoq fazalari bir tekis yuklanadi: quvvat koeffitsienti katta; belgilangan quvvat pasayadi (bir fazali mashinalarga nisbatan); tok impulsining shakli qulay.

Mashinalarning kamchiliklariga payvandlash transforma-torining o'lchamlari va og'irligi kattaligi, to'g'rilagichning sxemasi murakkabligi, mashinaning yetarli darajada ishonchli emasligi, to'g'rilagichning ulanish vaqti cheklanganligi (0,5 sek dan ortiq emas), tok impulsining shaklini tez o'zgartirib bo'lmazligi kiradi. Bu kamchiliklar tok kuchining barqarorlashini avtomatik boshqaruvchi apparatlar yaratilishiga to'sqinlik qiladi.

3) Uch fazali o'zgarmas tok mashinalarida (tok ikkilamchi konturda to'g'rilanadi) o'zgaruvchan tok tarmog'i ga ulangan uch fazali payvandlash transformatorining birlamchi chulg'amlari "uchburchak"

sxemasi bo'yicha ulangan, ikkilamchi chulg'amlari esa "yulduz" sxemasida ulangan. Boshqariluvchi ventillar (tiristorlar) birlamchi chulg'amlarda ketma-ket ulangan, ular tokning ulanish paytini o'zgartirish yo'li bilan uni ravon rostlash imkonini beradi. Birlamchi chulg'amlarga parallel ulangan yuklash qarshiliklari ventillar ishini yaxshilaydi. Ikkilamchi chulg'amlar bilan ketma-ket ravishda, boshqarilmaydigan kremniy kentillar (diodlar) ulangan bo'lib, ular kuchlanishi to'g'ri 1,6–2 V pasayganda va 50 V teskari pasayganda 5–6 kA li tok impulsini o'tkazishga imkoniyat beradi.



2.11.7-rasm. O'zgarmas tok mashinasi kuch qismining prinsipial sxemasi.

Birlamchi chulg'amlarda tok uniqutbiy tarzdaoqishga qaramay, uch fazali magnit tizimining sterjenlaridagi magnit oqimlari doimiy tashkil etuvchilarga ega emas, chunki uch sterjenli magnit tizimidagi magnit algebralik yig'indisi nolga teng va qoldiq magnitlanish kuzatilmaydi. Bunda manba impulsning istalgan davomlilikida yaxshi ishlaydi. To'xtamning davom etish vaqtiga, shuningdek payvandlash transformatorining birlamchi chulg'amiga ulangan tiristorlarning ulanish burchagiga qarab impulsar bitta qutbiylik va turli shakllarga ega bo'ladi.

To'g'rilagich ulanganda payvandlash tokining qiyrnmati quyidagi bo'ladi:

$$I_{\text{pav}} = \frac{U_2}{R_2} (1 - \exp(-\frac{t}{\tau})),$$

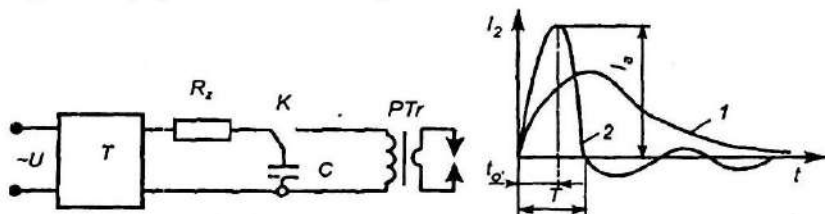
bunda: τ – ekvivalent vaqt doimiysi, $\tau = L_2/R_2$; U – to'g'rilangan ikkilamchi kuchlanish; R_2 , L_2 , – mashina ikkilamchi zanjirining aktiv

qarshiligi va induktivligi. Tokning o'sib borishi 0,12–0,14 s davom etadi.

To'g'rilagich uzilganda tokning pasayishi eksponenta bo'yicha boradi, eksponentaning ham shakli uning qiymatiga bog'liq.

O'zgarmas tok mashinasining afzalliklari: tarmoq fazalari bir tekis yuklanadi; quvvat koeffitsienti kattaroq (bir fazali mashinalarga nisbatan); tok impulsining shakli qulay va rostlash imkoniyatlari keng; payvandlash tokiga payvandlanadigan detallarning ferromagnit massalari ta'sir qilmaydi.

4) Kondensatorli mashinalarda energiya kondensatorlar C bataresida to'planadi, bu batareya to'g'rilagich T va zaryadlash qarshiligi R_z orqali tarmoqdan zaryadlanadi, keyin esa payvandlash transformatori PT_r ning birlamchi chulg'ami orqali zaryadsizlanadi. Kontaktor K almashlab ulanganda qisqa muddatli razryad impulsi yuzaga kelib, o'zakda magnit oqimini uyg'otadai va ikkilamchi chulg'amda payvandlash toki impulsi o'tadi.



2.11.8-rasm. Kondensator mashina kuch sxemasining prinsipial sxemasi: 1 – nodavriy; 2 – tebranma; t_0 – impulsning o'sish vaqti; I_a – payvandlash tokning amplituda qiymati.

Kondensatorda to'planadigan energiya (J):

$$W_c = \frac{CU_c^2}{2},$$

bunda U_c – kondensatorlarni zaryadlash kuchlanishi; C – kondensatorlar sig'imi.

Kondensatorni zaryadlash vaqti $t_z = 3R_z C$ uni zaryadsizlanish vaqti t_{zs} dan uzoqroqdir. t_z/t_{zs} nisbat (3–10):1 atrofida bo'ladi. Bu hol unumdorlikni jiddiy kamaytirmaydi, chunki zaryadlanish to'xtam vaqtida yuz beradi.

Dastlabki paytda zaryadlash toki $I_{z.n}$ qarshilik R_z bilan aniqlanadi:

$$I_{z.n} = \frac{U}{R_z},$$

chunki kondensatordagi kuchlanish $U_c=0$ bo'ladi.

Keyin zaryadlash toki eksponensial qonun bilan aniqlanadi:

$$i_z = I_{z.n} \cdot \exp\left(-\frac{t}{R_z C}\right).$$

Zanjir parametrlarining nisbatiga qarab, zaryadlash nodavriy bo'lishi mumkin (agar $R > 2\sqrt{L/C}$ bo'lsa) yoki tebranma bo'lib, $R < 2\sqrt{L/C}$ da so'nishi mumkin, bu yerda R va L – payvandlash mashinasining uning birlamchi zanjiriga keltirilgan ekvivalent parametrlari.

Impusning qiymati va shakli zaryadlash kuchlanishi U_c , transformatsiya koeffitsienti va kondensatorlar C batareyasining sig'imini o'zgartirib rostlanadi.

Kondensatorli mashinalarning afzalliklari: tarmoqdan energiyani bir tekis oladi, quvvat koeffitsienti katta, qisqa muddatli impuls hosil qilishi mumkin. Kamchiliklariga esa payvandlash impulsining oldingi o'sish maydoni haddan tashqari tikligi, payvandlash jarayonida tok kuchini o'zgartirish mumkin emasligi (avtomatik boshqaruvda), qudratli mashinalardagi kondensatorlar batareyasining qo'polliigi kiradi.

Kondensatorli mashinalar qora va rangli metallardan tayyorlangan yupqaroq (0,7 mm gacha) detallarni nuqtali hamda relyefli payvandlash uchun va aluminiy qotishmalaridan ishlangan 2,5 mm gacha qalinlikdagi detallarni qulochi katta mashinalarda nuqtali payvandlash uchun keng qo'llaniladi.

2.11.4. Kontaktli payvandlash mashinalarining ikkilamchi konturini hisoblash

Konturning tuzilish sxemasi, uning asosiy o'lchamlari va UM dagi nominal payvandlash tokini hisoblash uchun boshlang'ich ma'lumotlar sanaladi.

Ikkilamchi konturni hisoblashda kontur qismlarining kesimlari, kontaktli birikmalarning o'lchamlari, konturning aktiv qarshiligi $R_{i,k}$ va induktiv qarshiligi $x_{i,k}$ aniqlanadi.

1. Barcha qismlarning kesimlari, ularni sovitilishi, kontaktlarning yuzi shunday bo'lishi kerakki, uzoq muddatli nominal ikkilamchi tok $I_{2u.m.}$ o'tganda kontur qismlarining harorati joiz qizish haroratidan, ya'ni tok ikkilamchi konturda to'g'rilanadigan mashinalar va past chastotali mashinalar uchun 70°C dan hamda bir fazali o'zgaruvchan tok mashinalari uchun 100°C dan yuqori bo'lmasin.

Kontur qismining kesimi q va kontaktning yuzi tokning uzoq muddatli joiz zichligi j bo'yicha hisoblash aniqlanadi:

$$q = \frac{I_{2u.m.}}{j}.$$

Ikkilamchi kontur qismlaridagi j ning qiymatlari:

a) $j=20-30 \text{ A/mm}^2$ – BpX, BpKd1 qotishmalaridan yasalgan suv bilan sovitiluvchi elektrodlar uchun;

b) $j=12-18 \text{ A/mm}^2$ – elektrod tutqichlar uchun;

d) $j=1-1 \text{ A/mm}^2$ – M1 markali misdan tayyorlangan, suv bilan sovitilmaydigan konsollar uchun;

e) $j=1-2.5 \text{ A/mm}^2$ – egiluvchan shinalar uchun.

2. Kontur ayrim qismlarining uzunligi hamda kesimi va konturning o'zining o'lchamlari ma'lum bo'lsa, ikkilamchi konturning to'liq qarshiligi aniqlanadi.

a) atktiv qarshilik $R_{i,k}$ kontur ayrim qismlarining va ular orasidagi topish uchun kontur ko'ndalang kesimlarining tashqi shakli va materialining turi bo'yicha bo'laklarga bo'linadi.

20°C da i - qismning aktiv qarshiligi:

$$R_i = K_{sirt} \rho_i l_i / q_i,$$

bunda: i – 20°C dagi solishtirma elektr qarshilik; K_{sirt} – sirtqi effekt koeffitsienti; l_i va q_i – i -qismning uzunligi va ko'ndalang kesimi.

Qism t haroratgacha qizdirilgandagi solishtirma qarshilik quyidagicha bo'ladi:

$$\rho_{it} = \rho_i (1 + \alpha(t - t_{sov})) .$$

Yuzalarining o'lchamlari, holatiga va siqish kuchiga bog'liq bo'lgan kontaktlarning qarshiligi qo'zg'almas doimiy kontaktlar uchun 1–8 mkΩ (ko'pincha 1–2 mkΩ), qo'zg'almas o'zgaruvchan kontaktlar uchun 4–8 mkΩ, harakatlanuvchi kontaktlar uchun esa 8–20 mkOm qilib olinadi.

b) Ikkilamchi konturning induktiv qarshiligi:

$$x_{i,k} = 2\pi f L_{i,k},$$

bu yerda $L_{i,k}$ – konturning induktivligi.

$L_{i,k}$ ning qiymati yuzlar bo'yicha hisoblash va ayrim qismlar (uchastkalar) uslublaridan foydalanib aniqlanadi. Kontaktli mashinalar konturlarining induktivliklarini o'chlash bo'yicha tajriba ma'lumotlari asosida 50 Hz chastotada kontur induktivligining uning yuziga bog'liqligi $\pm 25\%$ aniqlik bilan aniqlangan:

$$L_{i,k} = S_{i,k}^{0,73} \cdot 10^{-6} / (2\pi f), \text{ Gn};$$

$$x_{i,k} = S_{i,k}^{0,73} \cdot 10^{-6}, \Omega,$$

bunda $S_{i,k}$ – mashinaning payvandlash konturi qamraydigan maydoni, sm^2 .

Induktivlikni ayrim qismlar uslubi bilan hisoblashda ikkilamchi kontur uchida ulagich bo'lgan ikki simli liniya deb qaraladi. K o'ndalang kesimi bir xil va bir-biridan oralig'i bir xil bo'lgan qismlarda qulochning uzunlik birligiga to'g'ri keluvchi induktivlik o'zgarmasdir. Shundan kelib chiqib, ikkilamchi kontur o'zgarmas kesimlarga ega bo'lgan qismlarga bo'linadi; hisoblab topilgan ayrim qismlarning induktiv qarshiliklari qo'shiladi va $x_{i,k}$ topiladi:

$$x_{i,k} = \sum x_{i,k,i},$$

bu yerda: l_i – hisoblanayotgan qismning uzunligi, sm; $x_{i,k,i}$ – quyidagilar uchun tok simining hisoblanayotgan qismi elementalari jufligi ("to'g'ri" hamda "teskari") uzunligining 1 sm iga to'g'ri keluvchi induktiv qarshilik (Ω/sm) bo'lib, u:

a) o'qlari o'rtasidagi oraliq b bo'lgan r_1 va r_2 radiusli dumaloq kesimlar uchun:

$$x_{i,k,i} = 1,37 \left(\frac{b-r}{r} \right)^{0,38} \cdot 10^{-6},$$

bunda

$$r = \sqrt{r_1 r_2} ;$$

b) eni δ_1 va δ_2 , uzunligi β_1 va β_2 o'qlari o'rtasidagi oraliq b bo'lgan to'rtburchak kesimlar uchun:

$$x_{i,k} = 0,38 \left(\frac{b - \delta}{\delta} \frac{\beta}{\delta} \right)^{0,45} \cdot 10^{-6},$$

bunda $\delta = \sqrt{\delta_1 \delta_2}$, $\beta = \sqrt{\beta_1 \beta_2}$;

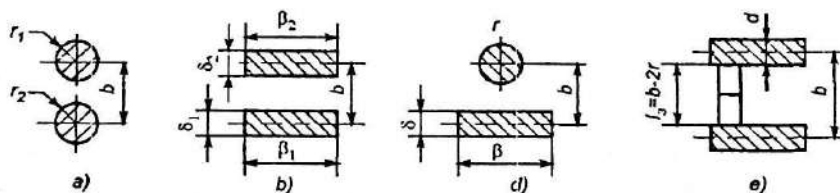
d) r radiusli dumaloq hamda eni δ va uzunligi β , o'qlari o'rtasidagi oraliq b bo'lgan to'rtburchak kesimlar uchun:

$$x_{i,k} = 0,97 \left(\frac{b-r}{r} \frac{b-\delta}{\delta} \frac{\beta}{\delta} \right)^{0,17} \cdot 10^{-4} ;$$

e) elektrodlar uchun:

$$x_{i,k} = 0,95 \exp \left(0,05 \left(\frac{b-r}{r} \right) \right) \cdot 10^{-4}$$

Ushbu uslub aniqroq bo'lib, xatolik $\pm 5\%$ dan oshmaydi.



2.11.9-rasm. «To'g'ri» va «teskari» tok simi kesimining shakllari:

a – dumaloq, b – to'rtburchak; d – dumaloq va turtuburchaq; e – elektrodlar.

Konturning kichik (5 Hz gacha) chastotadagi induktiv qarshiligi $x_{i,k}$ ning $f/50$ baravar, K_{sirt} koefitsient uchun esa $\sqrt{f/50}$ baravar kichraytirilgan qiymati bo'yicha hisoblab topiladi.

Konturning qulochi l va ochilishi h kattalashishi, ya'ni yuzi $S_{i,k} = lh$ ning ortishi bilan uning induktiv qarshiligi ziyodlashadi, bu esa mashinaning sozlanishi o'zgaras bo'lganda payvandlash tokining kichiklashuviga olib keladi. Konturga ferromagnit massalar (detallar, moslamalar) ning kiritilishi ham $x_{i,k}$ ning qiymatini (konturning magnit singdiruvchanligi o'zgarishi evaziga) va $R_{i,k}$ ning qiymatini kattalashtiradi (ana shy massalarda uyurma toklar uyg'onishi oqibatida).

$$x_{i,k} = 1322^{0,73} = 190 \text{ mk}\Omega$$

ni topamiz.

BpX markali xromli bronzadan tayyorlangan ikkita elektrod (4) ning aktiv qarshiligi:

$$R_4 = 2K_{sirt}\rho_T l / q = 2 \cdot 1,02 \cdot 0,03 \cdot 0,03 \cdot 4 / (3,14 \cdot 0,016^2) = 9,2 \text{ mk}\Omega$$

(K_{sirt} – sirtqi effekt koeffitsienti, $K_{sirt}=1,02$).

M1 markali misdan yasalgan, suv bilan sovitiladigan ikkita elektrod tutqich (5) ning qarshiligi quyidagichadir (elektrod tutqichdagi ichki teshik 18 mm va $K_{sirt}=1,08$ bo'lganda):

$$R_5 = 2 \cdot 1,08 \cdot 0,0175 \cdot 0,04 \cdot 4 / (3,14 \cdot (0,025^2 - 0,016^2)) = 6,4 \text{ mk}\Omega.$$

M1 markali misdan tayyorlangan, havo bilan sovitiladigan to'rtburchak kesimli yuqorigi konsol (3) ning ($K_{sirt}=1,54$) qarshiligi quyidagicha bo'ladi:

$$R_3 = 1,54 \cdot 0,0175 \cdot 0,24 / (0,06 \cdot 0,03) = 3,6 \text{ mk}\Omega.$$

Pastki konsol (6) ning ($K_{sirt}=2,06$) qarshiligi esa quyidagichadir:

$$R_6 = 2,06 \cdot 0,0175 \cdot 0,17 / (0,06 \cdot 0,04) = 2,6 \text{ mk}\Omega.$$

Yupqa mis folgasidan yig'ilgan yuqorigi egiluvchan shina (2) ning qarshiligi ($K_{sirt}=1,6$) da hisoblab topiladi:

$$R_2 = 1,6 \cdot 0,0175 \cdot 0,235 / (0,12 \cdot 0,02) = 2,7 \text{ mk}\Omega.$$

M1 markali misdan tayyorlangan, havo bilan sovitiluvchi to'rtburchak kesimli pastki qattiq shina (7) ning qarshiligi ($K_{sirt}=1,54$) ushbuni tashkil etadi:

$$R_7 = 1,54 \cdot 0,0175 \cdot 0,4 / (0,07 \cdot 0,02) = 7,7 \text{ mk}\Omega.$$

M1 markali misdan ishlangan, havo bilan sovitiladigan yuqorigi kolodka (1) ($K_{sirt}=1,6$) ushbu qarshilikka ega:

$$R_1 = 1,6 \cdot 0,0175 \cdot 0,19 / (0,06 \cdot 0,02 \cdot 2) = 2,2 \text{ mk}\Omega.$$

Barcha tok keltiruvchi qismlarning $T=20^\circ\text{C}$ dagi aktiv qarshiligi:

$$R_a = R_1 + R_2 + \dots + R_7 = 2,2 + 7,7 + 2,7 + 2,6 + 3,6 + 6,4 + 9,2 = 34,4 \text{ mk}\Omega.$$

Mazkur qismlarning ish harorati $T_i=80^\circ\text{C}$ ga keltirilgan aktiv qarshiligi:

$$R_{ish} = R_s (1 + (T_{ish} - T)) = 34,4(1 + 0,00393(80 - 20)) = 42,5 \text{ m}\Omega.$$

Oraliq kontaktlar soni 9 ta. Bitta kontaktning aktiv qarshiligini mos ravishda 2 m Ω qilib olamiz, u holda $R_{o.k} = 9 \cdot 2 = 18 \text{ m}\Omega$ bo'ladi.

Ikkilamchi kontur hamma qismlari va oraliq kontaktlarining aktiv qarshiligini tashkil etadi:

$$R_{i.k} = R_{ish} + R_{o.k} = 42,5 + 18 = 60,5 \text{ m}\Omega$$

Payvandlash joyining qarshiligi $R_{EE} = 90 \text{ m}\Omega$ ikkilamchi chulg'amga keltirilgan payvandlash transformatori chulg'amlarining aktiv va induktiv qarshiliklari $R_{pay.t} = 17 \text{ m}\Omega$, $x_{pay.t} = 25 \text{ m}\Omega$ bo'lganda payvandlash konturining to'liq qarshiligi quyidagiga teng:

$$Z = \sqrt{(R_{i.k} + R_{pay.t} + R_{EE})^2 + (x_{i.k} + x_{pay.t})^2} = \\ = \sqrt{(60,5 + 17 + 90)^2 + (190 + 25)^2} = 272,5 \text{ m}\Omega$$

Tekshirish uchun savollar:

1. Kontaktli payvandlash mashinasining elektr qismi qanday vazifani bajaradi?
2. Kontaktli payvandlash mashinalarining asosiy elektr parametrlari qanday?
3. Takroriy-qisqa muddatli ish rejimi deb nimaga aytiladi?
4. Kontaktli payvandlash mashinasining yuklash tavsifi deb nimaga aytiladi?
5. Kontaktli payvandlash mashinasining tashqi tavsifi deb nimaga aytiladi?
6. Kontaktli payvandlash elektr zanjirlarining asosiy turlarini aytib bering.
7. Bir fazali o'zgaruvchan tok mashinalarining afzalliklari va kamchiliklarini ayting.

2.12. KONTAKTLI PAYVANDLASH MASHINALARINING PAYVANDLASH TRANSFORMATORLARI

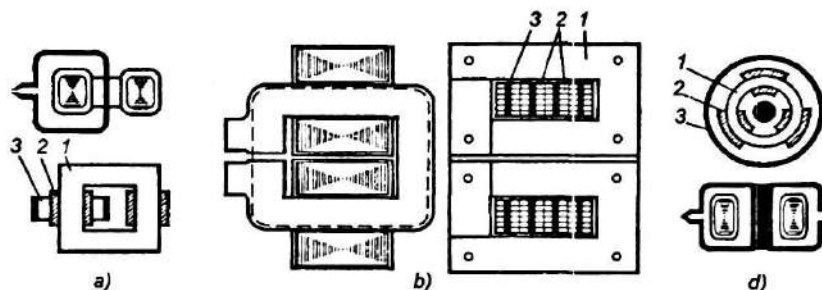
2.12.1. Payvandlash transformatorining tuzilishi

Payvandlash transformatori kontaktli payvandlash mashinasining asosiy qismi bo'lib, uning tavsifi mashinaning parametrlarini belgilab beradi. Kontaktli payvandlash uchun 250 kA gacha toklar talab qilinadi. Bunday toklarni past kuchlanishda (12 V gacha, kamdan-kam hollarda 25 V gacha) olish mumkin, chunki payvandlash transformatorining ikkilamchi konturidagi qarshilik nisbatan uncha katta emas.

Barcha payvandlash transformatorlari pasaytiruvchidir. Bir fazali o'zgapyvchan tok (50 Hz) mashinalari va uch fazali o'zgarmas tok mashinalarining transformatorlari to'g'ridan-to'g'ri 380 V (kamdankam hollarda 220 va 660 V) kuchlanishli sanoat tarmog'i ga ulanadi. Ayrim hollarda transformatorlar oshirilgan (100–800 Hz) yoki yuqori (450 kGs gacha) chastotali tok bilan ta'minlanadi.

Transformator ikkilamchi chulg'aming zarur salt yurish kuchlanish ikkilamchi konturning o'lchamlari, payvandlanadigan materialning fizik xossalari, payvand birikmaning o'lchamlari va hokazolarga qarab aniqlanadi.

Kontaktli payvandlash mashinalari transformatorlarining o'ziga xos xususiyati ikkilamchi chulg'amlar soni kamligidadir (bitta yoki ikkita). Har bir transformatorida birlamchi chulg'am w_1 o'ramlarining turli sonini ulash uchun bir necha bosqichlar bo'ladi, shu tufayli U_{20} o'zgaradi va payvandlash tokini rostlashga erishiladi. w_1 ko'payganda transformatsiya koeffitsienti kattalashagi, bu esa tarmoq kuchlanishi U_1 o'zgarmagani holda U_{20} ning pasayishi va I_2 ning kichiklashuviga olib keladi.



2.12.1-rasm. Kontaktli payvandlash mashinalari payvandlash transformatorlarining asosiy turlari va ularning qismlari:

a – sterjenli; *b* – zirxli; *d* – halqasimon;

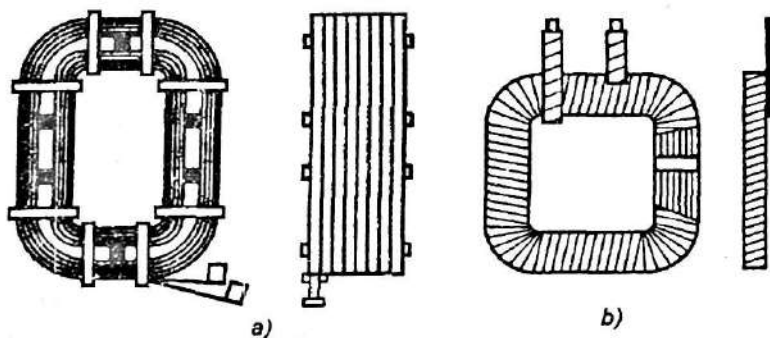
1 – magnit o'tkazgich; *2* – birlamchi chulg'am; *3* – ikkilamchi chulg'am.

Transformator uchta asosiy uzal: magnitli uzak (magnit o'tkazgich), birlamchi va ikkilamchi chulg'amlardan tuzilgan. O'zaginging tuzilishiga qarab transformatorlar sterjen o'zakli, zirx o'zakli va halqasimon o'zakli xillarga ajratiladi. Transformatorning sterjenli magnit o'tkazgichi tayyorlanishiga ko'ra sodda, ammo tarqalish oqimlari kattaligi, transformator po'lat ancha ko'p sarflanishi va chulg'amlarni mexanik tarzda mahkamlash qiyinligi tufayli u kam qo'llaniladi. Transformatorning zirxli magnit o'tkazgichi tayyorlashda po'latni tejash va chulg'amlarni magnit o'tkazgichga nisbatan ishonchliroq mahkamlash imkonini beradi, shuningdek tarqalish oqimlarini kamaytiradi. Halqasimon magnit o'tkazgichli transformatorlar asosan quvurlarni payvandlashga mo'ljallangan.

Transformatorlarning magnit o'tkazgichlari 1211, 1212, 1511, 1512 markali issiq holatda yoyilgan elektrotexnika po'lati yoki 3412, 3414 markali sovuq holatda yoyilgan elektrotexnika po'latining 0,5mm qalinliklari to'rtburchak II-, III-simon yoki halqasimon shakldagi plastinalaridan yig'iladi. Uyurma toklar tufayli yo'qotishlarni kamaytirish maqsadida plastinalarning ikki tomoni lok bilan qoplanadi. Sovuq holatda yoyilgan o'ralgan (rulon) yoki tasmasimon po'latdan o'zaklar eshilib, qatlamlari suyuq shisha va kaolindan iborat tarkib bilan izolyatsiyalanadi.

Birlamchi chulg'amlar ikki turda – silindrsimon va disksimon qilib tayyorlanadi. Silindrsimon chulg'am asosan quvvati 25 kVA dan oshmaydigan sterjenli transformatorlarda qo'llanilib, bitta, kamdankam hollarda ikkita g'altakdan iborat bo'ladi. g'altaklar dumaloq yoki to'rtburchak kesimli izolyatsiyalangan chulg'ambop simdan (ПЦД markali mis yoxud aluminiydan ishlangan) balandligi bo'yicha bir necha qator va eni bo'yicha bir necha qavat qilib o'raladi. Qatlamlar orasidagi qistirmalar uchun B sinfidagi izolyatsiyalovchi material ishlatiladi, bu material qizishga chidamlilik (125°C gacha qizdirilganda) va nanga chidamlilik yetarli darajada bo'lishini ta'minlaydi. Chulg'am havo yoki suv bilan sovitiladi.

Disksimon chulg'amlar to'rtburchak chulg'ambop misdan (eni 5,1–14,5 mm ПВД, ПЦД markali) yoki aluminiydan (eni 4,7–19,5 mm, АПЦД, АПВД markali) tayyorlanadi. O'ramlar bir-biridan va transformatorning boshqa qismlaridan 0,2–0,3 mm qalinlikdagi elektr kartoni, 0,2–0,3 mm qalinlikdagi slyudinit, 0,17 mm qalinlikdagi shisha eskapon vasitasida ajratiladi (izolyatsiyalanadi)



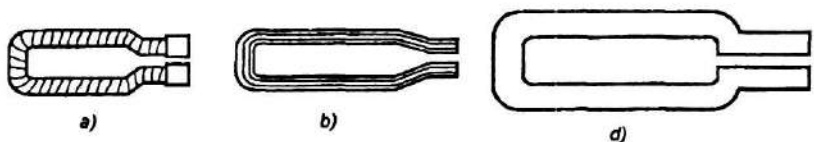
2.12.2-rasm. Payvandlash transformatorlarining birlamchi chulg'amlari:

a – silindrsimon; *b* – disksimon.

Tayyor bo'lgan g'altaklar tortib joyga to'planadi va butun yuzasi kiper tasmasi yoki eskaponli loklangan latta bilan izolyatsiyalanib, lok shimdiriladi hamda chamasi 100°C haroratda quritiladi. Transformatorning birlamchi chulg'am i alohida-alohida disksimon

g'altaklardan yig'ilib, g'altaklar o'zaro ketma-ket yoki ketma-ket-parrallel ulanadi. G'altaklar ikkilamchi chulg'amning alohida diskleri bilan navbatlashib keladi, bu bilan transformator magnit oqimining tarqalishi kamayishiga erishiladi va ayni paytda issiqlik ikkilamchi chulg'amning suv bilan sovutiladigan diskiga o'tib ketishi hisobiga birlamchi chulg'amning sovishi yaxshilanadi. G'altak ishdan chiqqanda butun birlamchi chulg'amni qayta o'ramasdan yangisi bilan almashtiriladi.

Payvandlash transformatorining ikkilamchi chulg'ami odatda bir o'ramdan, kamdan-kam hollarda ikki o'ramdan iborat bo'ladi.



2.12.3-rasm. Payvandlash transformatorining ikkilamchi o'rami:

a – birlamchi chulg'ami silindrsimon kam quvvatli transformatorlardagi egiluvchan kabeldan qilingan o'ram; *b* – 0,2–0,4 mm qalinlikdagi mis folgasidan ishlangan egiluvchan o'ram; *d* – disksimon birlamchi chulg'amli transformatorlardagi 6 – 20 mm qalinlikdagi uchta yoki bundan ko'p parallel ulangan disksimon qismlaridan iborat chulg'am.

Payvandlash transformatori ulanganda uning o'zagi va chulg'amlarida ancha katta elektrodinamik kuchlar yuzaga keladi. Agar chulg'amlar puxta mahkamlanmagan bo'lsa, izolyatsiya buzilishi va transformator ishdan chiqishi mumkin. Shuning uchun o'zak qattiq ramkalar yordamida boltlar bilan qotirib qo'yiladi. Chulg'amlar qisuvchi boltlar yoki ponalar vositasida ishonchli mahkamlab qo'yiladi.

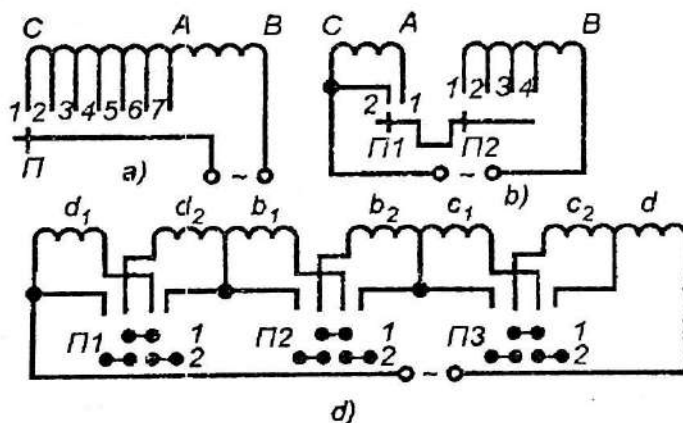
Yig'ib bo'lingan transformatorning birlamchi g'altaklari ikkilamchi chulg'am laridan getinaks yoki slyudinit qistirmalar vositasida, o'zakdan esa elektr kartoni slyuda yoxud ularning o'rnini bosuvchi materiallardan qilingan qistirmalar vositasida ajratib qo'yiladi (izolyatsiyalanadi), yo bo'lmasa epoksid kompaundi eritib quyilali. Keyingi holda chulg'amlar namlik, ifloslanishdan yaxshi himoyalanaadi, mexanik va elektr mustahkamligi yuqori bo'ladi.

2.12.2. Payvandlash transformatorlaridagi payvandlash tokini rostlash

Payvandlash toki ikkilamchi kuchlanish U_{20} ni o'zgartirish yo'li bilan rostlanadi. Ikkilamchi kuchlanishni rostlash bosqichlari soni 4–16 doirasida tanlanadi. Oxirgidan oldingi bosqich nominal (hisoblab aniqlangan) bosqichdir. Chulg'am sxemasi shunday bajarilmog'i kerakki, istalgan bosqichda rostlash koeffitsienti quyidagicha bo'lsin:

$$k_r = \frac{U_{2\max}}{U_{2,1}} \geq 1,4 \div 2,$$

bunda $U_{2\max}$ va $U_{2,1}$ – eng katta (maksimal) hamda eng kichik (minimal) ikkilamchi kuchlanishlar.

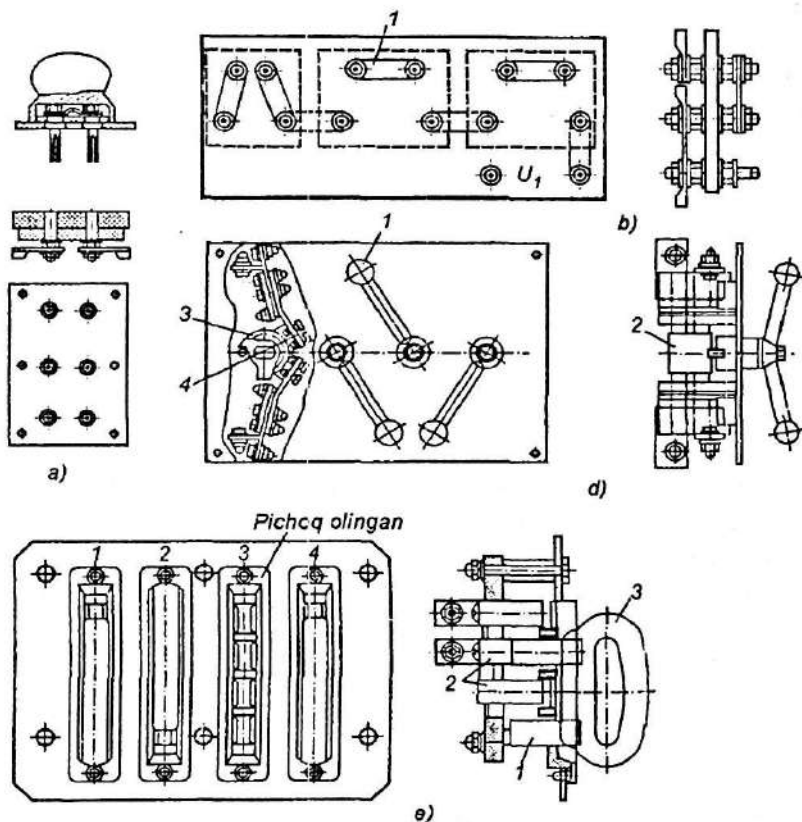


2.12.4-rasm. Transformatorning ikkilamchi kuchlanishini rostlash sxemasi.

Kuchlanishning bosqichlar bo'yicha o'zgarishi mumkin qadar bir tekis bo'lishi zarur. Chulg'amning hammasi magnit o'tkazgichda simmetrik joylashtirish mumkin bo'lgan juft sonli g'altaklarda joylashtirilmog'i dardkor.

Faqat kichik quvvatli mashinalar uchun qo'llaniladigan o'ramlar soni w_1 ni uzgartirishning eng sodda sxemasi transformatorning birlamchi chulg'ami uning 1–7 tarmoqlarini bo'lma almashlab

ulagichi A ning klemmalariga ulash orqali bo'lmalarga (seksiyalarga) ajratilganda hosil bo'ladi (2.12.4-a rasm).



2.12.5-rasm. Payvandlash transformatorining bosqichlarini almashlab ulagichlar:

a – shtepsel orqali ulunadigan; *b* – plastinali; *d* – barabanli; *e* – pichokli.

Sxemada (2,12.4-b rasm) ikkita almashlab ulagich: $A1$ va $A2$ bor. Ular (1) holatga o'rnatilganda birlamchi chulg'am batamom uzilgan bo'ladi. Agar bunda almashlab ulagich $A2$ (4) holatga (yuqori bosqich) o'rnatilgan bo'lsa, o'ramlarning eng kam soni ulanadi. Sxema o'rtacha quvvatli mashinalar uchun qo'llaniladi.

Birlamchi chulg'am o'ramlari ketma-ket-parallel ulangan sxemada (19.4- d rasm) istalgan bosqichda hamma o'ramlarda tok oqadi.

O‘ramlar soni ularni uzib qo‘yish bilan emas, balki parallel ulash bilan o‘zgartiriladi. Bunday sxemani almashlab ulash uchun uchta almashlab ulagich (*A1*, *A2* va *A3*) talab etiladi. Mazkur sxema o‘rtacha va katta quvvatli mashinalarda qo‘llaniladi.

Bosqich almashlab ulash uchun bir necha xil almashlab ulagichlardan foydalaniladi:

a) kichik quvvatli mashinalarda – qisqa tutashtirilgan vilkadan iborat, shtepsel orqali almashlab ulagich;

b) quvvatli 300 kV gacha bo‘lgan mashinalarda – pichoqli almashlab ulagichlar, ularda mis pichoq plastinalarning prujinalanuvchi kontaktlari orasiga kirgiziladi;

d) plastinali almashlab ulagichlar katta quvvatli mashinalarda ishlatiladi; bunda bosqichlar shpilkalarda gayka bilan mahkamlangan tok keltiruvchi plastinalar holatini o‘zgartirish orqali almashlab ulanadi;

e) barabanli almashlab ulagichlarda sirpanuvchi kontaktlar bo‘lib, ular baraban (2) ichiga o‘rnatilgan kontakt lamellari (3) ga kisiladi. Baraban izolyatsiyalangan dasta (1) burilganda bilan chulg‘amlar almashlab ulanadi.

2.12.3. Payvandlash transformatorini hisoblash

Bir fazali o‘zgaruvchan tok transformatorini hisoblash uchun boshlang‘ich ma’lumotlar:

1) nominal payvandlash toki I_{2n} yoki uzoq muddatli ikkilamchi tok $I_{2u.m}$ (A);

2) birlamchi kuchlanish U_1 (V) va tok chastotasi f (Hz);

3) salt yurish ikkilamchi kuchlanishi: nominal, eng kichik va eng katta U_{20n} , U_{20min} va U_{20max} (V);

4) ikkilamchi kuchlanishni rostlash bosqich soni n va chegaralari;

5) ulanish muddati UM (%);

6) transformatorning turi (sterjenli yoki zirxli);

7) magnit o‘tkazgichning materiali va tuzilishi;

8) chulg‘amlarning ishlanish (lok shimdirilgan, emal qoplangan yoki epoksid kompaundi eritib kuyilgan disksimon yoxud silindrsimon galtaklar);

9) chulg'amlar izolyatsiyasining qizishga chidamlilik sinfi;

10) chulg'amlar va magnit o'tkazgichning sovitilishi.

Transformator ulashning oxiridan oldingi bosqichida nominal quvvatni hosil qilmog'i zarur. Oxirgi bochqich zaxira bosqich hisoblanadi, u nominal quvvatdan katta quvatda, lekin kichik UM da ishlashga imkon beradi.

Boshlang'ich ma'lumotlarga ega bo'lgach, transformatorning turi, bosqichlarni almashlab ulagich turi va uning chulg'amlarini sovitish usuli tanlanadi.

Birlamchi chulg'amlarning qismlariga keltiriluvchi hisoblab topiladigan kuchlanish U_1 ulovchi qurilmaning turiga bog'liq bo'lib, 330 dan 380 V gacha o'zgarib turadi. Ushbu kuchlanishning pasayishi ignitronlarda yuz beradi (20 V gacha), bu pasayish tokni ravon rostdash va uning barqarorlashuvi uchun zarurdir.

Elektrik hisoblash birlamchi chulg'am sxemasini tanlashdan boshlanadi. Sxema tanlab olingach, hamma bosqichlardagi kuchlanish aniqlanadi.

$U_{2n}/U_{2(n-1)} = \text{const}$ nisbat maqsadga muvofiqdir. Kuchlanishning bosqichlar bo'yicha o'zgarishi geometrik $U_{2(n)} = U_{2(1)}x^{n-1}$ yoki arifmetik $U_{2(n)} = U_{2(1)} + (n-1)\Delta U_2$ progress bo'yicha yuz berishi mumkin. Ayrim hollarda qatorning maxraji almashlab ulagichning muayyan holatlarida o'zgarishi mumkin.

Tok bosqichli rostlanadigan mashinalar uchun n raqamli rostdash bosqichidan $n+1$ raqamli rostdash bosqichiga o'tilganda transformatsiya koeffitsienti 20-30% dan ortiq kamaymasligi kerak.

Bosqichlar bo'yicha kuchlanish ma'lum bo'lgach, birlamchi chulg'am o'ramlarining soni aniqlanadi. $w_2=1$ bo'lganda eng yaqin yaxlit songacha yaxlitlash va U_{2n} tegishli tuzatishlar kiritish bilan $w_n = U_1/U_{2n}$ bo'ladi. Olingan o'ramlar soni va hisoblangan ikkilamchi kuchlanishlar jadvalda jamlanadi.

Birlamchi va ikkilamchi o'ramlarning kesimlari uzoq muddatli toklar bo'yicha hisoblanadi. Ularning eng katta qiymatlari nominal bosqich bo'yicha qabul qilinadi. Birlamchi chulg'am da o'tuvchi hisoblab topilgan uzoq muddatli tok:

$$I_{1n} = k_1 (I_{2n} / k_n) \sqrt{UM/100}$$

bunda k_1 - salt yurish tokining ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsient.

Tajriba ma'lumotlariga ko'ra $k_1 = 1 + 0,005i_0 \sqrt{UM/100}$.

ГОСТ 297-80ga muvofiq $i_0 = 1,05-1,2$ qilib olinadi.

Istalgan boshqa x bosqichdagi birlamchi tok ushbu formuladan foydalanib hisoblanadi ($w_2=1$) da:

$$I_{1x} / I_{1n} = (w_{1n} / w_{1x})^2$$

Ikkilamchi chulg'amdagi hisoblab aniqlanadigan uzoq muddatli tok boshlang'ich ma'lumotlarda beriladi, qisqa muddatli nominal tok I_{2n} , berilgan bo'lganda esa u quyidagi formula yordamida hisoblab chiqariladi:

$$I_{2u.m.} = I_{2n} \sqrt{UM/100}$$

Birlamchi q_{1x} va ikkilamchi q_2 chulg'amlarning kesimi tokning zichligini or'niga qo'yib, ushbu formulalar yordamida hisoblab chiqariladi:

$$q_{1x} = I_{1x} / j_1 \text{ va } q_2 = I_2 / j_2,$$

bunda: j_1 - birlamchi chulg'amdagi tokning joiz zichligi (mis simdan yasalgan, ikkilamchi chulg'amning diskklariga zich siqilgan, suv bilan sovutiladigan disksimon chulg'am uchun $2,8-3,2 \text{ A/mm}^2$);
 j_2 - ikkilamchi chulg'amdagi tokning joiz zichligi (mis diskklar ko'rinishidagi chulg'amlar uchun sovitish jadalligiga qarab $4,5-15 \text{ A/mm}^2$).

Magnit o'tkazgichni hisoblash uning kesimini (m^2) quyidagi formuladan aniqlash bilan boshlanadi:

$$S_0 = U_{2n} / (4,44 f w_2 B),$$

bu yerda: B - o'zakdagi induksiya, Tl. $B=1-2,1 \text{ Tl}$ ga teng induksiya po'latning markasi, qalinligi va tayyorlanish usuliga, o'zakning quvvatiga qarab tanlanadi. Listlar yuzasida izolyatsiya qatlami borligi sababli o'zakning haqiqiy kesimi kattaroq:

$$S' = S_0 / k_0,$$

bunda k_0 - o'zakning to'ldirilish koeffitsienti bo'lib, odatda $k_0 = 0,88 - 0,92$ ni tashkil etadi.

Uzak to'rtburchak shaklida bo'lib, tomonlarining nisbati 1:2,5. Transformator darchasining o'lchami birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarni, zarur izolyatsiyalovchi qistirmalarni hamda sovitish naychasini joylashtirishga yetarli bo'lmog'i kerak. Darchaning yuzi ushu formula yordamida hisoblab topiladi:

$$S_0 = \sum q_1 w_1 + \sum q_2 w_2 / k_{d1}$$

bunda k_{d1} – darchaning to'ldirish koeffitsienti bo'lib, odatda 0,4–0,6 ga teng.

Elektrotexnika po'lati standart listini tejimli bichish maqsadida darcha tomonlarining nisbati 2:3 qilib tanlanadi.

Chulg'amlar disklarining namunaviy joylashtirilishi tarmoqlar va ponalarni joylashtirish uchun g'altaklar orasida tirqish bo'lishini tagminlamog'i lozim ($\Delta=10-14$ mm). G'altaklarning ichki o'lchami ponalarni o'rnatish va g'altaklarni bemaolol kiydirish uchun eni bo'yicha 10–15 mm hamda uzunligi bo'yicha 20–40 mm katta bo'ladi. G'altaklarning darchada joylashtirilishini tekshirishda darchada g'altaklarning balandligi bo'yicha 6–12 mm tirqish bo'lishiga e'tibor qaratilishi zarur. Hisoblab bo'lingandan keyin transformatoridagi yo'qotishlar, uning FIK va sovitilish sharoiti aniqlanadi.

Salt yurish toki I_0 o'zakning qizishdagi aktiv yo'qotishlarni hisobga oladi (aktiv tashkil etuvchi I_{0a} va magnit oqimini yuzaga keltirish uchun reaktiv tashkil etuvchilar (reaktiv tashkil etuvchi I_{0r})) hamda quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$I_0 = \sqrt{I_{0a}^2 + I_{0r}^2}$$

Aktiv tashkil etuvchi ushbu formula yordamida aniqlanadi:

$$I_{0a} = P_0 k_x / U_1,$$

bunda: $P_0 = p_p G$ salt yurishdagi yo'qotishlar, Vt; U_1 – birlamchi kuchlanish, V; p_p – po'latdagi solishtirma yo'qotishlar, Vt/kg, $p_p=1,05-1,5$, bo'lib, induksiyaga, po'latning markasi va qalinligiga bog'liq; G – o'zak temirining og'irligi, kg; k_x – qo'shimcha yo'qotishlar koeffitsienti, $k_x=1,2$.

Salt yurish tokining reaktiv tashkil etuvchisi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$I_{or} = \frac{Aw_i l_{o'r.m} + 0,8 B_c n_{tirq} \delta_{tirq}}{k_2 w_b \sqrt{2}},$$

bunda Aw_i – magnit o'tkazgichning 1 sm uzunligiga to'g'ri keluvchi magnit yurituvchi kuch; $l_{o'r.m}$ – kuch liniyasining o'rtacha uzunligi, sm; B_c – tirqishlardagi induksiya. Tl; n_{tirq} va δ_{tirq} – magnit zanjiridagi tirqishlar soni va kattaligi ($\delta_{tirq}=0,005$ sm); k_2 – salt yurish tokining kichiklashuvini hisobga oluvchi koeffitsient; w_b – oxirgi bosqich birlamchi chulg'am o'ramlarining soni 1,2-1,8 Tl ga teng induksiya uchun $k_2=1/[(1,9-0,8)B_c]$ ni aniqlash mumkin.

Salt yurish tokining nisbiy qiymati $i_o=I_o/100/I_1$ ГОСТ 297-80 da ko'rsatilgan qiymatlardan katta bo'lmashligi kerak ya'ni I_{2k} da 50, 32 va 20% va mos ravishda 2,5, 5 hamda 5 kA dan katta bo'lmog'i lozim. Payvandlash transformatorining FIK:

$$\eta = 1 - \sum P / (U_2 I_{2n} \cos \varphi_2 + \sum P) \approx 0,9 - 0,96,$$

bunda: $\sum P = P_{ch} + P_{po'l}$ – o'zak po'lati va chulg'amlardagi jami yo'qotishlar;

U_2 – yuklanganda nominal bosqichdagi kuchlanish (tashqi tavsif bo'yicha yoki vektorli diagramma bo'yicha aniqlanadi);

$\cos \varphi_2$ – ikkilamchi konturdagi quvvat koeffitsienti:

$$\cos \varphi_2 = \frac{R_2 + R_{EE}}{\sqrt{(R_2 + R_{EE})^2 + X_2^2}}$$

Transformatorni sovitish uchun zarur bo'lgan suv miqdori: 5% (sm^3/sek):

$$Q = 0,24 P_{cr} / (\Delta T)$$

bunda ΔT – kiradigan va chiqib ketadigan suvning haroratlaridagi farq, $\Delta T = 5 - 10^\circ\text{C}$.

Sovitish tizimi quvurchasining diametri d_{quv} (sm) diskning qalinligiga teng qilib tanlanadi. Quvurchadagi suvning tezligi:

$$v_{sur} = 0,01Q/(\pi d_{quv}^2/4) \leq 3, \text{ m/sek.}$$

O'zgarmas tok, past chastotali tok va kondensatorli mashinalarning payvandlash transformatorlari asosan bir fazali o'zgaruvchan tok mashinalarining transformatorlari uchun foydalaniladigan formulalar yordamida hisoblanadi, ammo bunda transformatsiya koeffitsientlarini, o'ramlar va o'zak kesimini aniqlashda ayrim farqlar bo'ladi.

Tekshirish uchun savollar

1. Payvandlash transformatori qanday vazifani bajaradi?
2. Payvandlash transformatori qanday asosiy uzellardan tuzilgan?
3. Payvandlash transformatorlarida magnit o'tkazgichlarning qaysi turlari qo'llaniladi?
4. Payvandlash transformatorlarida birlamchi chulg'amning qaysi turlari ishlatiladi?
5. Payvandlash transformatorida payvandlash tokini rostdashning qanday usullaridan foydalaniladi?
6. Bosqichlarni almashlab ulash uchun almashlab ulagichlarning qaysi turlari qo'llaniladi?

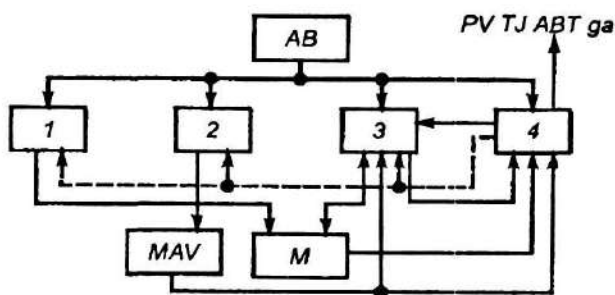
2.13. KONTAKTLI PAYVANDLASH USKUNALARINI BOSHQARISH APPARATLARI

2.13.1. Boshqarish apparatlarining vazifasi

Kontaktli payvandlashda boshqarish apparatlarining asosiy vazifasi berilgan dasturni mashinaning tegishli yuritmalarini boshqaruvchi apparatlarning funksional uzellariga boshqaruvchi signallarni analog yoki diskret shaklda uzatish yo'li bilan muayyan vaqt ichida amalga oshirishdan iborat.

Dasturga, payvandlash siklorammalaridan tashqari, yordamchi operatsiyalar (detallarni surish, shtamplash, joylashtirish, elektrollarni tozalash va h.) qismlari kiritilishi mumkin. Ular bitta yoki bir necha mashinani kompleks mexanizatsiyalashtirishni, payvandlash jarayonining eng muhim parametrlarini passiv va aktiv nazorat qilishni, payvandlash jaryoni hamda payvandlash uskunalarining sifat holatini tahlil qilish va tashxis qo'yishni ta'minlaydi.

Boshqarish apparatlarining yuqorida aytilgan vazifalariga muvofiq, qattiq dastur asosida ishlaydigan kontaktli payvandlash uskunalarini boshqarishning tuzilish sxemasida ushbu bloklarni ajratib ko'rsatish mumkin: payvandlash rejimi sikli va parametrlarini boshqarish bloki (1). U mashina M ning yuritmalariga ta'sir qilib payvandlash sikli operatsiyalarining hammasi yoki bir qisminining berilgan izchilligi hamda davamliligini, payvandlash rejimining asosiy mexanik va elektr parametrlarini qattiq dasturga binoan boshqarish hamda rostlashni ta'minlaydi; payvandlash uzeli tayyorlash texnologik jarayonining yordamchi va birlashtirilgan operatsiyalarini mexanizatsiya-lashtirish hamda avtomatlashtirish vositalari (MAV) yuritmalarini boshqarish bloki (2); mashinaga o'rnatilgan datchiklardan kelayotgan payvandlash jarayoni haqidagi axborotni nazorat qilish bloki (3); uskunalarining ahvoli, payvandlash sifati va miqdoriga tashxis qo'yish bloki (4) datchiklardan kelayotgan axborotni ishlaydi va uni ishlangan holatda payvandlash bo'limi ishini tahlil qilish hamda boshqarish umumiy tizimiga chiqarib beradi.



2.13.1-rasm. *Kontaktli payvandlash uskunalarini boshqarish apparatlarining tuzilish sxemasi.*

Boshqarish apparatlarini tanlash va tuzishda (qurishda) kontaktli payvandlash rejimining muayyan o'ziga xos xususiyati, xususan, uning takrorlanish barqarorligiga qo'yiladigan qattiq talablar, payvandlash toki impulsining elektr tarmog'i chastotasi bilan sinxronlashuvi, dasturning barcha operatsiyalari odamning ishtirokisiz bajarilishi zarurligi inobatga olinadi.

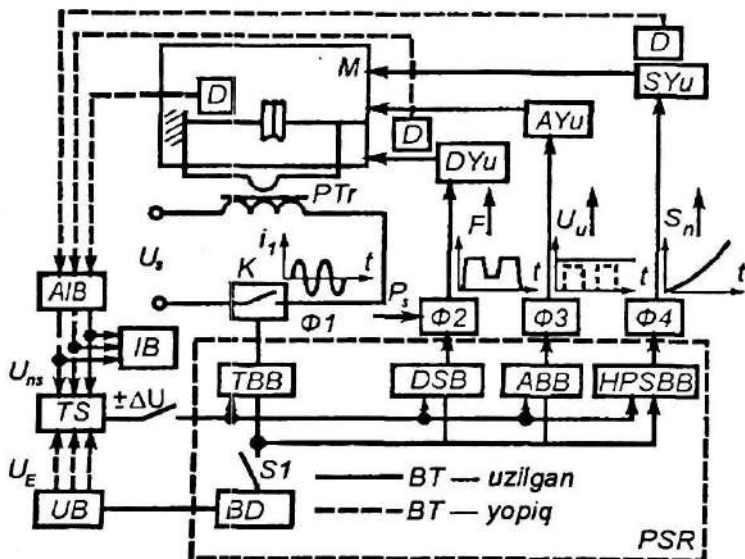
Bu o'ziga xos xususiyatlar boshqarish apparatlari qismlaridan tezkorlikni, yuqori darajada sezuvchanlikni, aniq va ishonchli ishlashni talab qiladi, bunga esa eng yangi qismlar bazasi bo'lgan apparatlardan foydalanish orqali erishiladi. Payvandlash sikli vaqtini boshqarish uchun PKC, KKC, PBI turidagi kontaktli dasturlagichlar (rostlagichlar) dan foydalaniladi. Bulara tranzistorli mikrosxemalar, dasturlashning diskret qismlari qo'llaniladi.

Tok KT-1, KT-03, KT-04, KT-07, KT-11, KT-12 turidagi tiristorli kontaktorlar vositasida ulanadi va uziladi. Ularda boshqarish impulsi kuchlanishi 15-30 V bo'lib, mos ravishda 250, 850, 1400, 480 va 1750 A li nominal tokka mo'ljallangan ($UM=20\%$ hamda uzluksiz ishlash vaqti 0,5 s).

EHM dan foydalaniladigan boshqarish apparatlari yanada kattaroq imkoniyatlarga (aniqliq tezkorlik va operativlik) ega. Bunday apparatlar payvandlash siklini yordamchi yig'ish-tashish nazorat hamda axborot operatsiyalarini boshqarishning murakkab algoritmlarini amalga oshirishga, payvandlash rejimi parametrlarini

aniqlashning hisobiy uslublaridan foydalanishga, dasturlarni qayta tuzish, yangilash jarayonlarini tezlashtirishga hamda EHM xotirasida saqlanayotgan eng maqbul dasturni tanlab olish uchun payvandlash joyining xossalarini avtomatik anglashga imkon bepadi.

Bir sikl vaqti ichida payvandlash rejimi parametrlarini o'zgartirishning tanlangan dasturi, sikl operatsiyalarining davomligi hamda izchilligi va shu kabilar vaqtni dasturlash bloki VD almashlab ulagichlar, klaviatura yoki EHM tomonidan beriladi.



2.13.2-rasm. *Kontaktli payvandlash mashinalarini boshqarish tizimlarining tuzilish sxemasi.*

S1 almashlab ulagichi tutashgandan keyin (S2 almashlab ulagichi uzilgan bo'radi) VD bloki bergan payvandlash jarayonining qattiq dasturini payvandlash mashinasining elektr, pnevmatik yoki gidravlik tizimlari: payvandlash transformatori PTr, detallarni siqish kuchi yuritmasi DYU, roliklarni aylantirish yuritmasi AYU (chokli mashinalarda) yoki plitani sijlitish yuritmasi SYU (uchma-uch payvandlash mashinalarida) ta'minlaydi. Bu yuritmalar funksional apparatlar deb ataluvchi elektr, pnevmatik yoki gidravlik apparatlar

F1-F4 orqali ishga tushadi. Hamma hollarda ham F1 sifatida kontaktor K dan foydalaniladi. F2-F4 apparatlari DYU, AG, SYU yuritmasi tizimiga bog'liq. Ushbu apparatlarni ulash uchun boshqaruvchi signallar tegishli bloklar: tokni boshqarish bloki TBB, detallarni siqish kuchini boshqarish bloki DSB, roliklarning aylanishini v_m boshqarish bloki ABB yoki harakatlanuvchi plitaning siljishini (S_c). HPSBB tomonidan ishlab chiqariladi.

Payvandlash rejimi va jarayoni parametrlarini barqarorlashtirish yoki o'zgartirish uchun tutash avtomatik rostlash tizimlari ART (ikkala almashlab ulagich S1 va S2 ulangan bo'ladi) qo'llaniladi. Zamonaviy rostlagichlar elektron uzellardan tashkil topadi. ART ishlashi uchun mashinaga datchiklar D o'rnatiladi, ulardan kelayotgan $U_{cho'k}$ signallari axborotni ishlash bloki AIB da o'zgartirilgan so'ng taqqoslash sxemasi TS da ustavkalar blokining signallari U_D bilan taqqoslanadi va agar nomuvofiqlik $\pm \Delta U$ bo'lsa, jarayonga payvandlash rejimi parametrlarining yoki payvandlash sifatining berilgan darajalariga erishilgunga qadar tegishli bloklarga ta'sir ko'rsatish yo'li bilan avtomatik tarzda tuzatishlar kiritiladi. Payvandlash rejimi parametrlarini yoki payvandlash sifatining boshqa umumlashtiruvchi parametrlarini o'lchash natijalari indikatsiya bloki IB da yozilishi yoki aks ettirilishi mumkin.

Kontaktli payvandlash mashinalarining dastlabki ulanishi va uzilishini hamda energiya ta'minoti (elektr energiyasi, bosim ostidagi, siqilgan havo yoki suyuqlik, sovituvchi suyuqlik) berilishini ulovchi qurilmalar amalga oshiradi. Mashinalar ishni nazorat qilish signallari tizimlari, blokirovkalovchi va himoya qurilmalari bilan ham ta'minlangan bo'lib, ular mashinalar ishida berilgan izchillikka rioya qilinmagan hollarda mashina uzellari buzilishi yoki payvandlanayotgan detallar kuyib ketishining oldini oladi. Masalan, detallarni qisib qo'ymasdan turib payvandlash transformatorining ishga tushish va transformator ulanmasdan turib (uchma-uch payvandlash mashinalarida) plitani siljitish yuritmasi ishlab ketish ehtimolining oldi olinadi va h.

Zamonaviy kontaktli payvandlash mashinalarining boshqarish apparatlari bir xillashtirilgan alohida funksional uzellardan tuzilgan

blok konstruksiyalar ko‘rinishida ishlanadi, bu esa apparatlarga xizmat ko‘rsatish va ta‘mirlashni osonlashtiradi.

2.13.2. Kontaktli payvandlash jarayonlarini nazorat qilish va avtomatik boshqarish tizimlarida EHM ning qo‘llanilishi

Kontaktli payvandlash texnologik jarayonlarini hisoblash texnikasidan foydalanib nazorat qilish va avtomatik boshqarish tizimlarini quyidagi tizimlarga ajratish mumkin:

1) payvandlash sifatini nazorat qilish va bitta mashinani boshqarish tizimlari;

2) mashinalar guruhini boshqarish tizimlari;

3) bo‘linma, liniya, sex va korxonaning payvandlash texnologik jarayonlarini avtomatik boshqarish tizimlari.

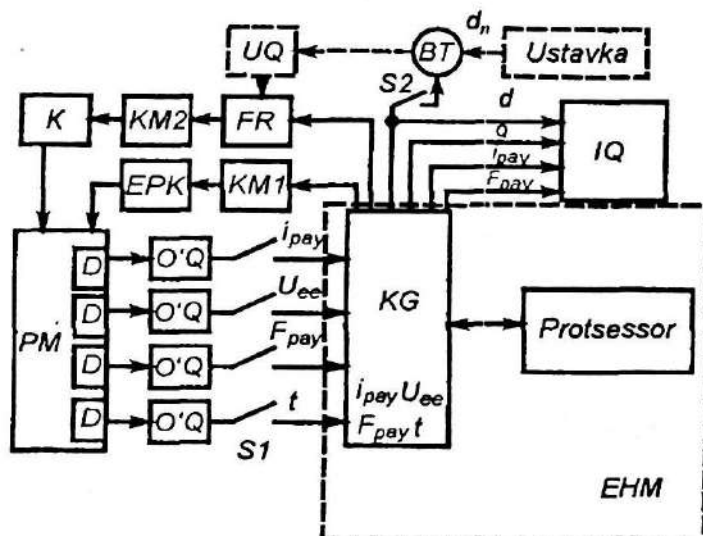
Payvand birikmalarning ishonchliligini oshirish uchun kontaktli payvandlash jarayonlarini aktiv nazorat qilishdan va turli matematik modellardan foydalanib olib borish maqsadga muvofiqdir.

Payvandlash jarayonlari parametrlari datchiklari va EHM ni ishlab chiqmasdan hamda mashinaga o‘rnatmasdan turib payvandlash jarayonlarining statistik modellarini nazorat qilish va boshqarish uslublarini ishlab chiqish hamda ulardan apparatlarda amalda foydalanish mumkin bo‘lmas edi.

EHM ning asosini dastur bo‘yicha amalga oshiriluvchi axborotni ishlash qurilmasi – protsessor tashkil etadi. Dastur klaviaturada teriladi. KQ qurilmasi ma‘lumotlar EHM ga kiritilishini va ularning ijrochi qurilmalarga hamda indikatsiya qurilmasi IQ ga chiqarilishini ta‘minlaydi.

S1 va S2 alamashlab ulagichlar uzilgan holatdaligida KQ qurilmasi yordamida payvandlash jarayonining kerakli siklogrammasi terilib, EHM da amalga oshiriladi: KM1 (kuchaytirgich) – EPK (funksional apparatlar) – PU (pnevmoymuritma); FR (faza rostlagich) – KM2 (kuchaytirgich) – K (funksional apparatlar) – PTr (payvandlash transformatori). PSR yoki RVI rostlagichlaridan foydalanib, payvandlash jarayonini boshqarishning uzilgan (ochiq) tizimlaridan

farqli o'laroq, EHM yordamida boshqarishning uzilgan (ochiq) tizimida payvandlash jarayonida rejim parametrlari turlicha o'zgartiriladigan jarayon siklogrammasini tez almashtirish imkoniyati bor. Ammo jarayonni boshqarishning hamma uzilgan tizimlarida payvandlash rejimi parametrlarini (masalan, nuqtali payvandlashda quyma uzak diametri d ni) ilgari tanlangan o'zgartirishga payvandlash vaqtida tuzatishlar kiritilmaydi va jarayonning oxirida chokning olingan sifati haqida axborot bo'lmaydi.



2.13.3. - rasm. Kontaktli payvandlash mashinalarining EHM dan foydalanib boshqarish tizimining tuzilish sxemasi.

Payvandlash sifatini nazorat qilish va jarayonni boshqarishning tutash (yopiq) tizimida ($S1$ va $S2$ almashlab ulagichlari tutashgan bo'ladi) payvandlash mashinasi PM ga o'rnatilgan datchiklar D (masalan, payvandlash toki I_{pay} datchigi, elektrodlardagi kuchlanish U_{EE} ning pasayishi datchigi, detallarni siqish kuchi F_{pay} va joriy vaqt t datchiklari) dan kelgan signallar $O'Q$ qurilmalarida raqamli kodlarga aylantirilgandan keyin KQ qurilmasiga keladi, bu yerda ularni protsessor dastur ko'rsatmalariga muvofiq qayta ishlaydi. Dasturda ilgari o'rnatilgan (i_{pay} , U_{EE} , F_{pay} , I_{pay}) ning chok o'lchamlari

(chunonchi, diametri d) bilan funksional bog'liqligi aks ettirilgan. Axborot protsessor vositasida aniq vaqt masshtabida ishlangandan so'ng KQ qurilmasida ijrochi qurilmalar (KM1 va FR) ga chiqish buyruqlari ($i_{\text{pay}}, F_{\text{pay}}$) shakllantiriladi hamda indikatsiya qurilmasi IQ ga signallar beriladi, bu yerda faqat payvandlash rejimlari emas, balki chokning hisoblab chiqarilgan o'lchamlari (masalan, diametri d) ham yoziladi.

Bundan tashkari masalan, diametr d ning joriy qiymatiga mutanosib bo'lgan chiqish signali taqqoslash qurilmasi TQ da ustavka bilan berilgan nominal diametr d_n ning qiymati bilan taqqoslanadi va bu qiymatlar tenglashgan paytda TQ qurilmasining chiqish joyida signal shakllanib, payvandlash tokini uzuvchi qurilma UQ ga keladi. Bu qurilma faza rostlagich FR ning chiqish joyida impulsni shuntlaydi, natijada payvandlash toki to'xtayli. Mazkur tizimda ham payvandlash jarayonining barcha operatsiyalari dasturda yozilgan ketma-ketlikda amalga oshadi.

Boshqarish tizimi payvandlash tokini, elektrodlardagi kuchlanishning pasayishini va jarayonning boshqa parametrlarini o'lchaydi hamda nazorat qiladi, o'lchashda nazoratini tahlil qilish natijalari asosida payvandlash tokini yoki payvandlash vaqtini o'zgartirishga doir boshqaruvchi ta'sirlar ishlab chiqiladi.

Agar tizim sifatli birikmalar olish uchun rejimga zarur tuzatishlar kirita oladigan holatda bo'lmasa, payvandlash to'xtayli va indikator ishlab ketadi. Sifatsiz birikma hosil bo'lishini, shu jumladan elektrodni charxlash zaruriyatini keltirib chiqargan sabablar bartaraf etilganidan keyingina payvandlash davom ettirilishi mumkin. Bunday tizim yordamida payvandlash jarayonini boshqarish payvandlash aniqroq chiqishini, brak kam bo'lishini ta'minlaydi, payvandchining mahoratiga kam bog'liq bo'ladi, sifatni tekshirish vaqtini qisqartiradi va bu bilan mehnat unumdorligini oshiradi.

Bitta mashinani boshqarish tizimlari bilan bir qatorda yiriga-payvandlash liniyasiga o'rnatilib, yagona tashish konveyeri vositasida o'zaro bog'langan, bir vaqtda ishlovchi mashinalar guruhini boshqarish tizimlarini ishlab chiqishga ham katta e'tibor qaratilmoqda.

Keyingi yillarda ko'plab ishlab chiqarishda turli tuzilishdagi robotlar keng qo'llanilmoqda, ular payvandlash operatsiyalarini

hamda detallarni tashish ishlarini bajaradi. Robotlar liniyasini boshqarish tizimi quidagi vazifalar bajarilishini ta'minlaydi: ish organishi (payvandlash omburi) talab etiladigan traektoriya bo'yicha harakatlanishini boshqarishni muvofiqlashtirish; robot manipulyatorining harakatlanish tezligini boshqarish; har bir robot uchun payvandlash rejimlarini boshqarish; konveyerni boshqarish; robotlarni o'qitish; ta'minlovchi tarmoqlarning asosiy parametrlarini nazorat qilish; elektr energiyasi sarfini kamaytirish; payvandlash sifatini nazorat qilish; liniyaning yig'ish-payvandlash uskunalari holatiga tashxis qo'yish; ishdan chiqqan robotlarni zaxiradagilari bilan almashtirish.

Mehnatning zamonaviy tashkil etilishi payvandlash jarayonini ham, oldingi va keyingi texnologik operatsiyalar majmuini ham boshqarish tizimlariga yangi-yangi talablarni qo'ymoqda. Istalgan paytda uskunalarining ahvoli xaqida axborot olish, bekor turib qolishlarni hisobga olib borish hamda tahlil qilish, Mehnat unumdorligini oshirish imkoniyatlarini, elektr energiyasi, materiallarni tejash imkoniyatlarini aniqlash va boshqa zaruriyatlar paydo bo'lmoqda. Ma'lumotlarni sistematik tarzda to'plash, ularni birlamchi ishlash va butun payvandlash bo'linmalari, sexlari, korxonalarini istalgan vaqtda statistik tahlil qilish zarur bo'layotir. Hozirgi vaqtda payvandlash texnologik jarayonini boshqarish tizimlarining funksional sxemalari ishlab chiqilgan bo'lib, ular payvandlash jarayonlarini bitta mashina, liniya, bo'linma, sex hamda korxona darajasida boshqarishni ta'minlashga qaratilgan.

Tekshirish uchun savollar

1. Kontaktli payvandlashni boshqarish apparatlarining asosiy vazifasi nimalardan iborat?
2. Kontaktli payvandlash texnologik jarayonlarini hislablash texnikasidan foydalanib nazorat qilish va avtomatik boshqarish tizimlarini vazivasiga ko'ra qanday turlarga ajratish mumkin?
3. Robotlar liniyasini boshqarish tizimi qanday vazifalarni bajaradi?

3-BOB. KONTAKTLI PAYVANDLASHDA MEXANIZATSIYALASHTIRISH VA AVTOMATLASHTIRISH

Payvandlash operatsiyasi (birikma hosil qilish) deyarli to'liq avtomatlashtirilgan, qo'shimcha operatsiyalarning mexanizatsiyalashtirilish darajasi esa qator hollarda 10% dan oshmaydi, bunda payvand konstruksiyalar tayyorlashga sarflanadigan vaqtning katta qismi (70–80 % gacha) yordamchi operatsiyalarga to'g'ri keladi.

Mexanizatsiyalashtirish va avtomatlashtirish buyum ishlab chiqarish dasturi bilan belgilanadi. Tajriba tarikasida va mayda turkumlab ishlab chiqarishda uncha murakkab bo'lmagan yig'ish moslamalari, mexanizatsiyalashtirilmagan har xil tutib (ko'tarib) turuvchi qurilmalardan foydalaniladi. Ko'plab ishlab chiqarish uchun esa maxsus mashinalar, mexanizatsiyalashtirilgan moslamalar, mashina-avtomatlar va sanoat robotlaridan foydalanish xosdir. Payvandlash mashinalari, mexanizatsiya-lashtirish va avtomatlashtirish vositalari texnologik jarayonning borishiga qarab joylashtiriladi hamda ulardan mexanizatsiya-lashtirilgan potok liniyalar yoki avtomatik liniyalar tashkil qilinadi.

Kontaktli payvandlashning o'ziga xos xususiyatlari mexanizatsiyalashtirish va avtomatlashtirish vositalarini konstruksiyalashtirishning quyidagi o'ziga xos tomonlarini belgilab beradi:

1. Mashinaning payvandlash konturiga kiritiladigan qurilma va moslamalar detallarini magnitlanmaydigan materiallar – aluminiy qotishmalari, magnitlanmaydigan po'latlar va shu kabilardan tayyorlash tavsiya etiladi.

2. Mashinaning tok keltiruvchi qismlari tok shuntlanmasligi hamda detalning yuzasi shikastlanmasligi (kuymasligi) uchun moslamadan ajratib (izolyatsiyalab) qo'yilmog'i lozim.

3. Nuqtali va chokli payvandlashga mo'ljallangan uzellar elektrodlarining yeyilishini va konsollarning egilib qolishini qoplash uchun dempfirlanishi, masalan, erkin tayanchlarga o'rnatilishi kerak shunda uzelni pastki elektrodda, uning uzunligidan qat'i nazar (ish yuzasi yeyilganidan), joylashtirishga imkon tug'iladi.

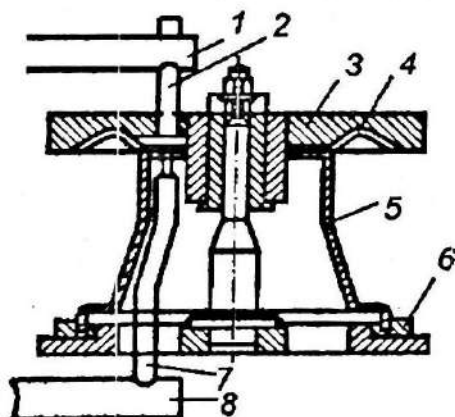
4. Moslamalarning turi (ko'chma yoqi ko'chmas) buyumlarning o'lchamlari va og'irligiga qarab aniqlanadi.

5. Moslamalar payvandlash joyiga bimalol yaqinlashishni qiyinlashtirmasligi dardkor.

6. Uchma-uch payvandlash moslamalari yetarli darajada biki (qattiq) bo'lib, cho'ktirish vaqtida detallarning bardoshlilikini ta'minlamog'i zarur.

3.1. Yig'ish va payvandlash moslamalari

Yig'ish moslamalari, ya'ni andazalar, konduktorlar, stapellar, yig'ish stendlari detallarni chizmaga muvofiq to'g'ri o'rnatish uchun mo'ljallangan. Ko'chma moslamalarda yig'iladigan kichik detallarni bir necha joyidan payvandlab qo'yish ko'chmas (statsionar) payvandlash mashinalarida amalga oshiriladi. Yirikroq va og'irroq detallar ko'chmas moslamalarda yig'ilib, ko'chma moslamalar (ombirlar, to'pponchalar) yordamida bir necha joyidan payvandlab qo'yiladi. Ba'zan yig'ish moslamalarida detallar payvandlanadi, bu holda moslamalar yig'ish-payvandlash moslamalari hisoblanadi.

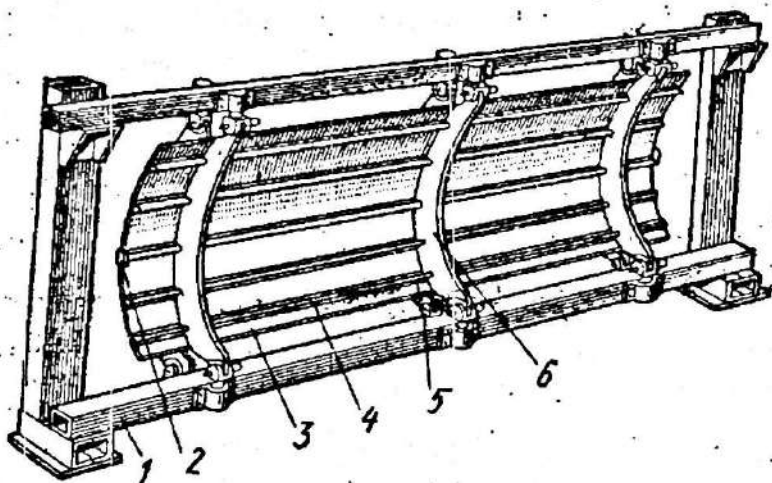


3.1-rasm. Komuslarni yig'ish va komuslarni flanetsga bir necha joyidan payvandlab qo'yish uchun konduktor:

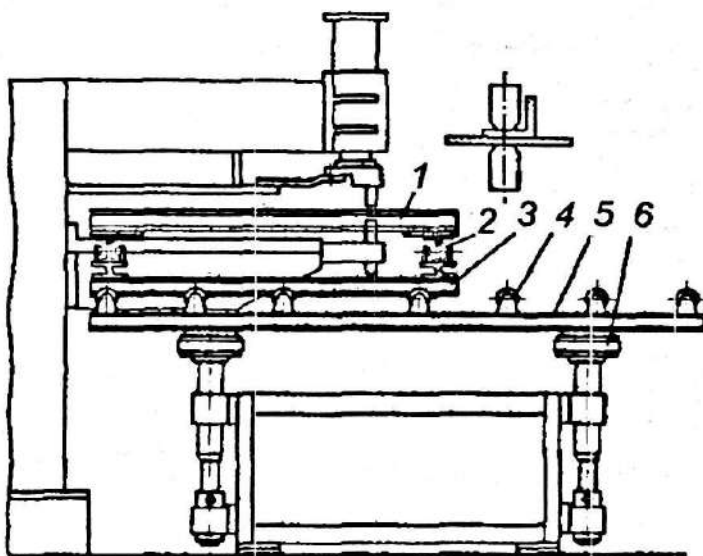
1, 8 – payvandlash mashinasining konsollari; 2, 7 – elektrodlar; 3 – yuqorigi halqa; 4 – flanets; 5 – konus; 6 – disk.

Murakkab shaklli detallar (vagonlar qopqoqlarining uzellari, uchish apparatlarining panellari va bo'linmalari) maxsus stapellar yoki yig'ish stendlarida yig'iladi. Bu moslamalar baza plitasi (odatda gorizontaal) bo'lgan qurilmalardan iborat bo'lib, mahkamlash qismlari – fiksatorlar, qisqichlar va h. bilan jihozlangan. Yig'ish stendlari qayta sozlanadigan universal (mayda turkumlab ishlab chiqarishda) yoki maxsus (turkumlab yoki ko'plab ishlab chiqarishda) bo'lishi mumkin.

Yig'ish stapellarida detallar turli tekisliklarda o'rnatiladi va mahkamlab qo'yiladi (3.2-rasm). Tekis yoki biroz egilgan panellarni yig'ish stapeli og'ir rama (1), andaza (2) dan va sharnirlar (5) da mahkamlangan lojementlardan iborat. Detaillar – profillari (4) bo'lgan qoplama (3) lojementlarga rubilniklar (6) yordamida qisib qo'yiladi. Rubilniklar rezinali qistirmalar bilan qoplangan bo'lib, profillarning soniga va joylashuviga mos teshiklari bor.

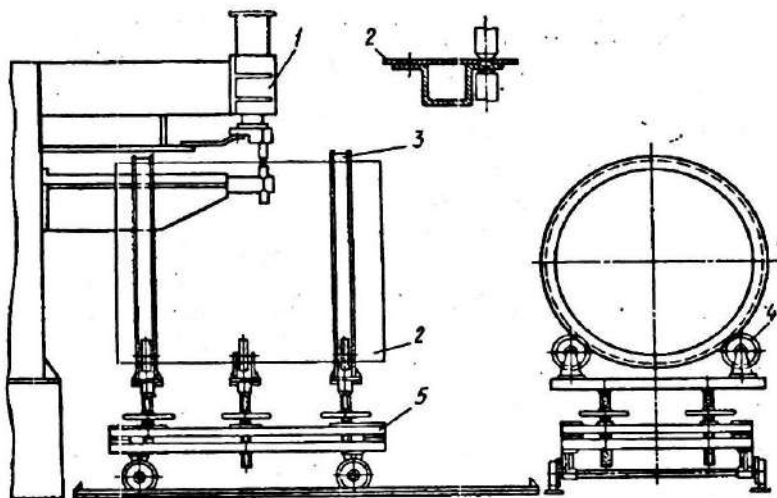


3.2-rasm. Panellarni yig'ish uchun stapel.



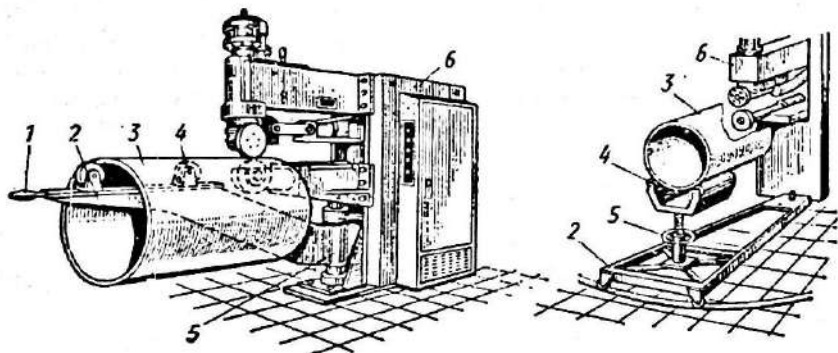
3.3. - rasm. Nuqtali payvandlash uchun turtib (ko'tarib) turuvchi moslama:
 1 – roliklarda ko'ndalang yo'nalishda harakatlanuvchi rama; 2, 4 – roliklar;
 3 – harakatlanuvchi karetk; 5 – moslama stoli; 6 – pnevmo-diafragmali
 kameralar (ular tok impulsi orasida to'xtam bo'lgan vaqtda panelni pastga
 ko'taradi, bu esa detallarning elektrod yuzasiga ishqalanib barvaqt
 yemiririshining oldini oladi).

Tutib (ko'tarib) turuvchi va silljituvchi moslamalar uzelni elektrodلarga va boshqa tok keltiruvchi qismlar (roliklar, plitalar va b.) ga nisbatan muayyan holatda o'rnatish hamda payvandlash jarayonida buyumni silljitish uchun mo'ljallangan.



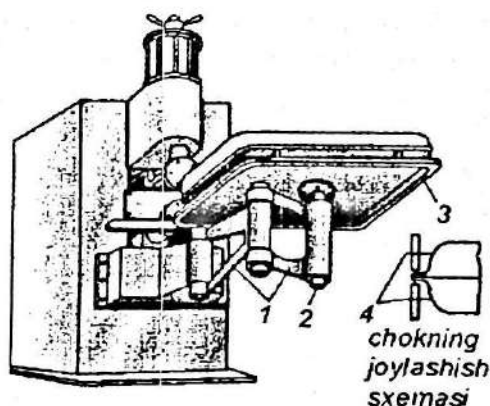
3.4-rasm. Yirik gardishlarni payvandlash uchun moslama:

1 – mashina; 2 – detal; 3 – yig'ish vaqtida gardishlarni mahkamlab qo'yish uchun halqalar; 4 – tayanch roliklar; 5 – detalning polga nisbatan holatini rostlash uchun ko'targichli arava.



3.5-rasm. Chokli payvandlash uchun ko'tarib turuvchi moslama:

1 – richag; 2 – rama; 3 – payvandlash jarayonida mashina roliklar vositasida siljiriluvchi payvandlanadigan detal; 4 – tik yo'nalishda harakatlana oluvchi tayanch roliklar; 5 – ko'tarish mexanizmi; 6 – mashina.

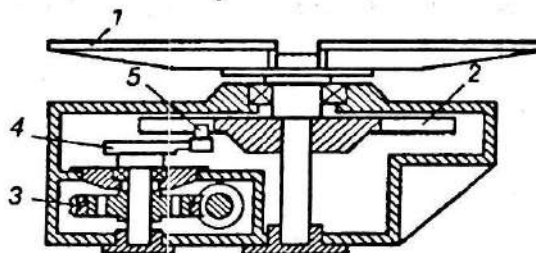


3.6-rasm. *Shtamplangan ikki bo'lakdan yig'iluvchi baklarni chokli payvandlash uchun moslama:*

1 – ikki sharirli moslama; 2 – konsolning tirgovuchi.

Bir nuqtali va relyefli payvandlash ishlari payvandlanayotgan detallarni payvandlash mashinasining elektrodlariga nisbatan siljituvchi turli mexanik qurilmalardan foydalanib mexanizatsiyalashtiriladi.

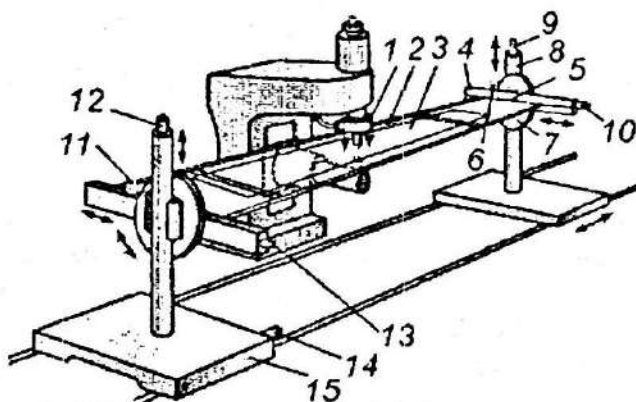
Mexanizmda buyum o'qiladigan stol (1) ni uzlukli harakatlan-tirish uchun chervyakli reduktor (3) orqali elektr dvigateli aylantiradigan krivoship (4) xizmat qiladi (3.7-rasm). Krivoshipning barmog'i (5) malta mexanizmining o'yiqlariga kiradi va stolni ana shu xochdagi o'yiqlar soni hamda krivoshipdagi barmoqlari soniga bog'liq holda muayyan burchakka buradi.



3.7-rasm. *Burilma stolning sxemasi.*

Tekislovchi yarimavtomatik moslamalar mexanizatsilash-tirilish darajasi yuqoriroqligi bilan farq qiladi.

Masalan, ikki yoqlama egik bo'lgan yirik panellarni nuqtali payvandlash uchun panel (3) harakatlanuvchi rama (2) dagi yunaltiruvchi (4) ning qismalariga mahkamlab qo'yiladi, rama uchta o'q bo'ylab kolonna (8) bo'yicha tik, bo'ylama va ko'ndalang yo'nalishlarda harakatlanishi mumkin. Bunda ramaga tegishli elektr yuritmalar (9–14) bilan bog'langan karetkalar (5) va (15) yordam beradi. Rama burish qurilmasi (7) va yuritma (6) yordamida bo'ylama o'q atrofida aylanishi mumkin.



3.8-rasm. *Yirik panellarni nuqtali payvandlash uchun tekislovchi yarim avtomatik moslama.*

Payvandlash kallagi (1) ga shchupli datchik – kuzatuvchi tizim o'rnatilgan bo'lib, u yuqorida aytilgan yuritmalar vositasida panel yuzasini elektrodlar o'qiga normal bo'ylab avtomatik o'rnatishga imkon beradi. Bundan tashqari, rama detal bilan birga berilgan qadamga avtomatik surilishi ham mumkin. Qurilmani boshqarish qulay bo'lishi uchun televizion kamera bor, u operatorga ekranda payvandlash joyini ko'rib turishi imkoni beradi.

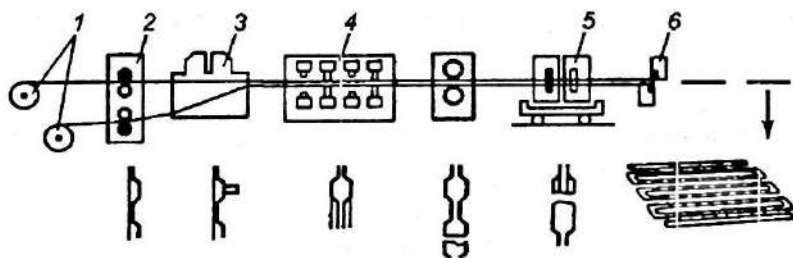
3.2. Potok va avtomatik liniyalard

Potok va avtomatik liniyalardan yirik turkumlab va ko'plab ishlab chikarishda (xalq iste'mollari mollari, avtomobillar ishlab chikarishda)

foydalanish maqsadga muvofiqdir. Asosiy va yordamchi uskunalar majmui potok liniya deb ataladi. Bu uskunalar operatsiyalarning ko'p qismi, shu jumladan, buyumni bir ish o'rnidan boshqasiga surishni ham mexanizm va mashinalar yordamida bajarilishini ta'minlaydi. Bunda uskunalar va ish o'rinlari texnologik jarayonning alohida operatsiyalari bajariladigan tartibda joylashtiriladi.

Avtomatik liniya asosiy, yordamchi va qutarish-tashish texnologik uskunolari, mashina hamda mexanizmlar majmuyi bo'lib, ular buyum tayyorlash hamda tayyorlash jarayonida uni liniyaning tegishli joylariga surish uchun zarur bo'lgan hamma operatsiyalarni odamning ishtirokisiz muayyan texnologik izchillikda va muayyan maromda amalga oshiradi. Liniyada barcha operatsiyalar avtomatik bajariladi, odam esa faqat uskunalarni sozlash, kuzatish va rostlash ishlarini bajaradi. Ayrim hollarda odam boshlang'ich yuklash va oxirida yuklarni olish operatsiyalarni ham amalga oshirishi mumkin.

Isitish radiatorlarini tayyorlashda po'lat tasma o'ramlar (1) dan chuvatilib, katta tezlik bilan (20 m/min gacha) shakl berish panjarasi (2) ga uzatiladi, bu yerda aylanuvchi roliklar radiatorning ikkita yarim b o'lagi tanavorini shtamplaydi, roliklardan biri puanson vazifasini, ikkinchisi esa matritsa vazifasini o'taydi (3.9-rasm).

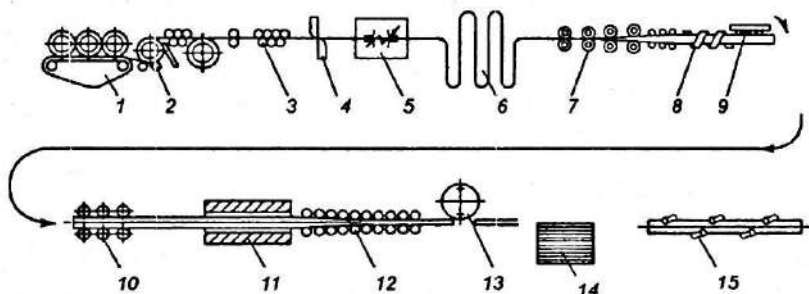


3.9-rasm. Isitish radiatorlari tayyorlanatigan avtomatik liniya.

Keyin ustki tanavorga mashina (3) da shtutser payvandlanadi, nuqtali payvandlash mashinasi (4) da tanavorlar bir necha joyidan payvandlab qo'yiladi va chokli payvandlash mashinalari (5) da ular zich choklar bilan biriktiriladi. K o'ndalang choklar payvandlashda uchuvchi mashinalardan foydalaniladi, ular payvandlash vaqtida detallar va konveyer bilan birga harakatlanadi, keyin esa katta tezlikda dastlabki holatiga qaytadi. Tayyor bo'lgan radiatorlar

liniyaning oxirida harakatlanayotgan tasmadan qaychi (6) vositasida qirib ajratiladi va obopga jo'natiladi.

Quvurlar ishlab chiqarishda quvur payvandlaydigan avtomatik qurilmalardan foydalaniladi (3.10-rasm).



3.10-rasm. Quvurlarni payvandlash stanining sxemasi.

O'randagi tasma konveyer (1) va chuvatkich (2) ga uzatiladi, jo'valash mashinasi (3) da to'g'rilanadi hamda uchlari qaychi bilan kesilgandan keyin uchma-uch payvandlash mashinasi (5) da uzluksiz tasma qilib payvandlanadi, grati esa qratqirg'ich bilan yo'qotiladi. Jarayon uzluksiz bo'lishini ta'minlash uchun tasma uchlarini kesish, payvandlash va gratni yo'qotish vaqtida xalka hosil qilgich (6) dan foylaniladi, u qoliplash stani ollida tasma zaxirasini yaratadi. Yuritish roliklari tasmani qoliplash qurilmasi (7) ga keltiradi, bu qurilma gorizontal va vertikal kattaklardan iborat. Shakl berilgan tanavor payvandlash mashinasi (8) ga keladi, bu yerda 440 Hz chastotali tok bilan bo'ylama chok payvandlanadi. Keyin quvurlar sovitkich (9) da suv-havo aralashmasi vositasida 50–60°C haroratgacha sovitiladi. Quvurni uzil-kesil kalibrlash va to'g'rilash uchun stan (10) xizmat qiladi. Shundan so'ng quvur induksion o'choq (11) da qizdirilgandan keyin reduksion stan (12) ga va uchuvchi (13) da kesishga yoxud kesib dastgoxiga uzatiladi, keyin esa pardozlash b o'linmalari (14)–(15) ga keladi.

3.3. Sanoat robotlari

Sanoat roboti manipulyator va dasturlovchi qurilma majmuidan iborat bo'lib, ishlab chiqarish jarayonida harakatlantiruvchi hamda boshqaruvchi yumushlarni bajarishga mo'ljallangan, ishlab chiqarish predmetlarini va texnologik jihozlarni harakatlantirishdagi insonning shunga o'xshash vazifalarini ado etadi.

Hozirgi zamon sanoat robotlari bajaradigan ishlariga qarab quyidagicha tasniflanadi:

1) ixtisoslashuviga ko'ra:

a) robotning qo'uliga mahkamlangan payvandlash ombirlari yoki to'pponchalari yordamida payvandlash;

b) payvandlanadigan uzellarni tashish – ularni ko'chmas payvandlash mashinasining elektrodleri tagiga o'rnatish, ularni to'g'rilash, olish va navbatdagi uzellar bilan almashtirish. Bu holda robotning ish organi ushlab oluvchi qurilma bo'ladi;

2) ish organining – manipulyatorning harakatlanuvchanlik darajalari soniga ko'ra: uchtdan oltitagacha;

3) ish organini harakatlantirish uchun qo'llaniladigan koordinatalar tizimlari turiga ko'ra:

a) to'rtburchak tizim – ish organining siljishi uch yo'nalishda ilgarilama harakatlar evaziga amalga oshadi;

b) silindrsimon tizim – ish organining siljishi ikkita ilgarilama (vertikal hamda radial) va bitta aylanma (vertikal o'q atrofida) harakatlar hisobiga sodir bo'ladi;

d) sferasimon tizim – ish organi ikkita aylanma va bitta ilgarilama harakatlar evaziga siljiydi;

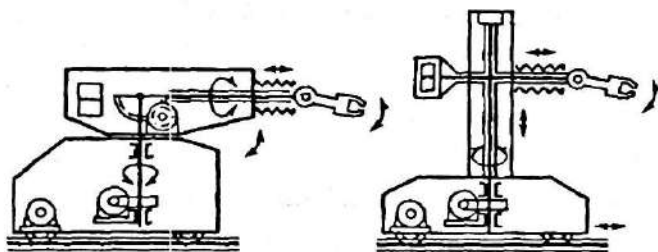
4) manipulyator yuritmasining turiga ko'ra:

a) gidravlik;

b) pnevmatik;

d) elektr-mexanik;

e) qurama (aralash).



3.11-rasm. Sanoat robotlarining kinematik sxemalari.

Manipulyator mustaqil harakatlanuvchi mexanizmlar - ijrochi organlardan iborat bo'lib, ularning har biri ish organini harakatlantiruvchi o'z yuritmasi bilan, qadam elektr dvigatellari yoki gidroyuritmalar bilan ta'minlangan.

Gidroyuritmalar juda tezkorligi va kuchining kattaligi bilan ajralib turadi.

Robotlarning asosiy tavsiflari:

- 1) tezkorligi (harakatlanish tezligi) – 0,05–5 m/s;
- 2) joylash (nuqtalarni qo'yish) aniqligi – (0,2–1,2) mm;
- 3) ombirlar yoki tashiladigan uzelnig eng katta og'irligi – 200 kg gacha.

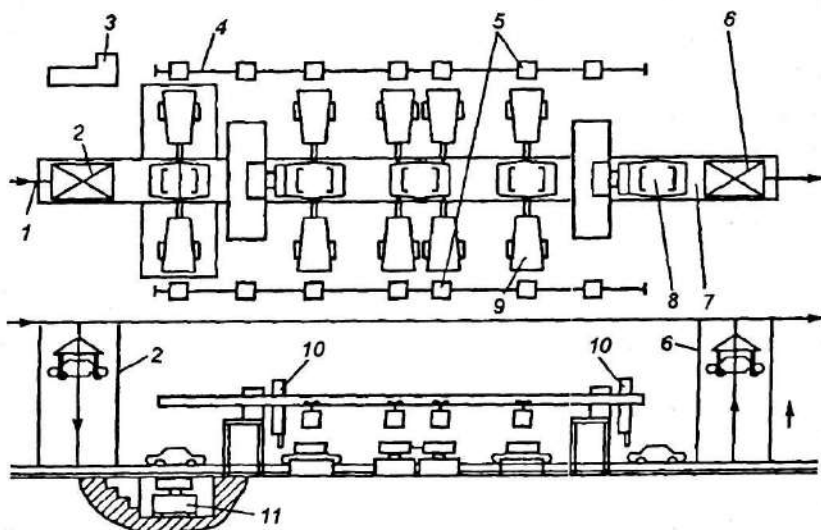
Modulli robotlarning istiqboli juda porloqdir, chunki ularda almashtiriladigan universal bloklar (modullar) qo'llaniladi. Tug'ri yoki aylanma harakatlarni ta'minlovchi ushbu modullardan berilgan ishlab chiqarish sharoitiga tatbiqan erkinlik darajalari soni eng kam bo'lgan maxsus robotlar yig'ish mumkin. Robotning konstruksiyasini oddiydan murakkabga o'zgartirish mumkinligi ko'pgina bir-biriga zid talablarni: ishlab chiqarish maydonlari, xodimlarning malakasi, xavfsizlik texnikasi va hokazolarni inobatga olish imkonini beradi. Bunday robotlardan, chunonchi, yengil avtomobillar kuzovlarini payvandlashda foydalanish avtomatlashtirishning juda yuqori darajasiga (80 %) erishishga imkoniyat yaratadi.

Robotni berilgan dastur asosida harakatlantirish uchun boshqarish tizimi – robot "miyasi"dan foydalaniladi. Boshqarish tizimi avtomatik

ishlaganda buyruq signallari ijrochi qismlarga keladi. Buning uchun xotira qurilmasida saqlanayotgan va robot "o'qiganda" olgan axborotdan foydalaniladi. O'qitish rejimida operator payvandlash mashinasi yaqinida joylashgan chiqarma pultda turib, robotni alohida nuqtalarga sekin-asta olib keladi. Ish organining holati xaqidagi axborot xotira qurilmasiga keladi.

Sanoat robotlaridan mexanizatsiyalashtirilgan va avtomatlashtirilgan liniyalar tizimlarida foydalanish ayniqsa istiqbolidir.

Yig'ilgan va oldindan payvandlangan buyum (8) tushirib-ko'taradigan bo'lma (2) yordamida suruvchi konveyer (1) vositasida polga o'rnatilgan pulslanuvchi konveyer (7) ga uzatiladi (21.12-rasm), konveyer bo'ylab sanoat robotlari (9) o'rnatilgan.



3.12-rasm. Robotlardan foydalanib yengil avtomobillar kuzovlarini nuqtali payvandlash bo'linmasining sxemasi.

Robotlar konveyerning ikki tomoniga, maxsus chuqurlar (11) ga yoki konveyer tepasidagi estakadalar (10) ga o'rnatilishi mumkin. Ularning holati payvandlash joyi sanoat robotining ish mintaqasida bo'ladigan qilib tanlanadi. Payvandlash transformatorlari (5) konveyer

bo'ylab ikkita monorels (4) da montaj qilinib, ikkilamchi konturning egiluvchan kabbellari vositasida nuqtali payvandlash mashinasining payvandlash ombirlari bilan bog'langan. Bitta konveyerda kuzovlarning bir necha turini tayyorlash mumkin. Liniya umumiy pult (3) dan boshqariladi. Payvandlash nixoyasiga yetgach, ko'tarilib-tushadigan bo'lma (6) kuzovni pulslanuvchi konveyerdan olib, pardozlash bo'linmasiga tashish uchun suruvchi konveyerga uzatadi.

Tekshirish uchun savollari

1. Kontaktli payvandlashda mexanizatsiyalashtirish va avtomatlashtirish vositalarni konstruksiyalashaning o'ziga xos xususiyatlarini aytib bering.
2. Mexanizatsiyalashtirilgan potok liniya deb nimaga aytiladi?
3. Avtomatik liniya deb nimaga aytiladi?
4. Sanoat roboti deb nimaga aytiladi?
5. Sanoat robotlari qaysi belgilariga ko'ra tasniflanadi?
6. Sanoat robotlarining asosiy tavsiflarini aytib bering.

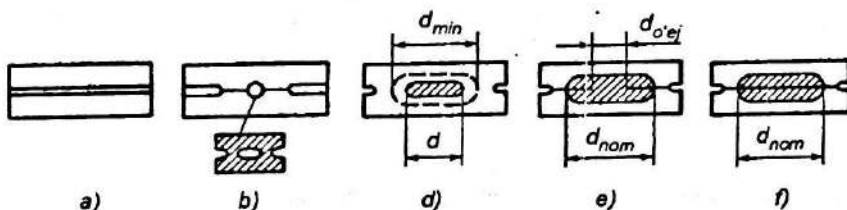
4-BOB.

KONTAKTLI PAYVANDLASHNING NUQSONLARI VA SIFATINI NAZORAT QILISH

4.1. Payvand birikmalarning nuqsonlari va ularning sabablari

Nuqtali, relyefli va chokli payvandlashdagi nuqsonlar:

a) chala payvandlash quyma o'zak o'lchamlarining belgilangan qiymatlardan kichik chiqishi yoki o'zakning umuman bo'lmashligi. Bu juda xavfli nuqson hisoblanadi, chunki uning tashqi tomonida namoyon bo'lishi hamisha ham sezirlarli bo'lavermaydi. Bu nuqsonning umumiy sababi payvandlash tokining kichikligi yoki yetarlicha zich emasligi (payvandlash joyida) tufayli harorat maydonining buzilishidir. Tokning zichligi yetarlicha bo'lmashligiga elektrodlar detalning tik devoriga tegishi natijasida juda yaqin joylashgan nuqta orqali tok shuntlanganda elektrodning tegish yuzasi haddan tashqari kattalashishi sabab bo'lishi mumkin. Mazkur nuqson detallar orasidagi tirqishlar kattaligi yoki payvandlash joyi yaqinida tasodifan tegib ketish tufayli ham vujudga kelishi ehtimoldan holi emas;

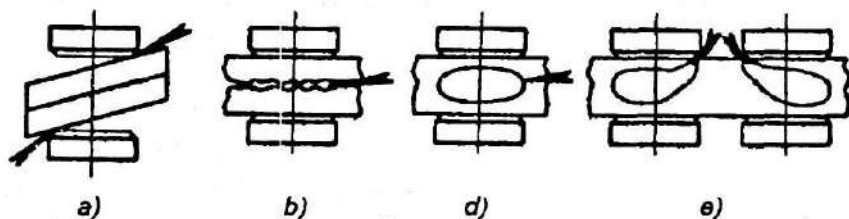


4.1-rasm. Chala payvandlangan joylar turlari:

a – birikmaning umuman hosil bo'lmashligi; b – ayrim mikroyefferlar bo'yicha bog'lanishlar yuzaga kelishi; d – o'zak o'lchamlarining kichikligi ($d < d_{min}$); e – o'zaro erish joyining o'lchamlari yetarlicha emasligi; f – o'zaro erish joyining butkul yo'qligi.

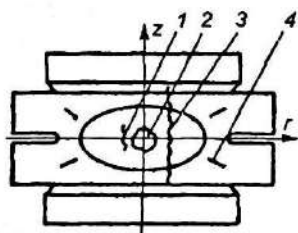
b) payvand birikmaning quyma joyi nuqsonlariga darzlar, g'ovaklar, cho'kish bo'shliqlari kiradi. Darzlar notekis qizish va tez sovish oqibatida payvandlash joyida yuzaga keluvchi cho'zuvchi

zo'riqishlar ta'sirida paydo bo'ladi. Bunday sharoitda asosan qizish darzlari paydo bo'ladi, ular mo'rtlikning harorat oralig'ida (MHO) da yuzaga keladi. Darzlar paydo bo'lishining asosiy sabablari rejimning haddan tashqari qattiqligi va cho'kichlash kuchining notekis berilishidir. O'zakning markazida har xil kovaklar, bo'shliqlar hosil bo'lishi mumkin. Bu nuqsonga yuzaning iflosanishi va payvandlash paytida siqish kuchining yetarli emasligi sabab bo'ladi;



4.2-rasm. Chayqalib to'kilish turlari:

a – tashqi; *b* – boshlang'ich ichki; *d* – oxirgi ichki; *e* – bir tomonlama payvandlashda oxirgi tashqi.



4.3-rasm. Payvandlash joyidagi noyaxlitliklar:

1 – ichki darzlar; 2 – bo'shliq; 3 – tashqi darzlar; 4 – «o'simtalar».

d) detallning qaliligidan 20–25% dan yuqori bo'lgan ezilishlar chuqurligi mustahkamligini pasaytiradi. Bu nuqson tashqi nazorat paytida namoyon bo'ladi va uni maxsus ustunli oddiy indikator bilan o'lchash oson kechadi. Bu nuqsonning sababi payvandlash toki kuchini haddan tashqari oshirib yuborishlik natijasida vujudga keladi hamda payvandlash vaqti oshib ketganligi yoki elektodning ish yuzasi kamligi natijasida ham vujudga kelishi mumkin. Bir tomonli ezilish nuqsonlari ko'pincha pastki elektrodning haddan ziyod ishlatilganligi,

elektrodning ish yuzasini noto'g'ri ta'minlanishi, elektrodning ish yuzalari parallellik va tutatishlik xatoliklari sabab bo'ladi

e) payvand birikmalarning quyilgan yuzasi nuqsonlari – darzlar, cho'kma hovuzlar, g'adirilar. Darzlar payvand joyida notekis qizish va intensive sovishi natijasida cho'zilish kuchlanishi ta'siri oqibatida vujudga keladi. Bu sharoitlarda asosan issiq darzlar paydo bo'ladi. Darzlarning paydo bo'lishi asosiy sabablari – haddan ortiq qattiq jarayon va o'z vaqtida cho'ktirilmaganligidadir. Yadro markazida har xil notekisliklar vujudga kelishi mumkin (g'adirlik, cho'kma hovuzlar). Bu nuqsonning sababi payvand yuzasining yetarli darajada toza emasligi va payvandlash davrida siqilish kuchlanishi yetarli emasligidadir.

f) mo'rt birikma toblanuvchi po'latlar uchun xosdir. Toblanish birikmaning plastikligini pasaytiradi. Nuqson sinish turiga qarab aniqlanadi: u odatda nuqtaning kesimi bo'ylab o'tadi. Nuqsonga sabab qilib rejimning juda qattiqligini yoki mashina elektrodlarida termik ishlovning noto'g'ri sikli tanlanishini ko'rsatish mumkin;

g) payvand chokning zich (germetik) emasligi payvandlash rejimi parametrlaridan chetlashilganda yuzaga keladi. Tok kuchining haddan tashqari kattaligi chayqalib to'kilishlarga olib kelishi mumkin. Payvandlash toki kuchining kichiklashuvi, impuls va to'xtam vaqtining qisqarishi quyma o'zakning kichiklashishiga olib keladi. Nuqtalarning bir-birini qoplashi yo'qoladi va nuqtalar oralig'ida chala payvandlangan joylar paydo bo'lib, ular zichlikni buzadi. Chokning zichligi ortiqcha havo bosimi bilan sinab yoki boshqa usullarda nazorat qilinadi.

Uchma-uch payvandlashdagi nuqsonlar:

a) chala payvandlanganlik – uchma-uch birikmadan oksid pardasi siqilib chiqmasdan qolib ketganligi, shuningdek oksidlar yo'qotilganiga qaramay umumiy chegarada metall donalari hosil bo'lmagan ligi tufayli metall bog'lanishning umuman yoki qisman yo'qligi. Singan joyda ular xira dog'lar qiyofasida ko'rinadi. Chala payvandlanish birikmalarning mustahkamligi va plastikligini jiddiy kamaytiradi. Ushbu nuqsonga nobarqaror erish, chuqish boshlanmasdan oldin tokni uzib qo'yish, chala erish, cho'ktirish tezligining pastligi sabab bulishi mumkin. Cho'ktirish yetarli darajada

bo'lmagan da birikish joyida siqib chiqarilmagan quyma metall qolib ketishi mumkin. Uning kristallanishi oqibatida cho'kish kavaklari paydo bo'ladi. Bunday kavaklar uchma-uch birikish joyi yaqinida qattiq-suyuq holatdagi qismda ham paydo bo'lishi mumkin.

b) metallning ortiqcha qizishi odatda chok yaqinidagi joyda metall zararlari yiriklashuvi va birikmaning plastikligi pasayuviga sabab bo'ladi. Kuchli ortiqcha qizish kuyib ketishga olib kelishi mumkin. Nuqsonning sabablari erish siklining haddan tashqari cho'zilib ketishi, eritishdan oldin detallarni ortiqcha qizdirish, cho'ktirish qiymatining kichikligi, tok ostida cho'ktirish muddatining haddan tashqari uzunligidir;

d) uchma-uch payvandlashda paydo bo'ladigan darzlar ikki xil: bo'ylama va ko'ndalang (halqasimon) bo'lishi mumkin. Bo'ylama darzlar metall ortiqcha chuktirilganda vujudga keladi. Bu nuqson payvandlash joyi ortiqcha qiziganda yuzaga keladi. Halqasimon darzlar odatda toblanuvchi materiallar haddan ziyod qattiq rejimda payvandlanganda paydo bo'ladi. Ularning hosil bo'lishiga mashinaning harakatlanuvchi plitasi orqaga qaytishi natijasida detallarning qismalarda qayishqoq deformatsiyalanishi sabab bo'ladi. Bunday nuqsonlarga metallning qatlamlarga ajralishi ko'rinishidagi nuqson ham kiradi, u cho'ktirish vaqtida ochiladi va darz kurinishida bo'ladi;

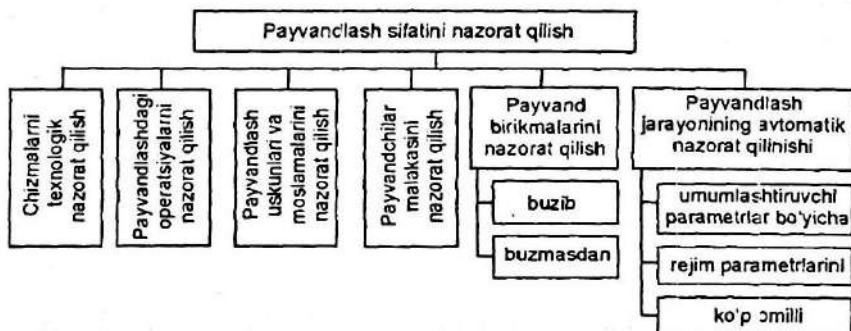
e) detal yuzasining kuyishi detalning yuzasi payvandlashga yomon hozirlanganda, siqish kuchi yetarlicha bo'lmaganda yoki jarlar (elektrodlar) noto'g'ri o'rnatilganda tok keltirilgan joyda yuz beradi. Bu joyda issiqlikning ko'p ajralib chiqishi yuzaning erishiga olib keladi. Agar payvandlanayotgan metall toblangan bo'lsa, u holda kuygan joyda metallning qattiqligi ancha ortishi natijasida detalga keyingi mexanik ishlov berish murakkablashadi.

Joiz nuqsonlar soni va turi texnik shartlar yoki boshqa hujjatlar bilan belgilanadi hamda konstruksiyaning muhimligi, payvandlash uskunalari, detalning materiali va boshqa omillarga bog'liq bo'ladi.

4.2. Sifatni nazorat qilish dasturi

Kontaktli payvandlash usulida olingan payvand birikmalarning sifati butun texnologik jarayon: payvandlashga tayyorlash, yirish va konstruksiyani payvandlash qoidalariga amal qilingandagina ta'minlanadi. Payvandlash sifati ta'minlanishi uchun payvandlash mashinalari va yig'ish-payvandlash moslamalari ishini nazorat qilish muhim ahamiyatga ega.

Nuqsonlarni o'z vaktida aniqlash va ularning oldini olishga qaratilgan texnologik chora-tadbirlar ko'rish hamda maxsulot sifatini yuqori darajada tutib turish uchun texnologik jarayonning barcha bosqichlarida muntazam nazorat zarur.



4.4-rasm. Sifatni nazorat qilish sxemasi.

Chizmalarni texnologik nazorat qilish payvand birikmalarning to'g'ri joylashtirilganini va o'lchamlarini, materialning payvandlanuvchanligini, mashinaning ikkilamchi konturiga bema'lol yaqinlashish, tanlangan qalinlikdagi materiallarni payvandlash, shuningdek payvandlash va nazorat qilish jarayonlarini mexanizatsiyalashtirish hamda avtomatlashtirish imkoniyatlarini tekshirishni nazarda tutadi. Ishni malakali texnolog-payvandchi va buyum konstruktori olib borishadi.

Payvandlashga oid operatsiyalarni nazorat qilish yig'ishga keltirilayotgan detallarni nazorat qilish va payvand buyumni geometrik nazorat qilishdan iborat. Yig'ishga keltirilayotgan detallarni

nazorat qilish ularning yuzasini, qalinligini, materialinig markasini, detallarning o'lchamlarini tekshirishni o'z ichiga oladi. Detallar o'lchamlarining chetlashuvi yig'ish va payvandlash sifatiga jiddiy ta'sir ko'rsatadi. Ko'plab ishlab chiqarishda detallar geometriyasini nazorat qilish uchun nazorat moslamalari va uch kordinatali avtomatik electron o'lchash mashinalaridan keng foydalaniladi. Payvand buyumning geometriyasini nazorat qilish yig'ilib, payvandlangandan keyin buyumni topshirishning yakuniy operatsiyasidir. Buyumning asosiy o'lchamlari o'lchanadi yoki u maxsus nazorat moslamasi yordamida nazorat qilinadi. Ayni vaqtda yakuniy operatsiyalarning payvandlanish sifati hamda payvand birikmalarni tashqi pardozlash sifati ham nazorat qilinadi. Tanlab nazorat qilish uch koordinatali avtomatik elektron o'lchash mashinalarida o'lchash orqali amalga oshiriladi.

Yig'ish va payvandlash moslamalarini nazorat qilish buyumning sifatini ta'minlashdagi muhim bo'g'in hisoblanadi. Ko'p hollarda buyumning yakuniy geometryasi moslamaning ahvoliga bog'liq bo'ladi. Bu moslamlardagi buyumlarni qotirib qo'yish joylari tayanch yuzalar koordinatalarini o'lchab nazorat qilinadi. Murakkab moslamalarni tekshirishni tezlashtirish uchun maxsus master-maketlardan foydalaniladi.

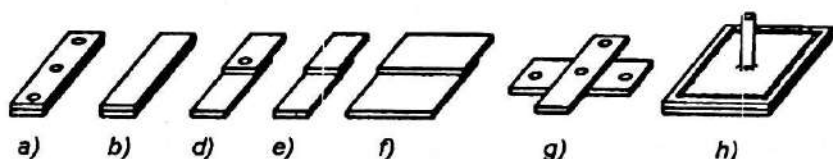
Payvandlash uskunalarini nazorat qilish deganda, mashinalarni vaqt-vaqtida attestatsiya qilish nazarda tutiladi. Bunda mashinaning asosiy texnik ma'lumotlari tekshiriladi va mashinaning ishlatishga yaroqliligi haqida guvohnoma beriladi.

Sozlovchi va payvandchilarning malakasi payvandlash sifatiga katta ta'sir ko'rsatadi. Bu toifadagi ishchilarga ularning ish razryadiga muvofiq muayyan malaka talablari kuyiladi. Sozlovchi va payvandchilar vaqt-vaqtida malaka sinovidan o'tkazilib, bunda nazariy bilimlari hamda amaliy ko'nikmalari tekshiriladi. Tekshiruv natijalari asosida ularning mustaqil ishlashga qo'yilgani xaqida guvohnoma beriladi.

4.3. Payvand birikmaning sifatini nazorat qilish usullari

Payvand birikmalarning sifati turli usullar bilan namunalar va detalda, birikmalarni buzib hamda buzmasdan nazorat qilinadi. Sinov uchun namunalar odatda uskunani berilgan rejimga sozlash paytida va keyin belgilangan muddatlarda tanlab olinadi.

Birikmani buzib nazorat qilish texnologik namunalarda olib boriladi. Ba'zan yirik namunalarda ma'lum miqdordagi birikmalar, masalan, nuqtali birikmalar buziladi, keyin esa yana payvandlanadi.



4.5-rasm. Sinovlar uchun texnologik namunalarning shakli:

a, b – texnologik sinab kʻrishi, tiskida buzish, mikrotahlil uchun; d, e – qirgʻilishga mexanik usulda sinash uchun; f – ustma-ust birikmalar namunalari tayyorlash uchun harita; g – uzilish va buralishga mexanik usulda sinash uchun; h – choklarning zichligini tekshirish uchun.

Payvand chokning sifati 10 ta namunadan iborat turkumni buzuvchi kuchga karab aniqlanadi. Mexanik sinovlar natijalarining tarqoqligi quyidagi chegaralarda boʻlmogʻi lozim:

$$(F_{\max} - F_{\min}) / F_{o'r} \leq A,$$

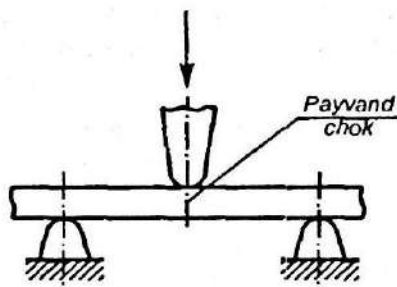
bunda: $F_{\max}$, $F_{\min}$, $F_{o'r}$ – kesilganda bitta nuqtaga (chokka) toʻgʻri keluvchi eng katta, eng kichik va oʻrtacha buzuvchi yuk; A - nuqtali birikmalar uchun 0,3–0,45 ga va chokli birikmalar uchun 0,2–0,25 ga teng koeffitsient.

Olingan mexanik sinovlar natijalari ushbu buyum uchun nazarda tutilgan eng kichik joiz mustahkamlik meʼyorlari bilan taqqoslanadi.

Chokli payvandlashning (birikmaning) zichligi perimetri boʻylab payvandlangan ikki plastinada tekshiriladi. Payvandlab boʻlingandan keyin plastinalardan biriga shtutser payvandlanib, u orqali siqilgan havo haydaladi. Namunalarning zichligi ularni suvli vannaga botirib aniqlanadi.

Uchma-uch payvandlangan namunalarni egilishga sinashda cho‘zilgan joyda birin darz paydo bo‘lgan egilish burchagi o‘lchanadi yoki singan joy etalon bilan solishtiriladi.

Texnologik namunalarni sinash natijalari asosida payvanllashga yoki tayyor buyumni qabul qilib olishga ruxsat beriladi. Detallarning ayrim turlari uchun belgilangan turkumdan olingan tayyor buyumlarni tanlab buzish usuli qo‘llanilayotir.



4.6-rasm. Uchma-uch payvandlanayotgan namunalarni statik egilishga sinash sxemasi.

Buzmasdan nazorat qilish. Tashqi tomondan ko‘zdan kechirish buzmasdan nazorat qilishning eng oddiy va keng tarqalgan usulidir. Bunda ko‘pincha etalon bilan taqqoslashdan foydalaniladi. Ko‘zdan kechirish orqali payvand birikmalar soni va ularning joylashuvi, o‘yiqqlarning o‘lchamlari va turi, terqishlarning kattaligi, tashqi chayqalib to‘kilishlar borligi va hokazolar tekshiriladi.

Zichlikni tekshirishda kerosin-bo‘rli namuna, siqilgan havo, gidravlik sinovlar, sizishni izlagichlar va hokazolardan foydalaniladi. Nazorat moslamalari, universal yoki maxsus o‘lchash usullari yordamida payvand konstruksiyaning geometrik o‘lchamlari aniqlanadi.

Kontaktli payvandlab hosil qilingan birikmalarni tekshirish uchun nazoratning radiatsion usullaridan kam foydalaniladi. Ushbu nazorat uslubining sezuvchanligi 1,5–2% atrofida. Shu bois ushbu usulda oksid pardalari kabi nuqsonni aniqlab bo‘lmaydi. Mazkur usul quyma o‘zakning o‘lchamlarini aniqlashga ham imkon bermaydi.

Ultratovush yordamida nuqsonlarni aniqlash (defektoskopiya) nazorat qilishning zamonaviy usullaridan biridir. Ultratovush tebranishlari metallda tarqalar ekan, nuqsonlardan qaytariladi, agar nuqsonlar o'lchamlari ultratovush to'lqinlari uzunligi ortiq bo'lmasa, albatta. 107 Hz gacha chastota bilan ishlaydigan hozirgi zamon defektoskoplari o'lchami 10 mkm dan kichik bo'lmagan nuqsonlarni aniqlay oladi. Ushbu usul bilan, nuqtali payvandlashdagi g'ovaklar, darzlar, chala payvandlangan joylar topiladi (detallar orasida tirkish bor bo'lganda), quyma o'zakning o'lchamlari aniqlanadi. Ayni usul bilan nazorat qilish aniqligi 80–85 % atrofidadir.

Magnit yordamida nuqsonlarni aniqlash asosan uchma-uch birikmalarni nazorat qilish uchun foydalaniladi. Agar detalni magnitlansa, nuqson bor joyda magnit maydoni albatta buziladi. Buni maxsus defektoskoplar yoki magnit kukuni yordamida aniqlanadi. Yuzadagi nuqsonlar va yuzaga yaqin turgan nuqsonlar yaxshi aniqlanadi.

4.4. Payvandlash jarayonini nazorat qilish

Payvandlash jarayonini avtomatik nazorat qilishning murakkabligi jarayonning qisqa muddatliligi, uskunalarining ish unumdorligi kattaligi, elektr parametrlarning impulsiligi, birikmaning shakllanayotgan joyini kuzatish imkoni yo'qligi va boshqa omillar bilan tushuntiriladi.

1) Payvandlash rejimi parametrlarini nazorat qilish vaqt-vaqtida va uzluksiz o'lchaydigan maxsus apparatlar yaratish yo'li bilan payvandlash uskunasi barqaror ishlashini ta'minlash, shuningdek payvandlash rejimi parametrlarini avtomatik barqarorlashtirish maqsadiga olib boriladi. Nuqtali, relyefli va chokli payvandlashda o'lchanadigan asosiy parametrlar – payvandlash toki, siqish kuchi, payvandlash hamda to'xtam (pauza) vaqti, chokli payvandlash tezligidir.

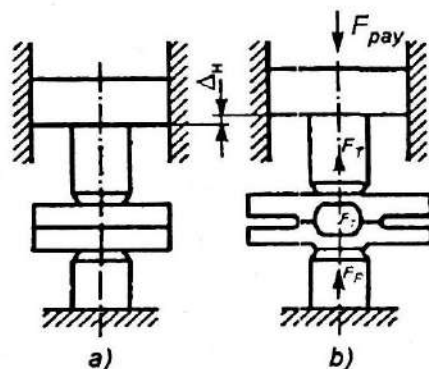
Payvandlash tokini vaqt-vaqtida (davriy) o'lchash uchun ACY–IM asbobidan tokni uzluksiz kuzatib borish uchun KACT-2M, KCT–1 asboblardan foydalaniladi.

Mashina elektrodlaridagi statik siqish kuchi $\Delta 3C$ turidagi prujinali dinamometr (1–100 kN) bilan oʻlchanadi, buning uchun u mashina elektrodlarining orasiga oʻrnatiladi.

Payvandlash siklining vaqt oraligʻi uzunligini tegishli jarayonlarni kuzatish va ossilloqrafda qayd etish natijasida oʻlchash mumkin.

Roliklarning aylanish yoki detallarning siljish chiziqli tezligini oʻlchash uchun taxogenerator datchigi ishlatiladi.

2) Jarayonni birikmaning sifati bilan eng koʻp darajada bogʻliq boʻlgan umumlashtiruvchi parametrlar – belgilar boʻyicha nazorat qilish. Ushbu parametrlar eng koʻp tarqalgan: nuqtali, relyefli va chokli payvandlashda harakatlanuvchi elektrodning siljishi, ayrim elektr parametrlar, ultratovush tebranishlarining yutilish darajasi va b, uchma-uch payvandlashda – metall eriganda ulagichlarning yemirilishi natijasida tokning pulslanish chastotasi, detallarning qizish darajasi va h.



4.7-rasm. Metallning issiqliqdan kengayishi natijasida harakatlanuvchi elektrodning siljishi:

a – elektrodning boshlangʻich holati; b – elektrodning tok oʻtayotgan paytdagi holati.

Nuqtali, chokli va relyefli payvandlash vaqtida metallning issiqlikdan kengayishi tufayli elektrodning siljishi payvand chok quyma mintaqasining kattashishi hamda oʻlchamlari bilan borliq. Sizish kuchi R_{pay} pastki konsolning reaksiyasi F_r tufayli muvozanatlashadi, ichki kuchlar F_i esa elektrodni kattalikda

ochishga harakat qiladi. Elektrodning siljishini ulchash uchun ikki tayanchli kontaktli elektr-mexanik o'zgartkichlardan foydalaniladi.

Payvandlash jarayonining elektrodlardagi kuchlanish U_{EE} ning pasayishi, tarqaladigan quvvat P_{EE} va payvandlash joyidagi energiya Q_{EE} kabi parametrlari elektrodlar orasidagi elektr qarshilik r_{EE} ni aks ettiradi, ulardan payvand chokning o'lchamlarini nazorat qilish uchun umumlashtiruvchi parametrlar sifatida foydalaniladi:

$$U_{EE} = r_{EE} i_{pay}; P_{EE} = r_{EE} i_{pay}^2; Q_{EE} = \int_0^{t_{pay}} r_{EE} i_{pay}^2 dt$$

bunda: i_{pay} va r_{EE} — payvandlash tokining hamda elektrodlar orasidagi qarshilikning oniy qiymatlari.

Payvandlash jarayonini nazorat qilish ikki xil bo'ladi:

1) passiv nazorat, bunda o'lchanayotgan parametrlar berilgan parametrlardan chetlashgan taqdirda apparatlar yorug'lik, tovush signallari beradi, payvadlanayotgan detallarga bo'yoq sachratadi yoki payvandlash jarayoni barqaror emasligini va sifatli payvand birikmalar hosil bo'layotganini yozib ma'lum qiladi;

2) aktiv nazorat, bunda o'lchanayotgan parametrlar berilgan parametrlardan farq qilsa, apparatlar mashinaning boshqarish organlariga ta'sir qilib tanlangan sifat belgisining nominal qiymatini barqarorlashtiradi.

Tekshirish uchun savollar

1. Nuqtali hamda chokli payvandlashdagi asosiy nuqsonlarni ayting va tavsiflang.

2. Uchma-uch payvandlashdagi asosiy nuqsonlarni ayting va tavsiflang.

3. Sifatni nazorat qilish qaysi bosqichlarni o'z ichiga oladi?

4. Chizmalarni texnologik nazorat qilish nimalardan iborat?

5. Payvand birikmaning sifatini nazorat qilishning asosiy usullarini so'zlab bering.

6. Payvandlash rejimi parametrlari qanday maqsadda nazorat qilinadi?

5-BOB.

TEXNIK-IQTISODIY KO'RSATKICHLAR, USKUNALARNI MONTAJ QILISH VA ISHLATISH, XAVFSIZLIK TEXNIKASI

5.1. Texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar

Kontaktli payvandlashning turli usullaridan foydalanish samaradorligini ifodalovchi asosiy texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarga mehnat sarfi (unumdorlik), payvand uzellarning tannarxi, metall sig'imi, elektr energiyasi, elektrodlar va boshqa yordamchi materiallar sarfi qiradi.

Mehnat sarfi payvandlash operatsiyasiga sarflanadigan vaqt – donabay vaqt bilan aniqlanadi:

$$t_{\text{don}} = t_m + t_{\text{yord}} + t_{\text{qo'sh}} + t_{\text{tan}}$$

bunda: t_m – payvandlash rejimiga bog'liq bo'lgan mashina vaqti yoki asosiy texnologik vaqt; $t_{\text{yord}} = (0,7-0,8)t_{\text{don}}$ – detalni o'rnatish, qisish va olishga, siljitishga, elektrodnlarni tozalagaga sarflanadigan vaqt bo'lib, yordamchi operatsiyalarning mexanizatsiyalashtirilish darajasiga, buyumga yaqinlashish qulayligi va hokazolarga bog'liq; $t_{\text{qo'sh}} = (0,1-0,15)(t_m + t_{\text{yord}})$ uskunalariga texnik xizmat (mashinalarni ishga tushirish hamda sozlash, yig'ishtirish va b.) uchun sarflanadigan qo'shimcha vaqt; $t_{\text{tan}} = 0,3t_m$ – dam olish va ishdagi boshqa tanaffuslarning davomlilikligi.

Kontaktli payvandlash uchun t_{don} va ayniqsa t_m ning qiymati kichikligi xosdir, bu esa mazkur jarayonning unumdorligi yuqori bo'lishini belgilab beradi. Pulatlar va yengil qotishmalarni parchinlashga nisbatan, nuqtali va chokli payvandlash ish unumi 3–10 % oshishini ta'minlaydi.

Donabay vaqt, bir vaqtda ishlaydigan ishchilar soni ma'lum bo'lsa mehnat sarfining puldagi ifodasini topish mumkin. Butun payvand uzelni tayyorlash tannarxi elektr energiyasi, yordamchi materiallarga, uskunalarining eskirishiga va hokazolarga qilinadigan harajatlarni ham o'z ichiga oladi. Kontaktli payvandlash jarayoniga mehnat sarfining nisbatan kamligi uning past tannarxini ham belgilab beradi. Kontaktli

payvandlashning sanoatning turli sohalarida joriy etilishi metallar ancha tejalishini ta'minlaydi.

Kontaktli payvandlash nisbatan energiya sig'imgor jarayondir. Solishtirma energiya sarfi payvandlanadigan metallarga, birikmalarning o'lchamlariga (o'zakning eng kichik diametriga), payvandlash rejimiga (tok impulsining muddatiga), uskunalarining turi va boshqalarga bog'liq.

Energiya sarfi:

a) nuqtali payvandlashda

$$G = \frac{N_n \cos \varphi \cdot U_{pay(s,yu)}^2}{36 U_{n(s,yu)}^2} t_{pay}, 100 \text{ ta nuqtaga } \kappa W \cdot \text{soat},$$

bunda: N_n – mashinaning nominal quvvati, kVA; $U_{pay(s,yu)}$ – payvandlash uchun qabul qilingan bosqichda salt yurishning ikkilamchi kuchlanishi, V; $U_{n(s,yu)}$ – nominal bosqichda salt yurishning ikkilamchi kuchlanishi, V; $\cos \varphi$ – mashinaning quvvat koeffitsienti bo'lib, ko'chmas mashinalar uchun 0,45–0,55 ga, osma mashinalar uchun 0,75–0,85 ga teng;

b) chokli payvandlashda:

$$G = \frac{N_n \cos \varphi \cdot U_{pay(s,yu)}^2}{60 v U_{n(s,yu)}^2} t_{pay} \cdot \frac{t_{pay}}{t_{pay} + t_{tan}}, 1 \text{ m chokka } \kappa W \cdot \text{soat}$$

bunda $\cos \varphi = 0,6–0,7$ – mashinaning quvvat koeffitsienti;

d) eritib uchma-uch payvandlashda:

$$G = k \cdot F \cdot \Delta_{erish}, \text{ bitta chokka } \kappa W \cdot \text{soat},$$

bunda: $k = 0,012–0,016$ – erish tezligini hisobga oluvchi koeffitsient;

F – payvandlanayotgan detallar ko'ndalang kesimining yuzi, sm^2 ;

Δ_{erish} – eritishga qoldiriladigan jami qo'yim, sm.

Yordamchi materiallar sirasiga odatda elektrod qotishmalari, tok keltiruvchi qismni sovitish suvi va siqilgan havo qiradi.

Nuqtali payvandlashda 1000 ta nuqtani payvandlashga o'rtacha 10–15 g va chokli payvandlashda 100 m chokka 50–100 g elektrod materiallari ishlatiladi. Uchma-uch payvandlashda ishlatiladigan qisuvchi qurilmalar 20000–100000 ta birikma payvandlashga

mo'ljallangan. Oqilona payvandlaga rejimlaridan foydalanilsa, elektrodlar jadal sovitilsa, detallar yuzalari payvandlashga yaxshi tayyorlansa, shuningdek yuqori darajada chidamli elektrod materiallari ishlatilsa, elektrod materiallari sarfi kamayishi mumkin.

Masalan, o'zgaruvchan tok mashinalari sovitish uchun suvi sarfi 300–1200 l/soatni tashkil etadi. Mashinaning quvvati kattalashishi bilan suv sarfi kamayadi. Yopiq sovitish tizimidan foydalanib, sovitish tizimidagi umumiy yo'qotishlarni kamaytirish evaziga suvni tejashga erishiladi.

Pnevmatik kuch yuritmasi bo'lgan mashinalar uchun o'rtacha havo sarfi UM ning nominal qiymatlarida quvvati 100 gacha va bundan yuqori nuqtali payvandlash mashinalari uchun mos ravishda 20–23 va 30–60 m/soatni, chokli payvandlash mashinalari uchun 10–12 m/soat hamda uchma-uch payvandlash mashinalari uchun 20 m/soatni tashkil etadi.

5.2. Uskunalarni montaj qilish va ishlatish

Aksariyat ko'chmas mashinalar sexning poliga o'rnatilib, boltlar bilan mahkamlab qo'yiladi. Ayrim, ayniqsa, qudratli mashinalar uchun poydevorlar kerak bo'ladi. Ularning tuzilishi mashinalarga xizmat ko'rsatishni osonlashtirmog'i lozim.

Avtomatik liniyalar yoki yirik qurama (aralash) mashinalar vazifasi mashina staninasinig bikrligi yuqori darajada bo'lishini ta'minlashdan iborat bo'lgan maxsus poydevorlargagina montaj qilinadi.

Osma mashinalar sex polida joylashgan portallarga yoki maxsus monorelsarga o'rnatiladi. Monorelsar sexning stropilalariga osib qo'yiladi.

Yirik detallarni payvandlashga mo'ljallangan ko'chma mashinalar sex polida joylashgan rels yo'llarga montaj qilinadi, bu yo'llarda mashinaning o'zi montaj qilingan portal harakatlanadi. Bu turdagi mashina kolonnalarda joylashgan rels yullarda harakatlanuvchi kran-balkaga montaj qilinishi ham mumkin.

Payvandlash mashinalarini elektr energiyasi, sovituvchi suv va siqilgan havo bilan to'g'ri ta'minlash zamonaviy kontaktli

payvandlash texnikasining eng muhim masalalaridan biri sanaladi. Tanlangan payvandlash mashinasi sexning elektr tarmog'i ga to'g'ri ulanmog'i dardkor. ГОСТ 297-80 ga muvofiq kontaktli payvandlash mashinalari nominal qiymatning -10 dan $+5$ % igacha o'zgarib turadigan kuchlanishda ishonchli ishlashi lozim. Sex tarmoqlari va podstansiyadagi kuch transformatorining quvvati ana shu shartlarga muvofiq tanlanmog'i zarur. Bir fazali mashinalar fazalar bo'yicha mumkin qadar bir tekis taqsimlanishi kerak, chunki bunda kuchlanish kamroq og'adi va pasayadi. Mashina tarmoqqa avtomatik uzgich orqali ulanadi, bu uzgich tarmoqdan olinadigan eng katta tok kuchiga qarab hisoblanadi. Ushbu qurilmalar nosozlik (avariya) holatida mashinani tez uzib qo'yish uchun zarurdir. Kuchlanishning pasayish shartidan kelib chiquvchi kabelning kesimi uning uzunligiga bog'liq, shu sababli juda katta quvvatli mashinalarni sex podstansiyasiga imkon qadar yaqinroq joylashtirish tavsiya qilinadi.

Payvandlash mashinalarini oqar suv bilan me'yorida sovitish muhim ahamiyat kasb etadi. Mashinalar odatda sexning texnik suv keladigan quvuriga rezinka-mato shlang (ichki diametri $8-10$ mm) vositasida, kirish ventili orqali ulanadi. Sovitish soz bo'layotganini ko'z bilan kuzatish mumkin bo'lishi uchun suv oqovaquvur (kanalizatsiya) ga ochiq usulda oqizlladi. Sovitish sharoiti yaxshi bo'lishi uchun tizimdagi suv bosimi $0,15-0,3$ MPa bo'lmog'i kerak.

Bundan past bosimda sovitish keskin yomonlashadi, bu esa magshinaning tok keltiruvchi qismlari ortiqcha qizishi va elektrodning chidamliligi pasayishiga olib keladi. Bu hol teshilishga sabab bulishi mumkin.

Sexga o'rnatilgan kontaktli mashinalar soni ko'p bo'lganda yopiq sovitish tizimini qo'llash maqsadga muvofiqdir. Tizimda aylanib yuradigan suv sovishga ulguradi. Sizgan suvning o'rmini to'ldirish uchun tizimga 10 % gacha toza suv beriladi.

Mashinalarning sovutuvchi kanallarini suvdagi har xil mexanik iflosliklardan saqlash uchun mashinani ta'minlovchi suvquvur tarmog'i ga qo'shimcha filtrlar o'rnatish maqsadga muvofiqdir.

Aksariyat mashinalarda pnevmatik bosim mexanizmlari bo'ladi. Ularni harakatga keltirish uchun zarur bo'lgan siqilgan havo sex tarmog'i dan o'zatiladi. Uning bosimi odatda $0,38$ MPa dan past

bo'lmaydi. Mashinalarning pnevmatik mexanizmlarini ta'minlash uchun havo tozalangan holda kelishi va keltiruvchi quvurlarda uning bosimi payvandlash jarayonida juda pasayib ketmasligi lozim.

Kontaktli payvandlash mashinalari o'rnatiladigan xona quruq havosining harorati katta darajada o'zgarib turmaydigan, chang miqdori imkon qadar kam va o'yuvchi bug'larsiz (ayniqsa, kislota bug'larisiz) bo'lmog'i darkor, chunki bunday bug'lar izolyatsiyaning yemirilishi hamda ayrim tok keltiruvchi qismlarning ulanish joylarida kontakt yomonlashuviga olib keladi.

Mashinalar odatda smena mobaynida havosining harorati ko'pi bilan 10°C va sovituvchi suvning harorati 5–25 o'zgarib turadigan yopiq xonalarda ishlatishga mo'ljalanadi.

Payvandlash moslamalari o'lchamlariga mos keluvchi maxsus tagliklarga yoki sex poliga o'rnatiladi.

Payvandlash uskunalari va moslamalaridan to'g'ri foydalanish yuqori sifatli payvand birikmalar olishning shartlaridan biridir. Uskunalarining ishlamay qolishi jiddiy yo'qotishlarga olib keladi. Uskunalarining ishonchli ishlashi uskunalarni muayyan muddatlarda ko'zdan kechirish va tekshirish, shuningdek rejali-oldini olish maqsadida ta'mirlash orqali ta'minlanadi.

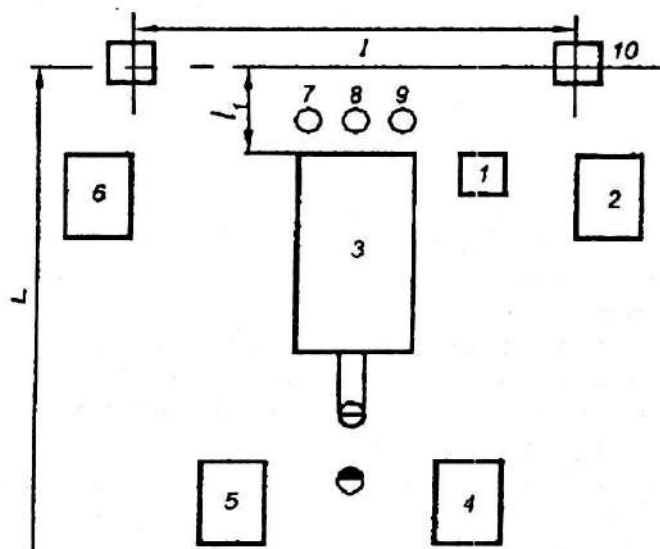
Uskunalariga mexaniklar, elektriklar, chilangarlar, elektronika mutaxassislari xizmat ko'rsatishlari kerak.

Har bir korxonada rejali-oldini oluvchi ta'mirlash (ROT) tizimi bo'ladi. Unda payvandlash uskunalarini ishlatish va ta'mirlashning o'ziga xos xususiyatlari hisobga olinadi. ROT tizimiga odatda mashinalarni attestatsiya qilish ham kiradi. Attestatsiya vaqtida mashinalar asosiy parametrlarining barqarorligi va rostlash chegaralari tekshiriladi. Mashina foydalanishning boshida, to'liq ta'mirlashlardan keyin hamda ishlatish jarayonida attestatsiyadan o'tkaziladi.

Turkumlab ishlab chiqarishda attestatsiya kamida yiliga bir marta o'tkaziladi.

Attestatsiya vaqtida mashinaning asosiy parametrlari qisqa tutashuv rejimida tuziladi yoki tekshiriladi. Agar mashinaning parametrlari pasportidagi ma'lumotlarga to'g'ri kelsa, u holda mashina bundan keyin foydalanishga qo'yiladi. Ayrim parametrlarning chetlashuvi

$\pm(5-10)\%$ doirasida bo'lmog'i lozim. Parametrlar mashinani nominal sur'atda 1 soat mobaynida uzluksiz ishlatish asosida o'lanadi.



5.1-rasm. Kontaktli payvandlashda ish o'rnining joylashuvi:

1 – mashinani ishga tushiruvchi avtomat; 2 – asbob-uskunalar va mayda moslamalar uchun quti; 3 – kontaktli payvandlash mashinasi; 4 – payvandlangan detallar qo'yiladigan joy; 5 – payvandlanishi lozim bo'lgan uzellar qo'yiladigan joy; 6 – tanavorlar qo'yiladigan va detallar payvandlash uchun yig'iladigan joy; 7 – suv keladigan qurilma; 8 – suv to'kiladigan qurilma; 9 – havo keladigan qurilma; 10 – kolonnalar; l , L – kolonnalar oralig'i, $l=6$ m, $L=12, 18$ yoki 24 m; l_1 – kontaktli payvandlash mashinasi bilan sex devori o'rtasidagi oraliq, $l_{\text{min}}=0,7$ m.

Foydalanish jarayonida uskunalarni kuzatib, harakatlanuvchi kontaktlarini vaqt-vaqtida grafitkastor moyi bilan moylab turish kerak. Roliklarni aylantirish yuritmasi reduktorlari mashina moyi, ochiq uzatmalar esa texnik vazelin bilan moylanadi.

Liniya sozlovchilari xizmat ko'rsatishni tashkil qilishning qabul qilingan sxemasiga muvofiq ishlab chiqarish ustasi yoki ta'mirlash va xizmat ko'rsatish bo'linmalariga buysunadilar. Sozlovchi payvandlash texnologiyasini, payvandlash mashinalarining tuzilishi va o'ziga xos xususiyatlarini yaxshi biladigan malakali ishchidir. Uning vazifalariga mashinalarni texnologik rejimga sozlash, foydalanish jarayonida ana

shu rejimni nazorat qilish, mashinalarni ishga tushirish va to'xtatish, elektrodلarni almashtirish, tozalash hamda qo'yish, payvandlash konturi qismlarini almashtirish, shuningdek payvandlash moslamalarining ahvolini kuzatish kiradi.

5.3. Xavfsizlik texnikasi

Kontaktli payvandlashdagi xavfsizlik texnikasiga oid asosiy chora-tadbirlar operatorning elektr tokidan shikastlanishi, sachragan yoki chayqalib to'kilgan qaynoq metallning kuydirishi, kuch yuritmasi yoki detallarni uzatish yuritmasining aylanuvchi qismlari shikast yetkazish ehtimoli borligi bilan bog'liqdir.

Payvandlash mashinasi transformatorining ikkilamchi kuchlanishi 24 V dan oshmaydi va odam uchun xavfli emas. Payvandlash transformatorining birlamchi chulg'ami bilan bog'langan qismlarga tegib ketish eng xavflidir, chunki chulg'amdagi tok odatda 220–380 V ni tashkil etadi, kondensatorli mashinalardan foydalanilganda esa to'g'rilagichdagi kuchlanish 1000 V ga yetishi mumkin. Bundan tashkari, ba'zan transformatorning birlamchi chulg'ami teshilishi yoki ikkilamchi o'ramga tutashib qolishi mumkin. Shu bois mashinaning ikkilamchi konturi va boshqarish qutisi ishonchli tarzda yerga ulanadi. Yerga ulovchi simning kesimi ochiq usulda o'tkazish uchun 4 mm² dan, yopiq usulda o'tkazish uchun esa 5 mm² dan kichik bo'lmasligi lozim.

Barcha boshqaruv qismlari – tugmalar, tepkilar (pedallar) va b. odatda 36 V dan oshmaydigan kuchlanish bilan ta'minlanadi. Ish vaqtida mashina va boshqarish qutisining eshikchalari yopiq bo'lmog'i lozim. Mashinani tarmoqdan tez uzib qo'yish uchun rubilniklar, tugmalar va boshqa uzuvchi qurilma qulay joyda bo'lishi kerak. Mashina oldidagi pol quruq rezinali poyandoz to'shalgan bo'lishi zarur. Tegishli malakali va xavfsizlik texnikasidan yo'l-yo'riqlar olgan shaxslargina mashinada ishlashga qo'yiladilar. Agar qandaydir nosozlik yuz bersa, ishni darhol to'xtatish va bu haqda usta yoki sozlovchiga xabar bermoq darkor.

Elektrodlarni tozalash va almashtirishda, uzellarni mashina konturiga o'rnatishda elektrod tasodifan siljib ketib qo'lni shikastlamasligi uchun extiyot choralariga amal qilish zarur. Kuyishdan himoyalaniش uchun payvandchida shishasi tiniq ko'zoynak, jomakor va qo'lqop bo'lmog'i kerak. Uchma-uch

payvandlash mashinalarining qisuvchi mexanizmi yaqinidagi bo'shliq yig'ma to'siq bilan bektilishi, qudratli mashinalar bilan payvandlashda esa ularning atrofi g'ovlar bilan to'sib qo'yilishi lozim.

Uchma-uch payvandlash paytida metall bug'lari ajralib chiqadi va metall sachraydi. Rangli metallarni va oson eruvchi qoplamali po'latlarni payvandlash vaqtida ayniqsa zararli moddalar ko'p ajralib chiqadi. Shuning uchun, eski havoni chiqarib, yangi havo kiritadigan umumiy shamollatish qurilmasidan tashqari, mahalliy shamollatish qurilmasini nazarda tutish tavsiya etiladi.

Tekshirish uchun savollar

1. Kontaktli payvandlashning asosiy texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini aytib bering.
2. Bitta payvandlash operatsiyasiga ketadigan donabay vaqt qanday hisoblanadi?
3. Rejali-oldini oluvchi ta'mirlash tizimi nima?

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Бачин В.А., Квасницкий В.Ф., Котельников Д.И. и др. Теория, технология и оборудование диффузионной сварки. М.: Машиностроение, 2001. – 352 с.
2. Бердычевский А.Е., Редькин Е.Н., Эллик К.А. Многоэлектродные машины для контактной сварки. Л.: Энергоатомиздат, 2004. – 264 с.
3. Вилль В.И. Сварка металлов трением. Л.: Машиностроение, 1997. – 176 с.
4. Гельман А.С. Основы сварки давлением. М.: Машиностроение, 2000. – 321 с.
5. Гуляев А.И. Технология и оборудование контактной сварки. М.: Машиностроение, 2005. – 256 с.
6. Кабанов Н.С. Сварка на контактных машинах. М.: Высшая школа, 2005. – 271 с.
7. Кочергин К.А. Сварка давлением. Л.: Машиностроение, 2002. – 216 с.
8. Орлов Б.Ю., Чакалов А.А., Дмитриев Ю.В. Технология оборудования контактной сварки. М.: Машиностроение, 2006. – 352 с.
9. Рыськова З.А., Федоров П.Д., Жемерева В.И. Трансформаторы для электрической контактной сварки. – Л.: Энергоатомиздат, 2000. – 454 с.
10. Холопов Ю.В. Ультразвуковая сварка пластмасс и металлов. Л.: Машиностроение, 2008. – 224 с.
11. Чулошников П.Л. Точечная и роликовая электросварка легированных сталей и сплавов. М.: Машиностроение, 2004. – 232 с.

MUNDARIJA

Kirish.....	3
1-Bob. Bosim bilan payvandlashning nazariy asoslari	
1.1. Bosim bilan payvandlash usullarining tasnifi va tavsifi	
1.1.1. Bosim bilan payvandlashning mohiyati	4
1.1.2. Bosim bilan payvandlash usullarining klassifikatsiyasi ...	5
1.2. Nuqtali va chokli kontaktli payvandlash	
1.2.1. Kontaktli payvandlash mohiyati va tasnifi.....	16
1.2.2. Nuqtali kontaktli payvandlash	18
1.2.3. Chokli kontaktli payvandlash	20
1.2.4. Relyefli payvandlash	21
1.2.5. Uchma-uch payvandlash.....	23
1.3. Kontaktli payvandlashdagi elektr qarshilik	
1.3.1. Kontaktli payvandlashda issiqlik manbalari	29
1.3.2. Tegish qarshiliklari	30
1.3.3. Detallarning o'z qarshiligi	33
1.3.4. Payvandlash joyidagi umumiy qarshilik	35
1.4. Kontaktli payvandlashda metallni qizdirish jarayonlari	
1.4.1. Kontaktli payvandlashdagi elektr va harorat maydonlari xaqida tushuncha.....	37
1.4.2. Kontaktli payvandlashda issiklik balansi	40
1.4.3. Payvandlash tokini hisoblash.....	42
1.4.4. Tokning shuntlanishi	45
1.4.5. Uchma-uch payvandlashda detallarning qizishi.....	46
1.5. Kontaktli payvandlashda metallning plastik deformatsiyalanishi	
1.5.1. Plastik deformatsiyaning ahamiyati	51
1.5.2. Nuqtali payvandlashdagi plastik deformatsiya	51
1.5.3. Nuqtali payvandlashdagi payvandlash kuchini hisoblash	54
1.5.4. Chokli va relyefli payvandlashdagi plastik deformatsiya..	55
1.5.5. Uchma-uch payvandlashda metallning plastik deformatsiyalanishi	57
1.6. Birikmalar hosil bo'layotgan yuz beradigan jarayonlar	
1.6.1. Sirtqi pardalarning yo'qolishi	60
1.6.2. Payvandlashda metallning issiqlikdan kengayishi	63
1.6.3. Elektrod-detal tegish joyida massa ko'chish jarayonlari... ..	64
1.6.4. Termodeformatsiya jarayonlarining payvandlash joyi metalining xossalriga ta'siri	66
1.6.5. Qoldik zo'riqlashlarning yuzaga kelishi	68

2-Bob. Bosim ostida payvandlash texnologiyasi va jihozlari

2.1. Kontaktli payvandlab hosil qilinadigan payvand birikmalar detallari va qismlarining tuzilishi

2.1.1. Kontaktli nuqtali va chokli payvandlab hosil qilingan birikmalarining tuzilishi 71

2.1.2. Kontaktli relyefli payvandlab hosil qilinadigan birikmalarining tuzilishi 73

2.1.3. Kontaktli uchma-uch payvandlab hosil qilingan birikmalarining tuzilishi 76

2.2. Payvand uzellar ishlab chiqarish texnologik jarayoni

2.2.1. Detallar tayyorlash 78

2.2.2. Yuzani hozirish 79

2.2.3. Yig'ish 81

2.2.4. Bir necha joyidan payvandlab qo'yish 82

2.2.5. To'g'rilash va qo'shimcha mexanik ishlov berish 83

2.2.6. Korroziyaga qarshi himoya 86

2.3. Kontaktli payvandlash rejimlari

2.3.1. Nuqtali payvandlash rejimi 89

2.3.2. Chokli payvandlash rejimi 92

2.3.3. Uchma-uch payvandlash rejimi 94

2.4. Turli konstruksion materiallarni kontaktli payvandlashning o'ziga xos xususiyatlari

2.4.1. Payvandlanadigan metallar xossalarining payvandlash rejimi parametrlarini tanlashga ta'siri 100

2.4.2. Turli konstruksion materiallarning payvandlanuvchanligi 102

2.5. Kontaktli payvandlashning alohida hollari

2.5.1. Qalinligi bir xil (teng) bo'lmagan detallarni payvandlash 110

2.5.2. Bir tomonlama payvandlash 113

2.5.3. Mikropayvandlash 114

2.5.4. Elektr kontakt usulida eritib qoplash 115

2.6. Maxsus konstruksiyalar va birikmalarni payvandlash

2.6.1. Uch qatlamli panellarni nuqtali payvandlash 118

2.6.2. Katakli panellarni payvandlash 119

2.6.3. Chokli uchma-uch payvandlash 120

2.6.4. Chetlarini ezib, chokli payvandlash 121

2.6.5. Uchta va undan ortiq detallardan iborat to'plami payvandlash 122

2.6.6. Qalinligi katta detallarni payvandlash 122

2.6.7. Qumoqli aluminiy kukuni (QAK)ni payvandlash	123
2.6.8. G'ovakdor qumoqli materiallarni payvandlash	123
2.6.9. Qoplamali metallarni payvandlash	124
2.7. Konstruksion materiallar va detallarning turli guruhlarini kontaktli uchma-uch payvandlashning o'ziga xos xususiyatlari	
2.7.1. Konstruksion materiallarning turli quruxlarini kontaktli uchma-uch payvandlashning o'ziga xos xususiyatlari	128
2.7.2. Turli detallarni uchma-uch payvandlashning o'ziga xos xususiyatlari	130
2.8. Kontaktli payvandlash mashinalari	
2.8.1. Kontaktli payvandlash mashinalari tasnifi	135
2.8.2. Kontaktli payvandlash mashinalarining belgilanishi	136
2.8.3. Nuqtali payvandlash mashinalari	137
2.8.4. Relyefli payvandlash mashinalari	142
2.8.5. Chokli payvandlash mashinalari	144
2.8.6. Uchma-uch payvandlash mashinalari	146
2.9. Kontaktli payvandlash mashinalarning konstruktiv qismlar	
2.9.1. Korpus va staninalar	149
2.9.2. Kontaktli payvandlash mashinalarining payvandlash konturi	151
2.9.3. Elektrodlar	156
2.9.3.1. Elektrodning tuzilishi	156
2.9.3.2. Elektrodning chidamliligi	160
2.9.3.3. Elektrod qotishmalari	161
2.10. Kontaktli payvandlash mashinalarining mexanizmlari	
2.10.1. Detailarni siqish mexanizmlari	164
2.10.2. Roliklarni aylantirish mexanizmlari	168
2.10.3. Uchma-uch payvandlash mashinalarining siqish mexanizmlari	170
2.10.4. Uchma-uch payvandlash mashinalarining qisuvchi mexanizmlari va tirak moslamalari	172
2.11. Kontaktli payvandlash mashinalarining elektr qismi	
2.11.1. Mashinalar elektr qismining vazifasi va tuzilish sxemalari	177
2.11.2. Mashinalarning asosiy energetik parametrlari	178
2.11.3. Kontaktli payvandlash mashinalarining elektr zanjirlari	193
2.11.4. Kontaktli payvandlash mashinalarining ikkilamchi konturini hisoblash	188

2.12. Kontaktli payvandlash mashinalarining payvandlash transformatorlari	
2.12.1. Payvandlash transformatorining tuzilishi	195
2.12.2. Payvandlash transformatorlaridagi payvandlash tokini rostlash.....	199
2.12.3. Payvandlash transformatorini hisoblash	201
2.13. Kontaktli payvandlash uskunalari	
boshqarish apparatlari	
2.13.1. Boshqarish apparatlarining vazifasi	207
2.13.2. Kontaktli payvandlash jarayonlarini nazorat qilish va avtomatik boshqarish tizimlarida EHM ning qo'llanilishi.....	211
3-Bob. Kontaktli payvandlashda mexanizatsiyalashtirish va avtomatlashtirish	215
3.1. Yig'ish va payvandlash moslamalari	216
3.2. Potok va avtomatik liniyalar.....	221
3.3. Sanoat robotlari	224
4-Bob. kontaktli payvandlashning nuqsonlari va sifatini nazorat qilish	
4.1. Payvand birikmalarning nuqsonlari va ularning sabablari ...	228
4.2. Sifatni nazorat qilish dasturi	232
4.3. Payvand birikmaning sifatini nazorat qilish usullari.....	234
4.4. Payvandlash jarayonini nazorat qilish.....	236
5-Bob. Texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar, uskunalarni montaj qilish va ishlatish, xavfsizlik texnikasi	
5.1. Texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar.....	239
5.2. Uskunalarni montaj qilish va ishlatish.....	241
5.3. Xavfsizlik texnikasi	245
Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati	247

Содержание

Введение.....	3
Глава 1. Теоретические основы сварки давлением	
1.1. Характеристика и классификация	
способов сварки давлением	
1.1.1. Сущность сварки давлением.....	4
1.1.2. Классификация способов сварки давлением...	5
1.2. Контактная сварка	
1.2.1. Классификация и характеристика	
способов контактной сварки.....	16
1.2.2. Точечная контактная сварка.....	18
1.2.3. Шовная контактная сварка.....	20
1.2.4. Рельефная контактная сварка.....	21
1.2.5. Стыковая сварка.....	23
1.3. Электрическое сопротивление при	
контактной сварке	
1.3.1. Источники теплоты при контактной сварке....	29
1.3.2. Контактные сопротивления.....	30
1.3.3. Собственное сопротивление деталей.....	33
1.3.4. Общее сопротивление в зоне сварки.....	35
1.4. Процессы нагрева металла при	
контактной сварке	
1.4.1. Понятие об электрических и температурных	
полях при контактной сварке.....	37
1.4.2. Тепловой баланс при контактной сварке.....	40
1.4.3. Расчет сварочного тока.....	42
1.4.4. Шунтирование тока.....	45
1.4.5. Нагрев деталей при стыковой сварке.....	46
1.5. Пластическая деформация металла	
при контактной сварке	
1.5.1. Роль пластической деформации.....	51
1.5.2. Пластическая деформация при точечной	
сварке.....	51
1.5.3. Расчет сварочного усилия при точечной	
сварке.....	54
1.5.4. Пластическая деформация при шовной и	
рельефной сварке.....	55
1.5.5. Пластическая деформация металла при	
стыковой сварке.....	57

1.6. Сопутствующие процессы при образовании соединений	
1.6.1. Удаление поверхностных пленок.....	60
1.6.2. Тепловое расширение металла при сварке.....	63
1.6.3. Процессы массопереноса в контакте	
Электрод – деталь.....	64
1.6.4. Воздействие термомодеформационных процессов на свойства металла зоны сварки.....	66
1.6.5. Образование остаточных напряжений.....	68
Глава 2. Технология и оборудование сварки давлением	
2.1. Конструкция деталей и элементов сварных соединений контактной сварки	
2.1.1. Конструкция соединений точечной и шовной контактной сварки.....	71
2.1.2. Конструкция соединений рельефной контактной сварки.....	74
2.1.3. Конструкция соединений стыковой контактной сварки.....	76
2.2. Технологический процесс производства сварных узлов	
2.2.1. Изготовление деталей.....	78
2.2.2. Подготовка поверхности.....	79
2.2.3. Сборка.....	81
2.2.4. Прихватка.....	82
2.2.5. Правка и механическая доработка.....	83
2.2.6. Антикоррозионная защита.....	86
2.3. Режимы контактной сварки	
2.3.1. Режим точечной сварки.....	89
2.3.2. Режим шовной сварки.....	92
2.3.3. Режим стыковой сварки.....	94
2.4. Особенности контактной сварки различных конструкционных материалов	
2.4.1. Влияние свойств свариваемых металлов на выбор параметров режима сварки.....	100
2.4.2. Свариваемость различных конструкционных материалов.....	102
2.5. Особые случаи контактной сварки	
2.5.1. Сварка деталей неравной толщины.....	110
2.5.2. Односторонняя сварка.....	113

2.5.3. Микросварка.....	114
2.5.4. Электроконтактная наплавка.....	115
2.6. Особенности контактной сварки специфических конструкций и соединений	
2.6.1. Точечная сварка трехслойных панелей.....	118
2.6.2. Сварка сотовых панелей.....	119
2.6.3. Шовно-стыковая сварка.....	120
2.6.4. Шовная сварка с раздавливанием кромок.....	121
2.6.5. Сварка пакета из трех и более деталей.....	122
2.6.6. Сварка деталей большой толщины.....	122
2.6.7. Сварка спеченной алюминиевой пудры.....	123
2.6.8. Сварка пористых спеченных материалов.....	123
2.6.9. Сварка металлов с покрытием.....	124
2.7. Особенности стыковой контактной сварки различных групп конструкционных материалов и деталей	
2.7.1 Особенности стыковой контактной сварки различных групп конструкционных материалов.....	128
2.7.2. Особенности стыковой сварки различных деталей.....	130
2.8. Машины контактной сварки	
2.8.1. Классификация машин контактной сварки....	135
2.8.2. Обозначение машин контактной сварки.....	136
2.8.3. Машины точечной сварки.....	137
2.8.4. Машины рельефной сварки.....	142
2.8.5. Машины шовной сварки.....	144
2.8.6. Машины для стыковой сварки.....	146
2.9. Конструктивные элементы машин контактной сварки	
2.9.1. Корпуса и станины.....	149
2.9.2. Сварочный контур машин контактной сварки	151
2.9.3. Электроды.....	156
2.9.3.1. Строение электродов.....	156
2.9.3.2. Стойкость электродов.....	160
2.9.3.3. Электродные сплавы.....	161
2.10. Механизмы машин контактной сварки	
2.10.1. Механизмы сжатия деталей.....	164
2.10.2. Механизмы вращения роликов.....	168
2.10.3. Механизмы сжатия машин стыковой сварки	170
2.10.4. Зажимные механизмы и упорные приспособления машин стыковой сварки.....	172

2.11. Электрическая часть контактных машин	
2.11.1. Назначение и структурные схемы электрической части машин.....	177
2.11.2. Основные энергетические параметры машин	178
2.11.3. Электрические цепи машин контактной сварки.....	183
2.11.4. Расчет сварочного контура машин контактной сварки.....	188
2.12. Сварочные трансформаторы контактных машин	
2.12.1. Конструкция сварочного трансформатора.....	195
2.12.2. Регулирование сварочного тока в сварочных трансформаторах.....	199
2.12.3. Расчет сварочного трансформатора.....	201
2.13. Аппаратура управления оборудованием контактной сварки	
2.13.1. Назначение и структура аппаратуры управления.....	207
2.13.2. Применение ЭВМ в системах контроля и автоматического управления процессами контактной сварки.....	211
Глава 3. Механизация и автоматизация при контактной сварке	
3.1. Приспособления для сборки и сварки.....	216
3.2. Поточные и автоматические линии.....	221
3.3. Промышленные роботы.....	224
Глава 4. Дефекты и контроль качества контактной сварки	
4.1. Дефекты сварных соединений и их причины....	228
4.2. Программа контроля качества.....	232
4.3. Способы контроля качества сварного соединения.....	234
4.4. Контроль процесса сварки.....	236
Глава 5. Техничко-экономические показатели, монтаж и эксплуатация оборудования, техника безопасности	
5.1. Техничко-экономические показатели.....	239
5.2. Монтаж и эксплуатация оборудования.....	241
5.3. Техника безопасности.....	245
Список используемой литературы.....	247

THE CONTENTS

Introduction.....	3
Chapter 1. Essence and classification of ways of pressure welding	
1.1. Classification and characteristic of ways of a pressure welding	
1.1.1. Substance of a pressure welding.....	4
1.1.2. Classification of ways of a pressure welding.....	5
1.2. Dot and sutural electric resistance welding	
1.2.1. Classification and characteristic of ways of electric resistance welding.....	16
1.2.2. Dot electric resistance welding.....	18
1.2.3. Sutural electric resistance welding.....	20
1.2.4. Relief welding.....	21
1.2.5. Butt welding.....	23
1.3. Electric resistance at an electric resistance welding	
1.3.1. Sources of heat at an electric resistance welding	29
1.3.2. Contact resistances.....	30
1.3.3. Inherent resistance of details.....	33
1.3.4. Common resistance in a welding zone.....	35
1.4. Processes of heating of metal at an electric resistance welding	
1.4.1. Concept about electrical and temperature fields at an electric resistance welding.....	37
1.4.2. Thermal balance at an electric resistance welding	40
1.4.3. Calculation of arc current.....	42
1.4.4. Shunting of a current.....	45
1.4.5. Heating of details at butt welding.....	46
1.5. Plastik deformation of metal at an electric resistance welding	
1.5.1. Role of plastik deformation.....	51
1.5.2. Plastik deformation at a spot welding.....	51
1.5.3. Calculation of a welding effort at a spot welding	54
1.5.4. Plastik deformation at sutural and projection welding.....	55
1.5.5. Plastik deformation of metal at butt welding.....	57
1.6. Attendant processes at derivation of connections	
1.6.1. Deleting surface films.....	60
1.6.2. Thermal expansion of metal at welding.....	63

1.6.3. Processes mass transfer in a contact an electrode – detail.....	64
1.6.4. Effect of thermo-pressure processes on properties of metal of a welding zone.....	66
1.6.5. Derivation of residual stresses.....	68
Chapter 2. Technology and equipment of pressure welding	
2.1. Design of details and units of weld joints of an electric resistance welding	
2.1.1. Design of connections of a dot and sutural electric resistance welding.....	71
2.1.2. Design of connections of a relief electric resistance welding.....	73
2.1.3. Design of connections of a butt electric resistance welding.....	76
2.2. Manufacturing process of production of welded assemblies	
2.2.1. Manufacturing of details.....	78
2.2.2. Surface preparation.....	79
2.2.3. Assembly.....	81
2.2.4. Fastening.....	82
2.2.5. Editing and mechanical adaptation.....	83
2.2.6. Corrosion inhibition.....	86
2.3. Modes of an electric resistance welding	
2.3.1. Mode of a spot welding.....	89
2.3.2. Mode of sutural welding.....	92
2.3.3. Mode of butt welding.....	94
2.4. Feature of an electric resistance welding of different construction materials	
2.4.1. Effect of properties of welded metals on selection of parameters of a welding conditions.....	100
2.4.2. Weldability of different construction materials....	102
2.5. Special cases of an electric resistance welding	
2.5.1. Welding of details of unequal width.....	110
2.5.2. Unilateral welding.....	113
2.5.3. Microwelding.....	114
2.5.4. Electrocontact surfacing.....	115
2.6. Feature of an electric resistance welding of particular designs and connections	
2.6.1. Spot welding of trizonal panels.....	118
2.6.2. Welding of cellular panels.....	119

2.6.3. Sutural-butt welding.....	120
2.6.4. Sutural welding with a compression failure of edges.....	121
2.6.5. Welding of a package from three and more details.....	122
2.6.6. Welding of details of large width.....	122
2.6.7. Welding of baked of aluminium powder.....	123
2.6.8. Welding of porous baked materials.....	123
2.6.9. Welding of metals with cover.....	124
2.7. Features of a butt electric resistance welding of different groups of construction materials and details	
2.7.1 Features of a butt electric resistance welding of different groups of construction materials.....	128
2.7.2. Features of butt welding of different details.....	130
2.8. Machines of an electric resistance welding	
2.8.1. Classification of machines of an electric resistance welding.....	135
2.8.2. Denotation of machines of an electric resistance welding.....	136
2.8.3. Machines of a spot welding.....	137
2.8.4. Machines of a projection welding.....	142
2.8.5. Machines of sutural welding.....	144
2.8.6. Butt-welding machines.....	146
2.9. Structural members of machines of an electric resistance welding	
2.9.1. Body and stand.....	149
2.9.2. Welding contour of machines of an electric resistance welding.....	151
2.9.3. Electrodes.....	156
2.10. Gears of machines of an electric resistance welding	
2.10.1. Gears of compression of details.....	164
2.10.2. Gears of rotation of commercial rollers.....	168
2.10.3. Gears of compression of machines of butt welding.....	170
2.10.4. Clamping devices and persistent adaptations appliances of machines of butt welding.....	172
2.11. Electrical part of contact machines	
2.11.1. Assignment and skeleton diagrams of an electrical part of machines.....	177
2.11.2. Main energy parameters of machines.....	178

2.11.3. Electric networks of machines of an electric resistance welding.....	183
2.11.4. Calculation of a welding contour of machines of an electric resistance welding.....	188
2.12. Welding transformers of contact machines	
2.12.1. Design of a welding transformer.....	195
2.12.2. Regulation of arc current in welding transformers.....	199
2.12.3. Calculation of a welding transformer.....	201
2.13. Control equipment by the equipment of an electric resistance welding	
2.13.1. Assignment and structure of a control equipment.....	207
2.13.2. Application of a computer in monitoring systems and automatic control of processes of an electric resistance welding.....	211
Chapter 3. Mechanization and automation at an electric resistance welding	
3.1. Adaptation for assembly and welding.....	215
3.2. Line and automatic transfer lines.....	216
3.3. Industrial robots.....	224
Chapter 4. Defects and quality control of an electric resistance welding	
4.1. Defects of weld joints and their reasons.....	228
4.2. Control program of quality.....	232
4.3. Ways of quality control of weld joint.....	234
4.4. Control of process of welding.....	236
Chapter 5. Technological parameters mounting and maintenance of the equipment, safety precautions	
5.1. Technological parameters.....	239
5.2. Mounting and maintenance of the equipment.....	241
5.3. Safety precautions.....	245
The literature	247

ABRALOV M.A., DUNYASHIN N.S.

BOSIM OSTIDA PAYVANDLASH

Darslik

Toshkent – 2015

Muharrir *Bekqul Egamqulov*

Tex. muharrir *Shahlo Hikmatova*

Sahifalovchi dizayner *Behzod Haydarov*

«Noshirlik yog'dusi» nashriyoti

Litsenziya: AI №122. 12.11.2015 y.

Bosishga ruxsat etildi 17.12.2015-y. Bichimi 60x84 ¹/₁₆.

«Times» garniturası. Ofset bosma. Shartli bosma tabog'i 15,11.

Nashriyot hisob tabog'i 15,1.

Adadi 50 nusxa. Buyurtma № 28/11.

Narxi shartnoma asosida.

«Reliable print» MCHJ bosmaxonasida chop etildi.

Manzil: Toshkent shahri, Furqat ko'chasi, 2-uy.

