

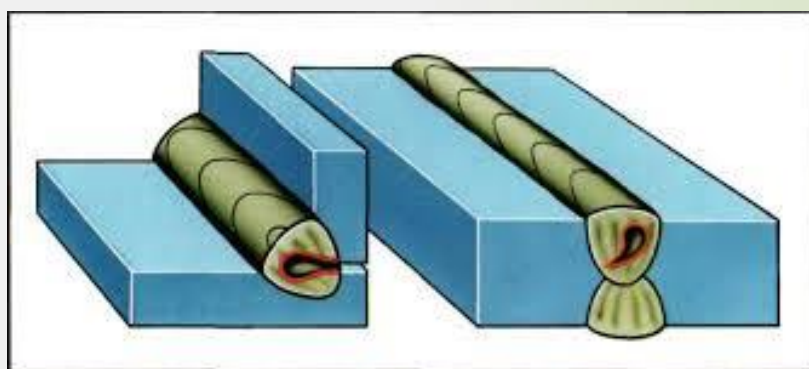
**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH
INSTITUTI
“TEXNOLOGIK MASHINALAR VA JIHOZLAR”**

kafedra

**PAYVANDLASH SIFAT
NAZORATI**

fanidan

Ma'ruzalar matni



Namangan – 2020

Ushbu ma'ruza matni fanning ishchi o'quv dasturi OO'MTV ning 07.01.2017 dagi №32- sonli buyrug'i bilan tasdiqlangan o'quv reja va 29.08.2020 yildagi tasdiqlangan №BD-5230300-4.04 raqamli "**Payvandlash sifat nazorati**" fanining fan dasturiga muvofiq ishlab chiqildi.

Tuzuvchilar:

Mansurov M. - NamMQI "Texnologik mashinalar va jihozlar" kafedrasini mudiri
Nishonov F. - NamMQI, "Texnologik mashinalar va jihozlar" kafedrasini katta o'qituvchisi.
Qidirov A. - NamMQI, "Texnologik mashinalar va jihozlar" kafedrasini o'qituvchisi.

Taqrizchi:

Obidov A. - NamMTI, "Texnologik mashinalar va jihozlar" kafedrasini dotsenti, t.f.n.

Ma'ruza matni "Texnologik mashinalar va jihozlar" kafedrasining 2020 yil "___" _____ dagi "___" - son yig'ilishida muhokamadan o'tgan va fakultet kengashida muhokama qilish uchun tavsiya etildi.

Kafedra mudiri:

t.f.d. M.Mansurov

Ma'ruza matni Mashinasozlik fakulteti kengashida muhokamadan o'tgan va foydalanishga tavsiya qilingan (2020 yil _____ dagi №__ - sonli bayonnoma).

Fakultet kengashi raisi:

t.f.d. R.M.Rustamov

O'quv-uslubiy bo'lim boshlig'i:

dots.T.Jo'rayev

Namangan muhandislik-qurilish instituti O'quv-uslubiy kengashida ko'rib chiqilgan va tavsiya qilingan. "___" _____ 2020 yildagi ___ sonli majlis bayoni.
(___ - son bilan ro'xatga olingan)

KIRISH

Mashinasozlik mahsulotlarini tayyorlashning zamonaviy texnologik jarayonlari ko'pchilik hollarda payvandlashning turli xil usullaridan foydalanish bilan amalga oshiriladi. Ularni takomillashtirish yoki birikmalarni tekshirishning yangi uslublari qo'llanishi tayyorlanayotgan konstruksiyalarning sifatini oshirish muamosini qisman hal etadi, chunki payvandlashning yaxshi ishlab chiqilgan texnologiyasida ham buyumlarning ishonchliligini va uzoq muddat ishlash qobiliyati pasayishiga olib keluvchi turli xil nuqsonlar bo'lishi mumkin. Shu munosabat bilan tayyorlanayotgan konstruksiyalarning sifatini oshirish uchun ularni buzmaydigan nazorat qilish uslublari muhim ahamiyatga ega bo'ladi.

Bir qator sanoat tarmoqlarida payvand birikmalarni buzmaydigan nazorat mustaqil texnologik jarayon qilib ajratilgan, chunki ko'pchilik hollarda nazorat qilishning og'irligi (ko'p mehnat talab ekanligi) payvandlash jarayoni qiyinligiga bog'liq. Bir qator konstruksiyalarni tayyorlashda nazoratga sarflanadigan harakatlar ularni payvandlashga ketadigan xarajatlardan ko'pdir, nazorat qilish operatsiyalarining qiymati esa konstruksiya umumiy qiymatining 25–35% ini tashkil etishi mumkin. Avvalo, buning sababi shundaki, payvandlash ishlarini mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish dara-jasi ancha yuqori (33–40%) bo'lib, ayni paytda, avtomatlashtirilgan buzmaydigan nazoratning ulushi juda ham kam (1–2%). Shun-ing uchun hozirgi vaqtda payvand birikmalarning sifatini nazorat qilishning avtomatlashtirilgan uslublarni tezkor joriy qilishga alohida e'tibor berilmoqda. Payvandlash ishiga buzmaydigan nazoratning zamonaviy vosi-talari va uslublari (akustik emissiya, golografiya, tomografiya va boshqalar)ni joriy qilish bo'yicha maxsus dastur ishlab chiqilgan va amalga oshirilmoqda. Buzulmaydigan nazoratning an'anaviy uslublari ham bundan keyin rivojlantirib boriladi.

Bunday uslublarga radiatsion, ultratovushli, magnit va kapillar defektoskopiyani, shuningdek, buyumlarni germetiklikka sinashni kiritish mumkin. Shuni ham ta'kidlab o'tish lozimki, nazorat qilishning sanab o'tilgan uslublari orasida payvandlashdagi barcha nuqsonlarni aniqlab berishga kafolat beradigani

yo‘q. Bu uslublarning har birining o‘z afzalliklari va kamchiliklari bor. Masalan, nazorat qilishning radiatsion uslubidan foydalanishda o‘lchami uncha katta bo‘lmagan (0,1 mm va undan ortiq) va ancha yomon qorishmaganliklar, yoriqlar va tortilib qolgan pishmay qolishlar (30–40%), hajmiy nuqsonlar ravshan ko‘rinadi. Ultratovush uslubi, aksincha, tekislikdagi nuqsonlarga ancha sezgir va o‘lchami 1 mm va undan kichik g‘ovaklar ko‘rinishidagi nuqsonni bo‘lgan konstruksiyalarni nazorat qilishda samarasi kam. Sirtiy nuqsonlarni aniqlash uchun nazorat qilishning ham kapillar, ham magnit usullaridan foydalaniladi. Nazorat jarayonlarini to‘g‘ri tashkil etish, shuningdek, nazorat qilishda u yoki bu uslubdan yoki uslublar qo‘yilmasidan oqilona foydalanish payvand birikmalarining sifatini katta ishonchlilik bilan baholashga imkon berishini amaliyot ko‘rsatmoqda. Ishlab chiqarilayotgan mahsulot sifatiga bo‘lgan oshib borayotgan talab payvandlash texnologiyasi, nazorat qilish apparaturasi va nazorat xizmatlarini tashkil etish bo‘yicha zarur bilimlar yig‘indisiga ega bo‘lgan mutaxassislarni tayyorlash masalasini ilgari so‘rdi.

Mazkur o‘quv qo‘llanma texnika sohasiga ixtisoslashgan Ushbu o‘quv-uslubiy majmua texnika oliy o‘quv yurtlari 5320300-Texnologik mashinalar va jixozlar ta‘lim yo‘nalishining o‘quvchilariga zarur texnik bilimlarni egallashda, nazorat operatsiyalarni bajarish usullarini o‘zlashtirib olishda, nazorat qilish apparaturasining tuzilishi va ishlashi bilan tanishishda yordam beradi. Kitobda nazorat qilishning radiatsion va ultratovushli uslublariga alohida e‘tibor qaratilgan bo‘lib, sanoatda ularning qo‘llanish hajmi boshqa uslublarga nisbatan juda keng.

1- mavzu. Kirish. Payvandlashning sifat nazorati fanining rivojlanish tarixi.

Tashqi nazorat va vizual nazorat qilish

Reja

- 1. Payvandlashning sifat nazorati fanining rivojlanish tarixi**
- 2. Tashqi nazorat va vizual nazorat qilish**
- 3. Nuqsonlarning turlari va ko'rinishlari**

Mashinasozlik mahsulotlarini tayyorlashning zamonaviy texnologik jarayonlari ko'pchilik hollarda payvandlashning turli xil usullaridan foydalanish bilan amalga oshiriladi. Ularni takomillashtirish yoki birikmalarni tekshirishning yangi uslublari qo'llanishi tayyorlanayotgan konstruksiyalarning sifatini oshirish muamosini qisman hal etadi, chunki payvandlashning yaxshi ishlab chiqilgan texnologiyasida ham buyumlarning ishonchlilikini va uzoq muddat ishlash qobiliyati pasayishiga olib keluvchi turli xil nuqsonlar bo'lishi mumkin. Shu munosabat bilan tayyorlanayotgan konstruksiyalarning sifatini oshirish uchun ularni buzmaydigan nazorat qilish uslublari muhim ahamiyatga ega bo'ladi. Bir qator sanoat tarmoqlarida payvand birikmalarni buzmaydigan nazorat mustaqil texnologik jarayon qilib ajratilgan, chunki ko'pchilik hollarda nazorat qilishning og'irligi (ko'p mehnat talab ekanligi) payvandlash jarayoni qiyinligiga bog'liq.

Bir qator konstruksiyalarni tayyorlashda nazoratga sarflanadigan harakatlar ularni payvandlashga ketadigan xarajatlardan ko'pdir, nazorat qilish operatsiyalarining qiymati esa konstruksiya umumiy qiymatining 25–35% ini tashkil etishi mumkin. Avvalo, buning sababi shundaki, payvandlash ishlarini mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish dara-jasi ancha yuqori (33–40%) bo'lib, ayni paytda, avtomatlashtirilgan buzmaydigan nazoratning ulushi juda ham kam (1–2%). Shuning uchun hozirgi vaqtda payvand birikmalarning sifatini nazorat qilishning avtomatlashtirilgan uslublari tezkor joriy qilishga alohida e'tibor berilmoqda. Payvandlash ishiga buzmaydigan nazoratning zamonaviy vositalari va uslublari (akustik emissiya, golografiya, tomografiya va boshqalar)ni joriy qilish bo'yicha maxsus dastur ishlab chiqilgan va amalga oshirilmoqda. Buzmaydigan nazoratning an'anaviy uslublari ham bundan keyin rivojlantirib boriladi. Bunday usulblarga radiatsion, ultratovushli, magnit va kapillar defektoskopiya, shuningdek, buyumlarni germetiklikka sinashni kiritish mumkin.

Shuni ham ta'kidlab o'tish lozimki, nazorat qilishning sanab o'tilgan uslublari orasida payvandlashdagi barcha nuqsonlarni aniqlab berishga kafolat beradigani yo'q. Bu uslublarning har birining o'z afzalliklari va kamchiliklari bor. Masalan, nazorat qilishning radiatsion uslubidan foydalanishda o'lchami uncha katta bo'lmagan (0,1 mm va undan ortiq) va ancha yomon qorishmaganliklar, yoriqlar va tortilib qolgan pishmay qolishlar (30–40%), hajmiy nuqsonlar ravshan ko'rinadi. Ultratovush uslubi, aksincha, tekislikdagi nuqsonlarga ancha sezgir va o'lchami 1 mm va undan kichik g'ovaklar ko'rinishidagi nuqsonni bo'lgan konstruksiyalarni nazorat qilishda samarasi kam. Sirti nuqsonlarni aniqlash uchun nazorat qilishning ham kapillar, ham magnit usullaridan foydalaniladi. Nazorat jarayonlarini to'g'ri tashkil etish, shuningdek, nazorat qilishda u yoki bu uslubdan yoki usulblar qo'yilmasidan oqilona foydalanish payvand birikmalarining sifatini katta ishonchlilik bilan baholashga imkon berishini amaliyot ko'rsatmoqda. Ishlab chiqarilayotgan mahsulot sifatiga bo'lgan oshib borayotgan talab payvandlash texnologiyasi, nazorat qilish apparaturasi va nazorat xizmatlarini tashkil etish bo'yicha zarur bilimlar yig'indisi-ga ega bo'lgan mutaxassislarni tayyorlash masalasini ilgari so'rdi. Mazkur o'quv qo'llanma texnika sohasiga ixtisoslashgan kasb-hunar texnik kollejlari o'quvchilariga zarur texnik bilimlarni egal-lashda, nazorat operatsiyalarni bajarish usullarini o'zlashtirib olish-da, nazorat qilish apparaturasining tuzilishi va ishlashi bilan ta-nishishda yordam beradi. Kitobda nazorat qilishning radiatsion va ultratovushli uslublari alohida e'tibor qaratilgan bo'lib, sanoatda ularning qo'llanish hajmi boshqa usulblarga nisbatan juda keng.

Tashqi nazorat va vizual nazorat qilish

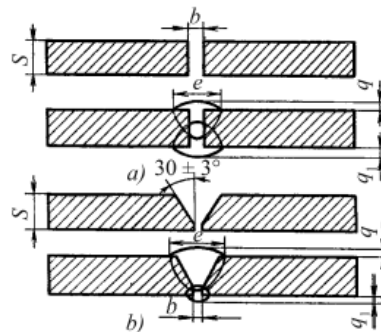
Nuqsonlarning turlari va ko'rinishlari Payvandlash ishida nuqsonlarni quyidagi turlarga ajratish qabul qilingan:

- 1) buyumlarni payvandlashga tayyorlash va yig'ishdagi nuqsonlar;

- 2) chok shakli nuqsonlari;
- 3) tashqi va ichki nuqsonlar.

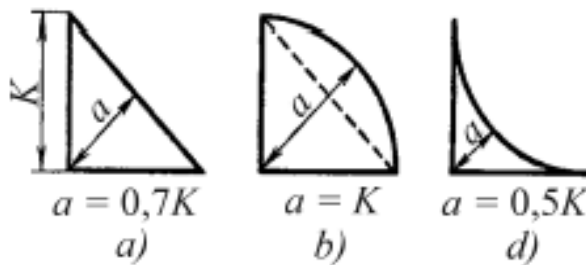
Payvandlash va yig'ishdagi nuqsonlar. Eritib payvandlashda nuqsonlarning o'ziga xos ko'rinishlari quyidagilar hisoblana-di: V-simon, X-simon va U-simon ishlov berilganida chetlarining og'ish burchaklari noto'g'riligi; ulanayotgan uchlarning uzunlik bo'yicha juda ko'p yoki kam to'mtoqlashuvi (o'tmaslashuvi); ula-nayotgan elementlari uzunligi bo'yicha chetlar orasidagi oraliqning bir xil bo'lmasligi; ulanayotgan tekisliklarning bir-biriga mos kel-masligi; payvandlanayotgan detallar chetlari orasidagi oraliqning juda kattaligi; chetlarining qatqatlashuvi va ifloslanishi. Aytib o'tilgan nuqsonlar zagotovkalarga ishlov berilgan stanok-li qurilmaning nosozligi oqibatida; dastlabki materialning sifati yo-monligidan, chizmalardagi xatoliklardan; chilangar va yig'uvchilar malakasining pastligidan vujudga kelishi mumkin.

Chok shakli nuqsonlari. Payvand choklarining shakli va o'lchamlari, odatda, texnik shartlar bilan beriladi, chizmalar-da ko'rsatiladi va standartlar orqali tartibga solinadi. Uchma-uch choklarning konstruktiv elementlari (2. 1- rasm) – ularning eni e , kuchaytirish balandligi q va eritib quyishlar q_1 hisoblanadi; tavr-li va ustma-ust qiya chetlarsiz bo'lgan burchak choklarning (2. 2- rasm) konstruktiv elementlari – katet K va qalinlik a hisoblanadi. Choklarning o'lchamlari payvandlanayotgan metallning qalinligi S ga va konstruksiyalardan foydalanish shartlariga bog'liq. Payvand birikmalarini eritib payvandlashning istagan uslublari bilan bajarishda choklarning eni va balandligi notekis bo'lishi, ba-landliklar, chuqurchalar, katetlari va burchak choklarining baland-ligi bir tekis bo'lmasligi mumkin (2.3-rasm). Choklarning notekis kengligi payvandchining ko'rish-harakatla-nish koordinatsiyasiga (KHK) bog'liq bo'ladigan elektrodning no-to' g'ri harakatlari natijasida, shuningdek, yig'ishda qirralar orasida vujudga kelgan berilgan oraliqdan og'ishlar natijasida paydo bo'la-di. Avtomatik payvandlashda bunday nuqsonning vujudga kelish sababi simni uzatish tezligining, payvandlash tezligining buzilishi va hokazolar hisoblanadi.



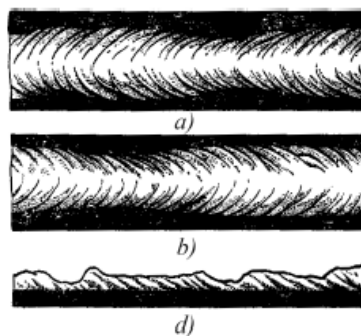
1- rasm. Uchmauch choklarning asosiy konstruktiv elementlari:

a – kichik qalinlikdagi uchlarga ishlov berilmasdan; b – V-simon ish-lov berish bilan.



2- rasm. Valikli choklarning asosiy konstruktiv elementlari:

a – normal (me'yordagi); b – qavariq; d – botiq.

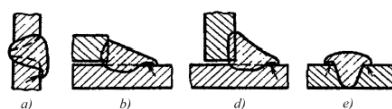


3- rasm. **Chok shakllari nuqsonlari:** *a* – dastaki payvandlashda keng ligining notekisligi; *b* – shun-ing o‘zi avtomatik payvandlashda; *d* – notekis kuchaytirish– do‘ngliklar va chuqurliklar.

Chok uzunligi bo‘yicha kuchaytirishning notekisligi, mahalliy balandliklar va chuqurliklar dastaki payvandlashda payvand-chining malakasi yetishmasligi sababli va, birinchi navbatda, payvanchining KHK xususiyati bilan; qisqa choklarni eritishning noto‘g‘ri usullari, elektrodning qoniqarsiz sifati bilan izohlanadi. Avtomatik payvandlashda bu nuqsonlar kam uchraydi va payvandlash tezligini sozlovchi avtomat mexanizmidagi nosozliklar oqibatida bo‘ladi. Chok shaklining sanab o‘til-gan nuqsonlari birikmaning mustahkamligini pasaytiradi va ichki nuqsonlar paydo bo‘lishiga sabab bo‘ladi.

Tashqi nuqsonlar. Unga oqmalar, kesiklar, to‘ldirilmagan kraterlar, kuyindilar kiradi.

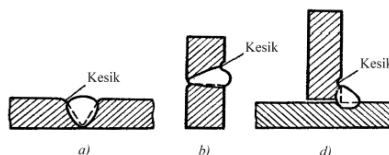
Oqmalar elektrodning erigan metali erimagan asosiy metall ustiga oqib tushganda yoki oldin bajarilgan valikka u bilan qo‘rishmasdan oqib tushishi natijasida vujudga keladi (2. 4-rasm). Oqmalar ayrim zonalar ko‘rinishdagi mahalliy, shuningdek, uzun-ligi bo‘yicha ancha katta bo‘lishi mumkin. Oqmalar yoy uzun bo‘lganida tok kuchi me‘yordan ortiqligi va payvandlash tezligi katta, chokning fazoviy holati noqulay bo‘lganida (vertikal, ship-da), payvand choki qo‘yiladigan tekislik qiyalgi katta bo‘lganida, flus ostida halqali choklarni payvandlashda elektrod noto‘g‘ri yuritilganida yoki elektrod simi noto‘g‘ri ko‘chirilganida; vertikal choklar pastdan yuqoriga tomon bajarilganida va payvandchining tajribasi yetarli bo‘lmaganida vujudga keladi.



4- rasm. **Choklardagi oqmalar.**

a – gorizontaal birikmada; *b* – ustma-ust birikmalarda; *d* – tavrli birik-mada; *e* – uchma-uch birikmalarda yoki valiklarni eritib qo‘yishda

Kesmalar asosiy metallda chokning chetlari bo‘ylab davom etuvchi chuqurliklardan (ariqchalardan) (2. 5- rasm) iborat bo‘ladi. Kesma (kesik) chuqurligi millimetrning o‘ndan bir ulushlaridan bir necha millimetrgacha bo‘lishi mumkin. Bu nuqsonning paydo bo‘lishiga katta kuchdagi tok va yoyning yuqori kuchlanishi; pay-vandlashdagi noqulay fazoviy holat; payvandchining ehtiyotsizligi sabab bo‘ladi. Chokdagi kesiklar metallning ishchi qalinligini kamaytiradi, ishchi yuklanishlardan mahalliy kuchlanishlarni vujudga keltiradi va foydalanish jarayonida choklarning yemirilishiga sababchi bo‘lishi mumkin.



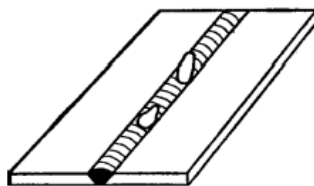
5 rasm. **Kesiklar:**

a – uchma-uch chokda; *b* – vertikal tekislikka o‘rnatilgan gorizontaal chokda; *d* – tavrli birikmaning burchakli chokida.

Ta'sir qiluvchi kuchlanishlarga ko'ndalang joylashgan uch-mauch va burchakli choklardagi kesiklar vibratsion mustahkam-likning keskin pasayishiga olib keladi; ta'sir qiluvchi kuchlanish bo'ylab joylashgan hatto yirik kesiklar ham ko'ndalang joylashgan kesiklardan ko'ra mustahkamlikka ancha kam darajada ta'sir ko'rsatadi.

Krater – payvandlash qo'qqisidan to'xtatilganida chok oxirida paydo bo'ladigan chuqurlik. Kraterlar qisqa choklarni bajarishda, ayniqsa, ko'p vujudga keladi. Kraterning o'lchamlari payvandlash tokkining kattaligiga bog'liq. Dastaki (qo'lda) payvandlashda kraterning diametri 3 mm dan 20 mm gacha oraliqda bo'ladi. Avtomatik payvandlashda u ariqcha ko'rinishdagi uzun shaklga ega bo'ladi. To'ldirilmagan kraterlar payvand birikmaning mustahkamligiga yomon ta'sir ko'rsatadi, chunki ular kuchlanishlarning to'planishiga sabab bo'ladi. Vibratsion yuklanishda kam uglerodli po'lat birikma mustahkamligining pasayishi 25% ga yetadi, kam legirlangan po'lat birikmalar chokida krater mavjud bo'lganida, mustahkamlikning pasayishi 50% ni tashkil etadi.

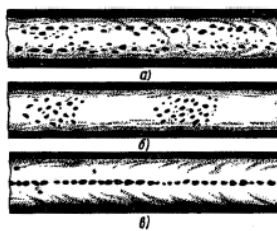
Kuyindilar – payvand chokida farron (ochiq) teshik ko'rinishdagi nuqsonlar bo'lib, ular



6- rasm. Kuyindilar.

payvand vannasining oqib chiqib ketishi oqibatida uncha katta bo'lmagan qalinlikdagi metallni va ko'p qatlamli choklarda birinchi qatlamni payvandlashda, shuningdek, vertikal choklarni pastdan yuqoriga tomon payvandlashda vujudga keladi (2.6-rasm). Kuyishlarning sababi – yoyning haddan tashqari yuqori pogon energiyasi, notekis tezlikda payvandlash, ta'minot manbayini to'xtatish, payvandlanadigan elementlar chetlari orasidagi tirqish-ning kattaligi. Barcha hollarda kuydirishda yuzaga keladigan teshik to'ldirilsa ham, biroq shu joydagi chok tashqi ko'rinishi va sifatiga ko'ra qoniqarsiz bo'ladi. Kuygan joylar metall uchida yoyning uyg'onishi natijasida («elektrod bilan yondirishda») vujudga keladi. Bu nuqson kuchlanishlarning to'planishi manbayi bo'ladi, u mexanik usulda bartaraf etiladi.

Ichki nuqsonlar. Ularga bo'shliqlar (g'ovaklar), shlakli qo'shilmalar, pishmaganlar, qorishmaganlar va yoriqlar kiradi.

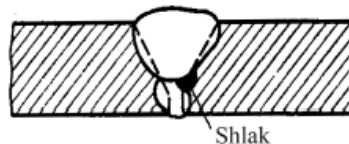


7- rasm. Chokda erigan metallidagi g'ovakning ko'rinishi:

a – bir tekis g'ovaklik; b – bo'shliqlarning to'planganligi; d – bo'shliqlar zanjiri.

Dumaloq shakldagi bo'shliqlar, gaz bilan to'ldirilgan g'ovaklar (2. 7- rasm) payvandlanayotgan metall uchla-rining ifloslanganligi, nam flusdan yoki nam elektrodlardan foydalanilganlik, karbonat angidridi muhitida payvandlashda chokni himoyalash yetarlicha bo'lmagani, payvandlash tezligi ortgani va yoy uzunligi ortiqcha bo'lishi oqi batida vujudga keladi. Karbonat angidrid gazi muhitida, ayrim hol-larda esa katta toklarda payvandlashda flus ostida farron g'ovaklar – svishlar hosil bo'ladi. Ichki bo'shliqlarning o'lchamlari diametrlari 0,1 mm dan 2–3 mm gacha, ba'zan esa undan ham ortiq bo'ladi. Chok sirtiga chiquvchi bo'shliqlar katta o'lchamli bo'lishi ham mumkin. Flus ostida va karbonat angidrid gazida, katta toklarda payvandlashda svishlar 6–8 mm gacha diametrga ega bo'lishi mumkin. «Qurtsimon » g'ovaklar bir necha santimetrli uzunlikka ega bo'ladi. Bir tekis g'ovaklik (2.7-a rasm) muntazam ta'sir yetuvchi omillarda: asosiy metall payvandlanayotgan sirlari bo'yicha ifloslanganida (zang bosganda, moy tekkanda va hokazo), elektrod-lar qoplamasi qalinligi bir xil bo'lmaganida va hokazolarda sodir bo'ladi. Bo'shliqlarning

to'planishi (2.7-b rasm) mahaliy iflosla-nishlarda yoki payvandlashning belgilangan tartibidan og'ishish-larda, shuningdek, elektrodni moylash yaxlitligi buzilganida, chok boshida payvandlashda, yoy uzilganida yoki uning uzunligi tasodifan o'zgartirilganida paydo bo'ladi. Bo'shliqlar zanjiri (2.7-d rasm) gazsimon mahsulotlar metallga chok o'qi uning butun bo'yi bo'ylab singib ketganida (zang bo'yicha payvandlashda, chok ildizini sifatsiz elektrodlar bilan eritishda) yoki bo'shliqlar tasodifiy omillarning ta'siri hisobiga (tarmoqda kuchlanishning o'zgarib turishi va hokazo) vujudga keladi. Aluminium va titan qotishmalarini payvandlashda bo'shliqlarning paydo bo'lishi ehtimoli katta, po'latlarni payvandlashda esa bu ehtimol kichik. Payvand choki metalida *shlakli kirishmalar* – bu no metall moddalar (shlaklar, oksidlar) bilan to'ldirilgan, uncha katta bo'lmagan hajmlardir. Shlakli kirishmalarining paydo bo'lishi ehtimoli ko'p jihatdan payvandlash elektrodining markasi bilan belgilanadi. Yupqa qoplamali elektrodlar bilan payvandlashda slagli kirishmalarining paydo bo'lishi ehtimoli juda kattadir. Ko'p slag beruvchi sifatli elektrodlar bilan payvandlashda erigan metall suyuq holatda uzoqroq vaqt turadi va no metall kirishmalar uning sirtiga qalqib chiqishga ulguradi, buning natijasida chok slag kirishmalari bilan ozroq miqdorda ifloslanadi. Shlakli kirishmalarni mak-ro va mikroskopik kirishmalarga ajratish mumkin. Makroskopik kirishmalar cho'zilgan «dumlar» ko'rinishidagi sferik va cho'ziq shaklga ega bo'ladi. Bu kirishmalar chokda payvandlanayotgan uchlarni kuyindi va boshqa iflos-liklardan yaxshilab tozalamaslik oqibatida va ko'pincha ichki kesiklar hamda ko'p qatlamli choklar-ning birinchi qatlamlari sirlari keyingilarini payvandlashdan oldin slagdan yomon tozalanganida paydo bo'ladi (2.8-rasm).



8- rasm. Ko'p qatlamli chokda uchning kesilishi bo'yicha slagli kirishmalar.

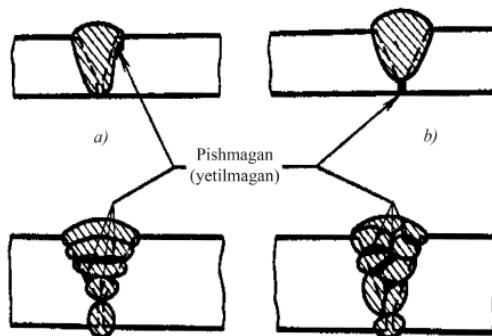
Makroskopik slagli kirishmalar eritish jarayonidagi kristalla-nishda chokda qoladigan ayrim kimyoviy birikmalarining paydo bo'lishi natijasida vujudga keladi.

Oksidli plyonkalar payvandlashning barcha turlarida vujudga kelishi mumkin. Ularning paydo bo'lishi sababi slagli kirishmalar kabidir: payvandlanayotgan sirtlarning ifloslanganligi; ko'p qatlamli payvandlashda chok qatlamlari sirtining slagda yomon tozalanishi; elektrod qoplama yoki flusning sifati pastligi; payvand-chining malakasi yetishmasligi va hokazo.

Neprovarlar (yaxshi pishmaganlar) – bu payvand birikmasida chetlarning to'liq erimasligi yoki avval bajarilgan valiklarning to'liq erimasligi oqibatida mahaliy erimaslik ko'rinishidagi nuqsondir. Asosiy metallning eritilgan metall bilan qorishmasligi ko'rinishida-gi neprovarlar (2. 9- a rasm) oksidlarning yupqa qatlamini tashkil etadi, ayrim hollarda esa asosiy va eritilgan metall orasidagi qo'pol slagli qatlamni tashkil etadi. Bunday neprovarlarning paydo bo'lishi sababi: payvandlanayotgan detallar chetlarining kuyindi, zang, bo'yoq, slag, moy va boshqa ifloslanishlardan yomon tozalanishi, yoyning magnit maydonlar ta'sirida adashishi yoki og'ishi, ayniqsa, o'zgarmas tokda payvandlashda; elektrodlar oson eruvchi material dan tayyorlanganida, bunday elektrodlar bilan chok to'ldirilganida suyuq metall erimagan payvandlash chetlariga oqib tushadi, pay-vandlash tezligi haddan tashqari katta, bunda payvandlanayotgan chetlar (uchlar) erishga ulgurmaydi; elektrodning payvandlanayot-gan uchlarning birortasi tomon ancha siljishi mumkin, bunda eri-gan metall ikkinchi erimagan uchga oqib, pishmagan joyni yopadi; asosiy metall, payvand simi, elektrodlar, fluslar va hokazolarning sifati qoniqarsizligi; payvandlash qurilmasining qoniqarsiz ish-lashi – payvandlash jarayonida payvandash toki kuchining va yoy kuchlanishining tebranishi (o'zgarishi); payvandchining malakasi pastligi.

Chok ildizida (asosida) pishmagan joylarning paydo bo'lishi sabablari (2. 9- a rasm): yuqorida aytib o'tilganlardan tashqari, uchlarning qiyalik burchagining yetarli bo'lmashligi; ular o'tmas lashishining yuqori kattalikdaligi; payvandlanayotgan detallar uchlari orasidagi oraliqning yetarli emasligi; chok oralig'iga quyi-ladigan elektrod yoki prisadka simi kesimining kattaligi (bu aso-siy metallning erishini ancha qiyinlashtiradi). Alohida qatlamlar orasida pishmaganlik (2. 9- d va e rasm) quyidagi sabablarga ko'ra yuzaga keladi: oldingi valik qo'yilganida vujudga keladigan slag

to'la olib tashlanmaganligidan (bu hol uni olib tashlash qiyinligidan yoki payvandchining palapartishligi

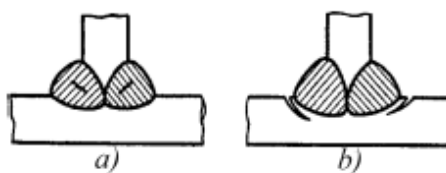


9- rasm. Pishmagan (yetilmagan) joylar:

a – asosiy metall bilan uchi bo'yicha; b – chok ildizida; d – alohida qatlamlar orasida; e – valiklar orasida.

tufayli yuzaga kelishi mum-kin); issiqlik quvvati yetarli emasligi (kichik tok, juda uzun yoki qisqa yoy).

Yoriqlar – uzilish ko'rinishdagi payvand birikmaning qisman mahalliy yemirilishi (buzilishi) (2. 10- rasm).



10- rasm. Payvand chok va birikmalardagi yoriqlar:

a – eritilgan metall; b – erish va termik ta'sir zonalarida.

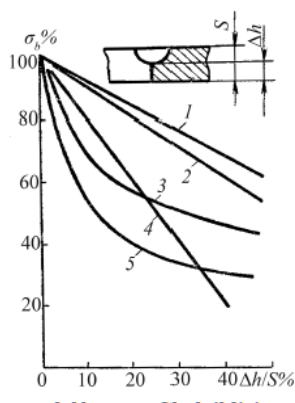
Yoriqlarning paydo bo'lishiga quyidagi omillar sabab bo'ladi: qattiq mahkamlangan konstruksiyalarda legirlangan po'latlarni payvandash; havoda to'plashga moyil bo'lgan uglerodli po'latlarni payvandlashda sovitish tezligining yuqoriligi; konstruksion legirlangan po'latni avtomatik payvandlashda yuqori uglerodli elektrod simning qo'llanilishi; qa-lin devorli idishlar va buyumlarda ko'p qatlamli choklarning birinchi qatlamini quyishda payvand tokining yuqori zichliklaridan foydalanish; elektrshlakli payvandlashda detallar uchlari orasidagi oraliqning yetarli emasligi; flus ostida avtomatik payvandlashda haddan ortiq chuqur va tor choklar paydo bo'lishi; past haroratda payvandlash ishlarini bajarish; konstruksiyalarni «kuchaytirish» uchun choklarni haddan ortiq kuchaytirish (ustma-ust qo'yishlar-ning qo'llanilishi va hakoza), buning natijasida payvand birikmada yoriqlarning paydo bo'lishiga imkon beruvchi payvand kuchlanishlar ortadi; payvand birikmalarda kuchlanishlarning to'planishi hisoblanadigan boshqa nuqsonlarning mavjudligi, ular ta'sirida bu nuqsonlar sohasida yoriqlar rivojlana boshlaydi.

Yoriqlar eng xavfli nuqsonlar qatoriga kiritiladi va amaldagi barcha me'yoriy-texnik hujjatlarga ko'ra yo'l qo'yib bo'lmaydigan nuqsonlar hisoblanadi. **Yopishishlar** payvandlanayotgan sirtlarda yoki metall chetlari-da kichik ko'rinishdagi qo'polliklardan iborat. Yopishishlar juda xavfli nuqsonlar bo'lib, zamonaviy defektoskopiya vositalari bilan yaxshi aniqlanmaydi. Bunday nuqsonlar vujudga kelishining eng ko'p ehtimoli aluminiy-magniyli qorishmalarni argon yoyli payvandlashda, shuningdek, kontaktli payvandlashda va bosim bilan payvandlashda bo'ladi. Bosim bilan payvandlashda o'z xarakteri bo'yicha yuqorida sanab o'tilganlardan farq qiladigan nuqsonlar vujudga keladi. Biroq shlakli kirishmalar, kesiklar, toshmalar va kraterlar kabi nuqsonlar, odatda, uchramaydi. Uchma-uch, nuqtali va chokli kontakt payvandlashning umumiy nuqsonlari metallning kuyishi, pishmaganlik, erimay qolganlik, g'ovaklik, radial va bo'ylama yoriqlar hisoblanadi. Bu nuqsonlar payvandlash texnologiyasini buzish natijasida vujudga keladi (kat-ta yoki kichik tokda, bosim, cho'kish tezligi noto'g'ri tanlangani-da tok ostida ushlab turish davomiyligi noto'g'ri tanlanganida va hakoza). Bu nuqsonlarning hammasi birikmalarning ish qobiliyatini pasaytiradi.

Bosim bilan payvandlashdagi nuqsonlarni eritib payvandlashdagi nuqsonlarga qaraganda aniqlash, odatda, ancha murakkab.

2. Payvandlashdagi nuqsonlarning konstruksiyalar ish unumiga ta'siri Payvand birikmalarning sifatini nazorat qilishda va ularning foylanishga yaroqliligini baholashda tashqi va ichki nuqsonlar-ning konstruksiyaning mustahkamlik tavsiflariga ta'sirini bilish zarur. Nuqsonlarning xavfliligi ularning xususiy tavsiflari (turlari, ko'rinishlari, o'lchovlari, shakllari va h. k.) ta'siri bilan bir qator-da ko'pgina konstruksion va ekspluatatsion omillarga bog'liq. Bu masalani o'rganish ham amaliy, ham nazariy jihatdan katta qiyin-chiliklar tug'diradi. Ko'pchilik hollarda u yoki bu turdagi nuqson-ning konstruksiyalarning ishlash qobliyatiga ta'sir ko'rsatish dara-jasi nuqsonli namunalarni sinash orqali aniqlanadi. Konstruksiyani foydalanishga topshirishda dastavval tashqi nuqsonlarning yo'l qo'yilishi baholanadi. Tashqi nuqsonlarga yo'l qo'yish qiymatlari, odatda, konstruksiyani tayyorlashga oid texnik shartlarda ko'rsatilgan talablarga va undan foydalanish sharoitlari-ga bog'liq. Chokni kuchaytirish statik mustahkamlikni kamay-tirmasligi aniqlangan, biroq u vibratsion mustahkamlikka kuchli ta'sir ko'rsatadi. Chok qancha ko'p kuchaytirilsa va, binobarin, asosiy metall-dan eritiladigan metallga o'tish burchagi qancha kichik bo'lsa, u chidamlilik chegarasini shunchalik kuchliroq pasaytiradi. Shun-day qilib, chokni haddan ortiq kuchaytirish vibratsion, dinamik va takroriy-statik yuklanishlarda ishlovchi payvand birikmalar sifati-ni yaxshilash bo'yicha texnologik jarayonni optimallashtirishdan olin gan barcha afzalliklarni nonga olib kelishi mumkin. Kesik xavfli tashqi nuqson hisoblanadi. Unga chidamlilikka ish-laydigan konstruksiyalarda yo'l qo'yilmaydi. Statik yuklanishlar ta'sirida ishlovchi konstruksiyalarda chok kesimini ko'pi bilan 5% ga susaytiruvchi, uzunligi uncha katta bo'lmagan kesiklarni yo'l qo'yish mumkin bo'lgan kesiklar deb hisoblash mumkin. G'udda (наплыв) lar choklarning tashqi shaklini o'zgartirib, kuchlanishlar konsentrator (markaz)larni hosil qiladi va shu bilan konstruksiyalarning pishiqligini pasaytiradi. Katta davomiylikda-gi g'uddalarni yo'l qo'yib bo'lmaydigan nuqsonlar deb hisoblash lozim, chunki ular kuchlanishlarni to'plashganidan tashqari ko'pin-cha yaxshi yetilmasliklar (neprovar) bilan birga bo'ladi. Payvandlash rejimlarining me'yordagilardan tasodifiy chet-lashishlari bilan yuzaga kelgan uncha katta bo'lmagan mahalliy g'uddalarni yo'l qo'yishi mumkin bo'lgan nuqsonlar deb hisoblash mumkin. Kraterlar barcha hollarda, kuyindilar singari, yo'l qo'yib bo'lmaydigan nuqsonlar hisoblanadi va tuzatilishi kerak.

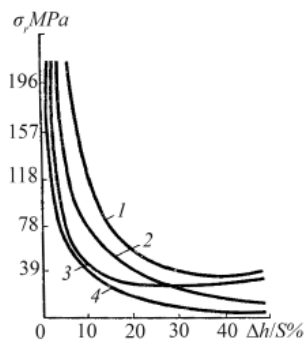
Payvand birikmaning sifatini yakuniy baholash uchun nazorat-chi ichki nuqsonlarning yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan chegarsini bilishi kerak, bu chegara sinovlar asosida o'rnatiladi. Ko'p sonli tadqiqot natijalarining ko'rsatishicha plastik materiallar uchun sta-tik yuklanishda (2. 11-rasm, 1-, 2-, 4- egri chiziqlar) yetilmagan-lik (непровар) kattaligining ularning mustahkamligi kamayishiga ta'siri neprovarning nisbiy chuqurligiga yoki uning yuziga to'g'ri proporsional. Plastikligi kichik (kam) va o'ta mustahkam material-lar uchun statik yuklanishda (2. 11-rasm, 3, 5), shuningdek, dina-mik yoki vibratsion yuklanishda (2. 12- rasm) ish unumini yo'qo-tish bilan nuqson kattaligi orasidagi mutanosiblik buziladi.



11- rasm. Chok ildizi neprovari nisbiy chuqurligi $\Delta h/S$ ning tutashtiriluvchi birikmalarning statik mustahkam ligiga ta'siri (kuchaytirishsiz):

1 – Cr3 po'lati; 2 – 12X18H9T po'lati; 3 – 25XГФА po'lati;

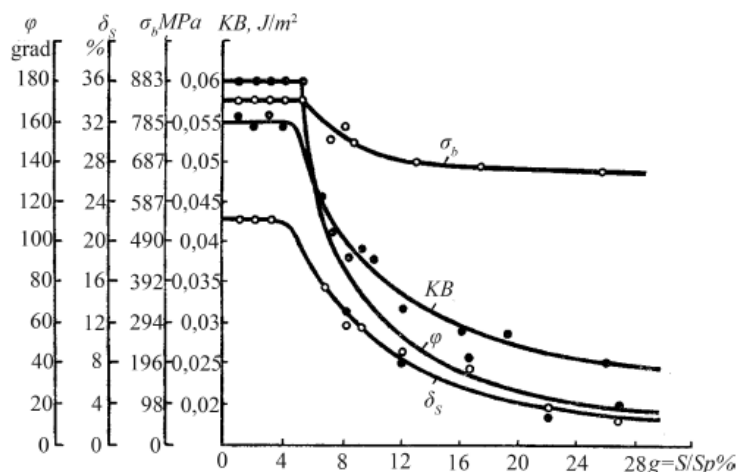
4 – Д16Т; 5 – 30XГЧА po'lati.



12- rasm. Nuqsonlarning $\Delta h/S$ nisbiy kattaligining kam uglerodli po'latlardan tayyorlangan tutashtiriluvchi payvand birikmalarning charchash mustahkamlashga ta'siri (kuchaytirishsiz):

1 – kesiklar; 2 – bo'shliqlar; 3 – chok ildizining yaxshi eritilmaganli-gi; 4 – shlaklar.

Chok kesimida nisbiy yuzi 5–10% gacha bo'shliqlar va shlak-li kirishmalar bo'lgan birikmaning statik mustahkamligiga amalda kam ta'sir ko'rsatishi aniqlangan (2. 13- rasm). Agar choklar an-cha katta kuchaytirilgan bo'lsa, u holda yig'indi yuzi chok kesimi-ning 10–15% ga teng bo'shliqlar va shlakli kirishmalar statik mustahkamlikka kam ta'sir qiladi. Bir qator konstruksiyalar (garovga qo'yiladigan detallar, armaturaning ulanish joylari) uchun bun-day nuqsonlarning yo'l qo'yiladigan kattaligi ularning joylashgan o'rniga bog'liq holda chok kesimining 10–25% ini tashkil etishi mumkin.



13- rasm. Nuqsonlar (bo'shliqlar)ning nisbiy yuzining legirlangan po'latdan qilingan tutashtiruvchi birikmalarning mexanik xossalariga ta'siri ($\delta_b = 850$ MPa toblashdan va yumshatishdan so'ng).

Yoriqlar, oksidli pardalar, erib qo'shilmay qolganlar kabi nuq-sonlar yo'l qo'yib bo'lmaydigan nuqsonlar hisoblanadi.

3. Nuqsonlarni tuzatish usullari Yo'l qo'yib bo'lmaydigan tashqi va ichki nuqsonlar aniqlan-ganida ular, albatta, bartaraf qilinadi. Tashqi nuqsonlarni yo'qo-tish tanlangan joylarda silliq o'tishlar ta'minlangan holda jilvirlash orqali amalga oshiriladi. Agar yig'maning maksimal chuqur joyda detall devorining minimal yo'l qo'yiladigan qalinligi saqlangan bo'lgan holda tanlab olingan joylarni payvandlamasa ham bo'ladi. Chokning teskari tomonidan nuqsonlarni yo'qotish asosiy metall bilan yuzining butun uzunligi bo'ylab chokning teskari tomonidan amalga oshiriladi. Agar mexanik ishlov berish jarayonida (jilvir-lashda) tashqi nuqsonlarni to'la tuzatish imkoni bo'lmasa, u holda ularni yo'l qo'yib bo'lmaydigan nuqsonlar sifatida to'la yo'qotish zarur. Chuqurlashgan tashqi va ichki nuqsonlarni (nuqsonli uchast-kalarni) aluminiy, titan va ularning qotishmalaridan yo'qotish

faqat mexanik usulda abraziv asbob bilan jilvirlash yoki kesish, shu ningdek, kesib tashlab, keyin jilvirlash yo'li bilan amalga oshiriladi. Bir qator hollarda po'latdan yasalgan konstruksiyalarda nuqsonli uchastkalarni havo-yoyli yoki alangali-yoyli strojka bilan, keyinchalik tanlab olingan sirtni abraziv asboblari bilan ishlov berib yo'qotishga yo'l qo'yiladi. Bunda uglerodli va kremniy-marganes-li po'latlardan yasalgan buyumlarning sirtlari kesish izlari to'liq yo'qotilgunicha tozalanishi (jilvirlanishi) kerak.

Majburiy termik ishlov berilishi lozim bo'lgan va legirlangan hamda xromli po'latlardan ishlangan payvand birikmalarda tan-lamalarni pishirib nuqsonlarni tuzatishni payvand birikmani yuqori (450–650°C) sovutishdan so'ng (oralik, yakuniy yoki dastlabki) amalga oshirish lozim, texnologik yo'riqnomalarda qayd etib o'tilgan ayrim hollar bundan mustasno. Nuqsonli joylarni yo'qotishda ma'lum shartlarga rioya qilish maqsadga muvofiq. Yo'qotilayotgan uchastkaning uzunligi nuqsonli joy uzunligiga qo'shimcha har tomondan 10–20 mm gateng bo'lishi, tanlanmani ajratish eni esa shunday bo'lishi kerak-ki, payvandlanganidan so'ng chokning eni payvandlangunicha bo'lgan enining ikki barobaridan ortiq bo'lmasligi kerak. Payvandlash uchun tayyorlangan tanlanmalarning shakli va o'lchamlari istalgan joyda ishonchli payvand qilish imkonini ta'minlashi kerak.

Har bir tanlanmaning sirti keskin chiqiqsiz, o'tkir chuqurliklar va do'ngliklarsiz silliq qiyofaga ega bo'lishi kerak. Nuqsonli uchastkani payvandlashda asosiy metallning yaqinidagi uchastkalarining yopilishi ta'minlanishi kerak. Payvandlanganidan so'ng uchastkani kraterdagi chuqurliklar va do'ngliklarni to'liq yo'qotguncha tozalash, unda asosiy metallga silliq o'tishni bajarish zarur. Farron yoriqli payvand choklarda payvandlashdan oldin yoriqlarning tarqalib ketishining oldini olish uchun ularning uchlarini parmalab teshish talab qilinadi. Bunday holda nuqsonli qism to'liq chuqurlikka payvandlanadi. Nuqsonli qismni payvandlash eritib payvandlash usullaridan biri (dastaki, yoyli, inert gazlar muhitida yoyli va h. k.) bilan amalga oshiriladi. Payvand birikmalarining tuzatilgan choklari buyumning sifatiga qo'yiladigan talablarga muvofiq takroran nazoratdan o'tkazilishi kerak. Agar bunda ham yana nuqsonlar aniqlansa, u holda zarur talablarga rioya qilgan holda ularning takroriy tuzatilishi amalga oshiriladi. Aynan bitta nuqsonli uchastkani tuzatish soni konstruktsiyaning ahamiyatliligi toifasiga bog'liq va, odatda, uchtdan ort-maydi.

Nazorat savollari: 1. Tashqi nuqsonlarning paydo bo'lishiga qanday asosiy omillar ta'sir ko'rsatadi? 2. Ichki nuqsonlarning paydo bo'lishi sabablarini ayting va ularning payvand konstruksiyalar ish qobiliyatiga ta'siri to'g'risida so'zlab bering. 3. Nuqsonlarni tuzatishning mavjud usullarini sanab o'ting.

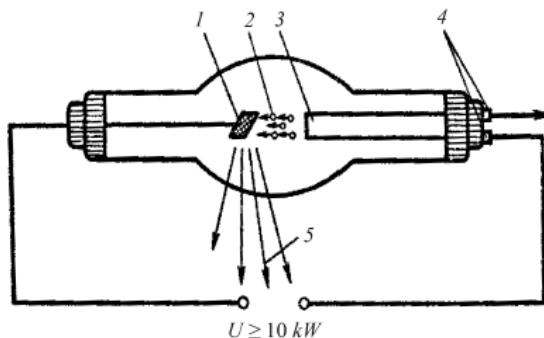
2-Маъруза. Rentgen va gamma nurlari bilan nazorat qilish

Reja

1. Ionlovchi nurlanish
2. Radiatsion defektoskopiyaning fizik asoslari
3. Kserografiya va fluorografiyaning afzalliklari

Ionlovchi nurlanish Rentgen va gamma-nurlanishlar, yorug'lik ultrabinafsha va ra-dioto'lqinlar kabi elektromagnit tabiatga ega. Biroq radioto'lqin-lar, yorug'lik tebranishlari, rentgen va gamma-nurlanishlar to'lqin uzunliklari bilan farq qiladi. Xususan, ko'rinadigan yorug'likning to'lqin uzunligi – $(4 \div 7) \cdot 10^{-7} \text{ m}$; rentgen nurlanishniki – $6 \cdot 10^{-13} \div 10^{-9} \text{ m}$; gamma-nurlanishlarniki – $10^{-13} \div 4 \cdot 10^{-12} \text{ m}$. Rentgen va gamma-nurlanishlarining alohida xossalari shu bi-lan bog'langanki, ular, masalan, ko'rinuvchi yorug'likka qaragan-da ancha katta energiyaga ega, turli muhitlar ularni turlicha yutadi. Shu xossalari tufayli rentgen va gamma-nurlanishlar buyumlarning defektoskopiya uchun foydalaniladi. Bundan tashqari, ular elektr va magnit maydonlar ta'siriga berilmaydi, fotoplatinaga ta'sir qila-di, ba'zi kimyoviy birikmalarning luminessentsiyasini vujudga kel-tiradi, gazlarni ionlashtiradi, nurlantirilayotgan moddani qizdiradi, jonli organizmlarga ta'sir ko'rsatadi.

Rentgen nurlanish. Bu nurlanish tormozli va xarakteristik nurlanishlardan iborat. Uning paydo bo'lishi rentgen trubkasi ning anodida katta tezlikka ega bo'lgan (yadrodan tashqari jarayon) erkin elektronlarning tormozlanishi natijasida yuz beradi. Rent-gen trubkasi ichidan havosi so'rib olingan shisha ballondan ibo-rat (4. 1- rasm). Idish ichiga ikkita elektrod kavsharlangan: anod 1 va katod 3. Spiral shaklidagi volfram simdan tayyorlangan katod tok manbai tomonidan yuqori haroratlargacha qizdiriladi va elek-tronlar 2 nurlaydi. Trubkaning tormozli nurlanishni olishi uchun foydalaniladigan anodi volfram va molibdendan qilingan plastina ko'rinishida tayyorlanadi. Elektronlar zarur kinetik energiyaga ega bo'lishi uchun trubkaning anodi va katodiga yuqori kuchlanish (10 kW dan ortiq) beriladi.



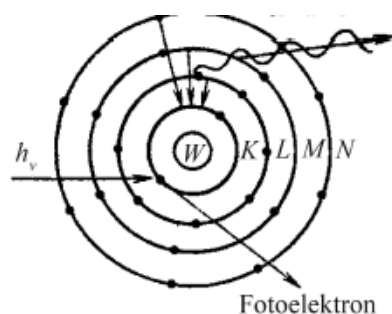
2.1- rasm. Rentgen trubkasining sxemasi:

1 – anod; 2 – elektronlar; 3 – katod; 4 – katod uchidagi kontakt; 5 – rentgen nurlanish.

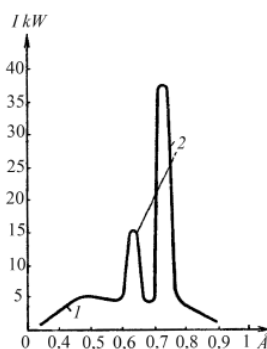
Yuqori kuchlanishli elektr maydoni beradigan, ma'lum tezlik bi-lan anodga tushayotgan elektronlar unda tormozlanadi va oxir-oqi-batda o'z tezligini, binobarin, kinetik energiyasini ham yo'qotadi. Bunda elektronlarning kinetik energiyasi qisman nurli energiyaga aylanadi, u buyumlar defektoskopiya uchun foydalaniladigan tormozli nurlanish fotonlari ko'rinishida ajralib chiqadi, uning katta qismi esa ($\sim 97\%$) issiqlik energiyasiga aylanadi. Hosil bo'layotgan rent-gen nurlanishning minimal to'lqin uzunligi kvantning maksimal energiyasiga mos keladi. Elektronlar tezligi qanchalik katta bo'lsa, kvant energiyasi shuncha katta bo'ladi. Kvant energiyasi trubkasi-dagi kuchlanish bilan aniqlanadi: $eU = h\nu = h(c/\lambda_{\min})$, bunda e – elektron zaryadi, $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ (Kl)}$ ga teng; U – trubkadagi kuchlanish, kW; h – Plank doimiysi, $6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J/s}$; ν – chastota Hz; c – yorug'lik tezligiga teng bo'lib, $3 \cdot 10^{10} \text{ km/s}$ ga teng; λ – to'lqin uzunligi, sm. Keltirilgan formulaga son qiymatlari qo'yilsa, $\lambda_{\min} = 12,4/U \text{ (sm)}$ ni hosil qilamiz.

Xarakteristik nurlanish amal-larning energetik holati o'zgar-ganida yuzaga keladi. Agar atom-ning ichki qobig'idagi elektronlar-dan biri (K, L, M) tormozli rentgen nurlanishning elektroni yoki kvan-ti ($h\nu$) tomonidan urib chiqarilgan bo'lsa, u holda atom uyg'ongan holatga o'tadi. Qobiqda bo'sh qol-gan o'rin yadrodan ancha uzoq-dagi va katta energiyaga ega qo-biqlardagi elektronlar bilan to'ladi (3. 2- rasm). Bunda atom normal holatga o'tadi va energiyasi turli sohalarda energiyalar farqiga teng energiyali xarakteristik nura-linshli kvant chiqaradi: $h\nu = E_2 - E_1$, bunda E_1 –

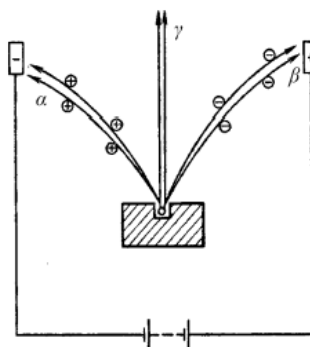
uygʻonganida elek-tron uzilib chiqadigan sath; E_2 – elektron boʻshab qolgan joyga oʻtadigan sath. Bu nurlanishdan rentgenostruktur analizda foydalaniladi. Tormozli va xarakteristik nurlanish spektriga misol 4. 3-rasmda keltirilgan. **Gamma nurlanish.** Bu nurlanish radioaktiv elementlar yadrolarining (izotoplarning) yemirilishi natijasida paydo boʻladi. Yemirilish jarayoni quyidagi tarzda izohlanadi. Radioaktiv elementlar yadrosi tarkibiga kiruvchi protonlar va neytronlar oʻrtasidagi ichki yadroviy tortishish kuchlari yadroning yetarlicha barqarorligini taʼminlamaydi. Natijada barqarorligi kam yadrolarning ancha barqaror yadrolarga oʻz-oʻzidan oʻtishi kuzatiladi. Tabiiy radioaktiv yemirilish deb ataldigan bu jarayon musbat zaryadlangan alfa-zarrachalar (a) ni, manfiy zaryadlangan beta-zarrachalar (b) ni va elektromagnit gamma-nurlanish (g) ni chiqarish bilan kechadi. a- va b-zarrachalarning uchib chiqishi hamda g-nurlanish natijasida yangi yadro paydo boʻlib, u uygʻongan holatda boʻlishi mumkin. Uygʻongan yadro normal uygʻonmagan holatga oʻtib, gamma-nurlanish koʻrinishidagi ortiqcha energiyani chaqiradi. Gamma-nurlanish spektri tutash boʻlmay, bitta yoki bir nechta diskret energiyalar nurlanishini oʻz ichiga oladi. Agar aytib oʻtilgan koʻrinishdagi nurlanish manbayini kuchli elektr yoki magnit maydoniga joylashtirilsa, u holda



2.2- rasm. Rentgen nurlanish fotoni yutilishida fotoelektron va xarakteristik nurlanishning vujudga kelishi sxemasi.



2.3- rasm. $U = 35 \text{ kV}$ da molibden anod uchun rentgen nurlanishning tutash (1) va chiziqli (2) spektrlari.



2.4- rasm. Nurlanishlarning elektr maydonda ogʻishi.

2.4- rasmda ko‘r satilgan manzarani kuzatish mumkin. a-zarrachalar oqimi manfiy elektrod tomonga og‘adi, b-zarrachalar oqimi esa musbat elektrod tomon og‘adi. g-nurlanish oqimi elektr maydonga ham, magnit maydonga ham ta’sirlanmaydi. Alfa-, beta-zarrachalar va g-nurlanish, shuningdek, turli moddalar orqali o‘tish qobiliyati bo‘yicha ham farqlanadi, a-zarrachalar eng kam singib o‘tish qobiliyatiga ega va manbadan 75–80 mm masofada havo orqali o‘tayotganida o‘z energiyasini to‘la yo‘qotadi; b-zarrachalar 6 mil-limetrlilik aluminij qotishmasidan yasalgan listda to‘liq yutiladi yoki manbadan 7–7,5 m masofada havo muhitida to‘la yutiladi; g-nurlanish 500 mm qalinlikdagi po‘lat buyumlar orqali ham singib o‘ta oladi.

Amalda ko‘pincha sun‘iy izotoplardan foydalaniladi, ularda yadro reaksiyalari ularning yadrolarini ma‘lum kinetik energiyali zarrachalar bilan bombardimon qilish orqali chaqiriladi. Neytronlar va deutronlar ta’siridagi reaksiyalar eng keng tarqalgan. Zar-yadi yo‘qligi tufayli neytron atom yadrosiga oson kiradi va shu-ning uchun ham ularda yadro reaksiyalarini amalga oshirish uchun samarali foydalanishi mumkin. Neytronlar bilan bombardimon qilinganida atom yadrosi neytronni tutib oladi, bunda yadro zar-yadi o‘zgarmaydi, ammo uning massasi bir birlikka ortadi, natijada yadro nobarqaror (uyg‘ongan) holatga keladi, bu esa uning o‘z-o‘zidan yemirilishiga olib keladi. Yadro reaktorlari, neytron generatorlar, shuningdek, tabiiy radioaktiv nurlanish manbalari neytronlar manbayi hisoblanadi. Izotopning aktivligi vaqt birligida yemirilayotgan radioaktiv modda atomlarining soni bilan belgilanadi. Radioaktiv yemirilish qonuni eksponensial bog‘lanish ko‘rinishiga ega: $N = N_0 e^{-\lambda t}$ bunda: N – t vaqtdagi radioaktiv yadrolar soni; N_0 – boshlang‘ich $t = 0$ paytdagi yadrolar soni; e – natural logarifm asosi bo‘lib, u 2,718 ga teng; λ – yemirilish doimiysi. Radioaktiv atomlar soni ikki barobar kamayadigan $T_{1/2}$ vaqt oralig‘i yarim yemirilish davri deyiladi. Bu vaqt ichida qolgan yadrolar soni $N = N_0/2$ ga teng bo‘ladi. U holda $N_0/2 = N_0 e^{-\lambda T_{1/2}}$ yoki $1/2 = e^{-\lambda T_{1/2}}$. Bundan $T_{1/2} = 0,693/\lambda$. Yarim yemirilish davri nurlanish manbayining miqdori, shakli va geometrik o‘lchovlari-ga bog‘liq bo‘lmaydi va defektoskopiyada qo‘llaniladigan turli xil radioaktiv elementlarda bir necha kundan bir necha yil oralig‘ida bo‘ladi (4.1-jadval).

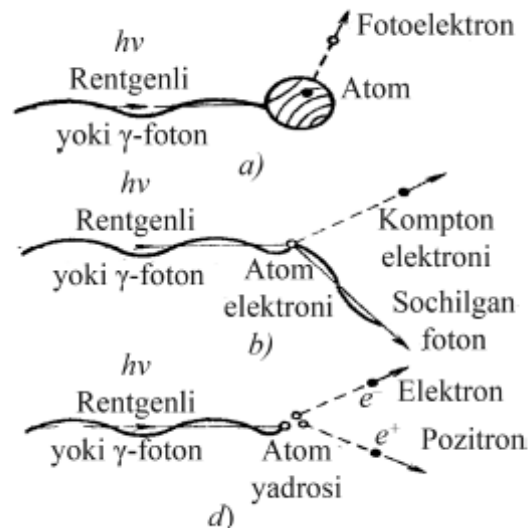
Modda bilan o‘zaro ta’sir to‘g‘risida. Manbadan tarqalib, ion-lovchi nurlanish (a-, b-, g- va rentgen nurlari) o‘z yo‘lida modda atomlarini uchratadi va, asosan, atom yadrolari va atom qobiqlaridagi elektronlar bilan o‘zaro ta’sirlashadi. Bunday o‘zaro ta’sir natijasida modda qatlamida nurlanish ma‘lum kattalikka susayadi. Susayish quyidagi uchta asosiy jarayon ta’sirida ro‘y beradi (4. 5- rasm): fotoelektrik yutilish (fotoeffekt), kompton yoyilishi va elektron-pozitron juftligining paydo bo‘lishi.

4. 1- jadval

Radiatsion defektoskopiyada qo‘llaniladigan izotoplar Nomi Yarim yemirilish davri Nazorat qilinuvchi po‘lat buyumlar yo‘g‘onligi oralig‘i, mm

Tuliy–170	Selen–75	Iridiy–192	Seziy–137	129 kun	120,4 kun	74,4 kun
33 yil	<15	<25	6–70	25–120	Rentgen	yoki gamma-nurlanish

modda orqali elektromagnit tebranish kabi o‘tib, moddalar atomlarining maydonlari bilan o‘zaro ta’sirlashadi. Bunda agar modda atomi elektroni uning atomidagi bog‘lanish energiyasiga qaraganda katta energiya olsa, u holda elektron undan uchib chiqadi. Uchib chiqqan elektron **fotoelektron** deyiladi (4.5- a rasm). Uning energiyasi (E_e) u bilan o‘zaro ta’sirlashuvchi nurlanishning atomdagi elektronining E_i bog‘lanish energiyasiga kamaytirilgan $h\nu$ energiyasiga teng bo‘ladi, ya’ni $E_e = h\nu - E_i$. Atomlar fotoelektronlarini yo‘qotganida, elektron qobiqlardagi bo‘sh qolgan o‘rinlar (joylar) bundan keyin tashqi qobiqlardagi elektronlar bilan to‘ldiriladi. Elektronning yadroga yana-da yaqinroq qobiqqa o‘tishi xarakteristik nurlanish kvanti-ni chiqarish bilan birga amala oshadi. Shuni ta’kidlash lozimki, rentgen yoki g-nurlanish oqimidagi hamma fotonlar ham modda tomonidan yutilavermaydi. Ularning ayrim qismi modda atomlari bilan o‘zaro ta’sirlashmaydi. Nurlanish energiyasining ortishi bilan fotoelektrik yutish kamayadi va moddaning atom (tartib) raqam o‘rtishi bilan keskin ortadi. Rentgen va g-fotonlarning modda bilan o‘zaro ta’sirlashuvda fotoelektrik yutilishi bilan birga ularning yoyilishi ham ro‘y beradi va u **kompton yoyilishi** deyiladi. Kompton effektini birlamchi fotonning erkin elektron bilan elastik urilishi sifatida qarash mumkin, bunda fotoeffektdan farqli ravishda foton elektronga hamma energiyani emas, balki uning bir qismini beradi. Kompton elektronini ma‘lum miqdordagi energiyani olib, rentgen yoki g-fotoni harakati yo‘nalishiga burchak ostida harakatlana boshlaydi (4. 5- b rasm). Kompton effekti natijasida to‘lqin uzunligi katta va energiyasi kichik bo‘lgan yoyilgan foton paydo bo‘ladi, u o‘zining dastlabki yo‘nalishidan j burchakka og‘ib, harakatida davom etadi. Nurlanish energiyasi (E) j burchak ostida yoyilganidan so‘ng $E = h\nu / (1 + 0,024 \cos j)$ ga teng bo‘ladi, bunda $h\nu$ – tushayotgan fotonning energiyasi.

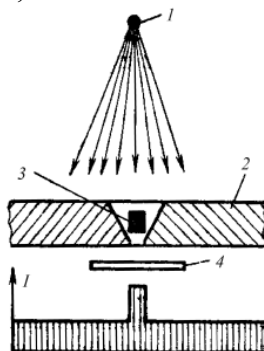


2.5- rasm. Rentgen va γ nurlanishlar fotonlarining modda bilan o'zaro ta'sirlashuvi.

Kompton yoyilishini qarab chiqishdan birlamchi nurlanish intensivligining susayishi rentgen yoki g-foton muhitining atomlar elektronlari bilan o'zaro ta'sirlashuvi va ularning turli yo'nalishlarda, asosan, birlamchi nurlanish dastasidan tashqariga yoyilishi natiijasida yuz beradi. Nurlanish energiyasining ortishi bilan kompton yoyilishi koeffitsiyenti fotoelektrik yutilishi koeffitsiyentiga nisbatan ancha kam darajada kamayadi. Yetarlicha yuqori energiyali (kamida 1,02 MeV) rentgen yoki g-nurlanish fotonlarining modda bilan o'zaro ta'sirlashishidan juftliklar paydo bo'lish jarayoni yuz beradi (4. 5- d rasm), ya'ni fotonlar modda atomlarining yadro maydoni tomonidan yutilib, bir juft zarra-pozitron (e^+) va elektron (e^-) hosil qiladi. Sanoat defektoskopiya uchun qo'llaniladigan ko'pchilik appa-ratlardan (betatronlar, mikrotonlar va tezlatkichlar bundan mustasno) chiqadigan rentgen nurlanish energiyasi juftlar hosil qilish uchun zarur bo'lgan nurlanish energiyasidan quyiroqda yotadi, shu-ning uchun yutilishning bu turi rentgen nurlanishi bilan yoritishda o'rinni emas. Yoritish uchun foydalaniladigan ko'pchilik radioaktiv manbalardan chiqadigan gamma-nurlanish 2–2,5 MeV dan oshmaydi, shuning uchun ham elektron-pozitron juftliklarini hosil qilish hisobiga gamma-nurlanishning yutilishi juda ozdir. Faqat ^{60}Co uchun bu effekt ayrim (kam sezilarli) tarzda namoyon bo'ladi. Shunday qilib, yuqorida tavsiflangan effektlar oqibatida birlamchi nurlanish (I_0) ning ekspozitsion dozasi intensivligi va quvvati uning modda orqali o'ta borishga qarab uzluksiz kamayadi. Modda qatlami qanchalik qalin bo'lsa, undan o'tayotgan nurlanish shuncha ko'p susayadi, chunki uning yo'lida u bilan ta'sirlashayotgan modda atomlari va elektronlar soni ortadi. Ekspozitsion nurlanish dozasi quvvatining moddaning qalinligiga qarab o'zgarishi eksponensial qonun ($I_s = I_0 e^{-ms}$) ga bo'ysunishi aniqlangan, bunda I_s – detektorda ekspozitsion nurlanish dozasi-ning quvvati; S – yoritayotgan materialning qalinligi; m – material jinsi va nurlanish energiyasi bilan aniqlanadigan chiziqli susayish koeffitsiyenti; e – natural logarifm asosi. Ekspozitsion nurlanish dozasi quvvati deb ma'lum vaqt oraligida ionlovchi nurlanishning zarracha yoki fotonlari (kvantlari) energiyasi oqimining shu vaqtga nisbatiga aytiladi. Susayishning chiziqli koeffitsiyenti chiziqli susayish koeffitsiyentlar yig'indisidan iborat bo'lib, fotoeffekt (m_f), kompton yoyilishi (m_k) va juftliklar (m_p) hosil qilish jarayoni bilan aniqlanadi: $m = m_f + m_k + m_p$.

2.2. Radiatsion defektoskopiyaning fizik asoslari Yoritishda ichki nuqsonlarni aniqlash rentgen va gamma-nurlanishlarning turli materiallar orqali bir xil o'tmasligi aniqlangan va ularga materialning qalinligi, uning turi (jinsi) va nurlanish energiyasiga bog'liq holda ularda yutilishi qobiliyatiga asoslangan. Payvand choklarida nuqsonlarni aniqlash uchun buyumning bir tomoniga nurlanish manbayi (rentgen trubkasi yoki izotop) o'rnatiladi, ikkinchi tomoniga nuqson to'g'risida axborotni qayd qiluvchi detektor o'rnatiladi (4. 6- rasm). Detektor sifatida rentgen plyonkasi, elektron-optik o'zgartkich, kseroradiografik plastina, fo-toqog'oz va hokazolar qo'llanilishi mumkin. Manba 1 dan chiqqan nurlanish ichki nuqson 3 ga ega payvand birikma 2 orqali o'tib,

nuqsonli va nuqsonsiz joyda turli-cha yutiladi va detektor 4 ga turli intensivlik bilan keladi. Havo, gaz yoki nometall kirishmalar bilan to'lgan nuqsonli joylar orqali o'tganida, nurlanishning intensivligi yaxlit metalldagiga qaraganda kamroq susayadi. Intensivliklar farqini detektor qayd qiladi, masalan, o'tgan nurlanishning intensivligi 1 nuqsonli joyda eng ko'p bo'lsa (4. 6- rasm-ga qarang), plyonka kuchliroq qorayadi. Rentgen plyonkala rining qo'llanilishi defektoskopiyaning radiografik uslubining asosi-ni tashkil etadi, u radiatsion nazoratning barcha ma'lum bo'lgan

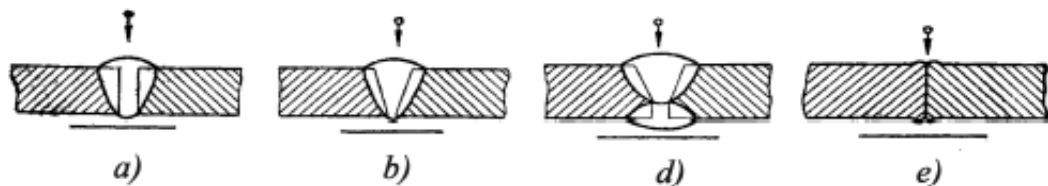


6- rasm. Payvand birikmani yoritish sxemasi:

1 – manba; 2 – nazorat qilinayotgan birikma; 3 – nuqson-li joy; 4 – detektor;
I – nazorat qilinayotgan birikmadan o'tgan nurlanishning intensivligi grafigi.

uslublaridan eng katta hajmni egallaydi. Yoritilayotgan obyektning ichida mavjud bo'lgan barcha nuqsonlar har doim ham va har qan-day sharoitda ham plyonkada aniqlanavermaydi. Minimal aniqlanadigan nuqson mavjud bo'lib, u uslubning chegaraviy sezgirligini ifodalaydi. Radiografiyada sezgirlikning ikki turidan foydalaniladi. Absolut (mutlaq) – minimal aniqlanadigan nuqsoning o'lchami bilan yoki yoritilish yo'nalishida sezgirlik etaloni elementi o'lchami bilan bel-gilanadi. Absolut sezgirlik qiymatini (mm) taxminan $DS @ [0,005 \cdot (2 + S)]/m$ munosabatidan aniqlash mumkin, bunda m – chiziqli susayish koef-fitsiyenti (jadvallar bo'yicha tanlab olinadi). Nisbiy sezgirlik yori-tilish yo'nalishida minimal aniqlanadigan nuqson DSt ning nazorat qilinayotgan birikmaning qalinligi S ga nisbati bilan xarakter va foizlarda ifodalaniladi: $K = (DSt / S) \cdot 100$. DSt 7512–82 ga muvofiq nazorat qilishning absolut sezgirligi kattaligi nazorat qilish natijasida aniqlash talab qilinadigan mini-mal nuqson kattaligidan ikki barobar kichik bo'lishi mumkin. Radiografik nazorat qilish uslubining sezgirligi quyidagi asosiy omillarga bog'liq: birlamchi nurlanish energiyasi, yoyiq (tarqoq) nurlanish, yoritilyotgan materialning zichligi va qalinligi, nuqson-ning shakli va joylashgan joyi, rentgen trubkasining fokus masofasi va fokus dog'i kattaligi, rentgen plyonkasining turi. Rentgen va g-nurlanish energiyasining nazorat qilinayotgan metall orqali o'tishida susayish jarayonlarining murakkabligi va uslubning sezgirligi bog'liq bo'lgan omillarning xilma-xilligi tufayli bu omillarning bir vaqtda ta'sirini hisobga olishining imkoni yo'q. Bu omillardan har birini ularning uslubning nuqsonlarni aniqlashga sezgirligini baholab, alohida qarab chiqish maqsadga muvofiq.

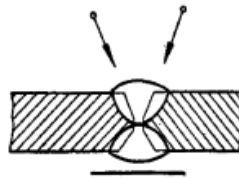
Yoritish sxemasi va parametrlarini tanlash. Payvand birik-malarni yoritish sxemasi buyum uchun belgilangan normalar-da yo'l qo'yib bo'lmaydigan nuqsonlarni aniqlashni ta'minlashi kerak. 4. 25–4. 34- rasmlarda yoyli, kontaktli va boshqa turdagi payvandlash usullarida bajarilgan uchma-uch birikmalarni yori-tish sxemalari ko'rsatilgan. Ionlovchi nurlanishning ishchi dastasi payvandlanayotgan elementlarning tekisligiga perpendikular holda yo'naltirilishi kerak (4. 24- rasm).



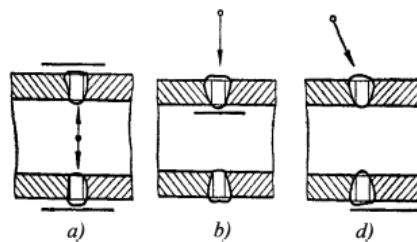
7- rasm. Uchmauch payvand birikmalarni yoritib ko'rish:

a – chetlarni kesmadan; b – bir tomonlama payvandlashda chetlarini ishlab;
d – kontaktli payvandlashda.

Birikmalarning ba'zi turlari (4. 25- rasm) ikki marta turli xil burchak ostida yoritiladi. Bu holda ishchi dasta o'qining yo'nali-shi chetlarni kesish chiziqlari bilan mos tushishi kerak. Plyonkani chok ildizi tomonidan joylashtirish lozim, biroq zarur bo'lganida uni yoritish yo'nalishini teskarisiga o'zgartirib, qarama-qarshi to-mondan ham joylashtirish mumkin. Masalan, rezervuarlar, payvandlovchi quvurlar va boshqa silin-drik buyumlarning halqali va bo'ylama uchma-uch birikmalari nurlanish manbayi buyum ichiga joylashtirilib (4. 26- *a* rasm – panoramali yoritish) yoki tashqaridan ishchi dastaning o'qi chok-ka perpendikular yo'naltirilib yoritiladi (4. 26- *b* rasm). Agar kon-struksiyaning ichiga plyonkali kassetani yoki nurlanish manbayini joylashtirishning imkoni bo'lmaydigan bo'lsa, u holda qarama-qar-shi tashqi tomonlarga nurlanish manbayi va plyonka joylashtirilib (4. 26- *d* rasm), ikki devor orqali yoritiladi. Ishchi dastaning o'qi chok joylashgan tekislikka burchak ostida yo'naltirilgan bo'lishi kerak.

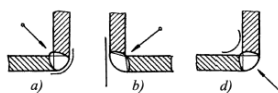


8- rasm. Uchmauch payvand birikmalarni turli burchaklar ostida yoritib ko'rish.



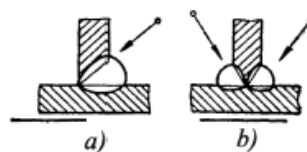
9- rasm. Silindrik yoki sferik konstruksiyadagi halqali choklarni yoritib ko'rish.

Chetlari kesiksiz va ikki cheti kesikli burchakli birikmalarning choklari ishchi dastasi o'qining yo'nalishi payvandlangan element-lar orasidagi burchakning bissektisasi bo'ylab yoritiladi. (4. 27- *a, b* rasmlar).



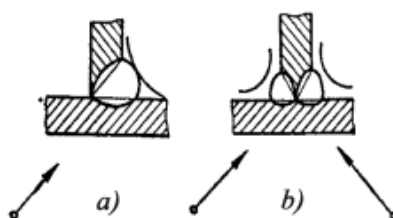
10- rasm. Burchakli birikmalarni yoritib ko'rish.

Shuningdek, nurlanishning teskari yo'nalishda bo'lishi va plyon kaning chokning boshqa tomoniga joylashishiga yo'l qo'yila-di (4. 27- *d* rasm). Chetlari bir tomonli va ikki tomonli kesikli tavrli birikmalar (4. 28, 4. 29- rasmlar) tavr polkasiga 45° burchak ostida yoritiladi. Ayrim hollarda bu choklarni markaziy nurni chetlarning kesiklari bo'ylab yo'naltirib ham yoritish mumkin. Ikki tavrli va xochsimon konstruksiyalarning choklari shunga o'xshash yoritiladi (4. 30- rasm).



10- rasm. Ichki tomondan kirish imkoni bo'lganida tavrli birikmalarni yoritib ko'rish:

a – bir tomonlama payvand-lashda; b – ikki tomonlama pay-vandlashda.



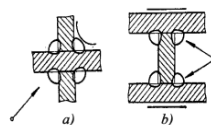
11- rasm. Tashqi tomondan kelish mumkin bo'lganida tasviriy birikmalarni yoritib ko'rish:

a – bir tomonlama payvandlashda;

b – ikki tomonlama payvandlashda.

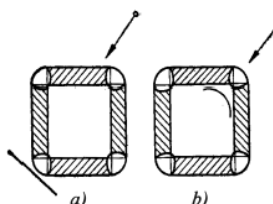
Ichiga plyonkali kassetani yoki nurlanish manbayini joylash-tirish imkonini bermaydigan shaklga ega bo'lgan qutisimon konstruksiyalarning choklari buyum o'qiga burchak ostida ikki devor orqali chokning tashqi tomonidan plyonka o'rnatilganida yoritiladi

(4. 31- a rasm). Agar kassetani qutisimon konstruksiyaning ichiga kiritish mumkin bo'lsa, yoritish bitta devor orqali chokka perpen-dikular holda olib boriladi (4. 31- b rasm).



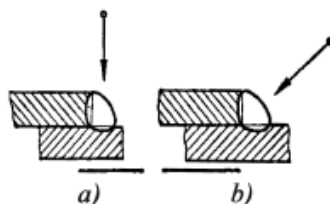
12- rasm. Maxsus konstruksiyalarning choklarini yoritib ko'rish:

a – xochsimon; b – ikki tavrli.



13- rasm. Qutisimon konstruksiyalarning choklarini yoritib ko'rish.

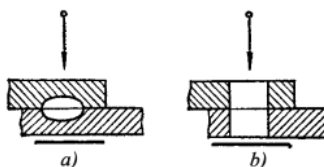
Ustma-ust qo'yib biriktirishlar listlar tekisligiga perpendikular (4. 32- a rasm) va 45° burchak ostida yoritiladi. Nuqtali va chok-li birikmalar payvandlanayotgan listlarning tekisligiga normal bo'yicha yoritiladi (4. 33- rasm).



14- rasm. Yoyli payvandlash bilan bajarilgan ustmaust birikmalarni yoritib ko'rish:

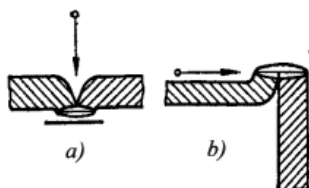
a – payvandlanayotgan list-ning tekisligiga o'tkazilgan nor-mal bo'yicha;

b – list tekisligiga burchak ostida.



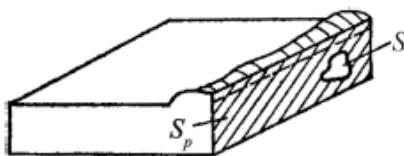
15- rasm. Nuqtali (a) va chokli (b) payvandlash bilan bajarilgan ustmaust birikmalarni yoritib ko‘rish.

Ikki cheti bortovkalangan uch-mauch birikmalar chokka per-pendikular (tik) holda yoritila di (4. 34-a rasm). Bortovkali bur-chakli birikmalar markaziy nur payvandlanayotgan chetlarning te kisligi bo‘yicha yo‘naltirilib yoritiladi (4. 34-b rasm).



16- rasm. Chetlari bortovkalib payvandlangan birikmalarni yoritib ko‘rish.

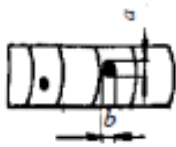
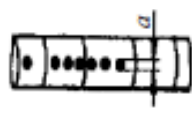
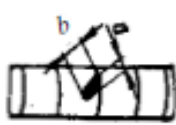
Radiatsion nazorat qilishda sifat ko‘rsatkichlari bo‘yicha nuq sonlarni belgilash va payvand choklarni tasniflash. Pay-vand konstruksiyalarni yetkazib be rishda korxonalar o‘rtasidagi koo peratsiyalashni yengillashti-rish maqsadida birikmalar nuq-son larini tartibga soluvchi huj jat-lar ishlab chiqilgan. Xalqaro pay-vandlash institutining (XPI) nuqsonlarning oltita guruhini (yoriqlar, rakovinalar, kirishmalar, neprovarlar, tashqi nuqsonlar, boshqalar) ko‘zda tutuvchi tavsiyalari va payvand choklarini ularda aniqlangan nuqsonlarning xavflilik darajasiga bog‘liq holda 5 guruhga: qora, ko‘k, zangori, jigarrang va qizilga ajratuvchi XPIning rentgen-at-lasi keng tarqaldi. Aytib o‘tilgan hujjatlar nuqsonlarni ko‘rsatish uchun ishlab chiqilgan va operatorlarni o‘qitishda, ayniqsa, foyda-lidir. IHI (Iqtisodiy Hamkorlik Ittifoqi) ga a‘zo mamlakatlarda qabul qilingan payvand birikmalar choklari tasnifi 4. 6- jadvalda keltiril-gan. Choklar ko‘rinishi, kengligi (neprovarlar uchun chuqurligi) va nuqsonlarning yalpi emasligiga bog‘liq holda 5 ta sinfga bo‘lina-di. Mamlakatimizda radiografik uslubda aniqlangan bo‘shliqlar va kirishmalarning kengligi hamda uzunligiga qarab payvand birik-malarni 7 ta sinfga bo‘luvchi DSt 23055–78 amal qiladi.

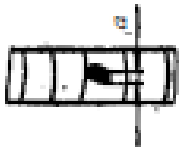
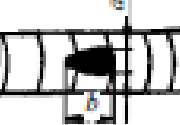
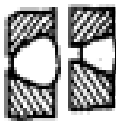
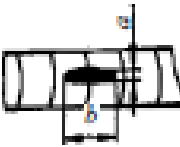


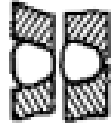
17- rasm. Payvand chokining qirqimi.

Aniq payvand konstruksiya uchun yo‘l qo‘yish mumkin bo‘ladi-gan nuqsonlar standartlar, nazorat qilish qoidalari va boshqa tar-moq hujjatlarida ko‘rsatiladi. Nuqsonlarning asosiy ko‘rsatkichi sifatida $q = S/S_p$ parametr qa-bul qilingan, bunda S_p , S – mos ravishda hisobdagi kesimning va nuqsoning yuzlari (4. 35- rasm). Bu parametrning son qiymatini buyumning tavsifi sifatida foydalanish payvand choklarning besh-ta sinfga bo‘linishini aniqlashtirishga imkon berdi. Birinchi sinfga $q = 0-0,005$ dagi payvand choklar, ikkinchisiga $q = 0,005-0,01$ dagi payvand choklar kiradi; uchinchidan beshinchigacha bo‘lgan sinflarga o‘tish mos ravishda $q = 0,02, 0,04, 0,05$ bo‘lganida amalga oshiriladi. q parametri nuqsonning real (haqiqiy) xavfliligi o‘lchovi hisoblanadi.

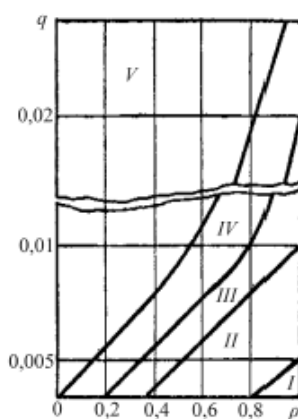
Payvand birikmalar nuqsonlari turlari

Belgilanishi	Nomi	Sxematik tasviri	
		Radiogramma bo'yicha	Birikmaning kesimi bo'yicha
<i>Aa</i>	Gazli sferik bo'shliqlar		
<i>Ab</i>	Uzunlashgan gazli bo'shliqlar		
<i>Ac</i>	Chok ildizidagi bo'shliqlar zanjiri		
<i>Ad</i>	Gaz bo'shliqlari to'plangan joy		
<i>Ba</i>	Shlakli kiritmalar		

<i>Bb</i>	Satrsimon shlakli kiritmalar		
<i>Bc</i>	Yasmiqsimon shlakli kiritmalar		
<i>Bd</i>	Metall kiritmalar		
<i>C</i>	Erimagan joylar		
<i>Da</i>	Chokning kesiksiz qavariq ildizi (bir tomonlama payvandlashda)		
<i>Db</i>	Konsentratorli ildiz nuqsoni (bir tomonlama payvandlashda)		
<i>Dc</i>	Konsentratorli ildiz nuqsoni (ikki tomonlama payvandlashda) va kesishgan joy nuqsoni		
<i>Ea</i>	Bo'ylama yoriqlar		
<i>Eb</i>	Ko'ndalang yoriqlar		
<i>Ec</i>	Nursimon yoriqlar		
<i>Fa</i>	Chok metali oqmasi		

Fb	Chokning notekis kuchaytirilishi		
Fc	Kesiklar		

Nuqsonning turini aniqlash uchun uning eng kichik chiziqli o'lchamli a va eng katta chiziqli o'lchamli b ning nisbatidan foydalanish mumkin. O'lchamlari nisbati $a/b < 0,2$ bo'lgan yoriq sifatida baholanishi mumkin. Nuqsonning yasalgan modelini bundan keyingi umumlashtirishni quyidagicha amalga oshirish mumkin: nuqson umumiy hol-da chiziqli o'lchovlari a_1, a_2, a_3 , bo'lgan ellipsoid sifatida ko'rila-di, bunda $a_1 < a_2 < a_3$. Aylanish ellipsoidi uchun olingan natijalarni umumlashtirish uchun a/b nisbatni nuqsonning minimal chiziqli o'lchamining maksimal chiziqli o'lchamiga nisbati sifatida talqin qilish lozim: $a/b = a_1/a_3 = r$, bunda r – para-metr nuqsonning potensial xavf-liligi o'lchovi sifatida qabul qilin-gan. O'tkazilgan tadqiqotlar aso-sida payvand birikmalar nuqsonli-gining umumiy lashtirilgan tasnifi yasalgan (4. 36- rasm). **Nazorat qilinayotgan obyektни yoritib ko'rishga tayyorlash.**



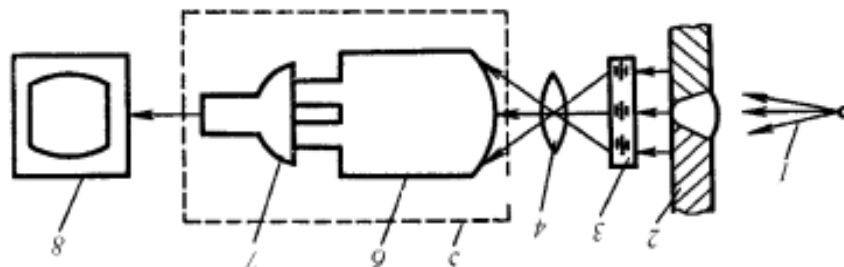
18- rasm. Nuqsonning real (haqiqiy) va potensial xavfliligini belgilovchi q va ρ parametrlarga bog'liq holda payvand choklari nuqsonlarining sinflari (I, II, III, IV, V).

Nazorat qilishdan avval buyum sinchiklab ko'zdan kechirilishi va zarur bo'lganida shlakdan, iflosliklardan tozalanishi kerak. Tash-qi nuqsonlarni yo'qotish zarur, chunki ularning suratlardagi tasviri ichki nuqsonlar tasvirini qoraytirib, ko'rsatmay qo'yishi mumkin. Payvand birikma nazorat qilish uchastkalariga bo'linib, ular yoritib ko'rilganidan so'ng aniqlangan ichki nuqsonlarning joylashuvini aniq ko'rsatish mumkin bo'lishi uchun markalanadi. Kassetalar va unga joylanadigan radiografik plyonkalar nazorat qilinayotgan tegishli uchastkalar kabi tartibda markalanishi kerak. Tanlangan plyonka kassetaga joylanadi, shundan so'ng kasseta buyumga mahkamlanadi, nurlanish manbayi tomonidan esa sezgir-lik etaloni o'rnatiladi. Bunday o'rnatish imkoni bo'lmagan hollar-da, masalan, quvurlarni ikki devori orqali yoritib ko'rishda etalonni detektor (plyonkali kasseta) tomonidan joylashtirishga ruxsat etiladi.

Buyumni yoritib ko'rish. Sanab o'tilgan operatsiyalar bajarilganidan va xavfsiz ishlash sharoitlari ta'minlanganidan so'ng buyumni yoritib ko'rishga kirishiladi. Bunda nurlanish manbayi-ni shunday o'rnatish kerakki, yoritib ko'rish vaqtida u titramasli-gi yoki o'rnidan siljimasligi kerak, aks holda, plyonkadagi tasvir surkalib ketgandek bo'lib chiqadi. Yoritib ko'rish vaqti o'tganidan so'ng plyonkali kasseta yechib olinadi va eksponirlangan plyonka-ga fotoishlov beriladi.

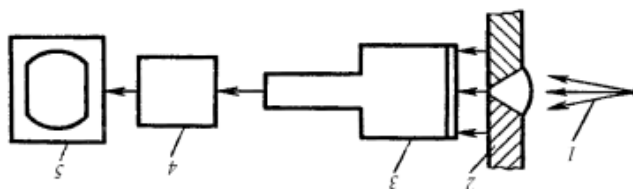
Rentgen vidikonlar aluminiiy disk surilgan rux oksidi, qo'rg'o-shin oksidi, amorfli selen, oltingugurtli surma va boshqa birikma-lar asosidagi rentgen nurlanishga sezgir fotoo'tkazuvchi

qatlamli yorug'lik uzatuvchi televizion kamera (vidikon)ni o'zida birlashtiradi (4. 40- rasm). Ionlovchi nurlanish ta'sirida fotoo'tkazuvchi qatlamdan fotoelektronlar chiqarilib, ular elektr maydon tomonidan tezlashtiriladi va trubka katotida qayd etiladi. Keyin olingan signal televizion aloqa blogi orqali qabul qiluvchi trubkaga uzatiladi, u yerda elektron tasvir yorug'lik tasviriga aylantiriladi. Rentgen-vi-dikonning kattalashtirishi 2–50 $\times$ ni, ajrata olish qobiliyati 30–50 chiziq/mm ni tashkil etadi.



19- rasm. **Monokristall qurilmaning blok sxemasi:**

1 – nurlanish; 2 – payvand birikma; 3 – monokristall; 4 – obyektiv,
5 – uzatuvchi blok; 6 – ЭОП; 7 – televizion trubka;
8 – axborot beruvchi televizion sistema.



20- rasm. **Rentgenvidikonning bloksxemasi:**

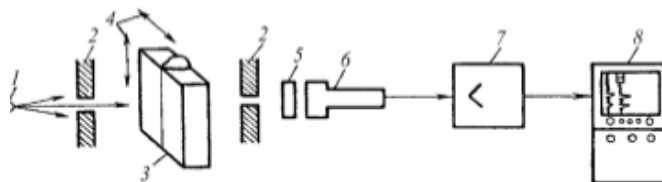
1 – nurlanish; 2 – payvand birikma; 3 – rentgen-vidikon; 4 – aloqa blogi;
5 – axborot televizion sistemasi.

Rentgen-vidikonning kamchiligi inertsionligining kattaligi va dinamik diapazonining pastligidadir. Kirish ekranining qalinligi kamligi (0,3 mm dan ortiq emas) rentgen vidikonlarni yuqori energiyalar diapazonida fotonlarni qayd qilish uchun qo'llashga im-kon bermaydi. Ishchi maydoni kichikligini muhim kamchilik deb hisoblash mumkin, ЛИ-417 va ЛИ-423 rentgen-vidikonlarning kirish ekranlari diametrlari mos ravishda 18 va 90 mm ni tashkil etadi. Taqqoslash uchun ta'kidlab o'tamizki, monokristall diametri qalinlik 3 mm gacha bo'lganida 230 mm ni tashkil etadi. Qalinligi 15 mm gacha bo'lgan payvand birikmalarni rentgen-vi-dikonlaridan foydalanuvchi introskoplar (ИТУ-38, ИТУ-39, «Дефектоскоп-1», «Дефектоскоп-2» va boshqalar) bilan nazorat qilishda nazorat sezgirligi 5% dan 25% gacha oraliqda, unumdorlik esa 0,3–0,5 m/min bo'ladi.

Nuqsonlarni aniqlash bo'yicha nazorat qilishning radioskopik usuli texnik shartlar talablarini qanoatlantiradigan hollarda u ra-diografik usul o'rniga kiritilishi mumkin. Agar nazorat qilishning radioskopik usuli texnik shartlar talabalarini qanoatlantirmasa, u radiografik usul bilan birga foydalanilishi va dastlabki nazorat qilish uchun qo'llanilishi mumkin. Ko'pincha xorijiy firmalar choklarni nazorat qilish uchun in-troskoplar ishlab chiqaradi, ularda nurlanishlarni almashtiruvchilar sifatida yuqorida ko'rsatib o'tilgan qurilmalardan foydalanilgan. Ular orasida «Limikon» (AQSh), «Markoni» (Angliya), «Bal-taskop » (Belgiya), «Philips» (Gollandiya) va boshqa turdagi fluo-rooskopik ekranli introskoplarni ko'rsatib o'tish mumkin. AQShda rentgen-vidikonli «Sechrey» turidagi qurilmalar ishlab chiqaril-moqda.

Radiometrik usul. Bu usul o'tgan nurlanishning spektral tarkibi yoki oqimi zichligini proporsional (mutanosib) yoki elektrosignal-ga almashtirib, buyumlari ionlovchi nurlanish bilan yoritib ko'rish-ga asoslangan. Radiometrik nazorat qilishning istalgan sistemasi-da nurlanish manbayi, detektor, axborotga ishlov berish va qayd etish sxemasi mavjud (4. 41- rasm). Nurlanish manbalari sifatida, asosan, gamma-izotoplar, tezlatgichlar va kamdan kam rentgen ap-paratlari qo'llaniladi. Nurlanish detektorlari sifatida, asosan, foto-elektron ko'paytirgichli (FEK) ssintillatsion kristallardan, kamroq kameralar va gaz-razryadli hisoblagichliklardan foydalaniladi.

Ssintillatorlar sifatida rux sulfidi (ZnS), kumush bilan ak-tivlashtirilgan kadmiy sulfidi (CdS), kalsiy volframat ($CaWO_4$), kadmiy volframat ($CdWO_4$), yodli seziy (CsI) yodli natriy (NaI) va boshqa luminoforlardan foydalaniladi. Ionlovchi nurlanishning tor (kollimatsiyalangan) dastasi (4. 41-rasmga qarang) nazorat qilinayotgan obyekt bo'ylab uning barcha uchastkalarini ketma-ket yoritib borib ko'chadi. Obyekt orqali o'tgan nurlanish hisoblagichda qayd etiladi, hisoblagich-ning chiqishida tushayotgan nurlanish intensivligiga proporsional kattalik bilan elektrosignal hosil bo'ladi. Kuchaytirgichdan o'tgan elektrosignal qurilmada qayd etiladi, bu qurilma o'zi yozar, ossillo-graf, milliampermetr va hokazo bo'lishi mumkin. Chokda nuqson mavjud bo'lganida, qayd etuvchi qurilma intensivlikning o'sishini ko'rsatadi.

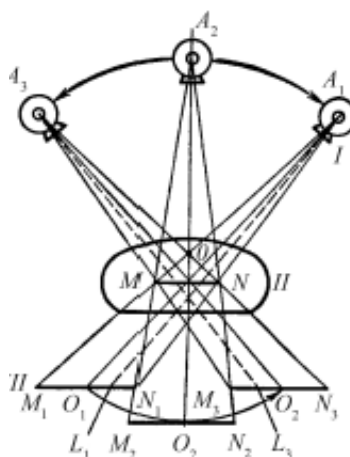


211- rasm. **Nazorat qilishning ionizatsion usuli sxemasi:**

- 1 – nurlanish manbayi; 2 – kollimatorlar; 3 – nazorat qilinayotgan buyum;
4 – ko'chish yo'nalishlari; 5 – ssintillatsion kristall, 6 – foto-elektron ko'paytirgich;
7 – kuchaytirgich; 8 – qayd qiluvchi (o'zi yozar) asbob.

Radiometriyaning afzalliklariga sezgirliги yuqori (0,3–3,0%); kontaksiz nazorat qilishning mumkinligi, nisbatan (radiografiyaga) unumdorligi yuqoriligi kiradi. Kamchiliklari manba va detektorning obyektдан turli tomon bo'ylab bir xil masofada va bir vaqtda ko'chish zarurligi; nuqson-ning shakli va chuqurligini aniqlashning imkoni yo'qligi hisoblanai. Sanoatda qalinligi 20 mm dan 100 mm gacha bo'lgan po'lat buyumlarni nazorat qilishda PDP–21 qurilmalari; 70 dan 200 mm gacha bo'lganida PDP–25; 100 mm dan 1000 mm gacha bo'lganida PD–10P qurilmalari va boshqalar qo'llaniladi.

Tomografiya. Bu usulning mo-hiyati obyektning ma'lum chuqur-likdagi yupqa qatlamda (2 mm dan ortiq bo'lmagan) yoki berilgan qatlamdagi intervallar (tomografiya qadami) bilan bo'lingan bir nech-ta yupqa qatlamlarda joylashgan qismlarning aniq tasvirini hosil qilishdan iborat. Bunga, masalan, (4. 42- rasm) rentgen trubkasi ($A_1 \text{ @ } A_3$) va ekranli hamda plyon-kali kassetani ($O_1 \text{ @ } O_3$) fazoviy tebranish markazi O ga nisbatan sinxron ko'chirish natijasida eri-shiladi.



22- rasm. **Tomografik tasvirning paydo bo'lish sxemasi:**

- 1 – rentgen trubkasi; 2 – nazorat qilish obyekti; 3 – plyon-kali kasseta.

Natijada tebranish markazi orqali o'tuvchi tekislikda joylashgan ajratilgan MN qatlamning tasviri hosil qilinadi. Bu tasvir ajratilgan qatlamning geometrik nuqtalari o'rnidan iborat bo'lib, ularning soylari plyonkaga nisbatan harakatsizdir. Shunday qilib, tomografiyada tasvirning dinamika noaniqliligi effektidan foydalaniladi. Bu usulda nurlanish manbayi va plyonkaning obektga nisbatan sinxron harakati tahlil qilinmayotgan nuqsonlarning yoki tasvirlari radiografiyaning, odatda, qabul qilingan usulida bir-birining ustiga va nuqson tushadigan tasvirlarni yuvib tashlashga hamda

nuqson yoki qatlamni aniqlash uchun talab qilinadigan tasvirni ancha aniq ajratib ko'rsatishga imkon beradi. Ajratilayotgan qatlamning eng kichik qalinligi nuqson enining (tasvir tekisligidagi diametrning) taxminan ikki barobarini tashkil etadi va 1,5 mm ga teng. Tasvirning standart qayd etuvchisi sifatida kuchaytiruvchi luministsent ekran bilan qo'shilgan PM-1 ekran plyonkasi xizmat qiladi.

Hozirgi paytda hisoblash tomografiyasidan keng foydalaniladi. Uning ishlash prinsipi obyektни kollimatsiyalangan nurlanish dasta-si bilan qatlamlab, ko'ndalang skanerlashda bu nurlanishni obyekt orqasida detektorlar bilan o'lchashda, tanlangan qatlamga tegishli o'lchov ma'lumotlari yig'indisi displey ekrandagi yarim tonli tas-vir bo'yicha tahlil qilishda va yasashda tasvir olishga asoslangan.

Agar obyektни skanerlash obyektни to'liq yopib turuvchi yelpig'ichsimon shakldagi dasta bilan amalga oshirilsa, u holda nurlatgich-detektorlar sistemasi obyekt atrofida 360° ga uzluksiz aylanadi. Nurlanish 1–5 mks uzunlikdagi impulslar orqali uzatila-di, 250–500 ta detektor bilan o'lchanadi. Detektorlardan axborotlar analog-raqamli almashtirishlardan so'ng mini EHMga uzatiladi. Hisoblash tomografiyasining odatdagi soyali usuldan prinsipial farqi shundan iboratki, bunda tadqiqot natijalari miqdoriy shaklda taqdim etiladi; hosil qilinayotgan tasvir yarim soyalarga ega emas; o'lchash aniqligi yuqori bo'lgani tufayli tomogrammada mavjud axborot hajmi boshqa teng sharoitlarda odatdagi rentgenogram-madagidan taxminan 100 barobar ko'p. Tomografiyaning muhim afzalligi zichlik bo'yicha ajrata olishi yuqoriligidadir (0,2 % ga-cha). Radiografiya uchun bu ko'rsatkich 10–20% ga teng.

Nazorat savollari:

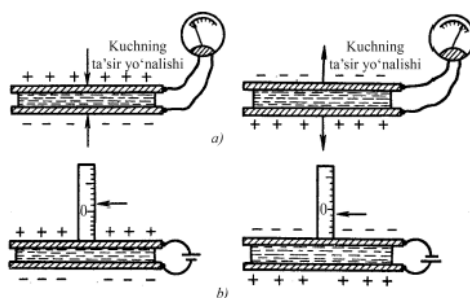
1. Rentgen va gamma-nurlanishlarning hosil bo'lish jarayonini tu-shuntiring.
2. Ionlovchi nurlanishning tarqalishi sabablarini izohlang.
3. Ionlovchi nurlanishda nuqsonlarni aniqlash nimaga asoslangan?
4. Radiografiyada sezgirlikka qanday omillar ta'sir ko'rsatadi?
5. Impulsli apparatlarning isitilgan katodli apparatlardan qanday farqi bor?
6. Rentgen plyonkalarining turlarini va ularning asosiy tavsiflarini ayting
7. Ekranlarning vazifasi nima va kuchaytirish prinsipi nimaga asoslangan
8. Yoritib ko'rishda qanday etalonlardan foydalaniladi?
9. Kserografiya va fluorografiyaning afzalliklari hamda kamchiliklari nimada?
10. Radioskopik nazoratning asosiy sxemalarini aytib o'ting.
11. Tomografiya prinsipini tushuntring.

3-Маъруза. Ultratovush yordamida nazorat qilish

1. Ultratovushli defektoskopiyaning fizik asoslari Ultratovush to'liqlarining tarqalishi.
2. Ultratovushli defektoskopiya apparatlari

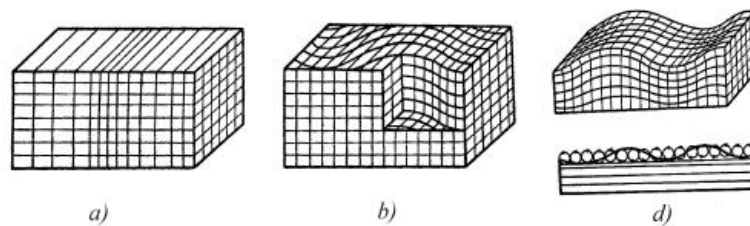
Ultratovush tebranishlari deb chastotasi inson qulog'ining eshitish bo'sag'asidan tashqarida yotuvchi, ya'ni 20000 Hz (20 kHz) bo'lgan qayishqoq tebranishlarning mexanik tebranishiga aytiladi. Ultratovush yordamida nazorat qilish uchun 0,5–10 MHz chastotali tebranishlardan foydalaniladi. Ultratovush nurlanagichlari va priyomniklari (qabul qilgichlari) sifatida pyezoelektrik keramika yoki pyezokvarsdan tayyorlangan pyezoplastinalar ishlatiladi.

Ultratovush to'liqlari nurlanagichlari va qabul qilgichlari **pyezoo'tkazgichlar** deyiladi. Pyezoplastinaga elektr kuchlanishi berilganida teskari pyezoelektrik effekt ta'siri-da plastinaning qalinligi o'zgaradi. Agar kuchlanishning ishorasi o'zgaruvchan bo'lsa, u holda plastina ana shu o'zgarishlar bilan bir taktda tebranib, atrof muhitda qayishqoq tebranishlar hosil qiladi. Bunda plastina nurlanagich kabi ishlaydi. (5. 1- a rasm) va, aksincha, basharti pyezoelektrik plastina bosim impullarini qabul qilsa (qaytarilgan ultratovush to'liqini), u holda to'g'ridan to'g'ri pyezoelektrik effekt ta'sirida uning qoplamalarida elektr zaryadlari paydo bo'lib, ularning qiymatlarini o'lchashi mumkin. Bu holda pyezoplastina qabul qilgich singari ishlaydi (5. 1- b rasm). Elektr maydonini qo'yish va olish uchun pyezoplastinaning qarama-qarshi yuzalariga kumush elektrodlar qoplangan.



3.1- rasm. Ultratovush nurlanayotganida (a) va qabul qilinayotganida (b) pyezoplastinaning ishlash sxemasi.

Ultratovushning fazoda tarqalish jarayoni to'liqsimon bo'la-di. Muhitning tebranayotgan zarralarini hali tebrana boshlamagan zarralaridan ajratib turuvchi chegara **to'liq fronti** deyiladi. Qayishqoq to'liqlar tarqalish tezligi S , to'liq uzunligi λ va chastotasi f bilan tavsiflanadi. Bunda **to'liq uzunligi** deganda, bir xil tarzda (bir xil fazada) tebranayotgan eng yaqin zarralar o'rtasidagi oraliq tushuniladi. Ushbu fazoning berilgan nuqtasidan har soniyada o'ta-digan to'liqlar soni **ultratovush chastotasini** belgilaydi. To'liq uzunligi uning tarqalish tezligi va tebranish chastotasi bilan $\lambda = S/f$ ifodaning nisbatiga bog'liq. Zarralarning tebranish yo'nalishiga qarab to'liqlarning bir necha turi bo'ladi. Agar muhit zarralari to'liqning tarqalish yo'nalishi bo'ylab tebransa, u holda bunday to'liqlar (5. 2- a rasm) **bo'ylama to'liqlar** (cho'zilish – siqilish to'liqlari) deyiladi. Basharti muhit zarralari to'liqning tarqalish yo'nalishiga perpendikular tarzda tebransa, u holda bunday to'liqlar (5. 2- b rasm) **ko'ndalang to'liqlar** (siljish to'liqlari) deb ataladi. Ko'ndalang to'liqlar siljish qarshiligiga ega bo'lgan muhitdagina paydo bo'lishi mumkin. Shu bois suyuq va gazsimon muhitda faqat bo'ylama to'liqlar yuzaga keladi. Qattiq muhitda ham bo'ylama, ham ko'ndalang to'liqlar paydo bo'lishi mumkin. Metallarda ko'ndalang to'liq tezligi S_1 taxminan bo'ylama to'liq tezligi S_2 ning 0,55 qismini tashkil etadi.



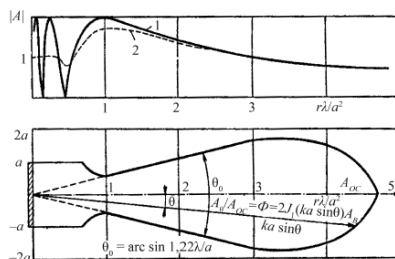
3.2- rasm. To'liqin turlarining sxematik tasviri:
a – bo'ylama to'liqin; b – ko'ndalang to'liqin; d – yuzadagi to'liqin.

Qattiq jismning bo'sh yuzasi bo'ylab sirtiy to'liqinlar (Re-ley to'liqlari) tarqalishi mumkin. Ular ko'ndalang va bo'ylama to'liqlar quramasi (kombinatsiya) hisoblanadi. Qutblanish tekisligi, ya'ni muhit zarralari tebranadigan tekislik ularda yuzaga perpendikular bo'ladi. Ushbu to'liqlarning jismda tarqalish chuqurligi tax-minan to'liqin uzunligiga, tarqalish tezligi esa $0,9 S_t$ ga teng (5. 2- d rasm, 5. 1- jadval). Qalinligi to'liqin uzunligi bilan o'chovdosh bo'lgan qoplamaning bimetall qatlamlarida normal to'liqlar yoki ba'zan Lemb to'liqlari deb ham ataladigan to'liqlar tarqaladi. Ular plastinaning butun qalinligini to'ldiradi. Bimetall listlarning qoplama qatlamlarida gorizontall qutblanishli sirtiy to'liqlar (Lyav to'liqlari) tarqalishi mumkin. Ultratovush tebranishlari kalta (zondlovchi) impulslarining muhitda o'tish jarayonini qarab chiqamiz. Diametri $2a$ ga teng dumaloq disk ko'rinishidagi pyezoelement (5. 4-rasmga qarang) bir vaqtning o'zida ultratovush nurlangichi va qabul qilgichi bo'lib xizmat qiladi. Pyezoelement ultratovush tebranishlari (UTT) impulsini nurlantirganida muhitda ultratovushli nurlanish maydoni yuzaga keladi, uning muayyan fazoviy chegaralari bo'ladi va to-vush bosimi dasta ichida taqsimlanadi.

5. 1- jadval Ultratovush to'liqlarining turli muhitlarda tarqalish tezligi

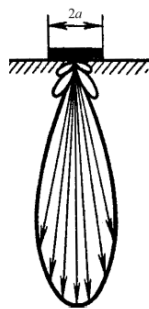
Tarqalish muhiti	Tarqalish tezligi, m/s		
	Bo'ylama to'liqlar	Ko'ndalang to'liqlar	Sirtiy to'liqlar
Havo	335	—	—
Transformator moyi	1400	—	—
Organik shisha	2670	1300	1050
Suv	1490	—	—
Po'lat (Cr3)	5860	3230	3000
Titan	6000	3500	2790
Aluminiy	6205	3080	2800

Yaqin zona deb ataladigan zonada nurlangich yaqinida (5. 3- rasm) ultratovush dastasi deyarli tarqalmaydi va silindr shaklida bo'ladi. Bu joyning uzunligi $r_0 = a/\lambda = (a \cdot f)/C$ ga teng bo'ladi. Uzoq zonada ultratovush to'liqini asta-sekin tarqala boshlaydi va dasta kesik konus shaklini oladi (5. 3-rasmga qarang).



4.3- rasm. Nurlangichning ultratovush maydoni tuzilmasi.

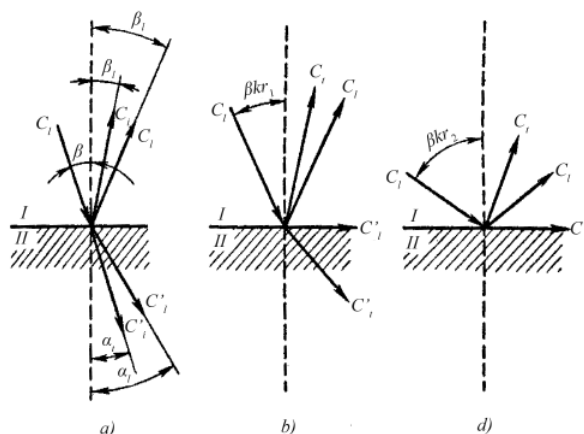
Ushbu konusning ko'ndalang kesimida energiyaning taqsimlanishi bir tekis emas: eng katta nurlanish jadalligi dasta o'qi bo'ylab, eng kichigi esa konus atrofi bo'ylab kuzatiladi. Qutb koordinatalarida grafik ko'rinishida berilgan uzoq zonada nurlanish jadalligining taqsimlanishi **yo'nalish dia-grammasi** deyiladi (5. 4- rasm). Nurlanish radiusi a ning nurlanayotgan tebranishlar chastotasi f ga ko'paytmasi qancha katta bo'lsa ultratovush maydonining yo'nalish diagrammasi shuncha o'tkir bo'ladi.



4.4- rasm. Ultratovush maydonining yo'nalish diagrammasi

Ultratovush to'liqlari manbadan tarqal-ganida nurlanish jadalligi pasayadi. Bunga dastaning konus bo'ylab tarqalishigina emas, balki tebranishlarning so'nishi ham sabab bo'ladi. Ultratovush tebranishlari ning dasta o'qi bo'ylab so'nishi eksponensial qonun bo'yicha sodir bo'ladi: $A = A_0 e^{-\delta r}$, bunda: A – nurlangichdan narida ultratovush amplitudasi; A_0 – zondlovchi impuls amplitudasi; δ – so'nish koef-fitsiyenti; e – natural logarifmlar asosi. Metallarda so'nish koef-fitsiyenti, asosan, donning o'rtacha qiy mati D bilan ultratovush to'liqin uzunligi λ o'rtasidagi nisbat-ga bog'liq. Agar $\lambda > 10 D$ bo'lsa, u holda so'nish kam bo'ladi va 10 mm gacha qalinlikdagi buyumni nazorat qilish mumkin bo'la-di. Mabodo metall donining o'lchamlari to'liqin uzunligi λ bilan o'lchovdosh yoki undan katta bo'lsa, u holda ultratovush sezilar-li darajada so'nganligi uchun ultratovush bilan nazorat qilish juda qiyin bo'ladi yoki umuman nazorat qilib bo'lmaydi. Shu sababli, masalan, quyma detallarning payvand choklarini, termik ishlov berilmasdan elektrshlak usulida payvandlab hosil qilingan choklarni hamda austenitli (zanglamaydigan) po'latlar choklarini nazorat qilish juda qiyin bo'ladi yoxud hatto nazorat qilib bo'lmaydi. Ultratovush tebranishlari tarqaladigan muhitning muhim tavsifi uning akustik qarshiligi $z = \rho C$ dir, bunda: ρ – muhitning zichligi; C – berilgan muhitda ultratovushning tarqalish tezligi. Ultratovush bir muhitdan boshqasiga o'tganida to'liqin energiyasining bir qis-mi muhitlarning ajralish chegarasidan qaytariladi. Ultratovushning qaytarilish koef-fitsiyenti R va o'tish koef-fitsiyenti D ikki muhitning akustik qarshiliklari nisbatiga bog'liq.

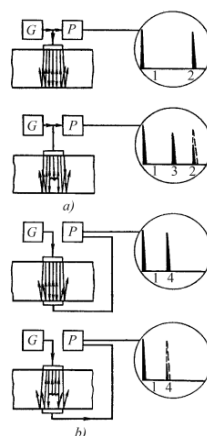
Akustik qarshiliklar z_1 va z_2 ning farqi qancha katta bo'lsa, ultratovushning qaytarilish koef-fitsiyenti R shuncha katta bo'ladi. Shu bois ultratovushning o'tish koef-fitsiyentini kattalashtirish uchun nazorat qilinadigan buyum-ning sirtiga akustik qarshiligi nazorat qilinadigan metallning ham-da pye zoo' zgartkich prizmasi materialining akustik qarshiligidan ancha katta bo'lgan kontakt suyuqligi (suv, moy, glitserin va bosh-qalar) surtiladi. O'zgartkich bilan buyum sirti o'rtasida havo tirqi-shi mavjud bo'lganida, ultratovush metall ichiga deyarli kirmaydi. Agar ikki muhit (masalan, nuqson)ning ajralish maydonchasi o'lchamlari dastaning ko'ndalang o'lchamlaridan kichik va to'liqin-ning uzunligi bilan o'lchovdosh bo'lsa, u holda difraksiya (to'liqin-ning to'siqni aylanib o'tish hodisasi) yuz beradi, natijada nuqson qaytargan energiyaning ulushi kamayadi. Ultratovush to'liqin-lari difraksiyasining mavjudligi uncha katta bo'lmagan dumaloq nuqsonlar (g'ovaklar) yomon aniqlanishiga olib keladi. Bo'ylama to'liqin qattiq I muhitdan boshqa qattiq muhit II ga qiya holatda (β burchak ostida) o'tsa, ajralish chegarasida qaytarilish, sinish va transformatsiya (to'liqinning parchalanishi) sodir bo'ladi. Umumiy holda (5. 5- a rasm) to'rtta: ikkita singan (bo'ylama S'_l va ko'ndalang S'_t) va ikkita qaytarilgan (bo'ylama S_l va ko'ndalang S_t) to'liqin yuzaga keladi. To'liqinlarning qaytarilish va sinish burchak-lari pasayish burchagi bilan Snellius ifodasi bo'yicha bog'langan: $\sin b/S_l = \sin b/S_t = \sin b_t/S_t = \sin a/S'_t = \sin a/S'_l$ bunda: S_l, C_l – bo'ylama va ko'ndalang to'liqinlarning birinchi muhitda tarqalish tezliklari, S'_l, C'_l – bo'ylama hamda ko'ndalang to'liqinlarning tarqalish tezliklari. Ultratovushning sinish yoki qaytarilish jarayonida to'liqinlar-ning u yoxud bu turlari yo'qoladigan burchaklar **kritik burchaklar** deyiladi (5. 5- b va d rasmlar). Pasayish burchagi β kattalashganida **birinchi kritik burchak** deb ataluvchi β_{kr1} ning qandaydir qiyma-tidan boshlab singan bo'ylama to'liqin yo'qoladi: S'_l ($\alpha_l = 90^\circ$). b burchak yana-da kattalashganida shunday payt boshlandiki, bunda ko'ndalang to'liqin yo'qoladi: S'_t ($\alpha_t = 90^\circ$). Bu hodisa ikkiinchi kri-tik burchak β_{kr1} ga mos keladi.



3.5- rasm. Ikki qattiq fazaning ajralish chegarasida bo'ylama to'qlinning qaytarilishi va sinishi.

Pasayish burchaklari ikkinchi kritik burchakdan kichik va bi-rinchi kritik burchakdan katta bo'lganida, ikkinchi muhitda faqat qo'ndalang to'qlin yuzaga keladi. Organik shisha – po'lat tizimi uchun hisoblab topiladigan kritik burchaklar mos ravishda 27° va 56° ga teng. Qayd etilgan xossa katta amaliy ahamiyatiga ega.

Xususan, agar nurlagich organik shishadan yasalgan prizma joylashtirilib, β burchak $30\text{--}55^\circ$ doirasida tanlansa, u holda po'lat buyumda faqat bitta ko'ndalang to'qlin tarqaladi, bu esa nazorat natijalarini deshifrovka qilishni ancha soddalashtiradi. **Ultratovush bilan nazorat qilish usullari.** Ultratovushli defektoskopiya (UTD) ultratovush to'qlinlarining muhitlarda muayyan yo'nalishda tarqalish va muhitlar chegarasidan yoki boshqa akustik qarshilikka ega bo'lgan nuqsonlardan (yaxlitlik buzilgan joylardan) qaytarilish xossasiga asoslangan. Payvand birikmalar sifatini nazorat qilish amaliyotida, asosan, *aks sado-impuls* (yoxud aks sado-lokatsiya) usulidan foydalaniladi. U buyumni ultratovushning qisqa impulsleri 1 bilan tovush yordamida nazorat qilish va nuqsondan qabul qilgichga qaytarilgan aks sado-signal 3 ni qayd qilishdan iborat. Defektoskop ekranida aks sado-signal (impuls) 3 ning paydo bo'lishi nuqson belgisi hisoblanadi (5. 6- a rasm). Ayrim hollarda ultratovush bi- lan nazorat qilishni soya (5. 6- b rasm) yoki *ko'zgu-soya usulida* amalga oshirish maqsadga mu-vofiq hisoblanadi. Soya usulida nurlangichdan qabul qilgichga o'tgan signal 4 amplitudasining



3.6- rasm. Ultratovush bilan aks sadosignal (a) va soya (b) usullarida nazorat qilish sxemasi:

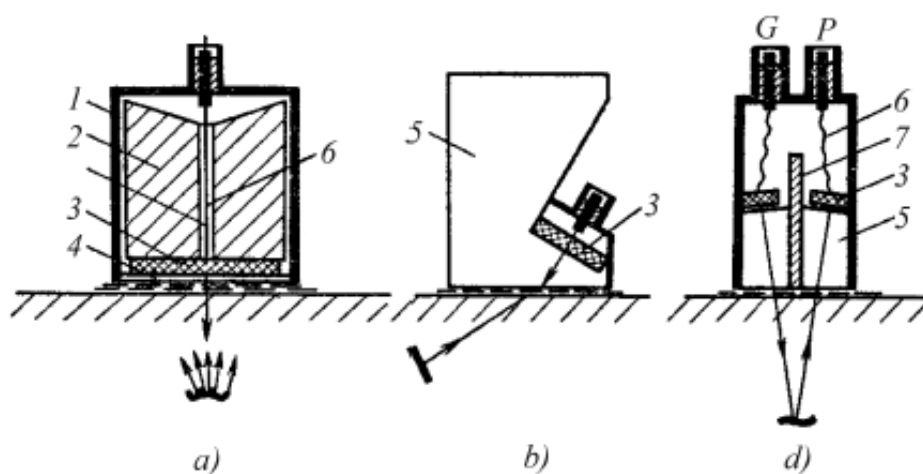
G – zondlovchi impuls generatori; P – priyomnik (qabul qilgich)

kamayishi nuqson belgisi sanaladi. Soya usuli uzluqli emas, bal-ki uzluksiz nurlanishdan foydalanish imkonini beradi. Buyumning qarama-qarshi yuzasidan qaytarilgan signal 2 amplitudasining kamayishi (5. 6- a rasmga qarang) oyna-soya usulidagi nuqson belgisi hisoblanadi. Ultratovushli defektoskopiyaning asosiy afzalliklariga appa-ratlarning sezgirligi va ixchamligi, natijalar tez olinishi, nazorat qiymatining pastligi, radiatsion xavf-xatar yo'qligi kiradi. Ayni usuldan sanoatda 1,0–2800 mm gacha qalinlikdagi payvand choklar nuqsonlari – darzlar, payvandlanmay qolgan joylar, shlak va boshqa qo'shimchalarni aniqlash uchun keng foydalaniladi. Ma-salan,

energomashinasozlik, kemasozlik, kimyo mashinasozligida va sanoatning boshqa tarmoqlarida ultratovushli defektoskopiya muhim choklarni tayyorlashda ham, foydalanish jarayonida ham buzmasdan nazorat qilishning asosiy usuli sanaladi.

3. 2. **Ultratovushli defektoskopiya apparatlari** Ultratovush bilan nazorat qilish apparatlari ultratovush tebra-nishlarini nurlantirish va qabul qilish uchun pyezoelementi bo'lgan pyezoo'zgartkichdan, elektron blok (defektoskopning o'zi) va har xil yordamchi qurilmalardan tuzilgan.

O'zgartkichlar. Ular uch asosiy turga (5. 7- rasm): to'g'ri (a), qiya (b) va birlashtirilgan alohida-alohida (d) o'zgartkichlarga bo'linadi. To'g'ri o'zgartkichlar buyumga bo'ylama to'lqinni tegish yuzasiga (O'TTni kiritish yuzasiga) perpendikular ravishda nurlan-tiradi; qiya o'zgartkichlar metallga ko'ndalang to'lqinni kiritish yu-zasiga nisbatan burchak ostida kiritadi, birlashtirilgan alohida-alohida o'zgartkichlar bo'ylama to'lqinning metallga kiritish yuzasiga perpendikular bo'lgan tekislikka nisbatan $5-10^\circ$ burchak ostida kiritilishini ta'minlaydi. Pyezoo'zgartkichning asosiy elementi qa-linligi nurlanayotgan ultratovush tebranishlari to'lqini uzunligining yarmiga teng bo'lgan disk yoki to'rtburchak plastina ko'rinishidagi pyezoelementdan iborat



4.7- rasm. Ultratovushli o'zgartkichlar:

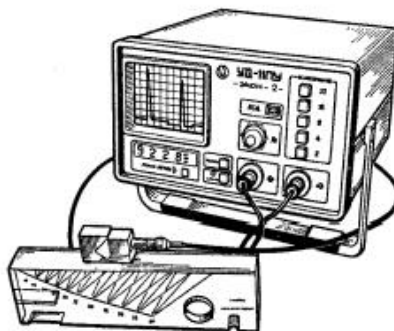
a – to'g'ri; b – qiya (prizmasimon); d – birlashtirilgan alohida-alohida;
 1 – korpus; 2 – dempfer; 3 – pyezoplastina; 4 – himoya tubi (protektor);
 5 – prizma; 6 – tok keltirgich; 7 – akustik ekran.

To'g'ri pyezoo'zgartkichlarning ish tomonidagi pyezoplastina 3 da himoya tubi 4 (protektor) bor bo'lib, u pyezoplastinani mexanik shikastlanishdan saqlaydi. Qarama-qarshi tomonda pyezoplastina 3 ga ultratovushni ko'p yutadigan materialdan qilingan dempfer yopishtirilgan. Dempfer pyezoplastinaning tebranish muddatini ka-maytiradi, ya'ni qisqa zondlovchi impuls olishga yordam beradi. To'g'ri o'zgartkich po'lat korpus 1 ichiga joylangan. Qiya va birlashtirilgan alohida-alohida o'zgartkichlarda pye-zoplastina 3 organik shisha, polistiro'l, polikarbonat, kaprolon va boshqa materiallardan yasalgan prizmalar 5 yopishtiriladi. Bu materiallarda ultratovush kichik tezlikda tarqaladi, bu esa nisbatan kichik pasayish burchaklarida ko'ndalang to'lqinlarni nazorat qilinayotgan buyumga katta (90. gacha) burchak ostida kiritish im-konini beradi. Ultratovushning prizmada yuqori darajada so'nishi nazorat qilinayotgan metall bilan bo'lgan chegaradan qaytarilgan ultratovush tebranishlarining tez so'nishini ta'minlaydi. To'g'ri va qiya o'zgartkichlar, asosan, qo'shilgan sxema bo'yicha ishlaydi, ya'ni birgina pyezoelementning o'zi ultratovush tebranishlari nurlangichi va qabul qilgichi bo'lib hisoblanadi.

Birlashtirilgan alohida-alohida o'zgartkichlarda bir plastina elektrik tebranishlar generatoriga ulangan bo'lib, UTT nurlangichi vazifasini o'taydi, ikkinchi plastina esa qabul qilgichga ulangan. Ular orasida akustik ekran 7 joylashgan. Protektor 4 bilan buyum orasidagi kontakt suyuqligi qatlamining qalinligiga ko'ra pyezoo'zgartkichlar kontaktli, tirqishli va immer-sion o'zgartkichlarga ajratiladi. Kontaktli o'zgartkichlarda suyuq-lik qatlami ultratovush to'lqini uzunligidan ancha kichik bo'ladi; tirqishli o'zgartkichlarda suyuqlik qatlamining qalinligi to'lqinning uzunligi bilan

o'lovchodir; immersion o'zgartkichlarda kontakt qatlami ancha qalin bo'ladi. O'zgartkich turini akustik kontakt hosil qilish usuliga ko'ra tanlash nazorat qilinadigan buyum yuzasi ning sifatiga bog'liq. Masalan, yuzasi dag'al (chunonchi, qum uloq tirib ishlov berilganidan keyin) buyumlarni nazorat qilish uchun tirqish-li o'zgartkichdan foydalangan ma'qul. Protektori elastik material, masalan, poliuretandan yasalgan yoki rezina qobiqli gidravlik yostiq (mahalliy immersion vanna) ko'rinishida ishlangan o'zgartkichlardan ham samaralidir; rezina qobiqli akustik kontakt (tegish) ishonchli bo'lishini ta'minlaydi

Elektron blok. U yuqori chastotali kuchlanishning zondlovchi impulsini yuzaga keltirish, nuqsondan qaytarilgan aks sado-sig-nallarni kuchaytirish va o'zgartirish hamda aks sado-sig-nallarning amplituda-vaqt tavsiflarini elektron nur trubka (ENT)da yaqqol aks ettirish uchun mo'ljallangan. Payvand choklarni nazorat qilish uchun YD-11PIY, YD-10PI va boshqa defektoskoplar ishlatiladi. YD-11PIY defektoskopi (5. 8- rasm) quyidagicha ishlaydi. Takt impulsleri sinxronizatoridan zondlovchi impuls generatoriga kelib, uni ishga tushiradi. Ishga



4.8- rasm. YD-11PIY defektoskopning umumiy ko'rinishi.

tushiruvchi impuls uzatilganida induktivlik, idish, pyezoplasti-nalar va to'plovchi kondensatordan tuzilgan konturda qisqa vaqtli erkin radiochastotali tebranishlar (zondlovchi impuls) yuzaga keladi. Zondlovchi impuls pyezoplastinada tegishli chastotadagi ultratovushli tebranishlarni hosil qiladi. Ayni paytda, takt impulsleri sinxronizatoridan elektron nur trubkaning yoyma generatoriga ham uzatiladi. Turli qalinlikdagi metallni (5000 mm gacha qalinlikdagi po'latni) tovush yordamida nazorat qilish uchun yoyilma tezligi rostlanishi mumkin.

Nuqsondan qaytarilgan qayishqoq tebranishlar impulsleri pyezo-plastinaga keladi va undan elektrosignallarga aylanadi. Bu signallar kuchaytirgichda kuchaytiriladi, keyin ENT ekraniga uzatiladi. ENTning gorizontall yoyilmasi vaqt yoyilmasi hisoblanadi. Yo-yilma bo'yicha zondlovchi impulsdan qabul qilingan signalgacha bo'lgan oraliq impulsning pyezoplastinadan nuqsongacha o'tish va orqaga qaytish vaqtiga mutanosibdir. Shunday qilib, ultratovush tezligi va nurlanish oqimining harakat yo'nalishi ma'lum bo'lsa, nuqsonlar koordinatalarini yoki buyumning qalinligini ana shu vaqtini strob-impuls deb ataluvchi chuqurlik o'lchagichning II-simon surilma belgisi yordamida o'lchash orqali aniqlash mumkin. Koordinatalarni o'lchash hatosi 2 mm dan oshmaydi.

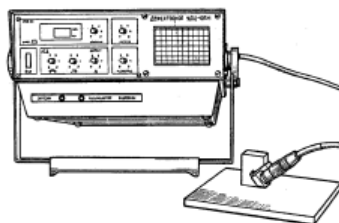
ENTda nurning vertikal yo'nalishida og'ishi (impuls baliand-ligi) qabul qilingan signal amplitudasini tavsiflaydi va nuqsonning kattaligiga mutanosibir. Amplitudani o'lchash uchun defektoskop-larda darajalarga bo'lingan maxsus asbob – attenuator bor.

Yordamchi qurilmalar. Defektoskopda maxsus qayta ulagich nazarda tutilgan bo'lib, uning yordamida kuchaytirgich to'g'ridan to'g'ri radioimpuls generatoriga ulanishi (qo'shilgan sxemada ishlaganida, ya'ni o'zgartkich ham UTT nurlangichi, ham qabul qilgichi vazifalarini bajarganida) yoki undan uzib qo'yilishi (alo-hida sxema) mumkin. Defektoskopda avtomatik nuqsonlar sig-nalizatori (ANS) ham mavjud bo'lib, u nuqsonlar haqida tovush yoki yorug'lik signallari beradi.

Agar signal strob-impulsga tushsa, signalizator ishlab ketadi. Nazorat vazifalariga qarab strob-impuls-ning eni katta doiralarda rostlanishi mumkin.

Ayrim defektoskoplarda qo'shimcha blok bo'ladi, ular operator mehnatini osonlashtiradi va ultratovush bilan nazorat qilish imkoniyatlarini kengaytiradi. Masalan, sezgirlikni vaqt bo'yicha rostlash (SVR) blogi chuqurlikda yotgan har xil nuqsonlardan keladigan aks sado-sig-nallarning bir

xil amplitudasi olinishini ta'min-laydi. SVR nuqsonlarni aniqlash ishonchliligini va ularni o'lchash aniqligini ancha oshirishga imkon beradi. Hisoblashni tezlashtirish va aniqligini oshirish uchun nuqson-lar kattaligini va koordinata-larini o'lchash jarayoni avtomat-lashtiriladi. СИИТмда УДЦ- 105М дефектоскопи ishlab chiqil-gan bo'lib, u aks sado-signal am-plitudasini avtomatik o'lchashni va uni raqamli tabloda aks etti-rishnigina emas, balki o'lchangan kattalik istalgan vaqtga xotirlanib qolishini ham ta'minlaydi (5. 9- rasm). СИИТмда yaratilgan УДЦ-100 дефектоскопida o'lchashning to'liq avtomatlashtirilishi-ga erishilgan.



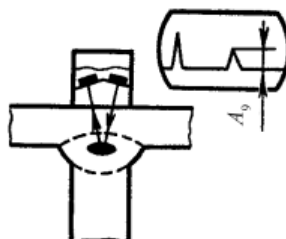
4.9- rasm. Ultratovushli УДЦ-105М дефектоскопи.

U nuqsonlarning ekvivalent yuzi va yotish chuqurli-gi koordinatalarining avtomatik o'lchanishi, xotirlab qolinishi va raqamli tabloda aks ettirilishini ta'minlaydi. Bundan tashqari, дефектоскоп strob-impulsni aks sado-signal ketidan avtomatik ku-zatish, aks sado-signalining amplitudasiga qarab kuchaytirishning kerakli diapazoniga avtomatik o'tish bloklari va hokazolar bilan ham ta'minlangan. Hozirgi vaqtda mikroprotsessorli дефектоскоплardan foydala-nilmoqda. Ular qaytarilgan signalni ko'p parametrlar bo'yicha ish-lash imkonini beradi, bu esa nazorat natijasida olinadigan ma'lu-motlarni ko'paytiradi. Дефектоскоплarning yordamchi qurilmalari jumlasiga koordina-tali chizg'ichlar va har xil andozalar ham kiradi, ular buyumlar-ning yuzalari to'g'ri va egri bo'lganida nuqsonlar koordinatalarini aniqlashni osonlashtiradi; nuqsonlar o'lchamlarini aks sado-signal amplitudasiga qarab aniqlash planshetlari (ARD-diagrammalar), izlagichlar harakatiga cheklagichlar ham yordamchi qurilmalar si rasiga kiradi, ular burchakli payvand choklarini nazorat qilish uchun kerak bo'ladi va hokazo.

Chokka burchak os-tida joylashgan ikkita o'zgart-kichdan foydalanilganida (5. 18- b rasm) sezgirlikning ancha yuqori darajasiga erishiladi. Ularning bunday joylashuvi amplitudasi eng katta ko'zgu signallarini qayd qilishga yordam beradi. Bundan qalinroq choklarni nazorat qilish-da o'zgartkichlarni chok kuchay-tirgichining ikkala tomonidan joy-lashtirgan holda aks sado-ko'zgu usulida tovush yordamida nazorat qilishdan («tandem») foydalanish mumkin. Ushbu usullarning hammasi chok kuchaytirgichini olib tash-lamasdan nazorat qilishga imkon beradi, bu esa ularning afzalligi hisoblanadi, ammo bunda o'zgart-kichlarni mahkamlab qo'yish uchun maxsus moslamalardan foydalanishga to'g'ri keladi. Takid-lash joyizki, bu usullarning qiyosiy samaradorligi hali aniqlanma-gan. Shu sababli amaliyotda ko'pincha choklar kuchaytirgich olib tashlanganidan keyin bitta o'zgartkich (5. 18- d rasm) yoki bitta tekislikda joylashtirilgan ikkita o'zgartkich bilan nazorat qilinadi. Ultratovushdan turli konstruksiyalar, masalan, kema zanjirlari bo'g'inlarining, temir-beton konstruksiyalar va hokazolarning uchma-uch choklarini nazorat qilish uchun foydalaniladi. Tovush yor-damida nazorat qilish usuli konstruksiyaning shakli, joylashuviga qarab tanlanadi. Masalan, zanjir bo'g'inlarining choklari o'zgart-kichlarni chokning bir tomonidan bo'g'in o'qiga simmetrik tarzda joylashtirgan holda «tandem» sxemasi bo'yicha nazorat qilinadi. Armatura sterjenining profili davriy bo'ladi. Bu hol ularning aks sado-impuls usulida nazorat qilishni ancha qiyinlashtiradi, chun-ki bunda akustik kontakt keskin yomonlashadi va soxta signallar darajasi (miqdori) ortadi. Shu bois armatura choklari soya usu-lida nazorat qilinadi (5. 19- rasm). Nuqsonning borligi va katta-ligi haqida undan qaytarilgan aks sado-signal amplitudasi A ning kamayishiga qarab fikr yuritiladi (5. 19- b rasm). Amplitudaning bo'shashish qiymati A_0 (5. 19- a rasm) nuqsonning yuzi S_n ga mu-tanosibdir.

o'zgartkichlarni detalida qotirib qo'yish uchun maxsus moslamadan foydalanishga asoslangan (5. 21-rasm-ga qarang).

Ustma-ust birikmalar ko'zgu-soya usulida, 5. 22-rasmda tas-virlangan sxema bo'yicha nazorat qilinadi. Nuqson bo'lmasa, ultratovush nurlangichdan qabul qilgichga to'siqsiz o'tadi va ENT ekranida signal paydo bo'ladi. Basharti birikmada nuqson bo'lsa, u holda bu signal kichiklashadi yoki batamom yo'qoladi. Bunday nazorat uchun maxsus moslamalar kerak bo'ladi, ular yordamida o'zgartkichlar biriktirilgan qismlarining qalinligiga qarab bir-biri-dan muayyan oraliqda mahkamlab qo'yiladi.

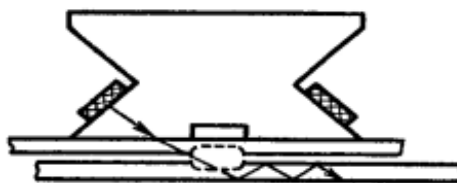


3.21- rasm. Quyma detal chokni nazorat qilish.



3.22- rasm. Ustma-ust choklarni ikkita izlagich bilan nazorat qilish.

Ultratovush bilan nazorat qilish usuli tekizib (kontakt) payvandlangan choklarni nazorat qilishda tobora keng qo'llanilayotir. Bu choklarning oksid pardalari deb ataladigan asosiy nuqson-lari ultratovush yordamida yomon aniqlanadi. Ushbu nuqsonlar juda tor (0,5–3 mkm) va yuzasi silliq bo'lgani tufayli ultratovush ulardan deyarli qaytarilmaydi. Ammo oksid pardalari bilan bir qa-torda qo'shilmalar va payvandlanmay qolgan joylar singari keng nuqsonlar bo'lgan hollarda asosiy nuqsonlar aniqlanishi mumkin. Relslarning uchma-uch birikmalarida bu nuqsonlar bitta o'zgart-kich vositasida aks sado-impuls usulida ishonchli aniqlanadi. Is-siqlik elektrostansiyalaridagi qozon agregatlari quvurlarining uch-mauch birikmalari aks sado-ko'zgu usulida nazorat qilinsa, yaxshi natijalarga erishiladi. Ultratovushli usul payvand nuq talarini nazorat qilishda kam qo'l laniladi. Payvandlash tugallanganidan so'ng payvand nuqta-lar ko'zgu-soya usulida nazorat qilinadi (5. 23-rasm). Listlar ora-sida payvandlanmay qolgan joy lar borligini birinchi listdan qabul qi-luvchi o'zgartkichga tub signali kelishidan bilish mumkin.



3.23- rasm. Payvand nuqtani nazorat qilish.

Payvand nuqta o'lchamlarini list yuzasida o'zgartkichning siljish chegaralari o'rtasidagi oraliqni o'lchash orqali aniqlash mumkin. Ultratovush-ni pastki listga deyarli to'liq o'tkazib yuboruvchi kam oksidlangan payvandlanmay qolgan joyni aniqlashning imkoni yo'qligi ushbu usulning kamchiligi hisoblanadi. Bu nuqson bo'lmasligi uchun nazorat bevosita payvandlash ja-rayonida qo'shilgan sxema bo'yicha aks sado-impuls usulida olib borilmog'i darkor. Suyuq va qattiq metallning akustik qarshiligi har xil bo'lgani bois ultratovush listlar orasida erigan o'zak hosil

bo'lgan paytda undan qaytariladi. O'zak shakllana boshlaganini bildiruvchi aks sado-signal paydo bo'lgan paytdan to payvand-lash toki uzib qo'yilgan paytgacha o'tgan vaqtga qarab o'zakning o'lchamlarini baholash mumkin. Amalga oshirish apparatlarining ancha murakkabligi va payvandlash elektrodi yaqinida akustik kontakt hosil qilish qiyinligi ushbu usulning kamchiliklaridir.

Shuning uchun soya usulida tovush yordamida nazorat qilishning kelajagi porloqdir. Bunda nurlanuvchi va qabul qiluvchi o'zgart-kichlar payvandlash mashinasining elektrodlari ichiga o'rnatilgan bo'ladi. Payvandlanadigan listlar elektrodlar bilan siqilganida uzluksiz ultratovush tebranishlari nurlanadi. Metall erigan paytda, ultratovush unga kuchli yutiladi va o'tgan signalning amplitudasi kamayadi. Metall sovib qotganidan keyin, signal amplitudasi or-tadi. Amplitudalarning o'zgarishiga qarab listlarning birikish sifati haqida fikr yuritiladi. Bunday nazoratda ko'ndalang to'lqinlardan foydalanish eng samaralidir, chunki ular suyuq metallardan mut-laqo o'tmaydi va shu bois amplitudalarning o'zgarishi, binobarin, usulining aniqligi eng yuqori bo'ladi. Yuqorida uglerodli va kam legirlangan po'latlardan tayyorlan-gan buyumlarning payvand choklarini nazorat qilish masalalari ko'rib chiqilgan edi. Ammo ultratovush bilan nazorat qilinishi o'zi-ga xos xususiyatlarga ega bo'lgan aluminiy qotishmalari, yuqori legirlangan po'latlar, mis qotishmalari va boshqa konstrukcion ma-teriallardan foydalanish yildan yilga ortib bormoqda. Aluminiy qotishmalarida ultratovush kam so'nadi. Bu esa ularni oddiy usullarda nazorat qilishga imkon beradi. Yuqori legirlangan po'latlar, mis qotishmalaridan qilingan birikmalarini nazorat qilish esa juda qiyin. Bunga ushbu materiallarning payvand choklari yi-rik donli qayishqoq – anizotrop tuzilmasi bilan tavsiflanishi sabab bo'ladi. Bunday tuzilmada, birinchidan, ultratovush kuchli so'nadi, ikkinchidan esa, donlar chegarasidan qaytarilishlar soxta bo'ladi. Bunday choklarni nazorat qilish uchun ultratovush tebranishlari chastotasini 2–3 barobar kamaytirishga to'g'ri keladi, bu esa, ta-biiyki, mayda nuqsonlar aniqlanishini yomonlashtiradi. Ammo ayrim hollarda bu chora ham ijobiy natijalar bermaydi va ultrato-vushli nazoratni oddiy defektoskop bilan amalga oshirish mumkin bo'lmaydi. Hozir yirik donli materiallarni nazorat qilish uchun max-sus defektoskoplar yaratish yuzasidan ish olib borilmoqda. Bunday nazorat nuqsondan kelayotgan foydali signallarni va tuzilmadan ke-layotgan soxta signallarni statistik tahlil qilishga asoslanadi.

5. 5. A1550 Intro Vizor ultratovushli defektoskopomograf Tomografik yo'nalishining istiqbolga ega ekanligini tushunib, turli xil vazifalarni bajaruvchi UT tomograflarini yaratish bo'yicha ishlar o'tkazilgan va hozir ham amalga oshirilmoqda. Betonni, klassik yuqori chastotali qalinlik o'lchamlarini va defektoskoplarni nazorat qilish uchun UT past chastotali tomograflarning bir necha turlarini ishlab chiqishda va o'zgartkichlarni ishlab chiqarishning noyob texnologiyalarini qo'llashda olingan natijalardan va apro-botsiyadan o'tgan yechimlardan foydalanib, olimlar va muhandis-lar metallar va plastiklarni nazorat qilish uchun kichik o'lchamli dastaki UT tomografini ishlab chiqardilar, unga «A1550 Intro Vizor™» nomi berildi. U quyida tavsiflangan noyob xossalari va xususiyatlari bilan ajralib turadi. Uning bu xususiyatlari bir qator o'ziga o'xshash asboblardan ustunligini ko'rsatadi. Asboblarning yangi sinfi, bizning fikrimizcha, iste'molchilarning muammolarini ijobiy hal qilishga va uning amaliyotga keng ko'lamda tezroq joriy qilinishiga imkon beradi.

Talablarning ifodalanishi. Mazkur asboblardan foydalanuvchi buzmaydigan nazorat bo'yicha mutaxassisning nuqtayi nazaridan vaziyatga baho berib, dastaki nazorat uchun UT tomografga quyi-dagicha talablarni ifodalash mumkin: – asosiy talab – asbob nazorat qilinayotgan obyektning kesim-lari tasvirining real vaqt masshtabida (soniyasiga 20 kadrda ortiq) shakllanishini ta'minlashi kerak;

– yoxud ko'ndalang to'lqinlarini (payvand choklari), yoki bo'y-lama to'lqinlarini (asosiy metall) UT nazoratining umumiy meto-dikalarida foydalaniladigan burchaklar diapazonini qoplab olish bilan foydalanish imkoniyati; – sezgirlik va ajratuvchanlik parametrlari tipoviy (umumiy) UT defektoskopinikidan yaxshiroq bo'lishi, ya'ni nur kesimning har bir nuqtasiga fokuslanishi kerak;

– asbobning massa gabarit tavsiflari kamida 8 soat avtonom ish-lash sharoitida bir kanalli defektoskop tavsiflari bilan o'lchovdosh bo'lishi kerak; – asbobdan foydalanish va uni sozlash oddiy hamda oson bo'li-shi kerak; – seriyalab ishlab chiqarilganida asbobning qiymati xorijiy dav-latlarda ishlab chiqarilgan turdoshlarinikidan arzon bo'lishi, is-tiqbolda esa umumiy UT defektoskoplari qiymatiga yaqinlashishi kerak.

Asbobning parametrlari. Ishlab chiqarilgan asbobning tash-qi ko‘rinishi 5. 24- rasmda keltirilgan. U «A1214 Ekspert» UT defektoskopini ishlab chiqarayotgan kompaniya tomonidan ishlab chiqilgan namunaviy (tipoviy) ergonomik korpusda joylashtirilgan.



3. 24- rasm. A1550 Intro Vizor™ UT tomografi.

Katta rangli displey kesimning ham grafik obrazini, ham sig-nallarning koordinatalarini va darajalarini (sathlarini) o‘lchash natijalarini indikatsiyasini ta’minlaydi. Displey atrofida plyonkali universal klaviatura joylashgan.

Korpusning orqa tomonida tez ye-chib olinuvchi akkumulator bloki va interfeysli razyomlar joylash-gan. Konstruktiv ijro korpus ichiga IP65 sinfi bo‘yicha namlik va chang tushishidan himoyalashni ta’minlaydi.

O‘lchamlar natijalari energomustaqil xotirada saqlanadi va tashqi kompyuterga USB interfeys orqali kabel bo‘yicha uzatilishi mumkin. A1550 Intro Vizor™ asbobinig asosiy texnik parametrlari 5. 3-jadvalda kiritilgan.

5. 3- jadval

Parametr	Qiymati
AR elementlarning yo‘l qo‘yilgan soni, dona	16–64
Foydalaniladigan to‘lqin turlari	Bo‘ylama, ko‘ndalang
Rekonstruksiya, kadrlarning soniyasiga tezligi	15–35
Tomogrammaning nuqtalardagi o‘lchami	256 × 256
Tomogramma rekonstruksiya qadami, mm	0,1 dan 1 gacha
Rekonstruksiya sohasining maksimal o‘lchami, mm	Gorizontal bo‘yicha ±256, chuqurligi bo‘yicha × 256
Ishchi chastotalar, MHz	1,0; 1,2; 1,5; 1,8; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0
UT tezligini qayta qurish diapazoni, m/s	300–15000
Displey turi	TFT SVGA 640 × 480
Ishchi haroratlar diapazoni	– 10 °C dan +45 °C gacha
Ta’minot	O‘rnatilgan akkumulator / tarmoqli
Uzluksiz avtonom ishlash vaqti, soat	8
Gabarit o‘lchamlari, mm	258 × 164 × 110
Elektron blokning massasi, kg	2,7

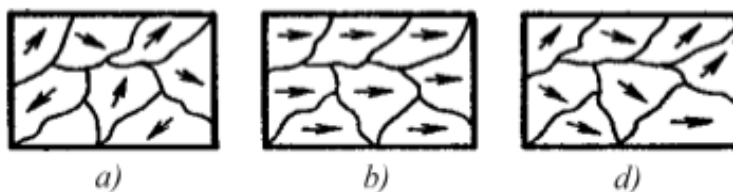
Nazorat savollari:

1. Qattiq jismlarda ultratovush to‘lqinlari tarqalishining o‘ziga xos xu-susiyatlarini ayting.
2. Ultratovushli defektoskopning asosiy qismlarini ayting.
3. Nuqson o‘lchanadigan tavsiflari bo‘yicha qanday baholanadi?
4. Nuqsonning ekvivalent o‘lchami deganda nima tushuniladi?
5. Har xil qalinlikdagi payvand choklarni ultratovush bilan nazorat qilishning o‘ziga xos tomonlari nimalardan iborat?
6. Avtomatik nazorat qurilmalari qaysi asosiy konstruktiv qismlarni o‘z ichiga oladi?

5-Маъруза. Magnit usulda nazorat qilish

5. 1. Magnit defektoskopiyasining fizik asoslari

Magnit yordamida nazorat qilish usullari turli nuqsonlar mavjud bo'lganida ferromagnit materiallardan tayyorlangan magnitlangan buyumlarda yuzaga keluvchi sochilish magnit oqimini aniqlashga asoslangan. Bir jinsli magnit maydonidagi magnit chiziqlariga per-pendikular joylashgan maydoncha S orqali o'tuvchi magnit oqimi F magnit induksiyasi B ning maydoncha S ga ko'paytmasiga teng ($F = BS$). Magnit oqimi veber (Wb) da ifodalanadi. Magnit induksiyasi tesla (T)da ifodalanadi. Detallar materialining magnitlanish qobiliyati mutlaq mag-nit o'tkazuvchanlik m_m bilan tavsiflanadi. Material mutlaq mag-nit o'tka zuvchanligining vakuumning magnit o'tkazuvchanligi m_0 ga nis bati **nisbiy magnit o'tkazuvchanlik** deb ataladi: $m = m_m/m_0$. Son jiha tidan, magnit o'tkazuvchanlik m magnitlangan muhitda-gi natija lovchi maydon ana shu tokning o'zi vakuumda hosil qi-146 ladigan maydondan necha barobar kuchliligini ko'rsatadi. Magnit o'tkazuv chanlik m o'lchamsiz kattalikdir. Uning qiymatiga qarab, hamma materiallar uch guruhga ajratiladi: diamagnit materiallar, ularda m birdan bir necha million yoki ming ulushida kichik bo'la-di (mis, rux, kumush va boshqalar); paramagnit materiallar, ular-da m birdan bir necha million yoxud ming ulushida katta bo'ladi (marganes, platina, aluminiy); ferromagnit materiallar, ularda m bir necha minggacha yetadi. Bunday materiallarga faqat to'rtta ele-ment (temir, nikel, kobalt, gadoloniya) va ayrim metallar qotishma-lari kiradi. Faqat ferromagnit materiallardan tayyorlangan detallar magnitli usullar bilan tekshirilishi mumkin. Metallarning ferromagnit xos-salari ichki molekular toklar bilan, asosan, elektronlarning o'z o'qi atrofida aylanishi bilan bog'liq. Domenlar deb ataluvchi elemen-tar sohalarning kichik (taxminan 10^{-8} – 10^{-3} sm³) hajmlari doirasida molekular toklarning magnit oqimlarini domenning natijallovchi maydoni hosil qiladi. Tashqi magnit maydoni bo'lmaganida, domenlar maydonlari ix-tiyoriy yo'nalgan bo'ladi va bir-birini kompensatsiyalaydi. Bu hol-da domenlarning yig'indi maydoni nolga teng bo'ladi, detal mag-nitsizlanib qoladi (6. 1- a rasm). Agar detalga tashqi maydon ta'sir qilsa, u holda uning ta'sirida ayrim domenlar maydonlari tashqi maydon yo'nalishida joylashadi va, ayni paytda, domenlar orasida-gi chegaralar o'zgaradi. Natijada domenlarning umumiy maydoni hosil bo'ladi, detal magnitlanib qoladi (6. 1- d rasm). Detal mag-nitlanganida domenlarning magnit maydoni nazorat qilinayotgan detaldagi tashqi magnit maydoni ustiga tushadi.



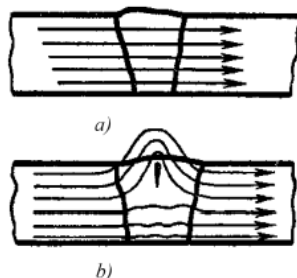
5.1- rasm. Ferromagnit materialda domenlarning joylashuvi:

a – detal magnitsizlantirilgan; b – detal to'yinish induksiyasigacha magnitlangan;
 d – detal qoldiq magnitlanganlikkacha magnitlangan ladigan maydondan necha barobar kuchliligini ko'rsatadi.

Magnit o'tkazuv chanlik m o'lchamsiz kattalikdir. Uning qiymatiga qarab, hamma materiallar uch guruhga ajratiladi: diamagnit materiallar, ularda m birdan bir necha million yoki ming ulushida kichik bo'la-di (mis, rux, kumush va boshqalar); paramagnit materiallar, ular-da m birdan bir necha million yoxud ming ulushida katta bo'ladi (marganes, platina, aluminiy); ferromagnit materiallar, ularda m bir necha minggacha yetadi. Bunday materiallarga faqat to'rtta ele-ment (temir, nikel, kobalt, gadoloniya) va ayrim metallar qotishma-lari kiradi. Faqat ferromagnit materiallardan tayyorlangan detallar magnitli usullar bilan tekshirilishi mumkin. Metallarning ferromagnit xos-salari ichki molekular toklar bilan, asosan, elektronlarning o'z o'qi atrofida aylanishi bilan bog'liq. Domenlar deb ataluvchi elemen-tar sohalarning kichik (taxminan 10^{-8} – 10^{-3} sm³) hajmlari doirasida molekular toklarning magnit oqimlarini domenning natijallovchi maydoni hosil qiladi. Tashqi magnit maydoni bo'lmaganida, domenlar maydonlari ix-tiyoriy yo'nalgan bo'ladi va bir-birini kompensatsiyalaydi. Bu hol-da domenlarning yig'indi maydoni nolga teng bo'ladi, detal

mag-nitsizlanib qoladi (6. 1- *a* rasm). Agar detalga tashqi maydon ta'sir qilsa, u holda uning ta'sirida ayrim domenlar maydonlari tashqi maydon yo'nalishida joylashadi va, ayni paytda, domenlar orasida-gi chegaralar o'zgaradi. Natijada domenlarning umumiy maydoni hosil bo'ladi, detal magnitlanib qoladi (6. 1- *d* rasm). Detal mag-nitlanganida domenlarning magnit maydoni nazorat qilinayotgan detaldagi tashqi magnit maydoni ustiga tushadi.

Magnit maydonining mohiyati. Magnit maydoni buyum bo'yicha tarqalar va o'z yo'li-da nuqsonga duch kelar ekan, nuqsonning magnit o'tkazuv-chanligi asosiy metallning mag-nit o'tkazuv chanligidan ancha (~1000 barobar) kichik bo'lgani tufayli uni aylanib o'tadi. Natijada nuqson magnit kuch chiziqlarining bir qismini yuzaga siqib chiqarib, mahalliy sochilish magnit oqimini yuzaga keltiradi (6. 2- rasm). Ma-halliy sochilish oqimi yuzaga kel-magan holda magnit oqimi kuch chiziqlarining taqsimlanishida g'a la yonlanishni keltirib chiqaruvchi nuqsonlarni magnit defekto-skopiyasi usullari bilan aniqlab bo'lmaydi.



5.2-rasm. **Magnit okimining sifatli chok (a) va nuksonli payvand chokda (b) taqsimlanishi.**

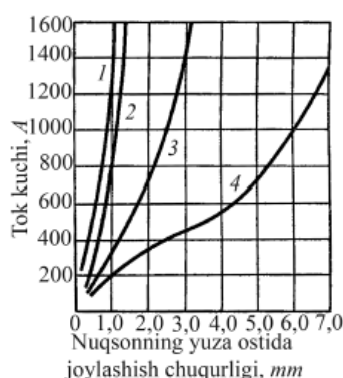
Nuqson qancha kuchli to'sqinlik qilsa, oqimning g'alayonlanishi shuncha kuchli yuz be-radi. Masalan, agar nuqson magnit kuch chiziqlarining yo'nalishi bo'ylab joylashgan bo'lsa, u holda magnit oqimi kam g'alayonla-nadi, vaholanki, magnit oqimining yo'nalishiga perpendikular yoki qiya joylashgan o'sha nuqsonning o'zi ancha katta sochilish oqimi-ni hosil qiladi. Sochilish magnit oqimini qayd qilish usuliga qarab, magnit yor-damida nazorat qilish usullari magnit kukunli, magnitografik, fer-rozond va magnit-yarimo'tkazgichli usullarga ajratiladi. Payvand choklar nuqsonlarini aniqlashda, asosan, uch usul: magnit kukuni, magnitografik va magnitferrozond usullaridan foydalaniladi. Bi-rinchi usulda sochilish oqimlari magnit kukuni yordamida aniqla-nadi, ikkinchisida magnit tasmada qayd qilinadi, uchinchisida esa ferrozond o'zgartkichi vositasida topiladi. Payvand birikmalarni nazorat qilish uchun dastlabki ikki usuldan foydalaniladi.

5. 2. Magnit kukuni yordamida tekshirish usuli Magnit kukunli usulning mohiyati shundan iboratki, bunda mag-nitlangan detalning sirtiga kerosinli, moyli, sovun eritmali suspen-ziya ko'rinishidagi («ho'l» usul) yoki magnit aerezoli ko'rinishida-gi («quruq» usul) ferromagnit kukuni qoplanadi. Sochilish magnit maydonlarining tortuvchi kuchi ta'sirida kukun zarralari detal sir-tida harakatlanadi va nuqsonlar tepasida do'ngliklar ko'rinishida to'planadi. Do'ngliklarning shakli aniqlanadigan nuqsonlarning qiyofasiga mos keladi.

Nazorat uslubi. Magnit kukunli usul quyidagi operatsiyalarni o'z ichiga oladi (DSt 21105–75): 1. Nazorat qilishdan oldin yuzalar ishlovga tayyorlanadi va if-losliklar, kuyindidan, payvandlashdan qolgan shlak yuqlaridan tozalanadi. 2. Magnit kukunini tashuvchi suyuqlik bilan tez-tez aralashtir-gan holda suspenziya tayyorlanadi. 3. Nazorat qilinayotgan yuza magnitlanadi. 4. Suspenziya yoki kukun nazorat qilinayotgan yuzaga qopla-nadi. 5. Buyumning yuzasi ko'zdan kechirilib, kukun o'tirindisi bilan qoplangan joylari aniqlanadi. 6. Yuza magnitsizlantiriladi. Bu usul ingichka va mayda darzlarga yuqori darajada sezgirligi, bajarilishining oddiyli-gi, tezkorligi hamda natijalarining yaqqolli-gi bilan ajralib turadi. Ushbu usul magnit materiallardan tayyorlangan buyumlarning bo'ylama payvand choklarini nazorat qilish uchun, xususan, yoyli usullarda payvandlangan o'tkazgich quvurlarning uchma-uch choklaridagi darzlar va payvandlanmay qolgan tor joylarni aniqlash uchun keng qo'llaniladi. Nazoratning sezgirligi-ni oshirish uchun sinashdan oldin choklarning kuchaytirgichlarini olib tashlash maqsadga muvofiq.

Nazoratning sezgirligi. Magnit kukunli usulning sezgirligi qa-tor omillar: kukun zarralarining o'lchami va uni qoplash usuliga, qo'yilgan magnitlovchi maydonning kuchlanganligi, tokning turi (o'zgaruvchan yoki o'zgarmas)ga, nuqsonlarning o'lchami hamda chuqurligiga, shuningdek, ularning buyum sirtiga nisbatan joy-lashuvi va magnitlanish yo'nalishiga, yuzaning holati hamda shak-liga, magnitlash usuliga bog'liq. Kukun zarralarining o'lchami 5–10 mkm bo'lishi

kerak. Chuqur nuqsonlarni aniqlash uchun yirikroq magnit kukuni ishlatila-di. Magnit suspenziya («ho'l» usul) uchun mayda zarrali magnit kukunidan foydalaniladi. Bundan tashqari, magnit kukuni zarralari eng yuqori darajada harakatchan bo'lmog'i lozim. Bu maqsadda noto'g'ri shaklli zarralar ishlatilishi zarur. Magnit kukuni zarralari ishqalanish koeffitsiyenti kichik bo'lgan pigment bilan qoplansa, ularning harakatchanligi ortadi. O'zgarmas yoki o'zgaruvchan tok bilan magnitlash, shuning-dek, kukunni «quruq» yoxud «ho'l» usulda qoplash yuzada-gi nuqsonlarni aniqlashga jiddiy ta'sir qilmaydi (6. 3- rasm). Ammo magnitlash tokining turi, shuningdek, kukunni qoplash usuli yuzaning ostidagi nuqsonlarni aniqlashga kuchli ta'sir ko'rsata-di. Bu holda o'zgarmas tokning o'zgaruvchan tokdan afzalligi keskin namoyon bo'ladi. Bunga o'zgarmas tok metallga chuqur kirib boruvchi magnit maydoni hosil qilishi sabab bo'ladi. Le-kin devorining qalinligi 20 mm bo'lgan detallarni o'zgarmas tok bilan magnitlash yaramaydi, chun-ki bunday detallarni nazoratdan keyin magnitsizlantirib bo'lmay-



5.3- rasm. Magnit kukunli usul sezgirligining tok turiga va kukun qoplash usuliga bog'liqligi:

- 1 – o'zgaruvchan tok, «ho'l» usul»; 2 – o'zgaruvchan tok, «quruq» usul;
3 – o'zgarmas tok, «ho'l» usul»; 4 – o'zgarmas tok, «quruq» usul.

di. O'zgaruvchan tok bilan magnitlanganida skin-effekt tufayli tok-ning zichligi, binobarin, magnit oqimining zichligi ham magnitlangan buyumning sirtidan katta bo'ladi. Shu sababli o'zgaruvchan tok bilan magnitlashda faqat yuzadagi nuqsonlar yaxshiroq aniqlanadi. «Quruq» nazorat usuli yuzadagi nuqsonlarni aniqlashda «ho'l» usuldan afzalroq hisoblanadi (6. 3-rasmga qarang). Bunga sabab shuki, suspenziya muayyan qovushoqlikka ega bo'ladi va ferromagnit zarralari ana shu qovushoq muhitda harakatlanishi uchun magnit maydonining ta'sir kuchi ana shu zarralarning havoda harakatlanishi uchun zarur bo'lgan kuchdan kattaroq bo'lishi talab etiladi. Qo'yilgan maydonning kuchlanganligi ortishi bilan to'yinish induksiyasiga yetgunga qadar (6. 1- b rasmga qarang) usulning sezgirligi oshadi. Magnitli usullar bilan nazorat qilishda tekis nuqsonlar: darzlar, payvandlanmay va erimay qolgan joylar eng ishonchli tarzda aniqlanadi, ularning eng katta o'lchami magnit maydoni yo'nalishiga nisbatan to'g'ri burchak yoki unga yaqin burchak ostida joylashgan bo'ladi. Dumaloq shakldagi nuqsonlar (g'ovaklar, shlak qushilmalari, bo'shliqlar) yetarli darajadagi sochilish oqimini hosil qila olmaydi va, odatda, nazorat qilishda yomon aniqlanadi. Amaliyotda magnit kukunli usul bilan yuzadagi va yuza ostidagi ko'pi bilan (2 mm chuqurlikdagi) eni 0,001 mm, chuqurligi (nuqsonning balandligi) 0,05 mm va uzunligi 0,5 mm va undan ortiq bo'lgan darzlar topilishi aniqlangan. Yuza ostida 5–6 mm chuqurlikda yotuvchi 2–3 mm² dan katta kesimli nisbatan yirik nuqsonlar (payvandlanmay qolgan joylar, g'ovaklar, shlak qo'shilmalari) aniqlanishi mumkin. Tekislikdagi nuqsonlar detal sirtiga 20° dan katta (ko'pi bilan 90°) burchak ostida joylashgan hollardagina aniqlanishi mumkin. Nuqsonlarning yotish chuqurligi ortishi bilan, magnit kukunlarining to'planish tezligi pasayadi, bu esa nuqsonlarni topish va ularning turini aniqlashni qiyinlashtiradi. Nazoratning sezgirligi suspenziya yoki kukun qoplanadigan yuzaning sifatiga ko'p darajada bog'liq. Magnit kukuni yordamida nazorat qilinadigan detallar yuzasi eng maqbul g'adir-budirli R_a parametri bo'yicha 2,5–1,25 mkm ni tashkil etadi. Bunday yuzada nazoratning sezgirligi eng yuqori bo'lishi mumkin. Yuzaning g'adir-budirli ortishi nazoratning sezgirligi kamayishiga sabab bo'ladi, masalan, nazorat qilinadigan buyumning g'adir-budirli $R_z = 20$ mkm bo'lgan yuzasiga ishlov berish shunga olib keladiki, ingichka (eni 0,001 mm) nuqsonlar

aniqlanishini ta'minlovchi re-jimlarda nazorat qilish qiyinlashadi, chunki bunda magnit kukuni-dan fon paydo bo'ladi. Bu hol magnitlovchi maydonning kuchlan-ganligini kamaytirish zaruratini keltirib chiqaradi va, binobarin, nazoratning sezgirliги pasayishiga olib keladi. Silliqlangan (jilvir-langan yuzalar) $Ra = 0,32$ mkm g'adir-budurlikdan boshlab (shu'la-langanligi uchun), ayniqsa, cho'g'lanish lampalari bilan to'g'ridan to'g'ri yoritilganida, ularni ko'zdan kechirish va yaroqsizga chiqarish qiyin bo'ladi. Jilvirlangan yuzalarni nazorat qilishda ularni sochilgan yorug'likda ko'zdan kechirgan yoki yaltiroqlikni yo'qo-tuvchi bo'yoq, masalan, HTC-25 nitroemalining yupqa (ko'pi bi-lan 15 mkm) qatlami bilan qoplangan ma'qul. Agar nazorat qilinayotgan detalning yuzasida keskin o'tishlar (chunonchi, payvand chokning kuchayishi, tangachadorlik, ke-siklar) yoki yirik mikrotekisliklar mavjud bo'lsa, u holda magnit kukunlari nuqsonlar tepasida emas, balki o'tishlar hamda chuqurliklar bor joylarda jadalroq to'planadi. Shu bois kuchaytirilgan yoki dag'al tangachador bo'lgan payvand choklarni nazorat qilishda ich-ki nuqsonlar borligi haqida aniq fikr yuritish mumkin emas.

Magnitlash usullari. Magnit yordamida nazorat qilishni qo'yil-gan magnit maydoni usulida yoki qoldiq magnitlanganlik usulida amalga oshirish mumkin. Qo'yilgan magnit maydoni usuli magnit jihatidan yumshoq materiallar, masalan, po'latlar (Cr3, po'lat 10, po'lat 20 va boshqalar)dan tayyorlangan detallar, murakkab shakl-dagi detallar, yuzasi ostida 0,01 mm dan ortiq chuqurlikda joylash-gan nuqsonlarini aniqlash maqsadida nazorat qilinadigan detallar, o'lchamlari kattaligi bois defektoskopning quvvati butun detalni magnitlashga imkon bermaydigan detallar uchun qo'llaniladi.

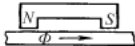
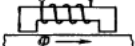
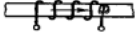
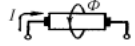
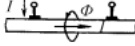
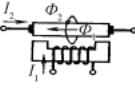
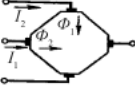
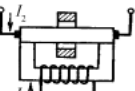
Qo'yilgan magnit maydonida nazorat qilish sezgirlik qoldiq magnitlanganlikda nazorat qilishdagidan yuqori bo'lishini hamma vaqt ham ta'minlayvermaydi.

Qoldiq magnitlanganlikda nazorat qilishda detal avval magnitlantiriladi, keyin esa magnitlovchi maydon olinganidan so'ng unin g sirtiga magnit suspenziyasi yoki kukuni qoplanadi. Detailar-ning qoldiq magnitlanganligi yetarlicha katta bo'lganidagina qoldiq magnitlanganlikda nazorat qilish mumkin. Shuning uchun bu usul koersitiv kuch qiymati $N_k > 800$ A/m bo'lgan magnit ji-hatidan qattiq materiallardan ishlangan detallarni tekshirish uchun qo'llaniladi. Basharti detal $N_k < 800$ A/m bo'lgan materialdan tayyorlangan bo'lsa, u holda uni qoldiq magnitlanganlik usulida tekshirish mumkin emas, chunki nuqson tepasida kuchsiz magnit maydonlari yuzaga keladi. Ushbu usul quyidagi afzalliklarga ega: yuzasini yaxshi yoritish va oddiy ko'z bilan tekshirish uchun de-talni istalgan holatda o'rnatish mumkin; listlardagi detallarning ku yish va defektoskop kallaklariga tegish ehtimoli kam, negaki qoldiq magnitlash uchun tok detaldan qisqa vaqtda (0,1–0,5 sek), ulashlar orasida 1–2 sek uzilish bilan o'tkaziladi.

Magnit yordamida nazorat qilish amaliyotida buyumlarni magnitlashning aralash, sirkular va qutbiy magnitlash usullari mavjud (6. 1-jadval). Aralash magnitlash usuli faqat qo'yilgan magnit may-donida amalga oshiriladi. Sirkular va qutbiy magnitlash usullari qo'yilgan magnit maydonida ham, qoldiq magnitlanganlikda ham qo'llanilishi mumkin.

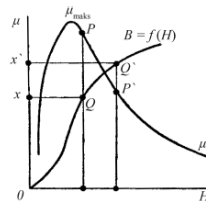
Aralash magnitlash detalni bir vaqtning o'zida ikkita yoki bir necha magnit maydonlarida magnitlash bilan olib boriladi. Quvurni solenoid bilan magnitlash va quvur ichidan o'tuvchi o'tkazgich orqali tok o'tkazish aralash magnitlashga misol bo'lishi mumkin. Natijada ikkita maydon bitta natijalovchi maydonga birlashib, unin g kuch chiziqlari vint chiziqlari bo'yicha yo'naladi. Bunday maydon obyektning hamma qismlari orqali turli yo'nalish burchak-lari ostida o'tadi, bu esa har xil tarzda joylashgan nuqsonlarning aniqlanishini oshirish imkonini beradi.

Asosiy magnitlash usullari

Usulning nomi	Magnitlash vositasi	Magnitlanishning grafik sxemasi
Bo'ylama (qutbiy) usul	Doimiy magnit bilan	
	Elektromagnit bilan	
	Solenoid bilan	
Sirkular usul	Detaldan tok o'tkazish bilan	
	Detal teshigiga tiqiladigan tokli sim bilan	
	Detalga o'rnatiladigan kontaktlar yordamida	
	Detal ichida tokni induksiyalash bilan	
Aralash usul	Detaldan tok o'tkazish bilan va elektromagnit bilan	
	Detaldan o'zaro perpendikular yo'nalishda faza bo'yicha siljigan ikkita yoki bundan ortiq toklarni o'tkazish bilan	
	Detal ichida tokni induksiyalash bilan va detal teshigiga joylashtiriladigan simdan o'tuvchi tok bilan	

Sirkular magnitlash usulidan darzlar, payvandlanmay qolgan joylar, cho'zilgan shlak qo'shilmalarini aniqlashda foydalaniladi. Buning uchun nazorat qilinadigan detal yoki detal teshigidagi o'tkazgich orqali tok o'tkaziladi.

Silindrsimon detallarni nazorat qilishda sirkular magnitlash eng yuqori samara beradi. Silindrsimon detaldan tok o'tkazish orqali sirkular magnitlash uchun amperdagi tok kuchi $I = HpD$ formula yordamida hisoblab topiladi, bunda: N – maydonning kuchlanganligi, A/sm; D – detalning diametri, sm. H qiymatini tanlashda quyi-dagini nazarda tutmoq lozim (6. 4- rasm). Agar metallni dast-labki magnitlashda P nuqta mag-nit o'tkazuvchanlikning egri chi-zig' idagi m_{maks} nuqtadan chap tomonda bo'lsa, u holda nuqson hisobiga metallning ko'ndalang kesimi kichiklashishi magnit induksiyasi kattalashishiga sabab bo'ladi, shuningdek, magnit o'tka-zuvchanlik yuqoriroq bo'lishiga olib kelishi mumkin, buning nati-jasida sochilish oqimi kamayadi, oqibatda nuqsonlar aniqlanmasligi mumkin. $m = f(H)$ egri chiziq o'ngga katta pasaygan holatda ish-laganida nuqsonlarni aniqlash uchun eng yaxshi sharoit yuzaga ke-ladi. Agar maydonning katta kuchlanganliklarida ishlansa, H kat-talashishi bilan, nuqsonlar tepasidagi va atrof muhitdagi sochilish oqimlari o'rtasidagi farq nisbatan kichik bo'ladi, bu esa nuqsonlar-ni aniqlashni qiyinlashtiradi. Konstruksi-on po'latlardan tayyorlan-gan detallar yuzasidagi nuqsonlarning aksariyatini aniqlash uchun buyum sirtidagi magnit maydonning eng maqbul kuchlanganligi qoldiq magnitlanganlikda nazorat qilishda 8000–16000 A/m ni tashkil etishi darkor. Plastinalarni sirkular usulda magnitlash uchun zarur bo'ladigan amperdagi tok $I = 2H(b+S)$ formuladan aniqlanadi, bunda b – plas-tinaning eni, sm; S – plastinaning qalinligi, sm; H – kuchanganlik, A/sm. agar $N = 800$ A/sm bo'lsa, u holda $I = 1600(b+h)$ bo'ladi.



5.4- rasm. Ferromagnit material uchun B va μ ning H ga bog'liqligi.

Qutbiy magnitlash bo'ylama-ko'ndalang va normal magnitlash-ga ajratiladi. Bo'ylama magnitlashda magnitlovchi maydonning yo'nalishi detal o'qi yo'nalishi bilan mos (bir xil) bo'ladi. Bo'ylama magnitlash elektromagnitlar, doimiy magnitlar yoki solenoidlar yordamida amalga oshiriladi. U chokning bo'ylama o'qiga 20–30° burchak ostida joylashgan ko'ndalang nuqsonlarni aniqlash uchun qo'llaniladi. Ko'ndalang magnitlashda magnit maydonining kuchlanganlik vektori yo'nalishi chokning bo'ylama o'qiga perpendikular bo'ladi. Normal magnitlash bo'ylama va ko'ndalang magnitlashning xususiy holidir.

Bo'ylama qoldiq magnitlanganlikda magnitli usulning sezgir-ligi magnitlovchi maydonning olinish tezligiga ko'p darajada bog'liq. Maydonning kuchlanganligi tez kamaytirilganida, nuqsonlar ishonchli namoyon bo'ladi, sekin kamaytirilganida esa, bo'sh namoyon bo'ladi yoki umuman namoyon bo'lmaydi (ko'rinmaydi). Tokni eng katta qiymatidan nolgacha kamaytirish vaqti 5 mks dan oshmasligi kerak.

Apparat va materiallar. Magnit kukuni yordamida nazorat qilish uchun mo'ljallangan defektoskoplar tok manbayini, detalga tok keltirish qurilmalarini, qutbiy magnitlash qurilmalari (solenoidlar, elektromagnitlar)ni, nazorat qilinayotgan detalga kukun yoki suspenziya qoplash qurilmalarini, tok o'lchagich (yoki maydonning kuchlanganligini o'lchagich)ni o'z ichiga oladi. Defektoskoplarda detal (yoki sterjen) orqali o'zgaruvchan tok o'tkazish yo'li bilan sirkular magnitlash va o'zgarmas tok bilan bo'ylama magnitlash eng keng tarqalgan. Magnit kukuni yordamida nazorat qilish uchun, asosan, uch xil: ko'chmas universal, ko'chma va maxsus ko'chmas hamda ko'chma defektoskoplar ishlatiladi.

Ko'chmas universal defektoskoplardan turli detallar yirik tur-kumlab ishlab chiqariladigan korxonalarda keng foydalaniladi. Bunday qurilmalarda har xil shakldagi detallarni (yoki detallar turkumini) soatiga o'ntadan to bir necha yuztagacha detalga teng unumdorlik bilan nazorat qilish mumkin. Ko'chmas universal qurilmalarda barcha ma'lum usullar (bo'ylama, ko'ndalang, aralash usullar)da magnitlash mumkin. Respublikamiz korxonalarida ko'chmas qurilmalarning bir necha hili, masalan, УМД-2500, ХМД-10П va МД-5 va boshqalar ishlatiladi. Bu qurilmalar magnitlovchi tokning turi, quvvati va nazorat qilinadigan detallarning o'lchamlari bilan farq qiladi. Ko'chma defektoskoplar guruhidagi ПМД-70 va МД-50П defektoskoplari turkumlab ishlab chiqariladi. Magnitli ko'chma ПМД-70 defektoskopi payvand choklarni dala sharoitida magnit yordamida nazorat qilishga mo'ljallangan. Unda qutbiy bo'ylama va sirkular magnitlash usullari qo'llaniladi.

Ko'chma МД-50П defektoskopi yirik gabaritli katta buyumlarni qismlari bo'yicha nazorat qilish uchun mo'ljallangan.

Chet elda magnit kukuni yordamida nazorat qilish uchun defektoskoplarning anchagina turlari ishlab chiqariladi, masalan, «Karl Deych» firmasining (Germaniya) VH turidagi, «Magnafluks» firmasining (AQSh) KRN-4D turidagi defektoskoplar shular jumlasidandir.

Kukun tayyorlash uchun material sifatida, asosan, mayin tuyilgan, zarrachalarining o'lchami 5–20 mkm bo'lgan temir oksid-dan foydalaniladi. Ba'zan bu maqsadda cho'kichlash va prokatlashda hosil bo'ladigan toza temir kuyundisi, shuningdek, po'lat buyumlarni jilvirlashda chiqadigan po'lat qipirlari ishlatiladi. Har xil rangli buyumlar nuqsonlarini yaxshiroq indikatsiyalash uchun rangli (qizil, kumushrang va h. k.) kukunlar ishlatiladi. Ular to'q rangli kukunlarni bo'yash yoki maxsus texnologiya bo'yicha kuydirish yo'li bilan olinadi.

Magnit suspenziyalarini tayyorlash uchun ko'pincha tarkibida 1 l suyuqlik hisobiga 50–60 g kukun bo'ladigan moy-kerosin aralashmasidan (moy va kerosinning nisbati 1:1) foydalaniladi. Suvdagi suspenziyalar, masalan, tarkibida 1 l suv hisobiga 5–6 g sovun, 1 g suyuq shisha va 25–30 g magnit kukuni bo'ladigan sovun-suv aralashmasi ham ishlatiladi.

6. 3. Magnitografik usul Ushbu usulning mohiyati payvand chokning nazorat qilinadigan qismini va chok atrofini magnitlash va, ayni paytda, magnit maydonini magnit tasmaga yozib borish (6. 5- rasm) hamda keyin olingan axborotni undan magnitografik defektoskoplarning maxsus qurilmalari yordamida o'qishdan iborat.

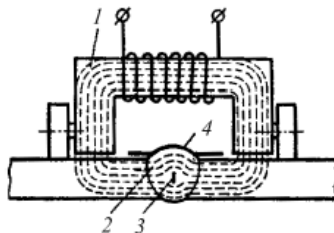
Nazorat uslubi. Magnitografik nazorat texnologiyasi quyidagi operatsiyalarni o'z ichiga oladi (DSt 25225–82):

1. Nazorat qilinayotgan buyumning yuzasini koʻzdan kechirish va tayyorlash. Bunda nazorat qilinayotgan yuzadan shlak qoldiqlari, sachragan suyuq metall, kir va hokazolar yoʻqotilmogʻi lozim.

2. Chokka magnit tasma boʻlagini qoʻyish. Ishni boshlashdan ol-din magnit tasma magnitsizlantirilishi kerak. Tasma chokka maxsus elastik «yostiqcha» yordamida qistirib qoʻyiladi. Quvurlar, idishlar va boshqa buyumlarning halqasimon choklarini nazorat qilishda magnit tasma chok yuzasiga elastik rezina belbogʻ vositasida butun perimetri boʻyicha qistirib qoʻyiladi.

3. Nazorat qilinayotgan buyumni magnitlovchi qurilmaning turi, payvand chokning qalinligi va magnitlanish xossalari qaraib eng maqbul rejimlarda magnitlash.

4. Nazorat natijalarini rasshifrovka qilish. Buning uchun magnit tasmaga defektoskopning oʻquvchi qurilmasi oʻrnatiladi va defek-toskopning ekranlaridagi signallarga muvofiq nuqsonlar aniqlanadi.



5.5- rasm. Magnitografik nazorat sxemasi:

1 – magnitlovchi qurilma; 2 – payvand chok; 3 – nuqson; 4 – magnit tasma.

Magnitografik usul, asosan, eritib payvandlash orqali hosil qi-lingan uchma-uch payvand choklarni nazorat qilish uchun va birinchi navbatda, asosiy oʻtkazgich quvurlarni defektoskopiylash-da qoʻllaniladi. Bu usul bilan qalinligi 20–25 mm gacha boʻlgan payvand buyum va konstruksiyalarni nazorat qilish mumkin.

Usulning sezgirligi. Magnitografik nazorat usulining sezgirligi K aniqlanadigan eng kichik nuqsonning vertikal oʻlchami (chuqurli-gi) DSt ning nazorat qilinayotgan buyum asosiy metalining qalinli-giga nisbati sifatida aniqlanadi, yaʼni $S : K = \Delta S/S$. Magnitografik nazoratning sezgirligi nuqsonlarning oʻlcham-lari, shakli, chuqurligi va joylashuviga, yuzaning shakli (geometriyasi) ga, defektoskopning oʻquvchi kallagi parametrlari va magnit tasma turiga bogʻliq. Tekislikdagi nuqsonlar (darzlar, pay-vandlanmay, erimay qolgan joylar), shuningdek, asosan, magnit oqimi yoʻnalishiga nisbatan koʻndalang joylashgan shlak zanjir-lari koʻrinishidagi uzunchoq nuqsonlar (gʻovaklar, shlak qoʻshil-malari) ancha yomon aniqlanadi. Ayni usul yordamida vertikal oʻlchami payvand chok qalinligining 8–20% ini tashkil etuvchi tekis nuqsonlar ishonchli aniqlanishi amaliyotda aniqlangan. Chok-ning kuchaytirgichi olib tashlanganida, nazoratning ushbu nuqson-larga nisbatan sezgirligi 5% ga yetadi. Dumaloq ichki nuqsonlar ularning balandligi buyum qalinligining 20% idan kam boʻlganida aniqlanadi.

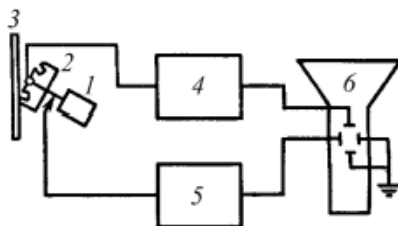
Magnitografik usulning yuzadagi nuqsonlarga nisbatan sezgirligi taxminan magnit kukunli usulidagidek yoki undan bir-muncha yomon. Nuqson magnit tasma qoʻyiladigan buyum yuzasi-dan qancha chuqur joylashgan boʻlsa, u shuncha yomon aniqlana-di. Zamonaviy apparatlar vertikal oʻlchami buyum qalinligining 10–15% iga teng va yotish chuqurligi 20–25 mm gacha boʻlgan nuqsonlarni aniqlashga imkon beradi.

Magnitografik usulning sezgirligiga chok kuchaytirgichining balandligi va shakli, shuningdek, yuzasining holati kuchli taʼsir koʻrsatadi. Nuqsonlar yaxshiroq aniqlanishi uchun payvandlash shunday bajarilishi kerakki, chok kuchaytirgichining balandligi asosiy metall qalinligining 25% idan oshmaydigan, erigan metall-ning tekislikka oʻtishi ravon boʻlsin. Bunda chok yuzasining tan-gachadorligi kuchaytirgich balandligining 25–30% idan oshmaydigan, ammo 1 mm dan ortiq boʻlmaydigan boʻlsin. Tangachador-ligi dagʻal boʻlgan choklarni nazorat qilishda avval chok tozalan-mogʻ i lozim. Uchma-uch birlashtiriladigan qismlarining chetlari siljib qolgan payvand choklarni nazorat qilishga ruxsat etilmaydi. Avtomatik usulda payvandlangan choklar nazorat qilinganida nati-jalar eng yaxshi boʻladi.

Usulning sezgirligini magnit tasmalar sezgirligini oshirish va nazorat natijalarini magnit tasmadan oʻquvchi apparatlarni tanlash hisobiga oshirish mumkin.

Magnitlash sxemalari. Magnitografik nazoratda buyumlar maxsus elektromagnitlar (6. 5- rasm) yordamida magnitlanadi, kamdan kam hollarda sirkular magnitlashdan foydalaniladi. Ichki nuqsonlarni aniqlash uchun buyumlar o'zgarmas tok bilan, yuza-dagi va yuza ostidagi nuqsonlarni aniqlash uchun esa o'zgaruvchan tok bilan magnitlanadi.

Apparat va materiallar. Nazo-rat natijalari magnit tasmadan magnitografik defektoskoplar vo-sitasida o'qiladi. Magnitografik defektoskopning eng sodda sxe-masi 6. 6-rasmda tasvirlangan. Defekstkopda elektr dvigateli mavjud bo'lib, u bir nechta mag-nit kallaklar o'rnatilgan barabanni aylantiradi. Kallaklar magnit tas-maga ko'ndalang ravishda hara-katlanadi. Elektrosignallar kallak-dan kuchaytirgichga kelib, unda kuchayadi va elektron-nur trub-kaga uzatiladi. Sanoatda ikki xil: impulsli va televizion indikatsiyasi bo'lgan defektoskoplar ishlab chiqariladi. Impulsli indikatsiyada elek-tronnur trubka (ENT)ning ekranida impulslar paydo bo'lib, ular-ning amplitudasi vertikal yo'nalishidagi nuqsonlar qiymatini ifoda-



5.6- rasm. Magnitografik defektoskopning blok sxemasi:

1 – elektrodvigateli; 2 – kallaklar blogi; 3 – magnit tasma; 4 – kuchaytirgich;
5 – yoyma generatori; 6 – elektronnur trubka.

laydi, videoindikatsiyada esa sochilish maydonlarining potensial relyefi nuqsonlardan ENT ekraniga chok ayrim joylari magnito-grammasining televizion tasviri ko'rinishida o'tadi.

Impuls indikatsiyali MД-9 va tasviri ko'rindigan MД-11 tu-ridagi defektoskoplar bor. Eng takomillashgan MДY-2Y, MД- 10ИМ, МГК-1 defektoskoplarida ikkita indikatsiya bor. Xorijiy defektoskoplardan 9. 052 turidagi magnitograflar (Germaniyadagi Ferster instituti) eng ko'p qo'llaniladi.

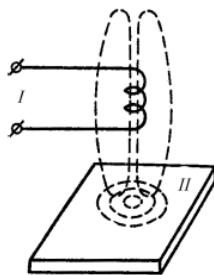
Defektoskop jamlanmasiga magnitlovchi qurilma kiradi. Mag-nitlovchi qurilma magnit jihatidan yumshoq II-simon o'zak (mag-nit o'tkazgich) va chulg'amdan tuzilgan. Magnitlovchi qurilma chok bo'ylab siljishi uchun u uzaytirilgan qutbli qilib ishlanadi, qutblar to'rtta nomagnit rolikka tayanib turadi. Tayanch roliklar nazorat qilinayotgan buyum yuzasi bilan magnitlovchi qurilmaning qutblari orasida o'zgarmas kattalikdagi havo tirqishi (2–3 mm) ho-sil qiladi, bu tirqish elektromagnitga chok bo'ylab bimalol surilish-ga imkoniyat yaratadi. Sanoatda ko'chma magnitlovchi qurilmalar (PHY)ning bir necha tur-o'lichamlari ishlab chiqariladi: PHY-M1, PHY-M2, VHY. Ular diametri 150–1200 mm bo'lgan, payvand-lab yasalgan quvurlarning payvandlangan uchma-uch choklarini hamda 16 mm gacha qalinlikdagi yassi buyumlarni magnitlashga mo'ljallangan. Katta diametrli (1420 mm gacha) quvurlarning pay-vand choklarini va 20 mm gacha qalinlikdagi yassi konstruksiyalar-ni magnitografik usulda nazorat qilish uchun qadamli magnitlovchi qurilmalar (MHY-1) ishlatiladi. 57–150 mm diametrli quvurlar-ning halqasimon choklari HBY-1 turidagi qo'zg'almas magnitlov-chi qurilma bilan magnitlanadi.

Yuqorida keltirilgan barcha magnitlovchi qurilmalar o'zgar-mas tok bilan ta'minlanadi. Zavod sharoitida tok manbayi sifati-da to'g'rilagichlar xizmat qiladi, dala sharoitida esa bu maqsadda ko'pincha CИИ-1 yoki CИA-1 turidagi ko'chma avtonom stansi-yalardan foydalaniladi.

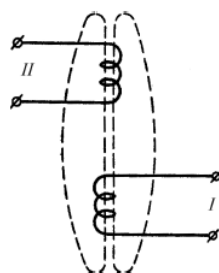
Magnitografik nazoratda magnit maydonlarini yozish uchun magnit tasma ishlatiladi. Tasma triatsetat yoki lavsan asosda tay-168 yor lanib, unga juda mayda ferromagnit zarrachalar qoplanadi. Hozir gi vaqtda MK-1 (triatsetat asosli) va MK-2 (lavsan asosli) tasma lari 35 mm kenglikda ishlab chiqariladi. MK-2 tasmalarining fizik-mexanik xossalari MK-1 nikiga qaraganda yuqoriroq bo'lib, atrof havosining harorati +70° dan –70° gacha bo'lganida ishlatiladi; –30°C dan past haroratda MK-1 tasmaning elastikligi yo'qoladi.

6. 4. **Uyurma tokli defektoskopiya Fizik asoslari.** Usulning fizik mohiyatini quyidagicha tushuntirish mumkin. Yonma yon joylashgan ikkita g'altak (maslan, o'zak-siz transformator) bor

deb faraz qilaylik. Agar birinchi g'altak I dan (6. 7- rasm) tok o'tkazilsa, u holda undagi tok kuchi o'zgar-ganida yoki g'altaklarning vaziyati o'zgarganida II g'altakda elektr yurituv chi kuch (e. yu. k.) hosil bo'ladi. Nazorat jaryonida ikkinchi g'altak vazifasini nazorat qilinayotgan buyum o'taydi, unda uyur-ma toklar hosil bo'ladi (6. 8- rasm).



5.7- rasm. Ikkita o'zaro bog'liq g'altaklardan iborat sxema.

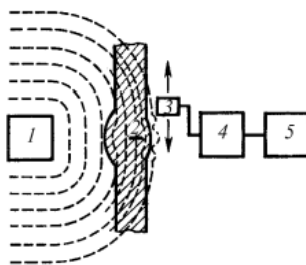


5.8- rasm. Nazorat qilinayotgan obyektga uyurma toklar hosil bo'lish sxemasi.

Uyurma toklar metall ichida maydon manbayi tomondagi sirtqi qatlamda oqadi. Uyurma toklarning jadalligi va buyumda taqsim-lanishi buyumning geometrik o'lchamlari va elektromagnit para-metrlariga bog'liq. Buyumda nuqsonlar bo'lganida sirtqi qatlam-ning qarshiligi ortadi, bu esa uyurma toklarning bo'shashiga olib keladi, bu holatni g'altak-datchik qayd qiladi. Shunday qilib, elek-tromagnitli nazorat usullari buyumda hosil bo'ladigan uyurma toklar maydoni o'zgarishini qayd qilishga asoslangan.

Nazorat uslubi. Nazoart uslubi (6. 9- rasm) quyidagi asosiy ope-ratsiyalarni o'z ichiga oladi:

1. Buyumni tashqi tomonidan ko'zdan kechirish va nazoratni o'tkazishga xalaqit beruvchi nuq-sonlarini yo'qotish.
2. Maydon hosil qiluvchi tizim 1 ni nazorat qilinayotgan buyum 2 ga o'rnatish va uyg'otuvchi g'altak orqali tok o'tkazish.
3. Datchik 3 va qayd qiluvchi asboblari 4, 5 ni nazorat qilinayotgan buyum yuzasi bo'ylab skaner-lash.
4. Nazorat natijalarini rasshifrovka qilish va buyum sifatini ba-holash.



5.9- rasm. Elektromagnit bilan nazorat qilish sxemasi.

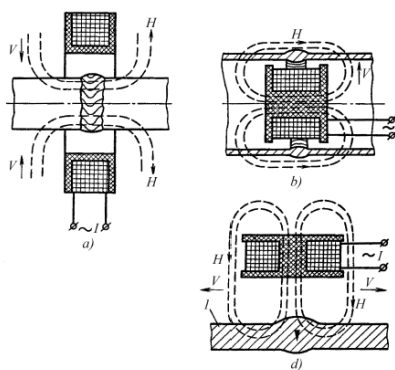
Elektromagnit usuli aluminiy qotishmalarining nuqtali usulda payvandlangan choklarini nazorat qilish uchun qo'llaniladi. Quy-ma o'zak mavjud bo'lganida uning zonasida elektr o'tkazuvchanlik D16, AMr qotishmalari uchun asosiy metallning elektr o'tkazuvchanligiga nisbatan 10–15% kamayadi. B95, AMr6 va boshqa qotishmalar uchun bu o'zgarish 15–30% ga yetishi mumkin. «Yopishib qolish» yoki chala payvandlanish ko'rinishidagi nuqsonlar mavjud bo'lganida quyma o'zakning elektr o'tkazuvchanligi taxminan asosiy metallning elektr o'tkazuvchanligiga teng bo'ladi.

Elektromagnit usuli payvand choklarni nazorat qilishda hozircha keng qo'llanilmayapti, chunki chokning ayrim joylari va chok yaqinidagi joyning elektr o'tkazuvchanligi anchagina o'zgaradi, bu esa payvandlash nuqsonlarini aniqlashda katta xalaqitlarni yuzaga keltiradi.

Usulning sezgirligi. Elektromagnit usulining sezgirligiga dat-chik nazorat qilayotgan buyumning yuzasi orasidagi tirqish, shu-ningdek, ularning o'zaro joylashuv shakli va o'lchamlari katta ta'sir ko'rsatadi. Tirqish kattalashishi bilan, usulning sezgirligi keskin kamayadi. Eng katta joiz tirqish 2 mm. Tuzilmaning bir jinsli emasligi usulning nuqsonlarni aniqlashga sezgirligini ancha kamaytiradi. Mazkur usul bilan yuzadagi va yuza ostidagi 1 mm gacha chuqurlikda joylashgan, chuqurligi 0,1–0,2 mm va uzunligi 1 mm dan ziyod bo'lgan darzlarni aniqlash mumkin.

Yuqorida aytilgan geometrik omillar, uyurma toki usulning qa-tor yangi imkoniyatlarini ochib beradi: bir tomonidan yaqinlashi-ladigan galvanik, lok-bo'yoq, issiqlikni o'tkazmaydigan qoplama va pardalar qalinligini o'lchash, quvurlar, ichi bo'sh detallar ham-da boshqa yupqa devorli buyumlar devorining qalinligini aniqlash, chiviq va simlar diametrini o'lchash shular jumlasidandir. Ammo ayrim hollarda geometrik omillar usuldan amalda foydalanishni ancha qiyinlashtiradi. Bunga sabab shuki, detallarni, masalan, ular materialining elektr o'tkazuvchanlik bilan bog'liq xossalari-ga ko'ra nazorat qilishda detallar o'lchamlaridan chetlanish (hatto joiz qiymatlar doirasida) datchik parametrlariga detallar materiali-ning tekshirilayotgan xossalari-ga qaraganda kuchliroq ta'sir qilishi mumkin.

Nazorat usuli. Elektromagnit usullari, asosan, maydon hosil qiluvchi tizimlarga ko'ra turlarga bo'linadi. Maydon hosil qiluvchi tizimlar o'tuvchi bo'lishi mumkin, agar tokli g'altak detalni qam-rab olsa yoki uning ichiga kirgizilsa (6. 10- a va b rasm), qopla-ma bo'lishi mumkin, bunda tokli g'altak detalga yon yuzasi bilan o'rnatiladi (6. 10- d rasm). Birinchi holda maydon hosil qiluvchi tizimdan chiqayotgan elektromagnit to'lqin nazorat qilinayotgan buyum yo'nalishida, ikkinchi holda uning yuzasi bo'ylab tarqaladi. O'lchash g'altaklari (datchiklar) maydon hosil qiluvchi (generator) g'altaklardan alohida yasalgan bo'lishi mumkin va, odatda, nazorat qilinayotgan buyumning yuzasi yaqinida joylashadi (6. 11- rasm).



5.10- rasm. Elektromagnit bilan nazorat qilishning maydon hosil qiluvchi tizimlarining asosiy sxemalari:

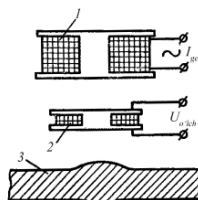
H – magnit maydonining kuchlanganlik vektori; V – elektromagnit to'lqinining yo'nalishi.

Qoplama o'zgartkichlar ferromagnit o'zakli qilib yoki o'zaksiz qilib tayyorlanadi. Ferromagnit (odatda, ferrit) o'zak o'zgartkich-ning mutlaq sezgirligini oshiradi va magnit maydonining tarqalishini cheklash evaziga nazorat zonasini kichraytiradi.

Uyurma tokli o'tuvchi o'zgartkichlar (UTO'O') tashqi va ich-ki o'zgartkichlarga ajratiladi. O'tuvchi o'zgartkichlarning bunday tasniflanishi ular nazorat jarayoni-da obyektning tashqarisidan o'tib, uni qamrashiga yoki obyekt ichi-dan o'tishiga asoslangan.

Quyma UTO‘O‘, asosan, tekis yuzali obyektlar va murakkab shaklli obyektlar sifatini nazorat qilishda, shuningdek, atrofqa tar-qalmaslik hamda yuqori darajada sezgirlikni ta‘minlash talab etiladigan hollarda ishlatiladi.

Tashqi o‘tuvchi UTO‘O‘lar-dan chiziqli – uzun obyektlar (sim, chiviq, quvurlar va b.)ni nazorat qilish, shuningdek, mayda buyumlarni ko‘plab nazorat qilish uchun foydalaniladi. Ichki o‘tuv-chi UTO‘O‘lar bilan quvurlar ning ichki yuzasi hamda turli detallar teshiklarning devorlari nazorat qilinadi.



5.11- rasm. Elektromagnit maydoni parametrlarining qayd qilinish sxemasi:

1 – maydon hosil qiluvchi (generator) g‘altak; 2 – o‘lchash g‘altagi;
3 – nazorat qilinayotgan buyum.

O‘tuvchi o‘zgartkichli defektoskoplar. Sifatni avtomat-lashtirilgan, juda tez va kontaktsiz usulda nazorat qilishda o‘tuv-chi o‘zgartkichli defektoskoplardan samarali foydalaniladi, ular uzun obyektlar (quvurlar, chiviqlar, ko‘ndalang o‘lchamlari 0,15– 135 mm bo‘lgan simlar) hamda mayda detallar (podshipniklar zoldirlari va rolidlari, metall buyumlar va b.)ni keng tur-o‘lchamlar doirasida tekshirishga imkon beradi. Bunda nazorat unumdorligi 50 m/s ni (sim uchun) yoki soatiga bir necha ming mayda detallarni tashkil etishi mumkin. Quvurlar, chiviqlarni nazorat qilish unum-dorligi tashish hamda yaroqsizga chiqarish qurilmalarining inert-sionligi bilan cheklanib, kamdan kam hollarda 3 m/sek dan oshadi.

Defektoskopning asosiy parametri sezgirlik bo‘lag‘asi berilgan shakldagi nuqsonning eng kichik o‘lchamlari bilan belgilanadi, bunday o‘lchamlarda signalning xalaqit nisbati ikkiga teng bo‘ladi. Sezgirlik bo‘lag‘asi, odatda, turli shakldagi, masalan, quvurlar va chiviqlardagi har xil diametrli teshiklar ko‘rinishidagi, simdagi bo‘ylama chiziqlar ko‘rinishidagi sun‘iy nuqsonlari bo‘lgan kalibr-langan namuna yordamida aniqlanadi. Real sezgirlik bo‘lag‘asi obyekt parametrlarining juz‘iy o‘zgarishi (variatsiya) bilan bog‘liq bo‘lgan xalaqitlar darajasiga, masalan, yuzaning g‘adir-budirligi va hokazolarga bog‘liq bo‘ladi. O‘tuvchi o‘zgartkichli defektoskop-ning sezgirlik bo‘lag‘asi, odatda, ko‘ndalang o‘lcham (detal-ning diametri) foizida ifodalangan bo‘ylama uzun tor nuqsonning chuqurligi bilan belgilanadi.

Defektoskoplar, asosan, tuzilishi, saralash bloklari, axborotni berish va qayd qilish bloklari, nuqsonli qismlarni markirovkalash bloklari, magnitlash bloklari va hokazolar mavjudligi bilan farq qilinadi. Hozirgi vaqtda mamlakatimizda ИПП–1М, ТНМ–1М, ИДП–1, ВД–30П, АСК–12, ЭЗТМ, ДКВ–2, ВД–20П defektoskop-laridan foydalanilmoqda.

ИПП–1М defektoskopi potok usulida ishlab chiqarish sharoit-tida ferromagnit va noferromagnit metallar hamda qotishmalardan tayyorlangan 4–47 mm diametrli dumaloq va olti yoqli chiviqlar yuzasidagi nuqsonlarni aniqlash uchun mo‘ljallangan. Bo‘lag‘a nuqsonining chuqurligi diametrning 1–2% ini, ammo ko‘pi bilan 0,1 mm ni, uzunligi 2 mm ni tashkil qiladi.

ИДП–1 asbobi ferromagnit va noferromagnit metallar hamda qotishmalardan ishlangan 1–5 mm diametrli chiviqlar yuzasidagi nuqsonlar: darzlar, bushliqlar va hokazolarni aniqlashga mo‘ljallangan. Bo‘lag‘a nuqsonining chuqurligi – 0,05 mm.

Diametri 60 mm dan oshmaydigan payvandlab yasalgan fer-romagnit quvurlar ЭЗТМ defektoskopi yordamida nazorat qilina-di. Uch o‘ramli transformator tizimi ko‘rinishida tayyorlangan o‘tuv chi o‘zgartkich kuyindilar, moylar mavjud bo‘lganida yuqori haroratlar sharoitida qurilmaning ishonchli ishlashini ta‘minlaydi. Defektoskop payvand chokdagi payvandlanmay qolgan joylar-ni aniqlaydi va gidrosinovlarni almashtirish uchun ishonchli asos bo‘lib xizmat qiladi.

Materiallarining navlari, tur-o‘lchamlari va markalari turli tu-man bo‘lgan uzun buyumlarni nazorat qilish uchun universal VD– 30P defektoskopi ishlab chiqilgan.

Xorijiy defektoskoplardan eng mukammali Ferster institutida (Germaniya) yaratilgan asboblardir. Mamlakatimizda ulardan ferromagnit (asosan) va noferromagnit materiallar hamda qotishmalardan ishlangan quvurlar, chiviqalar va simlarni nazorat qilish uchun muvaffaqiyat bilan foydalanilmoqda. Quvur va chiviqalar «Defektograf 2.181», «Defektovar 2. 187», «Defektomat 2.189» asboblari bilan, 1000°C gacha qizdirilgan chiviqalar, simlar esa «Defektoterm 2.186» asbobi yordamida nazorat qilinadi. Ularning hammasi axborot modulyatsion va proyeksiya usullarida chiqaradigan tuzilma-viy sxemalarga binoan ishlab chiqarilgan. Asboblarning kalta uygʻotuvchi gʻaltaklari boʻlgan oʻtuvchi oʻzgartkichlar toʻplami bilan, «Defektovar» esa quvurlarning ichki yuzasini nazorat qilish uchun «Intratest 2.187.1» qurilmasi boʻlgan ichki oʻtuvchi oʻzgartkichlar toʻplami bilan taʼminlangan.

Quyma (qoplama) oʻzgartkichli defektoskoplar. Dumaloq kesimli uzun obyektlar (chiviqalar, quvurlar)ni nazorat qilish uchun obyekt atrofida aylanuvchi quyma oʻzgartkichli defektoskoplar ishlatiladi. Ular jumlasiga BД-40H, BД-41H, BД-43H asboblari kiradi. Ular ferromagnit va magnit jihatidan boʻsh poʻlatlar hamda rangli metall va qotishmalardan tayyorlangan buyumlar yuzasidagi nuqsonlarni aniqlashga moʻljallangan.

Yassi detallarni, yuzasining egriligi kichik boʻlgan buyumlarni nazorat qilish uchun obyekt yuzasiga parallel tekislikda aylanuvchi oʻzgartkich boʻlgan bir qancha koʻchma kichik defektoskoplar ishlab chiqarilgan. Bularning ichida eng koʻp qoʻllaniladigani ЭДМ-65 dir. U aluminiy qotishmalaridan ishlangan detallarning tozalangan payvand choklari yuzasidagi nuqsonlarni aniqlash uchun moʻljallangan.

Kallaning diametri nisbatan katta boʻlgan skanerlovchi defektoskoplardan murakkab shaklli buyumlarni nazorat qilishda foydalanish qiyin. Bunday hollarda, odatda, oʻzgartkichning diametri kichik boʻlgan, statik rejimda ishlaydigan koʻchma va kichik defektoskoplardan foydalaniladi. Bularning ichida eng koʻp qoʻllaniladigani ДНМ va BД-20HCT turkumidagi defektoskoplardir. ДНМ turkumidagi asboblarning (ДНМ-15, ДНМ-500, ДНМ-2000) aluminiy va oʻtga chidamli qotishmalardan tayyorlangan detallar yuzasining sifatini nazorat qilishga moʻljallangan. BД-20HCT defektoskopi ferromagnit va noferromagnit materiallar yuzasidagi nuqsonlarni aniqlash uchun moʻljallangan.

Mayda detallar (asosan, podshipniklar detallari)ni nazorat qilish uchun CK27-МДН5, CK-39, CK-31, МДП-1, МДП-3 asboblari ishlab chiqarilgan boʻlib, ulardan muayyan tarmoqlarda foydalaniladi.

Xorijiy defektoskoplardan Ferster institutining «Sirkograf» va «Defektometr» turkumidagi turli modifikatsiyali asboblarning eng koʻp qoʻllaniladi. «Sirkograf» turkumidagi asboblarning aylanuvchi quyma oʻzgartkichli defektoskoplardan iborat. Bu asboblarning almashtiriladigan skanerlovchi kallalar bilan taʼminlangan boʻlib, 20–120 mm diametrli detallarni nazorat qilishga imkon beradi. Aylanish yuzasining shakli murakkab boʻlgan kalta detal va buyumlarni nazorat qilish uchun asbobga oʻzgartkichlari erkin harakatlanadigan, maxsus tutqichlarga mahkamlangan taroq ulanadi. Quvurlarning ichki yuzasini nazorat qilish uchun «Sirkograf» aylanuvchi ichki oʻzgartkichlar bilan taʼminlangan, ular koʻchmas yoki koʻchma (dastaki drel koʻrinishidagi) qurilmaga oʻrnatilishi mumkin.

Nazorat savollari:

1. Magnit va elektron magnit yordamida nazorat qilish usullarida nuqsonlarni aniqlash nimaga asoslangan?
2. Magnitli va elektron magnitli nazorat usullarining sezgirligiga qanday omillar taʼsir qiladi?
3. Magnitli usullarda nazorat qilishda qoʻllaniladigan magnitlash sxemalarini aytib bering.
4. Magnit yordamida nazorat qilishning turli usullaridan qanday buyumlar uchun foydalanish mumkin?

6-Маъруза. Rangli sifat nazorati va lyuminessent nazorati

6. 1. **Kapillar defektoskopiyaning tasnifi** Kapillar nazorat usullari metallar va nometallardan tayyorlangan buyumlarning sirtqi qatlamlaridagi yaxlitlikning buzilishini aniqlash uchun mo'ljallangan.

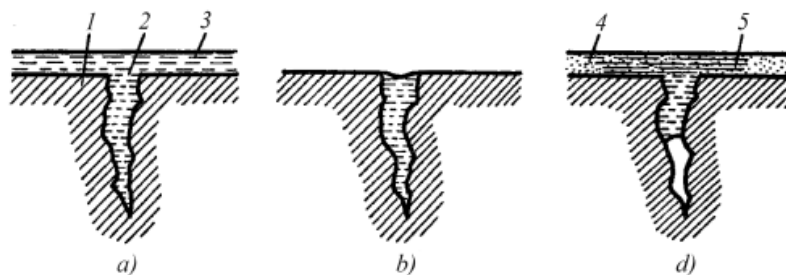
Ko'p hollarda, texnik talablarga ko'ra, oddiy ko'z bilan tekshirib aniqlashning imkoni bo'lmaydigan juda mayda nuqsonlarni topish zarur bo'ladi. Optik asboblari, masalan, lupa yoki mikroskop-dan foydalanib, yuzadagi nuqsonlarni aniqlashning iloji bo'lmaydi, chunki metall fonida nuqson tasvirining farqi yetarli darajada bo'lmaydi va ancha kattalashtirib ko'rilganida ko'rish maydoni kichik bo'ladi.

Nuqson va fon tasvirlarining farqli nisbatini ikki usul bilan o'zgartirish mumkin. Birinchi usul nazorat qilinayotgan buyumning yuzasini jilvirlab, keyin unga kislotalar bilan ishlav berish (xurushlash)dan iborat. Bunday ishlav berilganida nuqson korroziya mahsullari bilan to'lib qoladi, qorayadi va jilvirlangan materialning yorqin fonida ko'rinadigan bo'lib qoladi. Ammo ayni usuldan hamma vaqt ham foydalanib bo'lavermaydi. Xususan, ishlab chiqarish sharoitida buyumning, ayniqsa, payvand chokning yuzasini jilvirlash mutlaqo foydasizdir. Bundan tashqari, ushbu usuldan jilvirlangan pretsizion detallar yoki nometall materiallarni nazorat qilishda foydalanib bo'lmaydi. Xurushlash usuli ko'pincha metall buyumlarning ayrim mahalliy shubhali qismlarini nazorat qilish uchun qo'llaniladi.

Ikkinchi usul nuqsonlarning yorug'lik berishini ularning yuzasini yorug'lik va rang jihatidan keskin farq qiluvchi maxsus indikatori suyuqliklar – penetrantlar bilan to'ldirib o'zgartirishdan iborat. Agar penetrant tarkibida luminessentlanuvchi moddalar, ya'ni ul-trabinafsha rang yorug'lik bilan nurlantirilganida yorqin yorug'la-nish beradigan modda bo'lsa, bunday suyuqliklar **luminessent suyuqliklar** deb, nazorat usuli esa **luminessent usuli** (luminessent defektoskopiya – LD) deb ataladi. Basharti penetrantning asosi kunduzgi yorug'likda ko'rinadigan bo'yovchi moddalardan iborat bo'lsa, bunday nazorat usuli **rangli usul** deyiladi (rangli defektoskopiya – RD). Rangli defektoskopiya yorqin qizil bo'yovchi moddalardan foydalaniladi.

Kapillar defektoskopiyaning mohiyati quyidagilardan iborat. Buyumning yuzasi kir, chang, yog'li iflosliklar, flus qoldiqlari, lok-bo'yoq qoplamalari va hokazolardan tozalanadi. Tozalanganidan, yog'sizlantirilganidan va quritilganidan keyin, nazorat qilinayotgan buyumning tayyorlangan yuzasiga penetrant qatlami surtiladi va suyuqlik nuqsonning ochiq bo'shliqlariga kira olishi uchun shu holatda ma'lum vaqt tutib turiladi. Keyin yuza suyuqlikdan tozalanadi, suyuqlikning bir qismi nuqsonning bo'shliqlarida qola-di. Nuqsonlarning aniqlanishini oshirish uchun, buyumning yuzasi penetrantdan tozalanganidan so'ng, unga tez quriyigan suspenziya ko'rinishdagi maxsus ochiltiruvchi material (chunonchi, kaolin, kollodiy) yoki lok qoplama surtiladi. Odatda, oq rangli ochiltiruvchi material nuqsonlar bo'shlig'idan penetranti tortib chiqaradi, bu esa ochiltirgichda indikator izlari hosil bo'lishiga olib keladi. Indikator izlari nuqsonlarning plandagi shaklini to'lato'kis, ammo ulardan kattaroq o'lchamlarda takrorlaydi. Bunday indikator izlari optik vositalardan foydalanmasdan oddiy ko'z bilan ham ko'rish mumkin bo'ladi. Nuqson qancha chuqur, ya'ni unda penetrant ne-chog'liq ko'p (7. 1- rasm) va ochiltiruvchi qatlam surtilgan paytdan e'tiboran tutib turish vaqti qancha uzoq bo'lsa, indikator izining o'lchami shuncha katta bo'ladi.

Kapillar aktivlik hodisasi, ya'ni suyuqlikning juda mayda par-ran teshiklarga va bir tomoni ochiq kanallarga tortilish qobiliyati kapillar defektoskopiya usullarining fizik asosi bo'lib xizmat qila-di. Suyuqlik kapillar kanalga kirganida, uning yuzasi qiyshayib, menisk hosil qiladi. Sirtqi taranglik kuchlari meniskning bo'sh chegaralari kattaligini kichraytirishga intiladi va natijada kapillarda qo'shimcha kuch ishlay boshlab, ho'llovchi suyuqlikning so'rilishiga sabab bo'ladi. Suyuqlikning kapillarga kirib borish chuqurligi suyuqlikning sirtqi taranglik koeffitsiyentiga to'g'ri mu-tanosib va kapillarning radiusiga teskari mutanosibdir. Boshqacha aytganda, kapillar (nuqson)ning radiusi qancha kichik va materialning ho'llanuvchanligi qancha yaxshi bo'lsa, suyuqlik kapillarga shuncha tez hamda chuqur kirib boradi.



6.1- rasm. Ochiltirgichdan foydalanib detallarni kapillar usulda nazorat qilish sxemasi:

a – darz bo‘shlig‘i kiruvchi suyuqlik bilan to‘lgan; *b* – detal yuzasidan suyuqlik yuqotilgan, ochiltirgich qoplangan, darz aniqlangan; 1 – detal; 2 – darz bo‘shlig‘i; 3 – kiruvchi suyuqlik; 4 – ochiltirgich; 5 – darzning indika tor izi.

6. 2. Kapillar nazorat uslubi Kapillar usullarda nazorat qilish jarayoni quyidagi texnologik operatsiyalardan tashkil topadi: buyumni nazorat qilishga hozir-lash, unga defektoskopik materiallar bilan ishlov berish, nuqsonlarini aniqlash va buyumni uzil-kesil tozalash.

Buyumni nazorat qilishga hozirlash. Bunda nazorat qilinadi-gan yuz barcha iflosliklar, lok-bo‘yoq qoplamalaridan tozalanadi, moylantiriladi va quritiladi. Yuzani tozalash uchun mexanik ishlov berish (silliqlash, jil-virlash, shaberlash va boshqalar) usullari qo‘llanilib, keyin yuz yuviladi hamda oson uchuvchan erituvchilar (skipidar, atseton, benzin, spirt va boshqalar) bilan artiladi. Tozalash usuli shunday tanlanadiki, bunda bo‘shliqdagi iflosliklar yo‘qotiladigan, ammo ularning yangilari olib kirilmaydigan bo‘lsin. Payvand choklarga va choklar yaqinidagi joylarga avval abraziv doira bilan, keyin esa turli donadorlikdagi qumqog‘oz bilan ishlov beriladi. Bunday mexanik ishlov yuzadagi hamma notekisliklar (tangachadorlik, oqmalar, kesiklar)ni yo‘qotish va chok kuchaytirgichini tekislash imkonini beradi.

Ammo bunday tozalash jarayonida abraziv va metall changi nuqsonlar bo‘shliqlarini to‘ldirib qo‘yadi, plastik deformatsiyalan-gan yupqa metall qatlami esa ularni berkitadi. Shu bois mexanik ishlov berilganidan so‘ng nuqsonlar bo‘shliqlarini ochish uchun yuzaga kislotalar bilan ishlov berilmog‘i lozim.

Ta’kidlash joizki, yuzani yaxshilab tozalash nazoratning sez-giriligini ko‘p jihatdan belgilab beradi. Shu sababli hozirgi vaqtda yuqorida eslatilgan tozalash usullaridan tashqari, kelajagi juda por-loq bo‘lgan ultratovush yordamida tozalash usuli qo‘llanilmoqda. Bu usulda buyum suyuq erituvchilar solingan vannaga botiriladi va unga ultratovush nurlanishining kuchli oqimi bilan ishlov beriladi. Anod-ultratovush yordamida tozalashdan ham foydalaniladi, bunda xurushlovchi birikmalar (kislotalar) solingan vannaga joylangan buyumga bir vaqtning o‘zida ultratovush va elektr toki ta’sir qiladi.

Buyumga defektoskopik materiallar bilan ishlov berish. Defektoskopik materiallar bilan ishlov berish jarayoni (7. 1-jadval) nuqsonlar bo‘shliqlarini indikator suyuqlik bilan to‘ldirish, uning ortiqchasini olib tashlash va ochiltirgich surtishdan iborat.

Asosi suv bo‘lgan penetrantlar tarkibiga luminescentlovchi moddalar yoki bo‘yovchi moddalar, shuningdek, ingibitorlar, ya’ni oksidlash jarayonlarini to‘xtatuvchi moddalar kiradi. Penetrantlar eng texnologiyabop, bexatar, alanga olmaydi va yuzadan oddiy yuvish orqali osongina ketkaziladi. Ammo osongina yuvib ketkazi-lishi ularning asosiy kamchiligidir, chunki bunda suyuqlikning bir qismi nuqsonlar bo‘shliqlaridan ham chiqib ketadi, bu esa nazorat-ning sezgiriligini pasaytiradi. Shuning uchun bunday penetrantlar cheklangan holda ishlatiladi.

Asosi turli organik suyuqliklar (kerosin, skipidar, benzol, uayt-spirt va boshqalar)dan iborat bo‘lgan penetrantlar eng keng tarqalgan. Garchi ular foydalanishda ehtiyotkorlikni talab qilsa ham, nuqsonlarni aniqlash sezgirligi yuqori bo‘lishini ta’minlaydi.

Penetrantni pulverizator yoki yumshoq mo‘yqalam yordamida qoplash maqsadga muvofiq. Bunda tutib turish vaqti, hosil bo‘lgan nuqsonlarning kattaligidan qat’i nazar, 5 daqiqadan oshmasligi ke-rak.

Nuqsonlarni aniqlash. Kapillar defektoskopiya usullarida ochiltirishning besh usuli farq qilinadi. Kukunli («quruq») usulda quruq, asosan, oq sorbent ko‘rinishidagi ochiltirgich (kaolin, bo‘r va boshqalar)dan foydalaniladi. U indikator penetrantni shimib oladi.

«Ho‘l» usul konsentrlangan suspenziya, ya’ni uchuvchan erituv-chilar (kerosin, benzol va boshqalar), suv yoki ularning aralashma-sida qorilgan (disperslangan) oq kukun ko‘rinishidagi ochiltirgich-dan foydalanishga asoslangan. Metallga bo‘yoq yoki lok qatlamini qoplashda pigmentlangan yoki tez quruvchi eritmadan (masalan, kollodiydan) iborat bo‘lgan, indikator penetrantni shimib oladigan (sorbiylaydigan) ochiltir-gichdan foydalaniladi.

Tasmasimon ochiltirgich ochiltiruvchi qatlami bo‘lgan rangsiz yoki oq indikator tasmasidan iborat. Bu qatlam indikator penetrant-ni shimib oladi, nazorat qilinayotgan yuzadan nuqsonning indika-tor qatlami bilan osongina ajralib chiqadi. Tasmasimon ochiltirgich texnologiyabop va, eng muhimi, defektogramma olish, uni buyum-dan alohida tahlil qilish (tekshirish) hamda nazoratning obyektiv hujjati sifatida saqlash imkonini beradi.

7. 1-jadval

Keng ko‘lamda foydalanish uchun tavsiya etiluvchi defektoskopik materiallar to‘plami

To'plamning tarmoq shifri	Shartli sezgirlik darajasi	Ish haro-rati, °C	Retseptura					
			Penetrantniki		Ochiltirgichniki		Tozagichniki	
			Tarkibi	Miqdori	Tarkibi	Miqdori	Tarkibi	Miqdori
Luminessent usuli								
ЛЮМ-А	I	20	Lyumogen №2 БНИИМ	20 g	Oq «Ekstra» nitroemali	30% (mas)	Spirt	80% (mas)
			Ditolilmetan	500 ml	Tibbiy kolodiy	30% (mas)	Emulgator, ОП-7	20% (mas)
			Spirt	400 ml	Atseton	40%	–	
			Emulgator, ОП-7	100 ml				
ЛЮМ-Б	II	20	Noriol А	15% (mas)	Bentonit	0,72–2,21% (mas)	Spirt	80% (mas)
			Kerosin yonilg'i	85%(mas)	Kaolin	6,67–10% (mas)	Emulgator ОП-7	20% (mas)
					Suv	92–97% (mas)		

To'planning tarmok shifri	Shartli sezgirlik darajasi	Ish haro- rati, °C	Retseptura					
			Penetrantniki		Ochiltirgichniki		Tozagichniki	
			Tarkibi	Miqdori	Tarkibi	Miqdori	Tarkibi	Miqdori
Rangli usul								
ДК-1	I	20	Kerosin	800 ml	Spirt	500 ml	Suv	99% (mas)
(ЦТИТман)			Norjol A	200 ml	Suv	500 ml	Emulgator ОП-7, ОП-10	1% (mas)
			Qizil 5S sudani	10g/l	Kaolin	400 g/l	–	
ДК-2	I	20	Rodamin S	3% (mas)	Kaolin	23–26% (mas)	Spirt, ОП-7	80 ml
(ЦТИТман)			ОП-7	10 ml	SV-102/50 ho'llagichi	4,2–4,5 ml	ОП-10	100 ml
			Spirt	100 ml	Etilenglikol	3,5–4,0 ml	–	–
					Suv	100 ml	Spirt	80% (mas)
Аэро-12А	I (lumin- essent)	0–40	Spirt	90% (mas)	Oq «Ekstra» nitroemali	30% (mas)	ОП-7	20% (mas)
	II (rangli)		ОП-7 Rodamin S	10% (mas) 30 g/l	Tibbiy kollodiy Atseton	30% (mas) 40% (mas)		

O'z-o'zidan ochiltirish usulida ikki variant bo'ladi. Kukunsiz (kristallofluorofor) variantda detal luminoforming organik kristalla-rining uchuvchan erituvchidagi eritmasiga botiriladi, keyin indika-tor suyuqlikdan chiqarib olinadi. Erituvchi tezda bug'lanib ketadi, luminofor kristallari esa nuqsonning chetlariga o'tiradi. Bu kristal-lar ultratovush nurlanishi ta'sirida yorqin luminessentlanadi. Butun detalning fonda yorug'lanishini bartaraf qilish uchun unga maxsus ingibitor eritmasi bilan ishlov beriladi, bu eritma yuzadagi lumi-nessentsiyani o'chiradi, ammo nuqsonning kapillar bo'shliqlariga kirib borgan luminoforga deyarli ta'sir ko'rsatmaydi.

Ushbu ochiltirish usulining yana bir turi o'z-o'zidan ochiltiradi-gan variantdir. Bunda shimdirish va tozalashdan keyin detal qizdi-riladi, bu esa ochiltirishning o'rmini bosadi. Detal qizdirilganida, maxsus indikator suyuqlik nuqsonning bo'shlig'idan chiqib qotadi va ultrabinafsharang nurlanish ta'sirida luminessentlovchi indikator izini hosil qiladi.

Luminessent defektoskopiyasida yuqorida keltirilgan barcha ochiltirish usullaridan foydalaniladi. Kukun yoki suspenziya bilan ochiltirish oddiyligi va materiallarning kamyob emasligi sababli eng keng tarqalgan bo'lsa-da, samaradorligi juda pastdir. Shu bois ИДда tasma yordamida va o'z-o'zidan ochiltirish usullari tobora ko'proq qo'llanilmoqda.

ИДда, asosan, suspenziyalar ko'rinishidagi kukunsimon sor-bentlar va ochiltiruvchi oq loklar ishlatiladi. Lok ochiltirgichlar-ning sezgirliги yuqoridir.

Aniqlanadigan nuqsonlarning o'lchamiga qarab DSt 18442–73 da sezgirlikning to'rtta shartli darajasi belgilab qo'yilgan (7. 2-jad-val). Sezgirlikning shartli darajasini baholash uchun tabiiy yoki sun'iy nuqsonli test-namunalardan foydalaniladi. Silliqlash rejimi noto'g'ri bo'lganida yuzaga kelgan darzlari bo'lgan namunalardan test-namunalar sifatida eng ko'p foydalaniladi.

Yuzaga ochiltirgich qoplanganidan so'ng u iliq havo oqimi bi-lan quritilib, keyin buyumning yuzasi ko'zdan kechiriladi. Ko'zdan kechirish ikki marta ochiltirgich qoplanganidan keyin 5–20 daqiqa o'tganidan so'ng amalga oshiriladi. ИДда buyum ultrabinafsha-rang nurlanish bilan yoritilgan holda ko'zdan kechiriladi. ИДда ko'zdan kechirish elektr va kunduzgi yorug'likda olib boriladi. Ish o'rning yoritilganlik darajasi 500 lk dan kam bo'lmasligi lozim.

Sezgirlikning shartli darajalari

Sezgirlikning shartli darajasi	Nuqsonning o'lchamlari, mkm		
	Eni	Chuqurligi	Uzunligi
I	<1	≤ 10	≤ 0.1
II	≤ 10	≤ 100	≤ 1
III	≤ 100	≤ 1000	≤ 10
IV	100 va undan ortiq	1000 va undan ortiq	10 va undan ortiq

Ko'zdan kechirish oddiy ko'z bilan bajariladi, zarur hollarda esa ko'rish maydoni katta bo'lgan, kam kattalashtirib ko'rsatuvchi (1,5–2x) lupalardan foydalaniladi. Aniqlangan indikator izi optik vositalar yordamida tekshiriladi.

Indikator izlarining rasmi va joylashish topografiyasi nuqson-ning turi haqida ancha ishonch bilan fikr bildirishga imkon beradi. Masalan, har qanday darzlar, qilsimon yoriqlar, ezilgan, payvand-lanmay, kavsharlanmay qolgan joylar, oqsil pardalari turli shaklda-gi aniq, ba'zan esa uzuq-uzuq, bo'yalgan yoki luminescentlanuvchi chiziqlar ko'rinishida namoyon bo'ladi. Materialning yorilganligi, yirik donli qotishmalar yuzalarining ayrim joylaridagi kristallitlarga-ro korroziya alohida kalta chiziqlar guruhi yoki turi ko'rinishida namoyon bo'ladi. Mayda donli qotishmalar yuzasining ayrim joy-laridagi kristallitlararo korroziya dog'lari, yuvilib ketgan tilimlar ko'rinishida namoyon bo'ladi. G'ovaklar, yarasimon korroziya, kristallitlararo korroziyaning ayrim o'choqlari, eroziyadan shikast-langan joylar alohida nuqtalar yoki yulduzchalar ko'rinishida namoyon bo'ladi.

Detal yuzasidagi indikator rasmi yuzaning turli shikastlanish-lari yoki ifloslanishlari tufayli ham yuzaga kelgan bo'lishi mumkin. Nazoratchining vazifasi bu soxta nuqsonlarni haqiqiy nuqson-lardan turli qo'shimcha belgilarga ko'ra ajrata bilishdan iborat. Agar aniqlangan shtrixlar, chiziqlar va nuqtalarning miqdori ham-da o'lchamlari joiz qiymatlardan ortiq bo'lsa, buyum yaroqsizga chiqariladi. Nazorat qilib bo'linganidan so'ng buyum yuzasi erituv-chilar bilan artilib, yuvilib va boshqa usullar bilan ochiltirgichdan tozalanadi.

Nazorat chog'ida endigina paydo bo'layotgan, yo'qolib bora-digan darajada ingichka mikrodarzlarni aniqlashga katta e'tibor qaratiladi. Bunday mikrodarzlar gazosorbsion usulda aniqlanishi mumkin. Yuzasidagi nuqsonlar bo'shliqlarini havo molekulari-dan holi qilish uchun buyum vakuum kamerasiga joylanadi. Ke-yin kamera radioaktiv kripton–85 gazi kiritiladi. Bunda yuzadagi nuqsonlar gaz molekularini yutib oladi. Keyin buyum kameradan olinib, yuzasiga nurlanish detektori (masalan, yuqori daraja sezgir radioaktiv yoki fotoplyonka) qo'yiladi. Radioaktiv gaz to'plangan joylarga, ya'ni nuqsonlarga plyonka yorishadi va unga fotoishlov berilganida suratda yuzadagi nuqsonlarning vizual tasviri paydo bo'ladi. Kelajakda ushbu usul yordamida mahalliy vakuum kame-ralaridan foydalanib yirik buyumlarning uzun payvand birikmala-rini nazorat qilish mumkin.

Apparatlar. Sanoatda har xil turdagi ko'chma va ko'chmas (statsionar) defektoskoplar ishlab chiqariladi. Ko'chma КД–40III aerosol komplektining kelajagi porloq. U buyumlarni dala, sex va laboratoriya sharoitida rangli, luminescent va luminescent-rangli usullarda nazorat qilishga mo'ljallangan. Komplektga qismlarga ajraladigan aerosol ballonlari kiradi, ularni komplektga kiruvchi zaryadlash stendida defektoskopik materiallar bilan ko'p marta to'ldirish mumkin. Ballonlar uch to'plamga butlangan bo'lib, ular-dan bittasi elektr yordamida qizdiriladi, bu esa atrof muhit harorati -40°C bo'lganida ham nazorat qilishga imkon beradi. Komplektga КД–33II ultrabinafsharang nurlatkichi ham kiradi.

II uchun, ishlar hajmi kichik bo'lganida, ДМК–4, ДАК–2II ko'chma defektoskoplaridan foydalaniladi. ДМК–4 jomadan ko'rinishida yasalgan bo'lib, unda uyalar va bo'lmalar bor, ularga ishlatiladigan erituvchilar, bo'yoq va suyuqlik solingan idishlarni nazorat qilish uchun kerak yaroqlar, mo'yqalamlar qo'yilgan pe-nallar hamda lupalar joylashtirilgan. 7 kg og'irlikdagi defektoskop-ning gabarit o'lchamlari uncha katta emas: 430 . 250 . 200 mm.

Buyumlarni sexlar va laboratoriyalarda stendlarda nazorat qi-lish uchun qator operatsiyalarni avtomatlashtirish va mexanizat-siyalashtirishga imkon beruvchi ko'chmas

defektoskoplardan keng ko‘lamda foydalaniladi. Mazkur defektoskoplar rolganglar, buyumlarni nazoratga mexanizatsiyalashtirilgan usulda uzatish uchun transportyorlar, purkash kameralari, kuchli yoritkichlar va boshqa qurilmalar bilan ta’minlangan.

Buyumlarni ko‘zdan kechirish va sifatini baholash jarayonlarini avtomatlashtirish maqsadida elektron hisoblash mashinalari bo‘lgan televizion texnikadan foydalanila boshlandi. Bunday defektoskoplarning unumdorligi soatiga 500 va bundan ko‘p kichik hajmdagi detallarni tashkil etadi.

Nazorat savollari:

1. Kapillar defektoskopiya usullari qanday fizik hodisaga asoslangan?
2. Defektoskopik materiallarning tarkibi va vazifasini ayting.
3. Kapillar nazoratning asosiy texnologik operatsiyalarini ayting.
4. Kapillar defektoskopiya uchun mo‘ljallangan uskunalarni sanab o‘ting.

7-Маъруза. Germetikligini nazorat qilish

7. 1. **Sizishni izlash bilan nazorat qilishning tasnifi** Tutash turdagi buyumlar (idishlar, o'tkazgich kuvurlar)ga qo'yi-ladigan asosiy foydalanish talablari devorlari va payvand birikmalarining o'tkazmovchanligi, yaoni zichligi (germetikligi) dir. **Germetikliklik** buyumning konstruksiyalar qismlari va birikmalari orqali gaz yoki suyuqlik kirishini cheklash xususiyatidir.

Germetiklik darajasi vaqt birligi ichida sirqiydigan gaz yoki sizadigan suyuqlik miqdori bilan aniqlanadi. Buyumlarni zichlikka sinash, yoki sizishni izlash bilan nazorat qilish parron nuqsonlar orqali osongina kiradigan va ko'z bilan yoki asboblار sizishni izlagichlar hamda boshqa qayd qilish vosi-talari yordamida yaxshi farq qilinadigan sinov moddalari (suyuqlik yoki gazlar)dan foydalanib amalga oshiriladi.

Sizishni izlash bilan nazorat qilish payvand birikmalardagi va buyumning asosiy metalidagi darzlar, payvandlanmay qolgan joy-lar, gazli g'ovaklar, teshiklar, kuygan joylar va shu kabi parron nuqsonlarni aniqlashga imkon beradi. Parron nuqsonning chiziqli o'lchamlarini o'lchashning iloji bo'lmaganligi bois kattaligi vaqt birligi ichida nuqson orqali oqib o'tuvchi sinov moddasi oqimi bi-lan shartli ravishda baholanadi.

Sizishni izlash bilan nazorat qilish DSt 18353–73 ga muvofiq kapillar, kompression va vakuum usul-lariga tasniflanadi. Bu usullar esa, o'z navbatida, sinov moddasini indikatsiyalash turi va usullari, apparatlar turi hamda qo'llanilish xususiyatlariga ko'ra 8. 1-jadvalda keltirilgan xillarga ajratiladi. Sizishni izlashning qaysi usulini tanlash kerakligi sinaladigan obektlarning zichligi darajasiga qo'yiladigan talablarga, qobiqqa gazdan tushadigan ish yuki (nagruzka)ning yo'nalishi va qiymatiga, ishlatishga ruxsat etiladigan sinov moddalariga qarab aniqlanadi.

Sinash paytida yukning yo'nalishi va qiymati qobiqning mate-riali deformatsiyalanishi hamda sizish paydo bo'lishi mumkinligi sababli imkon qadar ish bosimiga mos kelmog'i lozim.

8. 1- jadval

Germetiklik sinflari

Germetiklik sinflari	Havo bo'yicha aniqlanadigan quyilishlar (nuqsonlar) diapazoni		Sizishni izlash usuli	Sinov moddasi	Indikator
	sm ³ /yil	m ³ · Pa/s			
I	2 · 10 ⁻² dan boshlab	3,76 · 10 ⁻³ dan boshlab	Geliyli kamera, vakuumli so'rg'ich	Geliy	Mass-spektrometr
II	2 · 10 ⁻¹ dan ortiq	3,75 · 10 ⁻² dan ortiq 7,51 · 10 ⁻¹ gacha	Geliy shchup Lumines-sent-gidravlik	= Suv+penetrant	Shuning o'zi Sizma va yoritish
III	2 dan ortiq 4 gacha	3,75 · 10 ⁻¹ dan ortiq 7,51 · 10 ⁻¹ gacha	Indikator-luminessent qoplamali gidravlik	Suv+penetrant	Sizma va indikator tasma hamda massada yoritish
IV	4 dan ortiq 2 · 10 ³ gacha	7,51 · 10 ⁻¹ dan ortiq 3,75 · 10 ⁻² gacha	Galoidli shchup Rangli va luminessent kapillar	Freon – havo aralashmasi	Asbob
V	2 · 10 ³ dan ortiq	3,75 · 10 ⁻² dan ortiq	Kerosin bilan sinash Pufakchalarga qarab Havo bilan siqish	Penetrant Kerosin Havo, azot Shuning o'zi	Dog'lar, yorug'lanish Oq fonda dog'lar Pufakchalar =

7. 2. **Kapillar usullar** Kapillar nazorat usullari ho'llash qobiliyati yuqori bo'lgan suyuqlikning parron nuqsonlarga kapillar kirish hodisasiga asoslangan. Nazorat qilishda, buyumning iflosliklardan tozalangan bir yuzasiga kirib boradigan suyuqlik, masalan, kerosin mo'l qilib surtiladi, ikkinchi yuzasiga esa tarkibida 1 l suv hisobiga 350–480 g yanchilgan bo'r (yoki kaolin) bo'lgan bo'r suvoq ko'rinishidagi shimiluvchi qoplama qoplanadi.

SHu holatda maolom vaqt tutib turilganidan so'ng, nazorat qilinayotgan birikma ko'zdan kechirilib, bo'r suvoqdagi sariq kero-sin dog'lari bo'yicha parron nuqsonlar aniqlanadi.

Kerosin dog'lari aniqlanishini yaxshilash uchun ko'pincha yorqin qizil bo'yovchi moddalar (masalan, 1 l kerosinga 2,5 g hisobida «sudan – III») yoki luminessentlanuvchi moddalar qo'shiladi. Kerosin bilan sinash usuli samarali bo'lib, diametri 0,1 mm dan katta bo'lgan parron nuqsonlarni aniqlash imkonini beradi. Baozan nazoratning sezgirli-gi va unumdorligini oshirish uchun sinalayotgan buyum ning yuza-si kerosin bilan ho'llanganidan so'ng, 0,3–0,4 MPa bosim ostida siqilgan havo bilan puflanadi. Bunday ortiqcha bosim ostida kero-sin nuqsonning bo'shliqlariga osonroq va tezroq kiradi. *Kerosin bilan sinash usuli* suyuqlik solinadigan idishlar, neft rezervuarlari, sisternalar va payvand choklariga ikkala tomondan yaqinlashish mumkin bo'lgan boshqa buyumlarning payvand birik-malarini nazorat qilishda qo'llaniladi.

Sizishni izlashning boshqa kapillar usullari penetrantlar – bo'yovchi moddalar (rangli usul) yoki luminoforlardan (lumines-sent usuli) foydalanishga asoslangan.

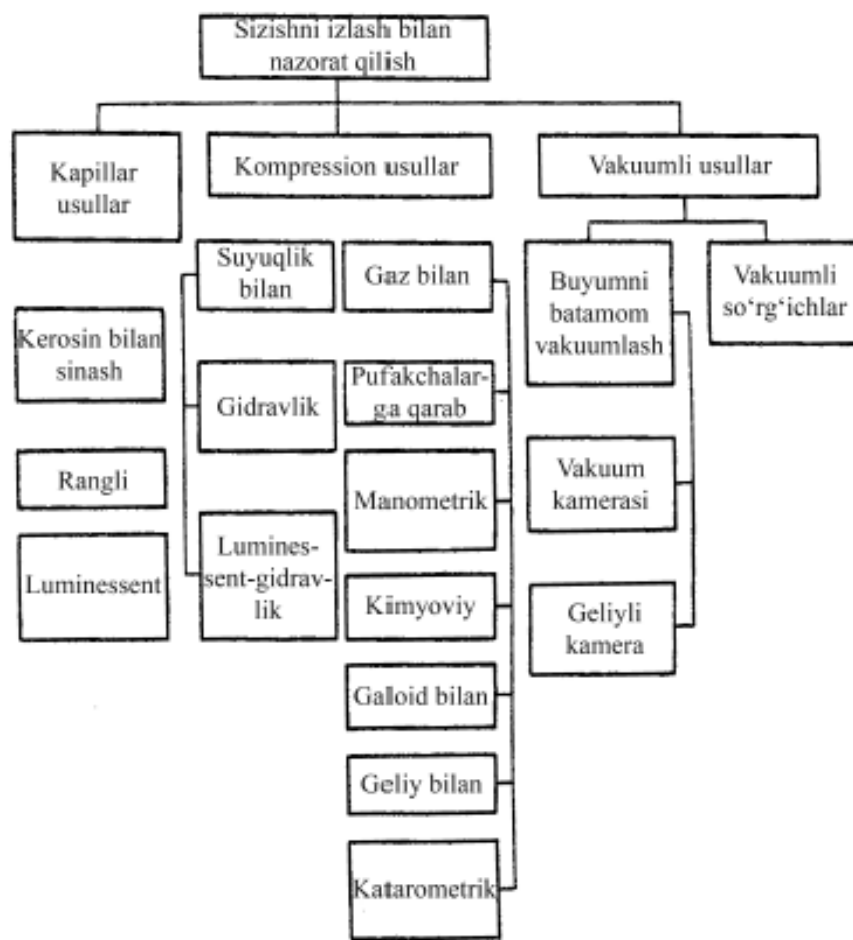
7. 3. **Kompression usullar** Kompression nazorat usullari sinalayotgan buyumda (tutash tizimda) sinov moddasi (suyuqlik yoki gaz)ning ortiqcha bosimini hosil qilish va buyumning tashqi yuzasida sinov moddasi sizayot-gan joylarni qayd qilishga asoslangan. Sinov moddasining turiga qarab, suyuqlik va gaz bilan sizishni izlash usullari farq qilinadi.

Suyuqlik bilan sizishning izlash usullari. Sizishni izlash-ning gidravlik usuli bosim ostida ishlaydigan turli tutash tizimlar (chunonchi, bug' qozonlari, neft-kimyo apparatlari va boshqalar) ni nazorat qilishda majburiy usul sifatida qo'llaniladi. Nazorat qilinayotgan buyum ish suyuqligi yoki suv bilan to'ldirilib, zichla-nadi, keyin gidravlik nasos yordamida unda ortiqcha bosim hosil qilinadi va ana shu bosim ostida maolom vaqt tutib turiladi. SHun-dan so'ng buyumning tashqi yuzasi ko'zdan kechiriladi. Tashqi yuzada suyuqlik (masalan, suv) tomchilari paydo bo'lishi yoki uning terlashi nuqson borligini bildiruvchi belgi hisoblanadi. Bunday nazorat usuli diametri 10–3 mm atrofida bo'lgan sizish joylarini aniqlashga imkon beradi. Agar texnik shartlarda nazarda tutilgan bo'lsa, gidravlik sinovlardan avval buyum radiatsion yoki ultrato-vush yordamida nazorat qilinmog'i zarur.

Luminessent-gidravlik usul kompression usulning bir turidir. Uning farqi shundaki, sinov moddasining tarkibiga luminofor qo'shiladi va buyumning tashqi yuzasi ultrabinafsharang yorug'lik-da ko'zdan kechiriladi.

Gidravlik nazorat usulida nuqsonlar yaxshiroq aniqlanishi uchun baozan buyumning tashqi yuzasiga indikator qatlam qoplanadi, bu qatlamning tarkibida luminessent modda, masalan, suv tekkanida luminessentlanadigan fluorestsinning dinatriyli tuzi va suvni uzoq vaqt ushlab turuvchi sorbent (kraxmal) bo'ladi. Bunday qoplamada parron nuqsonli joy ultrabinafsharang yorug'likda yashil yorug'la-nish ko'rinishida namoyon bo'ladi.

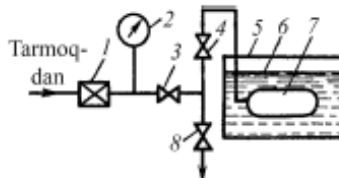
Gidravlik sinovlarni o'tkazishda buyumda hosil qilinadigan bo-simni to'g'ri tanlash muhim jihat sanaladi. Odatda, zichlikka si-nash buyumni mustahkamlikka sinash bilan birga olib boriladi va ish bosimidan 1,1–1,5 baravar ortiq bosimda amalga oshiriladi. Turkumlab ishlab chiqarish sharoitida, masalan, gaz-neft quvurlari uchun bo'ylama chokli quvurlar ishlab chiqarish sharoitida nazorat qilishda maxsus sinov stendlaridan foydalaniladi.



7.1.- rasm. Sizishni izlash bilan nazorat qilish usullari.

Gidravlik usul baʼzan ochiq idishlar, chunonchi, tindirgichlarni sinash uchun ham qoʻllaniladi. Bu holda idishlar ularga suyuqlik quyish, taqillatib koʻrish va choklarining tashqi yuzalarini koʻzdan kechirish yoʻli bilan nazorat qilinadi.

Gaz bilan sizishni izlash usullari. Bu usullar suyuqlik bilan izlash usullariga nisbatan sezgirroqdir, chunki sinov moddolari – gazlar parron nuqsonlar orqali osonroq oʻtadi. Nazoratning gazli usullari faqat tutash (berk) idishlar-ni sinash uchun qoʻllaniladi. Gazli usullarning eng oddiy *pufakcha-li usul* boʻlib, u, masalan, havo yordamida ortiqcha bosim hosil qilingan buyumni suvli vannaga botirish va sizish joylarini paydo boʻlayotgan pufakchalarga qarab aniqlashdan iborat (8. 2-rasm). Agar buyum katta boʻlsa va vannaga sigʻmasa, u holda buyum-ning tashqi yuzasiga koʻpik hosil qiluvchi modda (sovun eritmasi) qoplanadi va sizish joylari sovun pufakchalariga qarab qayd qilina-di.



7.2- rasm. Sizishni izlash bilan nazorat qilishning pufakchali usuli sxemasi:

1 – reduksion klapan; 2 – manometr; 3 – klapan; 4 – saqllovchi klapan; 5 – bak; 6 – suyuqlik; 7 – nazorat qilinayotgan buyum; 8 – bosimni pasaytirish ventili.

«Lotos», «Ladoga» va boshqa sirt-aktiv moddalar hamda nam-likni tutib turuvchi komponent xrompikli (0,01%) glitserin (90% gacha) ko'pik indikatorining asosi bo'lib xizmat qiladi. Pufakchali usul 10–3 mm gacha diametrli ancha mayda sizish joylarini aniqlash-ga imkon beradi.

Kimyoviy kompression usullar sinov moddasining kimyoviy sizishlarini sinalayotgan buyumning tashqi yuzasiga qoplangan in-dikator qatlami bilan indikatsiyalash uchun foydalanishga asoslan-gan.

Kompression usullarga havo-ammiak aralashmasi bilan nazorat qilish usuli ham kiradi. Ayni usulda sinalayotgan buyum payvand chokining tashqi yuzasi simob – oksid nitratning 5% li eritma-si yoki fenolftalein eritmasi bilan ho'llangan qog'oz tasma bilan qoplanadi. Keyin buyumga havoning 1–10% ammiak bilan erit-masi beriladi. Qog'oz 1–15 daqiqa tutib turiladi. Ammiak parron nuqsonlar orqali kirib, qog'ozdagi sizish joylarida qora yoki binaf-sharang dog'lar qoldiradi.

Sinov moddasi sifatida SO₂ dan foydalanilganida chokning tash-q'i yuzasiga qog'oz tasma o'rniga quyidagi tarkibli indikator massa qoplanadi (mas. q. da): distillat – 40; agar-agar – 1; fenolftalein – 0,15; suvsiz soda – 0,01. Sizish joylari massaning to'q qizil fonida-gi rangsiz dog'lar ko'rinishida namoyon bo'ladi.

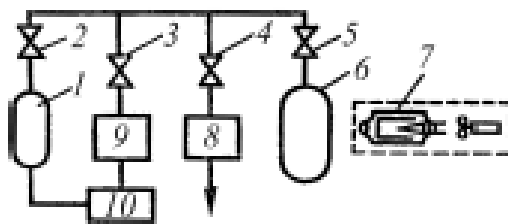
Zichlikni *gaz-luminessent usulida* nazorat qilish juda texnologi-yabopdir. Idish tuzsizlantirilgan sinov gazi, masalan, SO₂ va ammi-ak bilan to'yingan suv bilan to'ldiriladi. Tekshirilayotgan buyum-ning tashqi yuzasiga shimiluvchi indikator qoplama surtiladi, qoplamaning tarkibida sinov gazi bilan to'qnash kelganida yangi indikatorni hosil qiluvchi kimyoviy moddalar bor bo'lib, bu indika-tor ultrabinafsharang nurlanishda fluoressensiyalaydi.

Kompression nazorat usullarining eng oddiysi *manometrik usuldir*. Mazkur usul idishning zichligi buzilganida uning ichida so-dir bo'luvchi bosim o'zgarishini manometrlar yordamida muayyan vaqt mobaynida qayd qilishdan iborat. Usul zichlikning taxminiy bahosini beradi, ammo bosim ostida ishlaydigan foydalanilayotgan uskunalarni hech qanday qo'shimcha operatsiyalarsiz vaqti-vaqtida tekshirib turish uchun qo'llanilishi mumkin.

Buyumlarning zichligini nazorat qilish amaliyotida yuqorida aytilgan usullar bilan aniqlash mumkin bo'lganlaridan ancha kichik sizishni aniqlashga to'g'ri keladi. Bunday nuqsonlar sizishni galoid va geliy bilan izlash orqali aniqlanadi.

Galoid bilan izlash usulida sinov gazi sifatida freon–12 (ftorning galoidli elementi asosidagi kimyoviy birikma)dan foydalaniladi. Uning kirib borish qobiliyati yuqori. Sizishni galoid bilan izlashda indikator vizifasini elektron asbob o'taydi. Uning tarkibida plati-na diod ko'rinishidagi sezgir element mavjud bo'lib, elementning zondi va kollektori 800–900°C gacha qizdirilgan va bir-biridan havo yoki vakuumdan iborat oraliq bilan ajratilgan bo'ladi.

Ana shu oraliqqa freon molekularlari tushganida, diod orqa-li o'tayotgan elektr toki keskin ortadi, buni strelkali asbob qayd qiladi. Sanoatda GTI–6 va BGTI–5 turidagi galoid bilan sizishni izlagichlar ishlab chiqariladi, ular bir-biridan konstruksion ijrosi bilan farq qiladi. Keyingi paytlarda freonni kimyoviy reaksiyalar masalan, ammiak bilan reaksiyaga kirishishi natijasida uning par-chalanish mahsullari bo'yicha indikatsiyalashning sezgirroq usul-lari qo'llanilayotir. GTI–6 turidagi sizishni izlagich atmosfera sharoitida ishlash uchun mo'ljallangan datchigi bo'lgan chiqarma shchupdan va strelkali asbobi hamda tovush indikatorni telefoni bo'lgan o'lchash blogidan tuzilgan. Asbobda asosiy atmosfera datchikidan tashqari, vakuum datchigi, oqimi rostlanadigan chiqarma puflagich va qayd qiluvchi blok bor. BGTI–5 turidagi sizishni izlagich akkumulatorlar batareyasidan avtonom ravishda taominlanadi va uzun buyumlarni montaj va dala sharoitida sinashda juda qulaydir. Amaliyotda galoid bilan sizish-ni izlashda, odatda, shchup usu-lidan foydalaniladi (8. 3-rasm). Tutash idishda freon–12 atmosfere-rasining biroz ortiqcha bosimi ho-sil qilinadi. Galoid bilan sizishni izlagichning shchupi yordamida buyumning tashqi yuzasi chokning butun uzunligi bo'yicha «hidlab ko'riladi». SHchupni chok bo'ylab siljitish tezligi – 10–25 mm/s. *Geliy bilan sizishni izlashda* si-nov moddasi vazifasini molekular massasi kichik va, binobarin, juda mayda nozichliklardan kirish qo-biliyati yaxshi bo'lgan geliy gazi o'taydi. Gaz mass-spektrometr vositasida indikatsiyalanadi. Sina-layotgan buyumdagi parron nozichliklardan o'tgan geliy 665 · 10⁻⁶ Pa ga teng yuqori vakuum hosil qilingan mass-spektrometr ning kamerasiga kelib tushadi. Magnit maydonida turgan kamera latun



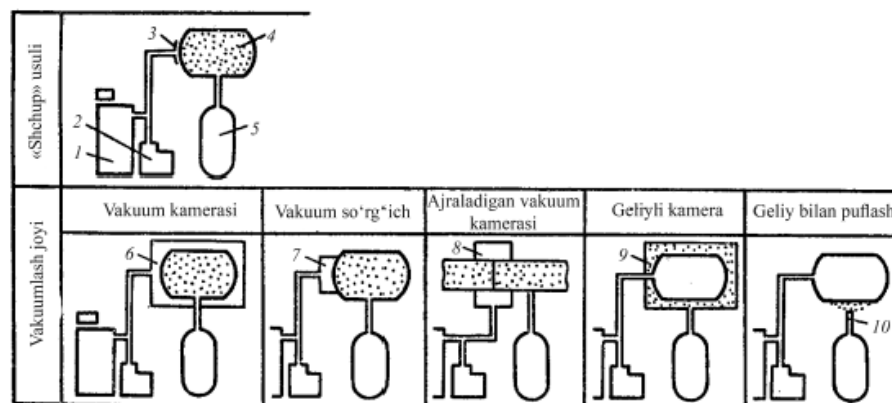
7.3- rasm. Nazorat qilinadigan buyumni toza freon bilan to'ldirgan holda zichligini shchup usulida galoid bilan nazorat qilish sxemasi:

1 – freonli ballon; 2–5 – ven-tillar; 6 – nazorat qilinayotgan buyum; 7 – galogen bilan sizishni izlashda ishlatiladigan atmo-sfera datchigi bo'lgan shchup; 8 – mexanik vakkum nasosi; 9 – kompressor; 10 – kondensator.

korpus ichiga joylangan katod, ionizator, diafragma va kollektor-dan tuzilgan. Mass-spektrometrga tushayotgan gaz molekulalari qizigan katod emittatsiyalayotgan elektronlar oqimi taosirida ionla-nadi va zaryadli musbat ionlarga aylanadi. 300–400 V kuchlanishli elektron maydoni tezlashtirayotgan ionlar mass-spektrometrning kamerasiga kelib tushadi va magnit maydoni taosirida doiraviy harakat traektoriyasiga ega bo'ladi. Massasiga qarab ionlar tur-li radiuslarda harakatlanadi. Ionlarning harakat yo'lida joylashgan dia fragmalar faqat geliy ionlarini ajratib chiqaradi, bu ionlar kollek-torga kelib tushadi. Bunda ion toki kuchayadi, buni milliampermetr va tovush indikatori (sirena bilan) qayd qiladi. Mass-spektrometr nazorat qilayotgan buyumdagi nozichliklar orqali o'tib, asbobga tushgan juda ham kam miqdordagi geliy atomlarini qayd qilish im-konini beradi. Zichlikni geliyli shchup bilan nazorat qilish sezgirli-gi 10^{-6} mm³ MPa/sek ga yetadi.

Sanoatda mass-spektrometrik geliy bilan sizishni izlagichlar-ning bir necha turi ishlab chiqariladi. Ular, asosan, vakuumli so'ril-ma tizim, mass-spektrometrik analizator (mass-spektrometr) va elektron blokdan tashkil topadi. Sezgirli-gi (qayd qiladigan eng kam geliy oqimi) $6,5 \cdot 10^{-9}$ mm³ MPa/sek bo'lgan PTI–7A turidagi ko'chma sizishni izlagich eng ko'p ishlatiladi. Sizishni izlagich-ning vakuumli tizimi mexanik (VN–461M) va bug'-moyda ishlay-digan (NVO–40M) nasoslardan suyuq azot bilan sovutiladigan tut-kich va ventillardan tuzilgan. Tutkich moy bug'lari nasosdan press-spekrometr kamerasiga o'tishiga to'sqinlik qiladi. Hozirgi vaqtda sezgirli-gi anchagina yuqori bo'lgan geliy bilan sizishni izlagichlar (PTI–10)dan tobora keng foydalanilmoqda. Unda elektron avto-matik potensiometr-ga chiqish simi bor. Sizishni izlagich kalibrlan-gan geliy sizmalari bilan taominlangan bo'lib, ular uni sozlash uchun xizmat qiladi.

Gazli infraqizil sizishni izlagichlarning kelajagi porloq. Ularda tahlil qilinadigan komponent infraqizil nurlanishining tanlab yu-tilishiga asoslangan gazlarni indikatsiyalash usullaridan foydala-niladi. Har xil gazlarning yutilish infraqizil spektrlarining o'ziga



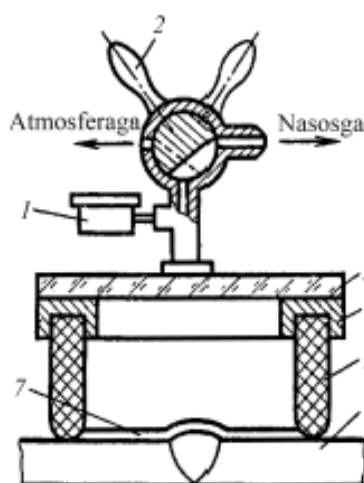
8.4- rasm. Vakuum yordamida sizishni izlashning prinsipial sxemalari:

1 – sizishni izlagich; 2 – qo'shimcha so'rish tizimi; 3 – shchup; 4 – nazorat qilinayotgan buyum; 5 – sinov moddasi (gaz) solingan ballon; 6–8 – vakuum kamerali so'rg'ichlar va ajraladigan kamera; 9 – geliyli kamera; 10 – puflash to'pponchasi.

Birinchi holda nazorat qilinadi-gan buyum geliy bilan to'ldirilgan kameraga joylanib, zarur bosimga-cha vakuum hosil qilinadi va zichligi buzilgan buyum ichida geliy ionlarining paydo bo'lishi asbob bilan qayd qilinadi. Ikkinchi holda maolom ortiqcha bosim bilan geliy to'ldirilgan buyumning tashqi yu-zasiga vakuum kamerasi qo'yilib, uning bo'shlig'ida vakuum hosil qilinadi (8. 5- rasm). Kamerada geliy ionlari paydo bo'lishi geliy bilan sizishni izlagich yordamida qayd qilinadi.

Nazorat usuli konstruktor aniq-laydigan buyumning zichlik sinfi-ga qarab tanlanadi. Masalan, atom energetikasida foydalanish sharoiti va taomirlash imkoniyatlariga qarab hamma uskunalar beshta zichlik sinfiga ajratiladi (8. 1-jad-val). Zichlik sinflarining har biriga sezgirlik darajasiga bog'liq holda muayyan sinov usullari mos kela-di. 1-sinfga ishlatilishi o'ziga xos xususiyatlarga ega bo'lgani bois ishonchlilik darajasi juda yuqori bo'lishi zarur bo'lgan muhim detallar kiritiladi.

Sizishni ishlash juda sermehnat va uzoq davom etadigan operatsiya bo'lib, ishlab chiqarish madaniyati yuqori saviyada bo'lishini talab qiladi. SHu sababli hozirgi vaqtda bunday sinovlarning butun siklini avtomatlashtirishga harakat qilinmoqda. Ayrim sanoat tarmoqlarida nazorat yuqori darajada unumdor va ishonchli bo'lishi-ni taaminlovchi avtomatlashtirilgan standlar yaratilib, amalda qo'llanilayotir.



7.5- rasm. Zichlikni vakuum kamerasi yordamida nazorat qilish sxemasi:

1 – vakuummetr; 2 – uch yo'lli jo'mrak (ikki holatda); 3 – organ-ik shisha; 4 – metall ramka; 5 – g'ovak-g'ovak rezina zichlama; 6 – nazorat qilinayotgan payvand birikma; 7 – ko'pik hosil qiluvchi modda pardasi.

Mamlakatimizda avtomatlashtirilgan qurilmalarning ikki turi – mass-spektrometrik va manometrik qurilmalar keng ko‘lamda qo‘llaniladi. Bunday qurilmalar o‘lchash majmuyi, shu jumladan sizishni izlagich, dastur blogi, yaroqsizga (brakka) chiqarish uzeli, yuklash qurilmasi va boshqalardan tashkil topadi. Masalan, avtomatlashtirilgan mass-spektrometrik UKGM–2 qurilmasining unumdorligi soatiga 3000 tagacha mayda detallarga yetadi. Mano-metrik qurilmalar tuzilishiga ko‘ra oddiyroq hisoblanadi. Zavod sharoitida siqilgan havo magistrali mavjudligi, kamyob bo‘lmagan standart pnevmatik boshqarish apparatlaridan foydalanish mum-kinligi ulardan foydalanishni osonlashtiradi. Mazkur qurilmalar oziq-ovqat, avtomobil, mashinasozlik sanoatida keng tarqalgan.

Yuqori unumli avtomatlashtirilgan qurilmalar buyumlarning zichligini nazorat qilish uchun yangi usullar va asboblarni yaratilishi-ni talab qiladi.

Lazerli gazoanalitik usullar, golografik interferometriya, elek-tron ushlab detektorlari, yupqa plyonkali yarimo‘tkazgichli detek-torlar va boshqalardan foydalanilmoqda.

Nazorat savollari:

1. Zichlikni nazorat qilishning asosiy usullarini ayting.
2. Usullarning sezgirligini foydalaniladigan sinov moddalari va indikatorga bog‘liq holda o‘zaro taqqoslang.

8-Маъруза. Buzmasdan nazorat qilish diagnostik usullari

8. 1. Akustikemission usul Ushbu zamonaviy usullardan, eng avvalo, akustik-emission usul aytib o'tilishi kerak. Ushbu usuldan Navoiy kon-metallurgiya kombinatining Navoiy mashinasozlik zavodi qoshidagi «Putur yetkazmaydigan nazorat Markaziy laboratoriyasi», Chirchiq shahrida joylashgan «Maksam-Chirchiq» OAJning Texnik diagnostika va putur yetkazmaydigan usullar markazi, Qashqadaryodagi Sho'rtan gaz-kimyo majmuasi laboratoriyasi, Navoiy shahridagi «Navoiy Azot» ishlab chiqarish birlashmasining laboratoriyasi va yana boshqa korxonalar foydalanishmoqda. Ushbu usuldan foydalanish uchun «Sanoatgeokontekxnazorat» Davlat inspeksiyasi tomonidan tasdiqlanib, 3 ta texnik me'yoriy hujjatlar ishlab chiqilgan. Ular:

1) «Idishlar, apparatlar, qozonlar va texnologik quvurlarning akustik-emission nazoratini tashkil etish va o'tkazish Qoidalari», ya'ni «STH 16–50–09» («Sanoatgeokontekxnazorat» Davlat inspeksiyasining texnik hujjati);

2) «Xavfli ishlab chiqarish obyektlarini nazorat qilishda qo'llaniladigan akustik-emission o'zgartirgichlarga talablar», ya'ni «STH 16–48–09»;

3) «Xavfli ishlab chiqarish obyektlarini nazorat qilishda qo'llaniladigan akustik-emission apparatlarga talablar», ya'ni «STH 16– 63–09».

Bu yangi usulning asosiy mag'izi shundan iboratki, tek-shirilayotgan uskuna, jihoz yoki quvur, sig'imlarga bir nechta – 2, 3 tadan boshlab 24 tagacha va undan oshiq maxsus datchiklar (qabul qiluvchi moslamalar) o'rnatilib, tekshirilayotgan obyektga ta'sir (nagruzka) o'tkaziladi. Misol usun, sig'imlarga ish bosimidan 10% yuqori bo'lgan miqdorda suv yoki gaz yordamida bosim beriladi va metallardan akustik signal – tovush o'tkaziladi. Usulning afzalligi shuki, u nafaqat mavjud bo'lgan yoriqlardan chiqayot-gan shovqinni, balki metallning oqish chegarasiga yaqin bo'lgan mexanik kuchlanishlarning mavjud joylarini kompyuter displeyida ko'rsatib beradi. Undan so'ng aniqlangan joylarni putur yetkaz-maydigan nazoratning an'anaviy usullari bilan tekshirib, nuqsonlar aniqlanadi va bartaraf etiladi. Agar buning iloji bo'lmasa, obyekt ishlab chiqarishdan chetlatiladi. Ushbu usul sanoatda juda qo'l keladi va katta mablag'larni iqtisod qilish imkonini beradi. Uning keng qo'llanilishiga to'sqinlik qilayotgan sabablar:

– apparatura chetdan keltiriladi (asosan, Rossiya Federatsiyasi-dan) va uning narxi nisbatan baland;

– usuldan foydalanadigan xodimlarni respublikamizda o'qitib, sertifikatlash imkoniyati hozircha mavjud emas va xodimlar, asosan, chet davlatlarda tayyorlanishadi;

– usuldan foydalanish vaqtida atrofda sokinlik hukm surishi, ya'ni qo'shimcha shovqinlar apparaturaga ta'sir o'tkazmasligi kerak. Sanoat sharoitida esa bunga erishish oson emas.

8. 2. Metallarning magnit xotirasi usuli

Hozirgi davrda asta-sekin o'ziga yo'l ochayotgan usullardan yana biri – bu metallarning magnit xotirasi usulidir. Ushbu usul-ning ham tarafdorlari, ham tadqidchilari bor. Shunga qaramay, Ros-siya Federatsiyasida 5 ta davlat standartlari, ya'ni:

1) ГОСТ Р 52330–2005 «Putur yetkazmaydigan nazorat. Sanoat va transport obyektlarining kuchlanganlik-deformatsiya holatini nazorat qilish»;

2) ГОСТ Р ИСО 24497–2009 «Metallarning magnit xotirasi usuli. 1- qism. Atamalar va ta'riflar»;

3) ГОСТ Р ИСО 24497–2009 «Metallarning magnit xotirasi usuli. 2- qism. Asosiy talablar»;

4) ГОСТ Р ИСО 24497–2009 «Metallarning magnit xotirasi usuli. 3- qism. Payvand birikmalarni nazorat qilish»;

5) ГОСТ Р 53006–2008 «Tezkor usullar asosida potensial xavfli obyektlarning resurslarini baholash» kabi bir qator davlat standart-larini amaliyotga kiritildi va 2013- yili fevral oyida Moskva shahri-da ushbu usul bo'yicha xalqaro simpozium bo'lib o'tdi. Ushbu usulning

asoschisi deb texnika fanlari doktori, professor A. A. Du-bovni aytib o‘tish mumkin. Ushbu usulda ishlatilayotgan asboblari ИКН–2М–8, ИКН–3М–12, ЭМИТ–1М, Тип 11–12К.

O‘zbekistonda ushbu usulni egallash maqsadida Chirchiq shahridagi «NUR» attestatlash markazi mutaxassislari Moskvada-gi simpoziumda qatnashib, u yerda malakasini oshirib, «O‘zstan-dart» agentligidan yuqorida ko‘rsatilgan standartlarni O‘zbekiston-da amalga kiritishni so‘rab, murojaat qilishgan. Hozir bu masala ko‘rib chiqilmoqda.

O‘zbekistondagi korxonalardan «ЛЮКОЙЛ» Uzbekistan Ope-reyting Kompani» mas’uliyati cheklangan jamiyati ushbu usulni o‘zining tender talablariga kiritib, ularning bu yerdagi obyektlarida putur yetkazmaydigan nazorat o‘tkazish huquqini olish uchun shu usulni egallash kerakligi shartini qo‘ygan.

Ushbu usulning asbob-anjomlarining narxi ham hali ancha yuqori. Bu usulning fizikaviy ma’nosi ko‘proq ferrozond usuli-ga yaqinroq keladi, chunki u metallarning kristallik panjarasidagi nuqsonlarning magnit xossalarga ta’sir etish xususiyatiga asoslan-gan.

Uskunalarining ishlay olish qobiliyatini tezkor usullar yordami-da aniqlash hozirgi davrning eng dolzarb masalalari qatoriga kiradi deb, hech mubolag‘asiz aytish mumkin. Masalan, hozirgi davrda respublikamizda yonilg‘ining muqobil turlariga o‘tish keng tarqalib bormoqda. Chet eldan katta miqdorda avtomobillarga o‘rnatiladigan gaz ballonlari import qilinmoqda va ularning ba’zilar portlab, nohush hollarga olib kelmoqda. Aksariyat ballonlarning vaz-nini kamaytirish maqsadida ishlab chiqaruvchilar ularning metall qismini yupqa metallardan yasab, ustiga kompozit qatlam qoplashmoqda. Ushbu kompozit qatlamning mustahkamligi, ya’ni tortish-ga qarshiligi 5,4 Gigapaskal, po‘latniki esa 1,8 Gigapaskal, ya’ni 3 baravar kam. Shunga qaramay, ushbu turdagi ballonlar metall qismidan yorilib, parchalanishmoqda. Suv bilan bosim berish kabi an’anaviy usul bilan ushbu ballonlarni sinab bo‘lmaydi, chunki kompozit qatlami ostida suvning sizib chiqishini ko‘rish, yoki biror igna uchidek yoriqni aniqlab bo‘lmaydi.

Bir necha ming ballonlarni arzon va tezkor usul bilan tekshirib, ularning qay darajada ishga yaroqli ekanini aniqlash hozirgi davr-ning birinchi galdagi vazifasidir. Yuqorida aytilgan ikki yan-gi usul ushbu masalani yechish uchun ayni yaroqli va ular sinab ko‘rilmoqda. Ammo hozircha ishonarli, qaytariladigan natijalarga erishilgani yo‘q.

8. 3. Issiqlikni ko‘rish usuli

Ushbu usuldan, eng avvalo, energetika sohasida foydalanila boshlandi. Sababi teplovizorlar (ushbu usulda ishlatiladigan as-boblar), elektrokontaktlari, ya’ni ulanish joylaridagi issiqlik ajralib chiqishini ekranda ko‘rsatib, uzoq masofadan turib nuqsonli ulanishlarni aniq ko‘rsatib berar edi.

Undan keyin ushbu usul bilan binolarning yoriq joylarini topish-da foydalanildi, chunki yoriqlar va nuqsonli joylardan binodagi is-siqlik sizib chiqadi va bu holat ham teplovizor ekranida namoyon bo‘ladi. Hozir esa ushbu usul sanoatda payvand choklarini tekshirishda, hattoki tibbiyotda ham tarqalib ketmoqda. Ushbu usulning eng katta «kamchiligi» – teplovizorlarning bar-cha usul asboblari bilan eng qimmatligidir.

Ushbu usul bo‘yicha ham xodimlarni hozircha faqat chet elda o‘qitib, sertifikatlash mumkin.

8. 4. Tebranishlarni aniqlash (vibrodiagnostika)

Katta tezlikda aylanadigan moslama va uskunalaridagi biror bir kichik nuqson ham aylanish tezligi yuqori bo‘lganligi sababli pod-shipniklar va boshqa detallarning tez ishdan chiqishiga olib keladi. Bunday misollar qilib issiqlik elektr stansiyalaridagi generatorlar-ning rotorlarini, katta bosimda gazlarni uzoq masofalarga quvur-lar orqali yuboradigan kompressorlarning aylanuvchi qismlarini keltirish mumkin. Issiqlik elektr stansiyalaridagi generatorlarning rotorlari bir necha o‘n tonna, ba’zida esa yuzlab tonna vaznga ega. Ushbu katta jismlarni ish davrida tekshirib, nuqson va kamchiliklar joyini aniqlash, ish rejimini, aylanish soni, bosim va haroratni o‘zgartirish faqat vibrodiagnostika natijalariga asoslanadi. Qibray-dagi Toshkent issiqlik elektrostansiyasidagi vibrodiagnostlar gu-ruhi respublikamizdagi eng malakali mutaxassislardan tashkil top-gan va ular energetika sohasida asosli ravishda katta obro‘ga ega.

8. 5. Texnik endoskopiya

Oldinlari ushbu ibora faqat meditsinaga taalluqli deb tushuni-lar edi. Hozir esa katta bosimda ishlaydigan idishlar yoki quvurlar ichini ko'rish uchun ushbu asboblarning zarur bo'lib qoldi. Ushbu mitti asboblarning ba'zilar o'nlab metr uzunlikkacha quvur ichiga kirib, ko'rilayotgan yerni yoritib, tashqaridan turib operator tomonidan aylantirilib, zarur joylarni video yoki foto kameraga oladi va o'z xotirasida saqlaydi.

Taxminan 800 mm masofagacha kira oladigan, chet eldan keltirilgan, endoskopning narxi 4–5 ming AQSh dollariga teng. Shun-ga qaramay, O'zbekistonning bir necha korxonasi laboratoriyalari ushbu jihozlarni sotib olib, foydalanishadi.

Nazorat savollari:

1. Akustik-emission usul haqida gapirib bering.
2. Metallarning magnit xotirasi usuli qanday usul?
3. Issiqlikni ko'rish usuli qanday usul?
4. Tebranishlarni aniqlash – vibrodiagnostika haqida aytib bering.
5. Texnik endoskopiya haqida gapirib bering.

Putur yetkazmaydigan nazoratning tuzilishi O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2008-yil 10-dekabrda 271-sonli «Xavfli ishlab chiqarish obyektlarining sanoat xavfsizligi to'g'risida»gi O'zbekiston Respublikasi Qonunini amalga oshirishga doir qo'shimcha chora-tadbirlar haqida» Qaroriga 3-ilovadagi ba'zi materiallarni kiritish taklif etiladi. Ushbu ilovada O'zbekiston Respublikasida putur yetkazmaydigan nazorat tizimini shakllantirish va rivojlantirish Konsepsiyasi keltirilgan.

Konsepsiyadan quyidagilar o'rin olgan:

- I. Umumiy qoidalar.
- II. Putur yetkazmaydigan nazorat tizimini shakllantirishva rivoj-lantirish konsepsiyasining asosiy vazifalari.
- III. Mahsulot sifatini ta'minlashda putur yetkazmaydigan nazo-ratning roli.
- IV. Sanoatva radiatsiya xavfsizligini ta'minlashda putur yetkaz-maydigan nazoratning roli.
- V. Putur yetkazmaydigan nazorat tiziminiqurish.
- VI. Putur yetkazmaydigan nazorat tizimini boshqarish.
- VII. Putur yetkazmaydigan nazorat tizimini shakllantirish va rivojlantirishning asosiy yo'nalishlari.
- VIII. Putur yetkazmaydigan nazorat tizimini shakllantirish va rivojlantirishning ustuvor chora-tadbirlari hamda unga ilova sifati-da «Putur yetkazmaydigan nazorat tizimi tuzilmasi».

I. Umumiy qoidalar

Sanoat ishlab chiqarishi sohalaridagi ilmiy-texnik taraqqiyot rivojlanishining sezilarli sur'atlari hamda ishlab chiqarish obyektlarining yuqori foydalanish ishonchliligini qo'llab-quvvatlash vazifalarini hal etish zarurligi nazoratning putur yetkazmaydigan usullarini takomillashtirish va yana-da keng qo'llashni talab etadi.

Putur yetkazmaydigan usullar kompleksidan oqilona foydalanish mahsulotning ishonchliligi va sifatini oshirish imkonini beradi, murakkab agregatlarning texnogen avariylari va halokatlarining oldini oladi hamda ishlab chiqarishga juda katta iqtisodiy afzal-liklar beradi.

Putur yetkazmaydigan nazorat tizimini shakllantirish va rivoj-lantirish konsepsiyasi putur yetkazmaydigan nazorat sohasidagi faoliyatni tashkiliy-metodik va ilmiy-texnik ta'minlashni doimiy ravishda takomillashtirib borish asosida uning yo'nalishlarini asos-li belgilash, xodimlar malakasini, laboratoriyalar vakolatligini, putur yetkazmaydigan nazoratning metodik hujjatlari va vositalari texnik darajasini oshirish, putur yetkazmaydigan nazorat tizimi qoi-dalari va tartib-qoidalarini putur yetkazmaydigan nazorat bo'yicha jahon standartlari talablari va mezonlariga uyg'unlashtirish maqsa-dida ishlab chiqilgan.

Putur yetkazmaydigan nazorat tizimini shakllantirish va rivoj-lantirish konsepsiyasi putur yetkazmaydigan nazorat sohasida me'yoriy-huquqiy, normativ va texnik hujjatlarni ishlab chiqish, xavfli ishlab chiqarish obyektlarining texnik, sanoat va radiatsion xavfsizligini, shu jumladan fuqarolarning hayoti va sog'ligi, ularning mol-mulki, atrof muhitning xavfsizligini ta'minlash, shuningdek, ishlab chiqarish obyektlaridan chiqadigan texnogen xavflardan sanoat va radiatsiya xavfsizligini ta'minlash bo'yicha putur yetkazmaydigan nazorat sohasida maqsadli dasturlarni ishlab chiqish va amalga oshirish uchun asos hisoblanadi. Putur yetkazmaydigan nazorat tizimini shakllantirish va rivoj-lantirish konsepsiyasining huquqiy asosini O'zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi, mehnatni muhofaza qilish, ekologiya, yer osti boyliklarini muhofaza qilish, sanoat va radiatsiya xavfsizligi sohasidagi O'zbekiston Respublikasi qonunlari, putur yetkazmaydigan nazorat sohasida texnik siyosat va munosabatlar masalalarini tartibga soladigan xalqaro shartnomalar va bitimlar, sanoat va radiatsiya xavfsizligini ta'minlash sohasidagi normativ hujjatlar va hokazolar tashkil etadi.

Putur yetkazmaydigan nazorat tizimini shakllantirish putur yetkazmaydigan nazorat natijalarining eng ko'p darajada samaraliligi va ishonchliligini belgilab beradigan omil sifatida putur yetkazmaydigan nazoratni tashkil etishga kompleks yondashish zarurligi bilan belgilanadi.

Mahsulotlarning sifati va ishonchliligi darajasini, shu jumladan ishlab chiqarish obyektlarida qo'llaniladigan va ishlatiladigan texnik qurilmalar, binolar va inshootlarning foydalanish xavfsizligini oshirish putur yetkazmaydigan nazorat tizimining maqsadi hisoblanadi. Bunga putur yetkazmaydigan nazoratning ishonchliligi, takrorlanishi, qiyoslanishini ta'minlash hamda sanoat va radiatsiya xavfsizligini ta'minlash bo'yicha o'z vaqtida va muqobil qarorlar qabul qilish hisobiga erishiladi.

Putur yetkazmaydigan nazorat tizimini shakllantirish va rivoj-lantirish konsepsiyasi putur yetkazmaydigan nazorat tizimining asosiy maqsadlari va vazifalarini, tuzilmasini, shuningdek, uni rivojlantirishning asosiy yo'nalishlarini belgilaydi.

II. Putur yetkazmaydigan nazorat tizimini shakllantirish va rivojlantirish Konsepsiyasining asosiy vazifalari

Putur yetkazmaydigan nazorat tizimini shakllantirish va rivoj-lantirish konsepsiyasi quyidagi asosiy vazifalarni hal etishga yo'naltirilgan:

- putur yetkazmaydigan nazorat sohasidagi faoliyatni tashkiliy-metodik va ilmiy-texnik ta'minlashni takomillashtirish;
- putur yetkazmaydigan nazorat xodimlari malakasini, laboratoriyalarining vakolatligini, metodik hujjatlari va vositalarining texnik darajasini oshirish;
- putur yetkazmaydigan nazorat tizimining qoidalarini va tar-tibqoidalarini putur yetkazmaydigan nazorat bo'yicha xalqaro standartlar talablari va mezonlariga uyg'unlashtirish;
- putur yetkazmaydigan nazorat xodimlari, laboratoriyalari, metodik hujjatlari va vositalarini baholash va ularning muvofiqligini tasdiqlash;
- putur yetkazmaydigan nazorat xodimlari, laboratoriyalari, metodik hujjatlari, vositalari ma'lumotlar bankini shakllantirish va putur yetkazmaydigan nazorat tizimini axborot bilan ta'minlash;
- muvofiqlikka baho berish va tasdiqlash bo'yicha tashkiliy tuzilmalarni maqbullashtirish;
- muvofiqlikka baho berish va tasdiqlash bo'yicha normativ hujjatlarni ishlab chiqish va tasdiqlash;
- putur yetkazmaydigan nazorat natijalari xalqaro e'tirof etilishi uchun shart-sharoitlar yaratish.

III. Mahsulotsifatini ta'minlashda putur yetkazmaydigan nazoratning roli

Putur yetkazmaydigan nazorat mahsulotning ishonchliligi va sifatini oshirish imkonini beradi, yangi, murakkabroq ishlab chiqarishni o'zlashtirishga, shuningdek, yangi progressiv texnologik jarayonlarni joriy etishga ko'maklashadi. Putur yetkazmaydigan nazorat nazoratning

boshqa usullaridan farqqilgan holda nazorat qilinadigan turkumda buyumlarning 100 foizini qamrab olishi mumkin, shu sababli ishlab chiqarish jarayoni samaradorligini tek-shirish imkonini beradi, keyinchalik qayta ishlash uchun mahsulot-ning yaroqli qismini tanlab olish imkonini beradi va ishlab chiqarilayotgan buyumlarning sifatini kafolatlaydi.

Texnologik jarayonning har xil bosqichlarida putur yetkazmay-digan sinovlarni muntazam o'tkazish va ushbu sinovlar natijalarini statistik qayta ishlash nuqsonlar paydo bo'ladigan texnologik ja-rayonlar bosqichini aniqlash va, tegishlicha, nuqsonning sabablari-ni aniqlash va bartaraf etish imkonini beradi.

Murakkab texnologik jarayon sharoitlarida tayyor detallar sifati-ni qayd etadigan putur yetkazmaydigan nazorat jarayoniga tuzatish kiritishning faol usuliga aylanadi. Ishlab chiqarish avtomatlashtiri-lishi sharoitlarida nazoratning tuzatuvchi roli, ayniqsa, oshadi.

Shunday qilib putur yetkazmaydigan nazorat usullaridan oqilo-na foydalanilgan taqdirda ular texnologik jarayonni takomillashti-rishning samarali vositasiga aylanishi mumkin.

Putur yetkazmaydigan nazorat operatsiyalari o'zida texnologik jarayonning ajralmas va teng huquqli bo'g'inini ifodalaydi. Ushbu operatsiyalar:

- buyum sifatini aniqlashga;
- buyumlarning mustahkamligini aniqlashga;
- eng yaxshi konstruktiv va texnologik yechimga yo'naltirishga;
- tayyorlovchining markasini qo'llab-quvvatlashga;
- baxtsiz hodisalarning oldini olish va xavfsizlikni oshirishga;
- ishlab chiqarish qiymatini pasaytirishga qodir.

IV. Sanoat va radiatsiya xavfsizligini ta'minlashda putur yetkazmaydigan nazoratning roli

Potensial xavfli obyektlar – ishlab chiqarish texnikasi va trans-porti, bosim ostida ishlaydigan idishlar, quvur tarmoqlari, elektr stansiyalari, ko'priklar, binolar va inshootlarning tayanch kon-struksiyalari, ko'tarish qurilmalari, temir yo'llar, ionlashtiruvchi nurlanish manbalari va boshqa bir qancha obyektlarning sifati va xavfsizligini tekshirishda putur yetkazmaydigan nazorat alohida ahamiyat kasb etadi. Xavfli ishlab chiqarish obyektlarida binolar, inshootlar va texnika qurilmalarini tayyorlash, ta'mirlash, rekon-struksiya qilish, montaj qilish, qurish va sanoat xavfsizligi eksper-tizasi sifati, radiatsiya xavfini o'z vaqtida aniqlash bilan bog'liq sanoat va radiatsiya xavfsizligini ta'minlashning asosiy omillaridan biri sifatida putur yetkazmaydigan nazoratning roli va ahami-yati o'sishi ularning texnik holati, imkoniyati va bundan keyin ishlatish muddatlarini baholash zarurligi bilan belgilanadi. Bunday obyektlarning vaqti-vaqti bilan o'tkaziladigan ishonchli putur yetkazmaydigan nazorati ularning xizmat qilish muddatini uzaytirish va, asosiysi, texnogen avariya-lar va halokatlar ehtimolining oldini olis h imkonini beradi.

Texnika qurilmalari, binolar va inshootlar parametrlarining chetga chiqish ehtimolining, shu jumladan, buning oqibatida ish to'xtab qoladigan yo'l qo'yiladigan doirasida chetga chiqishlarini prognozlashtirish uchun ularning holatini tavsiflaydigan belgilar-ni aniqlash va o'rganish, shuningdek, normal ish rejimi buzilishi-ning o'z vaqtida oldini olish maqsadida ular holatini eksperimental aniqlash usullari va vositalarini ishlab chiqish xavfli ishlab chiqarish obyektlarining ishlab chiqarish siklidagi muhim va zarur bosqich hisoblanadi hamda texnik diagnostika deb ataladi. Putur yetkaz-maydigan nazoratga asoslangan texnik diagnostika usullari texni-ka qurilmalari, binolar va inshootlar ish qobiliyati va xavfsizligini nazorat qilish jarayonlarini oqilonatashkil etish uchun qo'llaniladi.

Texnik diagnostika ish sharoitlarida konstruksiyalar, mexanizm-lar va elementlarning texnik holati parametrlarini tadqiq etish, shuningdek, normal ishlatish sharoitlarida va tabiat hodisalari yoki (inshootni) loyihalashtirish, tayyorlash va ishlatishdagi tashkiliy xatolar bilan belgilanadigan xavfli ish rejimlarida ularning ish qo-biliyati va ishonchligini prognozlashtirish imkonini beradi.

Putur yetkazmaydigan nazorat tizimi xavfli ishlab chiqarish obyektlarida eo'llaniladigan va ishlatiladigan texnika qurilmalari, binolar va inshootlardan foydalanish xavfsizligi darajasini oshirish-da muhim bo'g'in, tashkil etilishi «Xavfli ishlab chiqarish obyekt-larining sanoat xavfsizligi to'jrisida»gi O'zbekiston Respublikasi Qonunini amalga oshirishning yo'nalishlaridan biri

iisoblangan Sanoat xavfsizligi ekspertizasi tizimining instrumental ishonchli isbotlovchi bazasini ta'minlashning asosi iisoblanadi.

V. Putur yetkazmaydigan nazorat tizimini qurish

Putur yetkazmaydigan nazorat putur yetkazmaydigan nazorat vositalarini qo'llash bilan bog'liq sanoat xavfsizligi ekspertizasi uchun isbotlovchi baza hisoblanadi.

Davlat darajasida amal qiladigan hamda putur yetkazmaydigan nazorat sohasidagi faoliyatni amalga oshirish uchun tashkiliy, tex-nik va me'yoriy-huquqiy bazaga ega bo'lgan tizim Putur yetkazmaydigan nazorat tizimi hisoblanadi. Putur yetkazmaydigan tizim laboratoriyalari va ularning xodimlari, metodik hujjatlari va vosita-lari putur yetkazmaydigan tizim subyektlari hisoblanadi.

Quyidagilar putur yetkazmaydigan nazorat tizimining asosiy qatnashchilari hisoblanadi:

- «O'zstandart» agentligi – «Metrologiya to'g'risida»gi O'z-bekiston Respublikasi Qonuniga muvofiq putur yetkazmaydigan nazorat sohasida putur yetkazmaydigan nazoratni metrologik ta'minlash, davlat metrologiya nazorati va tekshiruv bo'yicha faoliyatning davlat boshqaruvni amalga oshiradigan metrologiya bo'yicha milliy organ;

- «Sanoatgeokontekxnazorat» davlat inspeksiyasi – sanoat xavf-sizligi sohasida xavfli ishlab chiqarish va radiatsiya-xavfli obyekt-larda putur yetkazmaydigan nazoratni amalga oshirishning maj-buriy me'yorlari va qoidalarini belgilaydigan, putur yetkazmaydigan nazorat laboratoriyalariga xavfli ishlab chiqarish obyektlarida putur yetkazmaydigan nazorat ishlarini bajarishga ruxsatnomalar beradigan maxsus vakolatli davlat organi;

- «Sanoatgeokontekxnazorat» davlat inspeksiyasining topshirig'i bo'yicha sanoat va radiatsiya xavfsizligini ta'minlash sohasida putur yetkazmaydigan nazorat tizimi qatnashchilari faoliyatini muvofiqlashtiradigan muvofiqlashtiruvchi organ;

- putur yetkazmaydigan nazoratning akkreditatsiya qilingan laboratoriyalari; – putur yetkazmaydigan nazorat sohasida mutaxassislarni o'qi-tadigan akkreditatsiya qilingan o'quv markazlari (O'M);

- putur yetkazmaydigan nazorat sohasida mutaxassislardan ma-laka imtihonlari oladigan akkreditatsiya qilingan imtihon markaz-lari (IM);

- putur yetkazmaydigan nazorat xodimlarisertifikatsiyasi bo'yi-cha akkreditatsiya qilingan organ;

- putur yetkazmaydigan nazoratning sertifikatsoyialangan xo-dimlari;

- o'z faoliyatida putur yetkazmaydigan nazorat vositalaridan foydalanadigan tashkilotlar.

Putur yetkazmaydigan nazorat tizimi qatnashchilarining faoliya-ti ular to'g'risidagi tegishli nizomlar bilan belgilanadi.

Putur yetkazmaydigan nazorat tizimi tuzilmasi ilovada keltiril-gan.

VI. Putur yetkazmaydigan nazorat tizimini boshqarish

Putur yetkazmaydigan nazorat tizimini boshqarish xalqaro, dav-latlararo va milliy normativ hujjatlarning asosiy qoidalari hisobga olingan holda O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari talabla-ridan kelib chiqib amalga oshirilishi hamda ilg'or ilmiy-texnik ish-lanmalarga va sanoat korxonalarining ijobiy tajribasiga asoslanishi kerak.

Putur yetkazmaydigan nazorat tizimini boshqarish:

- putur yetkazmaydigan nazorat sohasida xodimlarni;

- putur yetkazmaydigan nazorat laboratoriyalarini;

- putur yetkazmaydigan nazorat bo'yicha metodik hujjatlarni;

- putur yetkazmaydigan nazorat vositalarini baholashga va ular-ning muvofiqligini tasdiqlashga asoslangan.

Baholash va muvofiqlikni tasdiqlashning asosiy tashkiliy-texnik prinsiplari sanoat nazoratining barcha turlari va putur yetkazmaydigan nazorat sohasida faoliyatni amalga oshirayotgan tashkilot-lar uchun majburiy bo'lgan bir xildagi va bir ma'nodagi normativ hujjatlarda bayon qilinishi kerak.

VII. Putur yetkazmaydigan nazorat tizimini shakllantirish va rivojlantirishning asosiyoʻnalishlari

Putur yetkazmaydigan nazorat tizimini shakllantirish va rivojlantirish quyidagi yoʻnalishlarda amalga oshiriladi:

- 1) Putur yetkazmaydigan nazorat tizimida quyidagilarni:
 - putur yetkazmaydigan nazorat sohasida xodimlarni;
 - putur yetkazmaydigan nazorat laboratoriyalarini;
 - putur yetkazmaydigan nazorat boʻyicha metodik hujjatlarni;
 - putur yetkazmaydigan nazorat vositalarini baholash va ular-ning muvofiqligini tasdiqlashning yagona talablarini ishlab chiqish.
- 2) Putur yetkazmaydigan nazorat sohasida normativ hujjatlarni ishlab chiqish.
- 3) Putur yetkazmaydigan nazorat tizimi har bir funksional elementini akkreditatsiya qilish va ular faoliyatini vaqti-vaqti bilan nazorat yoʻsinida tekshirish.

Foydalaniladigan adabiyotlar ro'yxati

Asosiy adabiyotlar

1. Abralov M.A., Abralov M.M. Payvand birikmalarning defektoskopiyasi. O'quv qullanma – T.: Talqin, 2013 - 184b.

2. Abralov M.A, Dunyashin N.S., Ermatov Z.D., Abralov M.M. Texnologiya i oborudovanie svarki plavleniem. Darslik– T.: Komron press, 2014 – 460s.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Abralov M.A., Dunyashin N.S., Abralov M.M., Ermatov Z.D. Eritib payvandlash texnologiyasi va jihozlari. O'quv qullanma – T.: Voris, 2007. - 416b

2. Svarka i svarivaemye materialy: V 3-xt. T 2. Texnologiya i oborudovanie. Spravochnoe izdanie /Pod. red. V.M. Yampolskogo. - M.: Izd-vo MGTU im N.E. Bauman, 1998. - 574 s.

3. Kurkin S.A., Nikolaev G.A. Svarnye konstruktsii. Texnologiya izgotovleniya, mexanizatsiya, avtomatizatsiya i kontrol' kachestva v svarochnom proizvodstve: Uchebnik– M.: Vyssh. shk., 2001 – 398s

Elektron resurslar

1. <http://www.ziyo.net>
2. [http:// www.svarka.ru](http://www.svarka.ru)
3. [http:// www.promsvarka.com](http://www.promsvarka.com)
4. [http:// www.welder.ru](http://www.welder.ru)