

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIV VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI  
O'RTA MAXSUS, KASB-HUNAR TA'LIMI MARKAZI

---

M.M. ABRALOV, M.A. ABRALOV

**PAYVAND**  
**BIRIKMALARNING**  
**DEFEKTOSKOPIYASI**

*Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma*

Qayta nashr

TOSHKENT  
«NOSHIR»  
2017

UO‘K: 62(075)  
KBK: 34.441ya722  
A-18

*Oliy va o‘rta maxsus, kasb-hunar ta’limi o‘quv metodik birlashmalar faoliyatini muvofiqlashtiruvchi kengash nashrga tavsiya etgan.*

**Taqrizchilar:**

R. Abdurahmonov – *texnika fanlari doktori, professor;*

B. Madjidov – *«Sanoatgeokontekxnazorat» bosh payvandchisi.*

**M. M. Abralov, M. A. Abralov.**

**A-18 Payvand birikmalarning defektoskopiyasi:** Kasb-hunar kollejlari uchun o‘quv qo‘llanma / Mualliflar: M. M. Abralov, M. A. Abralov; O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi, O‘rta maxsus kasb-hunar ta’limi markazi. – T.: Noshir, 2017. – 244 b.

ISBN: 978-9943-4199-3-3

Ushbu o‘quv qo‘llanma 12 ta bobdan iborat bo‘lib, payvand birikmalarning defektoskopiyasi (defektoskopiya asoslari) fanidan namunaviy dasturi bo‘yicha tayyorlangan. Unda payvand birikmalar uchun nazorat operatsiyalarini bajarish usullari, nazorat qilish apparatlarining tuzilishi va ishlashi haqida ma’lumotlar berilgan.

Ushbu o‘quv qo‘llanma texnika yo‘nalishida mutaxassislar tayyorlovchi kasb-hunar kollejlari o‘quvchilari uchun mo‘ljallangan.

UO‘K: 62(075)  
KBK: 34.441ya722

ISBN: 978-9943-4199-3-3 © M.M. Abralov, M.A. Abralov, 2013, 2017.  
© «NOSHIR» nashriyoti, 2013, 2017.

---

## 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 muammosini 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 darajasi 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 uslublarni 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. Buzulmaydigan nazoratning an’anaviy

uslublari ham bundan keyin rivojlantirib boriladi. Bunday uslublar-  
ga 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 bi-  
rining o'z afzalliklari va kamchiliklari bor. Masalan, nazorat qi-  
lishning radiatsion uslubidan foydalanishda o'lchami uncha katta  
bo'lmagan (0,1 mm va undan ortiq) va ancha yomon qorishma-  
ganliklar, 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 nuqsoni bo'lgan konstruksiyalarni  
nazorat qilishda samarasi kam. Sirtiy nuqsonlarni aniqlash uchun  
nazorat qilishning ham kapillar, ham magnit usullaridan foydala-  
niladi.

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 bi-  
lan baholashga imkon berishini amaliyot ko'rsatmoqda.

Ishlab chiqarilayotgan mahsulot sifatiga bo'lgan oshib borayot-  
gan 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 uslublariga alohida e'tibor qaratilgan bo'lib, sanoatda  
ularning qo'llanish hajmi boshqa uslublarga nisbatan juda keng.

---

## I BOB. PAYVANDLASH MATERIALLARI VA PAYVANDLASHDA YUZ BERADIGAN JARAYONLAR

### 1. 1. Payvandlash materiallari

Payvanlash materiallariga qoplamali elektrodlar, payvandlash  
simi, prisadka xivchinlari, kukunli sim, erimaydigan elektrodlar,  
turli xil fluslar, himoya (aktiv va inert) gazlar kiradi.

**Payvandlash simi.** Eritish yo'li bilan mexanizatsiyalashgan  
usulida payvandlashda payvandlash simidan ko'pincha maxsus  
kassetalarga o'ralgan uzluksiz eruvchan elektrod ko'rinishida foy-  
dalaniladi; dastaki yoyli payvandlashda ma'lum uzunlikdagi (300–  
500 mm) xivich (sim) ko'rinishida, ya'ni eruvchi yakka elektrod-  
lar ko'rinishida foydalaniladi. Erimaydigan elektrodlar (volfram-  
li, ko'mirli) dastaki eritib payvandlashda payvandlash hududiga  
avtonom qo'shimcha sim (xivchin) yoki 1000 mm gacha uzunlik-  
dagi sterjen kiritiladi, bu sterjen **sozlovchi sim** deyiladi.

Hozirgi vaqtda kukunsimon moddalar (legirlovchi, achituvchi va  
boshqa) bilan to'ldirilgan metall qobiqdan iborat kukunli payvand-  
lash simi keng qo'llaniladi. Elektroshlakli payvandlash va eritish  
uchun simli elektrodlar bilan bir qatorda plastinkali elektrodlar va  
metall tasmalardan foydalaniladi.

Metall prisadka materiallari sifatida, asosan, payvandlash  
simi (po'lat yoki rangli metallar va qotishmalardan) qo'llaniladi.  
DSt 2246–70 kam uglerodli, legirlangan va yuqori legirlangan  
po'latlardan tayyorlangan payvand simlariga tegishli va uning  
kimyoviy tarkibi va o'lchamlarini tartibga soladi, chunki chok  
metalning mexanik xossalari undagi asosiy metallning ulushiga,  
flus markasiga, payvandlash rejimiga va boshqa omillarga bog'liq.  
Po'latdan tayyorlangan payvand simi quyidagi diametrlarda ishlab

chiqariladi: 0,3; 0,5; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0; 12,0 mm. Diametri 1,6–8,0 mm bo‘lgan simlar payvandlash va elektrodlar tayyorlash uchun, qolganlari esa faqat payvandlashga yoki eritishda qo‘llaniladi. Simning markasi belgisida uning vazifasi «СВ» (payvandlash) va elementlarning taxminiy mazmuni umum qabul qilingan belgilashlar bo‘yicha ko‘rsatiladi: Б – niobiy, В – volfram, Г – marganes, Д – mis, М – molibden, Н – nikel, С – kremniy, Т – titan, Ф – vanadiy, Х – xrom, Ц – sirkoniy, Ю – aluminiy. Mavjud uglerod miqdorining o‘rtacha foizi «СВ» belgisidan so‘ng harfiy belgilersiz foizning yuzdan bir ulushlarida raqam bilan ko‘rsatiladi. Boshqa elementlar miqdori 2% dan kam bo‘lganida raqam qo‘yilmaydi. Masalan, СВ–08Г2С marka belgisi bunday tushuniladi: СВ – payvandlanuvchi, 08 – uglerod miqdori 0,08%, marganes miqdori 2% gacha, kremniy 1% gacha. Elementlarning yana-da aniq miqdori standartda ko‘rsatilgan.

**Kukunli sim** payvand simning texnologik afzalliklarini saqlagan holda payvandlashda payvandlash vannasi metallni oksidlanishdan, gazli va shlakli himoyasini vujudga keltiradi, chok metallini legirlovchi elementlar bilan to‘yintiradi va uni zararli qorishmalardan tozalaydi. Kukunli sim – universal payvandlash materiali bo‘lib, u amalda istalgan darajada legirlangan po‘latlarni payvandlash, maxsus xossalarga ega qatlamlarni eritib qoplash uchun yaroqlidir. Kukunli sim kam uglerodli va kam legirlangan po‘latlarni payvandlash va eritib qoplashda qo‘llaniladi, bu to‘ldirgichning (kukunsimon shixtaning) kimyoviy tarkibi va massasining keng chegaralarda o‘zgarishi imkoniyati bilan bog‘liq.

**Erimaydigan elektrodlar.** Ko‘mirli, grafitli elektrodlar yoyning yonish barqarorligini qo‘llab-quvvatlash uchun mo‘ljallangan. Bu elektrodlar yuqori haroratlarning ta’siriga yuqori darajada chidamlilikka ega bo‘lishi kerak, ya’ni bu sharoitlarda yonib tugallanishi kerak. Elektrodlarning kesimini oshirish hisobiga uning qizishini kamaytirish mumkin. Shu sababli ko‘mirli va grafitli elektrodlar, odatda, katta diametrga ega bo‘ladi (6–20 mm). Volfram elektrodlar nisbatan kichik diametrlarda ham (1–6 mm) juda oz qiziydi, buning

sababi volframning elektrqarshiligi uncha katta emasligidir. Biroq inert gazlar bilan payvandlashda ularni oksidlanishdan himoyalash zarur. Sirkoniyli va gafniyli elektrodlar metallarni plazma yoyli ke-sishda plazmatronlarda foydalaniladi.

**Eruvchan qoplamali elektrodlar.** Dastaki yoyli payvandlash uchun payvand simdan tayyorlangan (DSt 2246–70) 450 mm gacha uzunlikdagi sterjendan iborat elektrodlar qo‘llaniladi, ularning sirtiga turli qalinlikdagi qoplama qoplangan bo‘ladi. Bunda elektrodlarning uchlari kontakt elektrodlar singari tozalanishi kerak: biri uni elektrod tutqichiga siqib qo‘yish uchun 20–30 mm uzunlikda, ikkinchisi payvandlash boshida yoyni yoqish uchun.

Yoyning yonish barqarorligini oshirish, kombinatsiyalangan gaz-shlak himoyasini hosil qilish, metallni legirlash va tozalash uchun mo‘ljallangan qoplama turli xil materiallarga ega:

1. Gaz hosil qiluvchi organik moddalar (kraxmal, oziqlanish uchun ishlatiladigan un, dekstrin), kamroq anorganik moddalar, odatda, karbonatlar (marmar, magnezit va boshqalar).

2. Legirlovchi va metalni kisloroddan tozalovchi elementlar (kremniy, marganes, titan va boshqalar), bu elementlarning temir bilan qotishmasi ko‘rinishida foydalanuvchi, ferroqotishma deb ataluvchi elementlar. Aluminiy pudra (kukun) sifatida kiritiladi.

3. Ionlovchi yoki barqarorlashtiruvchi, ionlanish potentsiali past bo‘lgan elementlarga ega, shuningdek, tarkibiga kaliy, natriy, kalsiy, bor, dala shpati, granit va boshqalar kiruvchi turli xil birkomponentlar.

4. Qoplamaning asosini tashkil etuvchi shlak hosil qiluvchilar, odatda, bu rudalar (marganesli, titanli), minerallar (dala shpati, kremnozom, marmar va boshqalar).

5. Bog‘lovchilar – natriy va kaliy silikatlarining suvdagi eritmaları, ular natriyli, kaliyli va natriy-kaliyli suyuq shisha deb ataladi.

6. Qolip uchun qo‘shimchalar – surtiluvchi massaga eng yaxshi plastik xossalarni beruvchi moddalar (kaolin, dekstrin, sluda va boshqalar).

Payvandlash unumdorligini, chokka kiritiladigan qo‘shimcha metall miqdorini oshirish uchun qoplamada uning massasining 60% igacha temir kukuni bo‘lishi mumkin. Qoplama tarkibiga kiruvchi ko‘pgina materiallar ham gazli, ham shlakli himoyani ta‘minlab, bir vaqtda bir necha vazifani bajaradi.

Elektrodlarning qoplamalari yoyning barqaror yonishini, zarur fizik-mexanik tarkibga ega chok metalini olishni, elektrod sterjeni va qoplamaning bir tekis erishini, chokning yaxshi shakllanishini va ichki nuqsonlarning eng kam miqdorda hosil bo‘lishini, sovganidan so‘ng shlakning chok sirtidan oson ajralishini, elektrodlarni tayyorlashda va payvandlashda zarur sanitariya-gigiyenik mehnat sharoitlarini ta‘minlashi kerak.

Po‘latni dastaki yoyli payvandlash va eritib qoplash (DSt 9466–75) uchun mo‘ljallangan qoplangan metall elektrodlar turli belgilariga ko‘ra tasniflanadi. Vazifasiga bog‘liq holda uglerodli va kam legirlangan  $\sigma_v < 600$  MPa li konstrksion po‘latlarni payvandlash uchun Y (shartli belgi);  $\sigma_v > 600$  MPa li legirlangan konstruksion po‘latlarni payvandlash uchun JI; issiqlikka chidamli po‘latlarni payvandlash uchun T; yuqori legirlangan alohida xossalari po‘latlarni payvandlash uchun B; alohida xossalarga ega sirtiqli qatlamlarni eritib qoplash uchun H elektrolar farq qilinadi.

Qoplama qalinligi bo‘yicha elektrodning to‘la diametri ( $D$ ) ning sterjen diametri ( $d$ ) ga nisbatiga bog‘liq holda yupqa qatlamli elektrodlar ( $D/d < 1,2$ ) – M (shartli belgi); o‘rtacha qoplamali ( $1,2 < D/d < 1,45$ ) – C; qalin qoplamali ( $1,45 < D/d < 1,8$ ) – D; juda qalin qoplamali ( $D/d > 1,8$ ) – G; elektrodlar farq qilinadi.

Elektrodning sifatiga tayyorlash aniqligi, qoplama sirtining holati, eritilgan metallidagi oltingugurt va fosforning miqdori to‘g‘risida talablargagi bog‘liq holda elektrodlar uch guruhga (1, 2, 3) ajratiladi.

Qoplamalarning turlari bo‘yicha nordon qoplamali elektrodlar ga – A (shartli belgisi); asosiy qoplama – B; selluloza qoplamali – C; rutil qoplamali – H; aralash turdagi qoplamali – tegishli ikki-karra belgi; boshqa turdagi qoplamali – II bo‘ladi. Agar qoplamada

20% dan ortiq temir kukuni bo‘lsa, qoplama turining shartli belgisiga Ж harfi qo‘shiladi.

Payvandlash yoki eritib qoplashning yo‘l qo‘yilgan fazoviy holatiga ko‘ra barcha holatlar uchun elektrodlar farq qilinadi – 1 (shartli belgi); vertikal (yuqoridan pastga holat)dan tashqari barcha holatlar uchun – 2; vertikal tekislikda pastga, gorizontal uchun va vertikal pastdan yuqoriga uchun – 3; pastga va qayiqsimon pastga holat uchun – 4.

Qo‘llanilayotgan tokning turi va qutbliligi bo‘yicha, shuningdek, salt yurishning nominal kuchlanish, tok chastotasi 50 Hz bo‘lgan o‘zgaruvchan tok manbayi bo‘yicha elektrodlar to‘qqiz xil turgacha (0... .. 9) bo‘linadi.

**Payvandlash fluslari.** Bu – ayrim donalarning o‘lchami 0,25–4 mm bo‘lgan flusning markasiga bog‘liq holda murakkab tarkibli maydalangan maxsus tayyorlangan materiallar. Tayyorlash usuliga ko‘ra fluslar eritilmagan (keramik) va erigan turlari farq qilinadi.

**Keramik fluslar** ayrim komponentlarni eritib qo‘shish va keyin ma‘lum o‘lchamdagi zarrachalarga maydalash yo‘li bilan hosil qilinadi. Bundan tashqari, bu fluslar ayrim komponentlarning mexanik aralashmasidan iborat bo‘lishi mumkin. Metallni bunday fluslar bilan legirlash ularga zarur ferroqotishmalarni kiritish orqali erishiladi. Fluslar tayyorlanayotganida eritilmaydi, shuning uchun ferroqotishmalar va boshqa legirlovchi elementlarning miqdori hamda qo‘shilmalari turlicha bo‘lishi mumkin, bu esa chokning talab qilingan metall tarkibini oson hosil qilishga imkon beradi. Biroq bunday fluslardan foydalanishda chok metalining kimyoviy tarkibi payvandlash rejimiga (tartibiga) kuchli ravishda bog‘liq bo‘ladi, bu esa chok metali tarkibining hatto uzunlik bo‘yicha ham bir jinsli bo‘lmasligiga olib kelishi mumkin. Bundan tashqari, bu fluslar uning zarrachalari mexanik mustahkamliligi kam bo‘lishi sababli tez buziladi (parchalanadi), bu esa uni o‘lchamlariga ko‘ra turlicha jinsli qiladi. Bu fluslar, asosan, yuqori legirlangan maxsus po‘latlarni payvandlashda va muhim (mas‘uliyatli) buyumlarni eritib qoplashda foydalaniladi.

**Erigan fluslar** metallarning oksidlari va tuzlaridan iborat. Oldindan maydalangan va ma'lum nisbatda qorishmagan komponentlar aralastiriladi va pechda taxminan 1400°C haroratda eritiladi. Suyuq flus yoki metall formalarga quyiladi va sovganidan so'ng maydalanadi (quruq granulalash usuli) yoki ingichka oqim bilan suvli bakka quyiladi, u yerda u tezda soviydi va mayda zarrachalarga ajralib ketadi (ho'l granulalash usuli).

Eritilgan flusning keramik flusdan asosiy farqi shundaki, eritilgan flusda sof holda legirlovchi elementlar bo'lmaydi. Chokni eritilgan fluslar bilan legirlash flusda mavjud oksidlardan elementlarni tiklash yo'li bilan yuz beradi.

Kimyoviy tarkibiga ko'ra oksidlovchili va oksidlovchisiz fluslar farq qilinadi. Oksidlovchi flus tarkibiga butun flus massasining 75–85% ini tashkil etuvchi, taxminan turlicha og'irlik nisbatlaridagi marganes va kremniy oksidlari, albatta, kiradi. Flusda marganes va kremniy oksidlari qanchalik ko'p bo'lsa, flus metallni kremniy va marganes bilan shunchalik kuchli legirlashi mumkin, ammo shu bilan bir paytda chok metalni shunchalik kuchliroq oksidlashi mumkin. Po'lat qanchalik murakkab legirlangan bo'lsa, flusda MnO va SiO<sub>2</sub> shuncha kam bo'lishi kerak, aks holda, po'latda legirlovchi elementlarning oksidlanishi yo'l qo'yib bo'lmas darajada ortadi. Shuning uchun oksidlovchi fluslar, asosan, uglerodli va kam legirlangan po'latlarni payvandlashda qo'llanildi, AH-348-A; OCl-45; AH-8; AH-26; fluslari, ayniqsa, keng qo'llaniladi.

Oksidsiz fluslarda amalda kremniy yoki marganes oksidlari bo'lmaydi yoki ular juda oz miqdorda bo'ladi. Ularga kalsiy ftoridi va metallarning (aluminium va magniyni) mustahkam oksidlari kiradi. Bunday fluslar (AH-30, AH-70, AHΦ-8 va b.)dan, asosan, yuqori legirlangan po'latlarni payvandlashda foydalaniladi.

Kislorodsiz fluslar butunicha metallarning ftoridli va xloridli tuzlaridan, shuningdek, kislorodga ega bo'lmagan boshqa komponentlardan iborat. Kislorodsiz fluslar orasida eng mashhurlari quyidagilar: korroziyaga bardosh beradigan po'latlarni payvandlashda foydalaniladigan AHΦ-5 flusi, aluminiumlarni payvandlashda foy-

dalaniladigan AH-AI flusi, titanni payvandlashda foydalaniladigan AH-T1 flusi.

**Himoyalovchi gazlar.** Ular ikki guruhga bo'linadi: kimyoviy inert va aktiv. Birinchi guruhdagi gazlar qizigan va erigan metall bilan o'zaro ta'sirlashmaydi va unda amalda erimaydi. Bu gazlardan foydalanishda yoy bilan payvandlashni eruvchi yoki erimaydigan elektrodlar yordamida amalga oshirish mumkin. Ikkinchi guruhdagi gazlar payvandlash hududini havodan himoyalaydi, ammo o'zi suyuq metallda oson erib ketadi yoxud u bilan kimyoviy o'zaro ta'sirlashadi. Kimyoviy inert gazlarga argon va geliy kiradi. Argon uch xil navda ishlab chiqariladi: oliy, birinchi va ikkinchi. 99,99% argon miqdori bo'lgan oliy navlisi kimyoviy faol metallarni (titan, sirkoniy va niobiy) erimaydigan elektrod bilan payvandlash uchun qo'llaniladi, birinchi navli argon (99,98%) erimaydigan elektrod bilan aluminium, magniy va boshqa aktiv metallar qotishmalarini erimaydigan elektrod bilan payvandlash uchun, ikkinchi navli argon (99,95%) korroziyaga chidamli po'latlarni erimaydigan elektrod bilan payvandlash uchun qo'llaniladi.

Yuqori tozalikdagi geliy (99,98%) rangli metallarni va qotishmalarini payvandlashda, shuningdek, titan va zanglamaydigan po'latlarni payvandlashda himoya gazi sifatida qo'llaniladi. Geliy argonidan 10 marta yengil, bu esa payvandlash vannasi himoyasini murakkablashtiradi va uning ko'p miqdorda sarflanishiga olib keladi. Geliyning narxi argonning narxidan bir necha barobar qimmat, shuning uchun undan cheklangan holda foydalaniladi. Biroq geliydan foydalanishda argon bilan himoyalashga qaraganda isisqlik ko'proq ajralib chiqishiga erishiladi, bu esa metallning yanada chuqurroq erishini ta'minlaydi.

Aktiv himoya gazlariga karbonat angidrid, azot, vodorod, suv bug'lari va shu kabilar kiradi. Is gazidan eruvchan yoki erimaydigan (ko'mirli yoki grafitli) elektrodlar bilan payvandlashda juda keng qo'llaniladi.

## 1. 2. Payvandlash vannasida metallurgiya jarayonlari

Payvandlashda metallurgiya jarayonlari – bu suyuq metallning gazlar va payvandlash shlaklari, shuningdek, suyuq va kristallanuvchi shlakning o‘zaro ta’sirlashish jarayonlaridir. Bu jarayonlar elektrodning erish, suyuq metall tomchisining yoyli oraliqdan o‘tish davrida va payvandlash vannasining o‘zida kechadi. Odatdagi po‘lat eritish pechlarida kechadigan metallurgiya jarayonlaridan farqli o‘laroq payvandlashda metallni eritish jarayoni quyidagi xususiyatlarga ega:

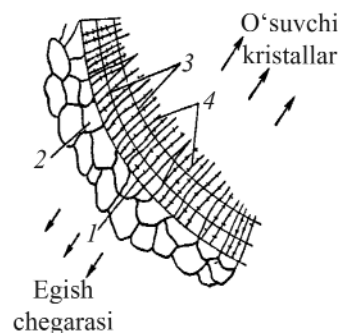
1. Payvandlash vannasining hajmi kichikligi va sovish tezligining yoqoriligi. Bu hol boshlangan kimyoviy reaksiyalar oxirigacha kechmasligiga olib keladi. Bundan tashqari, chok metallning turli oksidlardan, nometall qo‘shimchalardan va gazlardan to‘la tozalanishiga to‘sqinlik qiluvchi sharoitlar yaratiladi, bu oksidlar nometall kirishlar va gazlar chok metallning tez qotishi sababli payvandlash vannasining sirtiga chiqishga ulgura olmaydi. Payvandlash vannasining shakli hamda hajmi payvandlash usuliga va asosiy rejimlariga, asosiy payvandlash materialining qalinligi va ajratilish turlariga bog‘liq. Buning oqibatida payvandlash vannasining hajmi millimetrlardan to yuzlab kub santimetrlarni tashkil etishi mumkin.

2. Eritilgan metallning yuqori haroratgacha qizitilgan atrofda gaz muhiti va shlaklar bilan faol o‘zaro ta’sirlashuvi. Bu chok metallning gazlar va shlak kirishmalari bilan qo‘shimcha ravishda to‘yinishiga imkon beradi.

3. Payvand yoyi va payvandlash vannasidagi metallning yuqori haroratda bo‘lishi gazlar dissotsialanishiga sabab bo‘ladi va oqibatda ularni aktivroq qiladi. Natijada chok metallarning oksidlanishi va kisloroddan tozalanishi, tegishli elementlar bilan legirlanishi, shuningdek, chokda azot, vodorod va shu kabi gazlar erishi va ajralishi mumkin.

Payvandlanayotgan buyumlarning chetlari bo‘ylab payvand yoyi harakatlanganida payvandlash vannasining old qismida asosiy va agar foydalanilsa, qo‘shimcha (prisadkali) metallning erishi

yuz beradi, uning dum qismida esa erigan metallning kristallanishi, nurlanishga va buyumga issiqlik berishga issiqlik yo‘qotish natijasida payvand choki hosil bo‘lishi yuz beradi.



1.1- rasm. Kristallitlarning o‘shish sxemasi:

1 – erish chegarasi; 2 – asosiy metall donalari; 3 – kristallanish qatlamlari; 4 – o‘sovchi kristallitlar.

Erish chegarasi 1 da birlamchi kristallanish issiqlik oqimiga teskari yo‘nalishda (1,1- rasm) erish chegarasiga perpendikular ravishda dendritlar ko‘rinishida o‘sovchi asosiy metallning qisman erigan donachalari 2 dan boshlanadi. Kristallanish jarayonida o‘sovchi kristallitlar ko‘rinishidagi markazlardan tashqari, suyuqlikdan o‘z-o‘zidan vujudga keladigan ham, ayrim qiyin eruvchan zarrachalar, dona bo‘laklari va boshqa ko‘rinishda ham kristallanishning yangi markazlari paydo bo‘lishi mumkin. Kristallitlarning o‘shishi ularning sirtiga atrofda eritmadan ayrim zarrachalarning qo‘shilishi natijasida yuz beradi. Erish chegarasida alohida donadan o‘sovchi har bir kristallit bir uchi umumiy asosli bo‘lib o‘sib chiqqan, ya’ni asosiy metallarning erigan donasi bilan birgalikda o‘sovchi ustunli kristallar guruhidan iborat. Ko‘p qatlamli payvandlashda kristallanish oldingi chokning qisman erigan donalaridan boshlanganida, kristallitlarning qatlamdan qatlamga o‘shishi mumkin bo‘lib, transkristallitli tuzilma vujudga kelishi mumkin.

Payvandlash vannasida metall kristallanishining turli bosqichlarida uning kimyoviy tarkibi bir xil bo‘lmaydi. Metallning birinchi partiyalari oxirgilariga qaraganda qorishmalar bilan kamroq ifloslangan bo‘ladi. Natijada chokning butun hajmida kuzatiladigan metall kimyoviy tarkibining zonalar bo‘yicha va kristall ichi (dendrid) nobirjinslik paydo bo‘ladi. Bitta kristallitning turli qismlardagi kimyoviy tarkibning bir jinsli bo‘lmasligi payvand chokida afzal-

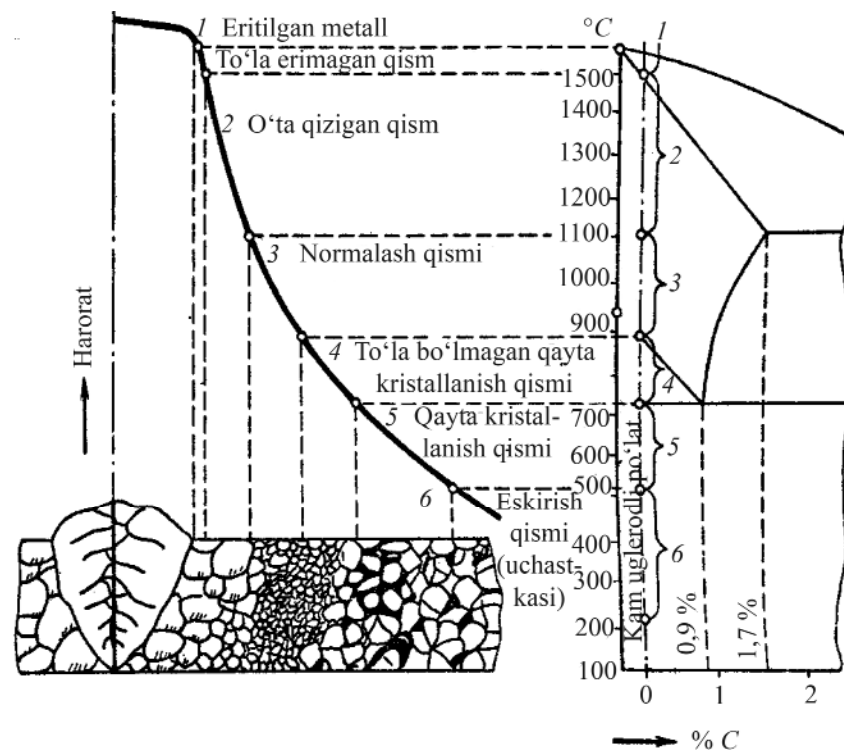
li rivojlanishiga ega. Payvand chokida likvatsiyaning rivojlanishi metallning kimyoviy tarkibiga, payvandlash vannasining shakliga, kristallanish tezligiga va payvandlash usuliga bogʻliq.

Payvandlash vannasi metalning birlamchi kristallanishi uzluqli xarakterga ega boʻlib, u fazalar boʻlinishi fronti oldida yashirin kristallanish issiqligi ajralishi bilan vujudga kelgan. Bu chokning oʻziga xos qatlamli tuzilishiga va qatlamli nobirjinslilik koʻrinishidagi likvatsiyaning paydo boʻlishiga olib keladi, bu esa koʻp darajada qorishish chegarasi yaqinida namoyon boʻladi. Kristallanish qatlamlarining qalinligi (millimetrning oʻndan bir ulushlaridan bir necha millimetr gacha) payvandlash vannasining hajmiga va issiqlik berish sharoitlariga bogʻliq.

Payvandlashda ajraladigan issiqlik asosiy metall tanasiga tarqaladi. Bu jarayon termik sikl bilan tavsiflanadi. Chok yaqinidagi zonaning har bir nuqtasida harorati dastlab orta borib, qorishish chegarasida maksimum qiymatga yetadi, keyin esa chegaradan ancha uzoqlashganida minimum gacha pasayadi. Shunday qilib, asosiy metallning turli qismlari turlicha harorat, qizish va sovish tezliklari bilan tavsiflanadi, yaʼni oʻziga xos termik ishlovdan oʻtadi. Shuning uchun chok atrofidagi zonaning turli qismlaridagi asosiy metallning strukturasi (1. 2- rasm) va xossalari turlichadir.

Payvandlashda termik sikl taʼsirida fazo va struktura oʻzgarishlari yuz bergan asosiy metall zonnasi **termik taʼsir zonasi** deyiladi. Bu oʻzgarishlarning tavsifi hamda termik taʼsir zonasining uzunligi payvandlanayotgan metallning tarkibiga va issiq fizik xossalari, payvandlash usuli va rejimiga, payvand birikma turiga bogʻliq.

Chala erish uchastkasida uning birlamchi tuzilmasi kimyoviy nobirjinslilikning mavjudligi bilan tavsiflanadi. Bu qism, asosan, payvandlash uchastkasi (qismi) boʻladi. Uning davomiyligi metallning tarkibiga va xossasiga, payvandlash usuliga bogʻliq boʻlib, odatda, 0,5 mm dan ortmaydi, ammo bu qismdagi metallning xossalari butun payvand birikmaning xossalari hal qiluvchi taʼsir koʻrsatishi mumkin.



1.2- rasm. Kam uglerodli poʻlatni payvandlashda termik taʼsir hududidagi metall strukturasi.

Oʻta qizish uchastkasida koʻpincha vidmanshtet yirik donali tuzilma hosil boʻladi, bunda donaning oʻlchamlari metallning harorati qancha yuqori boʻlsa, shuncha katta boʻladi. Bu tuzilma metallning eng kichik plastikligini va zarbiy qovushqoqligini shart qilib qoʻyadi. Oʻta qizish uchastkasini kamaytirish uchun payvandlash tezligi oshiriladi yoki payvandlash bir necha oʻtishda amalga oshiriladi. Bunday hudud kengligi baʼzan 3–4 mm va undan ortiqqa yetadi.

Normallanish uchastkasi mayda donali tuzilma bilan tavsiflanadi. Choklarning oʻlchovlariga bogʻliq holda normallanish (meʼyorlanish) uchastkasining kengligi 0,2 dan 5 mm gacha oraliqda oʻzgarib turadi.

Chala o'ta kristallanish uchastkasida asosiy metallning hamma donalari ham o'ta kristallanmaydi, masalan, ferrit donalari dastlabki tuzilishini saqlab qoladi. Bu hududning (zonaning) kengligi 0,1–5 mm ni tashkil etadi.

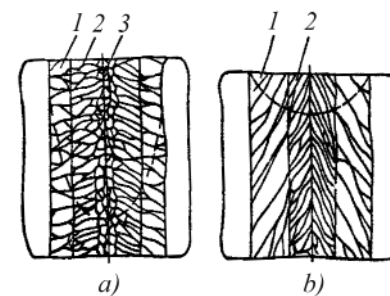
500–750°C harorat oralig'ida qiziyotgan metall (rekristallanish uchastkasi) tuzilishga ko'ra dastlabkisidan juda oz farq qiladi. Biroq payvandlashgacha metall plastik deformatsiyasiga uchragan bo'lsa, u holda qizitilganida unda asosiy metallning maydalangan donalarining bir-biriga qo'shilishi – kristallanish yuz beradi. Bu haroratlarda bir oz vaqt tutib turilganida donalarning ancha o'sishi yuz berishi mumkin. Bu uchastka metallning mexanik xossalari mustahkamligi kamayishi oqibatida biroz pasayishi mumkin. Bu uchastkaning eni 0,1–0,5 mm ni tashkil etadi.

Metall 100–500°C haroratlar oralig'ida qizdirilganida (eskirish uchastkasi), uning strukturasi (tuzilishi) payvandlash jarayonida dastlabki metallning tuzilishidan farq qilmaydi. Ammo kislorod va azot miqdori yuqori bo'lgan ba'zi po'latlarda (odatda, qaynovchi) 150–350°C gacha qizdirish zarbiy qovushqoqlikning va yemirilishga qarshilik ko'rsatish qobiliyatining keskin pasayishiga olib keladi.

Ko'p qatlamli payvandlash asosiy metallga payvandlashning termik sikli ko'p marta ta'sir ko'rsatgani sababli chok oldi hududida termik ta'sir zonasida uning tuzilishi va qurilishini o'zgartiradi. Uzun uchastkalarni payvandlashda har bir keyingi o'tishdan so'ng avvallgi chok o'ziga xos bo'shatiladi. Qisqa uchastkalarni payvandlashda chok va chok oldi zonasi uzoq vaqt qizdirilgan holda bo'ladi. Struktura (tuzilma)larning o'zgarishidan tashqari, bu hol termik ta'sir ko'rsatish zonasining davomiyligini ham orttiradi. Keyingi qatorlar quyma metall strukturasi ega, avval kavsharlanganlarga termik ta'sir ko'rsatadi va ularda qurilish va tuzilmasi prokatlangan asosiy metallarning termik ta'sir zonasidan ancha farq qiluvchi termik ta'sir zonasini vujudga keltiradi. O'ta qizish uchastkasidagi bu zona, odatda, yirik donaga ega bo'lmaydi va yuqori plastik xossalarga ega mayda donali tuzilmalar bilan tavsiflanadi.

Chok metallarining tuzilishi elektroshlakli payvandlashda uchta zonaning mavjud bo'lishi bilan tavsiflanishi mumkin (1. 3-a rasm): yirik ustunsimon kristallitlar 1 zonasi, ular issiqlikni qaytarishga teskari yo'nalishda o'sadi; donasining o'lchami kichikroq va ularning issiqlik markazi tomoniga ko'proq og'adigan yupqa ustinsimon kristallitlar 2 zonasi; chokning o'rtasida joylashgan teng o'qli kristallitlarning 3 zonasi. Elektroshlakli payvandlash usuliga, chok metalining kimyoviy tarkibiga va payvandlash rejimiga bog'liq holda choklarning turlicha tuzilishi olinishi mumkin (1. 3-b rasm). Chokda uglerod va marganes miqdorining ortishi 1 zonaning enini orttiradi, issiqlikni qaytarish jadalligining kamayishi esa 1 zonaning enini kamaytiradi. Elektroshlakli payvandlashda chok oldi zonasining termik sikli uzoq vaqt isitish va o'ta qizish haroratida tutib turish hamda sekin sovitish bilan tavsiflanadi. Shuning uchun unda yirik donali kam plastikli tuzilmalar vujudga kelib, ular erish chizig'idan uzoqlashgani sari normalashgan mayda donali tuzilma bilan almashinadi. O'ta qizish uchastkasida zarbiy qovushqoqlikning kamayishi kuzatilishi mumkin, u keyingi termik ishlov bilan bartaraf etiladi.

Termik ta'sir ko'rsatish zonasining turli uchastkalarining eni va chokli tuzilmasi termik sikl, payvandlash usuli va rejimi, asosiy metallning tarkibi va qalinligi bilan belgilanadi. O'z navbatida, payvandlashning termik siklini belgilovchi ko'rsatkich maksimal harorat hisoblanadi. Termik ta'sir zonasining umumiy davomiyligi 20–30 mm ga yetishi mumkin.



1.3- rasm. Elektroshlakli payvandlashda chok metalining tuzilishi:

a – chuqur pishirish bilan; b – chuqur bo'lmagan pishirish bilan.

### 1. 3. Po‘latlarning payvandlanuvchanligi

Termik jihatdan mustahkamlanmagan kam uglerodli va kam legirlangan po‘latlarni payvandlashning yoyli usullarida chokning asosiy metall bilan mustahkamligi teng bo‘lishini ta’minlash, odatda, qiyinchilik tug‘dirmaydi. Termik jihatdan mustahkamlangan po‘latlarni payvandlashda ma’lum qiyinchiliklar yuzaga keladi, chunki chok atrofi zonasi metalning mexanik xossalari payvandlashning aniq sharoitlariga va payvandlash oldidan po‘latga termik ishlov berish turiga bog‘liq.

Katta qalinlikdagi (20 mm dan ortiq) birikmalarini, bir o‘tishli burchakli choklarni, manfiy haroratlar sharoitida va shu kabilar-da tezlantirilgan rejimlarda payvandlashda sovitish tezliklarini oshirish chok metalida va chok oldi zonasida o‘ta qizish hamda rekristallanish uchastkalarida toblanma tuzilmalarning paydo bo‘lishiga olib kelishi mumkin. Agar po‘lat payvandlashdan avval termomustahkamlash – toblash jarayonidan o‘tgan bo‘lsa, u holda rekristallanish va eskirish uchastkalarida chokning termik zonasida metallni chiniqtirish, ya’ni uning mustahkamlik xossalari kamaytirish kuzatiladi. Bu xossalarning o‘zgarish darajasi pogon energiya miqdoriga, payvand birikmalar turiga va payvandlash sharoitlariga bog‘liq bo‘ladi.

Kam legirlangan po‘latlarni payvandlashda chok metall va chok oldi zonasi xossalarining o‘zgarishi ancha kuchli namoyon bo‘ladi. Kam legirlangan issiq prokatka po‘latda o‘ta qizish va normallanish uchastkalarida toblanma tuzilmalar paydo bo‘lishi mumkin. Bunday po‘latning mexanik xossalarining o‘zgarish darajasi past uglerodli issiqlayin yumaloqlangan po‘latnikidan katta.

Kam legirlangan po‘latlarga termik ishlov berish (ko‘pincha toblash) ularning payvandlash texnologiyasini murakkablashtiradi. Bir tekis mustahkam payvand birikma hosil qilish uchun tegishli texnik usullarni qo‘llash zarur (termik mustahkamlanmaganlarni qisqa uchastkalab payvandlash, termik mustahkamlanganlarni uzun uchastkalab payvandlash va boshqalar). Termik sikl (mustah-

kamlash yoki toblash) ta’sirida asosiy metall xossalarining o‘zgarishi yuz bergan joyda termik ta’sir zonasi uchastkasining uzunligi payvandlash usuliga va rejimiga, payvand birikma konstruksiyasining tarkibi va qalinligiga bog‘liq bo‘ladi. Pogon payvandlash energiyasining oshishi mustahkamlangan zonaning kengayishi va undagi metall qattiqligining pasayishi bilan birga kuzatiladi. Buning sababi yuqori haroratli qizdirish va sovitish sur’atining pasaytirishidir. O‘ta qizish yoki toblash hodisasi juda keskin namoyon bo‘lgan chok oldi zonasi – kam legirlangan po‘latlarni payvandlashda sovuq yoriqlar paydo bo‘ladigan ehtimolli joydir.

Tayyorlash operatsiyalarida kam uglerodli va kam legirlangan po‘latlardan konstruksiyalarni tayyorlash jarayonida va yuqori haroratli sohadan uzoqroqdagi zonalarda payvandlashda plastik deformatsiya vujudga keladi. Bu zonalar keyingi choklarni qo‘yishda taxminan 300°C haroratgacha qizish ostiga tushib, deformatsion eskirish uchastkalar bo‘lib qoladi, bu esa metallning plastik xossalari pasaytiradi va mustahkamlik xossalari orttiradi hamda yoriqlar paydo bo‘lishi ehtimoliga olib keladi. Bunday hollarda 600–650°C dan yuqori haroratda chiniqtirish metallning xossalari tiklash uchun samarali usul bo‘lib xizmat qiladi. Yuqori darajada chiniqtirishdan payvandlash kuchlanishini olib tashlashda ham qo‘llaniladi.

Kam uglerodli po‘latlardan tayyorlangan payvand birikmalar kristallanuvchan yoriqlar paydo bo‘lishiga qarshi qoniqarli mustahkamlikka ega. Buning sababi ulardagi uglerod miqdorining juda ozligidir. Biroq uglerod bo‘lgan (0,20% dan yuqori) kam uglerodli po‘latlar uchun burchak choklarini va ko‘p qatlamli choklarda birinchi ildiz chokini, ayniqsa, zarari katta bo‘lgan choklarni payvandlashda kristallanuvchi yoriqlar paydo bo‘lishi mumkin, bu, asosan, pishirishning noqulay shakli bilan bog‘liq.

Uglerod miqdori 0,25–0,35% bo‘lgan po‘latlarni faqat musbat haroratlarda payvandlash mumkin. Qalinligi katta va konstruksiyasi qattiq (bikir) buyumlar uchun 100–130°C gacha oldindan qizdirishni amalga oshirish maqsadga muvofiq.

Chegarali payvandlanadigan uglerodli po‘latlarni (0,15–0,45%) payvandlash 100–150°C haroratda dastlabki yoki yo‘l-yo‘lakay isitib amalga oshiriladi, payvandlashdan so‘ng 600–650°C haroratda yuqori chiniqtirish maqsadga muvofiq. Murakkab konfiguratsiyali va yuqori bikirlikka ega buyumlarni payvandlashda payvandlashdan avval 300–450°C gacha umumiy isitish zarur. Bunday buyumlarni payvandlaganidan so‘ng yuqori chiniqtirish shart.

0,45% dan ko‘proq uglerodga ega po‘latlar, odatda, juda qiyin payvandlanadi bunday hollarda buyumni 350–500°C gacha umumiy qizdirish amalga oshiriladi va bu harorat payvandlash jarayonida saqlab turiladi, payvandlashdan so‘ng po‘latga shu marka uchun mo‘ljallangan rejim bo‘yicha termik ishlov beriladi. Ta’kidlab o‘tish zarurki, barcha hollarda ham buyumni qizdirish dastavval sovish tezligini pasaytirishga va toblash tuzilmalarining paydo bo‘lishi ehtimolining kamayishiga yo‘naltirilgan.

Dastlabki qizitish harorati ( $T_q$ )  $T_k = 350\sqrt{C_e - 0,25}$  shartdan tanlab olinadi, bunda  $C_e = C_k(1 + 0,005C)$  – uglerodning to‘liq ekvivalenti;  $C_k$  – uglerodning kimyoviy ekvivalenti,  $C$  – po‘latning qalinligi, mm.

#### 1. 4. Payvandlash kuchlanishi va deformatsiyalari

**Kuchlanishlar va deformatsiyalarning hosil bo‘lish mexanizmi.** Payvand konstruksiyalarni tayyorlash jarayonida ularda payvandlash kuchlanishlari va deformatsiyalari vujudga keladi. Metallning oquvchanlik chegarasidan ortuvchi payvandlash kuchlanishlari uning plastik deformatsiyasini vujudga keltiradi. Bu buyumning shakli va o‘lchamlarining o‘zgarishiga, ya’ni uning tob tashlashiga (qiyshayishiga) olib keladi. Agar payvandlash kuchlanishlari mustahkam chegarasidan yuqori bo‘lsa, u holda payvand choki yoki birikma yaxlitligining buzilishi yuz beradi.

Payvandlash kuchlanishlarining va deformatsiyalarining vujudga kelishining sabablari asosiy metallning bir tekis qizitilmasligi,

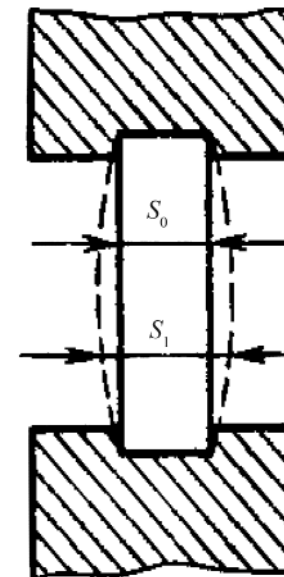
erigan metallning cho‘kish va chok metallning sovish jarayonida unda tuzilmaviy o‘zgarishlar sodir bo‘ladi.

Metall qizdirilganida uning hajmi kengayishi yuz beradi. Agar erkin yotgan plastina isitilsa, u o‘zining chiziqli o‘lchamlarini ma’lum kattalikka orttiradi. Soviganidan so‘ng bu plastina o‘zining dastlabki o‘lchamlariga qaytadi va unda na ichki kuchlanishlar, na qoldiq deformatsiyalari bo‘lmaydi.

Ikkala uchi mahkam qilib mustahkamlangan shu plastinani mahalliy isitishda esa (1. 4- rasm) unda siquvchi ichki kuchlanishlar paydo bo‘lib, ular 600°C da qizitilgan uchastkaning oquvchanlik chegarasidan oshadi, plastik siqish deformatsiyasi yuz beradi va plastina biroz yo‘g‘onroq ( $S_1$ ) bo‘lib qoladi. Juda katta qalinlikdagi konstruksiyalarni payvandlashda xuddi shunga o‘xshash jarayonlar kechadi, bu yerda qizdirishdagi notekislik keng miqyosda namoyon bo‘ladi.

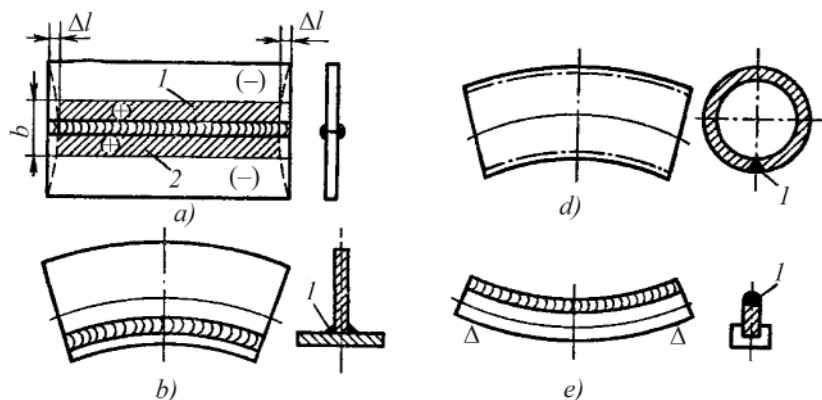
Kuchlanishlar va deformatsiyalar vujudga kelishining ikkinchi usuli chok eritilgan metallning sovish va kristallanish jarayonida cho‘kishidir. Cho‘kish hodisasi shu bilan izohlanadiki, bunda metall kristallanayotganida yana-da zich bo‘la boradi, buning natijasida uning hajmi kichiklashadi. Ammo o‘zgarimas hajmda bo‘lgan asosiy metall bu cho‘kishga qarshilik ko‘rsatgani uchun payvand birikmada ichki kuchlanishlar vujudga keladi.

Payvand buyumlar payvand birikmalarda elastik plastik deformatsiyalarning vujudga kelishi natijasida umumiy deformatsiyalar-



1.4- rasm. Mahalliy qizdirishda qo‘zg‘almas devorlarga bikir mahkamlangan brusok deformatsiyasi sxemasi.

ga uchraydi. Umumiy deformatsiyalar ko'ndalang va bo'ylama deformatsiyalarga, bukilish, buralish va barqarorlikni yo'qotish deformatsiyalariga bo'linadi. Choklarni simmetrik bajarishda ularning bo'ylama va ko'ndalangiga cho'kishi yuz beradi, bu esa elementlarning uzunligi bo'yicha yoki eni bo'yicha qisqarishiga olib keladi (1. 5- a rasm).



1.5- rasm. Eritilgan metallni to'g'ri o'tqazishdan payvand buyumlarning deformatsiyasi:

*a* – chok simmetrik joylashganida; *b*, *d* – chok nosimmetrik joylashganida; *e* – valikni polosa chetiga kavsharlaganida; *1* – payvand choki; *2* – isitish hududi;  $\Delta l$  – bo'ylama o'tkazishdan deformatsiyalanish kattaligi; *b* – isitish zonasining kattaligi.

Buralish deformatsiyasi elementlarning ko'ndalang kesimlarida choklarning nosimmetrik joylashuvi oqibatida vujudga keladi. Barqarorlikning yo'qotilishi deformatsiyalari buyumlarning qizdirilishi va sovishi jarayonida (masalan, plastinkaning ikkala tomonidan (uchidan) siqish) hosil bo'ladigan siquvchi kuchlanishlar tomonidan vujudga keladi.

Ta'kidlab o'tish kerakki, eritib qoplangan metallning hajmi qanchalik kam bo'lsa, ichki kuchlanishlar va deformatsiyalarning qiymati shuncha kichik bo'ladi.

Qizdirishda metallda struktur (tuzilmaviy) o'zgarishlar ro'y beradi, ular metall hajmining o'zgarishi va ichki (xususiy) kuchlanishlarning paydo bo'lishi bilan birga kechadi. Metall hajmining o'zgarishi donalarining o'lchamlari boshqa bo'lgan va ularning o'zaro joylashishi dastlabki tuzilmadan farqli bo'lgan yangi tuzilmalarning paydo bo'lishi oqibatida yuz beradi. Bunday hodisa ko'pincha legirlangan po'latlarni payvandlashda yuz beradi. Ichki (xususiy) kuchlanishlar ular muvozanatlangan jism hajmiga bog'liq holda birinchi, ikkinchi va uchinchi turdagi kuchlanishlarga bo'linadi. Birinchi turdagi xususiy kuchlanishlar buyumning o'lchamlari yoki uning qismlari o'lchamlari bilan o'lchovdosh katta hajmlarga (makrohajmlarga) nisbatan muvozanatlanadi va buyumning shakliga bog'liq holda ma'lum yo'nalishga ega bo'ladi. Ikkinchi tur xususiy kuchlanishlar jismning mikrohajmlari doirasida muvozanatlanadi, ya'ni metallning bitta yoki bir nechta donalari chegarasida muvozanatlanadi. Uchinchi tur xususiy kuchlanishlari kristall panjara chegarasida muvozanatlanadi. Ikkinchi va uchinchi tur kuchlanishlar ma'lum yo'nalishga ega emas.

O'z navbatida, xususiy kuchlanishlar bir o'qli (yoki chiziqli), ikki o'qli (yoki tekislikli) va uch o'qli (yoki hajmiy) bo'lishi mumkin. Mavjud bo'lish vaqtiga bog'liq holda ular texnologik operatsiyaning bajarilishi davrida yoki fizik jarayon o'tayotgan davrda vaqtinchalik va uzoq jarayon mobaynida barqaror saqlanadigan qoldiqli bo'lishi mumkin.

**Payvand kuchlanishlari kamaytirish usullari.** Payvand kuchlanishlarini kamaytirish uchun uch asosiy usuldan foydalaniladi: eritib tayyorlangan metall hajmining chetlarini bo'limning optimal shaklidan foydalanish va isitishning yana-da to'plangan manbalarini qo'llash hisobiga kamaytiriladi; isitishdan plastik deformatsiyalar zonalarida qarama-qarshi ishorali qo'shimcha deformatsiyalar vujudga keltiriladi; deformatsiyaning vujudga kelishi va chokning simmetrik joylanishlariga ko'chishlar erkin cho'kish bilan kompensatsiyalanadi. Amalda bu usullarni quyidagicha amalga oshirish mumkin.

**Payvandlashda qizdirish** haroratlar maydonini, bir qator holalarda esa termik siklga ta'sir ko'rsatib, metallning xossalari ham o'zgartiradi. Bunda tuzilmaviy almashishlar tomonidan vujudga keltiriladigan kuchlanishlar o'zgaradi. Isitish oquvchanlik chegarasini, elastiklik modulini va haroratlar o'zgarishini kamaytiradi. Bu maksimal qoldiq kuchlanishlarning kamayishiga yordam beradi.

Toblash soviyotgan metall bo'yicha payvandlash jarayonida ham, u to'la sovigandan keyin ham qo'llaniladi. Toblash zarb yo'nalishiga tik bo'lgan tekislikda uzayishning plastik deformatsiyalarini vujudga keltirib, metall qalinligi bo'yicha o'tqaziladi. Bu bilan cho'zuvchi yoki qisuvchi qoldiq kuchlanishlarning kamayishiga erishiladi. Toblash juda katta qalinlikdagi metallni ko'p qatlamli payvandlashda tavsiya etiladi, bunda yoriqlar va sinishlar paydo bo'lmasligining oldini olish uchun ko'p qatlamli chokning birinchi va oxirgi qatlamlari toblanmaydi. Toblashga moyil bo'lgan metalldagi choklarni toblash shart emas.

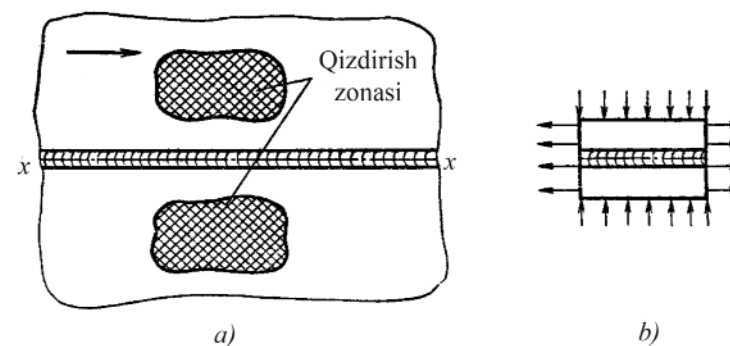
Qoldiq kuchlanishlarni pasaytirishning samarali vositasi chokni ham, chok atrofidagi hududni ham *prokatka* qilish hisoblanadi.

Metallga portlatish bilan *implus ishlov berish*da uning sirtqi qatlamida kuchlanishlar vujudga keltiriladi, bu esa qoldiq kuchlanishlarni qayta taqsimlashni shart qilib qo'yadi.

Shuningdek, ko'pincha statik yoki vibratsion kuchlanishlardan foydalaniladi. Bunda yuklash shu tarzda amalga oshirilishi kerakki, natijada payvandlash hududida cho'zuvchi kuchlanish yuzaga kelsin. Agar yuklash payvandlashdan so'ng bajarilsa, u holda yuklashdan yangidan vujudga kelgan kuchlanish qoldiq cho'zuvchi kuchlanishlar bilan qo'shilishi va plastik deformatsiyalarini chaqirishi zarur. Yuklanish olib tashlanganidan so'ng, kuchlanish pasayadi. Yuklanish sifatida cho'zilish yoki bukilish qo'llaniladi.

Agar payvand birikmaning ikkala tomonidan *qizdirish hududlari (zonalari)* tashkil etilsa (1. 6- a rasm), u holda metall kengayib, konstruksiyalarning chok bo'ylab cho'zilishini va uning chokka ko'ndalang ravshda siqilishini vujudga keltiradi (1. 6- b rasm). Kuchlanishlarning bunday sxemasi chok bo'yi yo'nalishidagi

plastik deformatsiyalarning kechishi uchun qulay, bu esa qoldiq cho'zuvchi kuchlanishlar uchun aynan zarur. Agar qizdirish zonalarini chok bo'ylab aralashtirilsa va metallni issiqlik manbai orqasida sovitilsa, u holda qoldiq kuchlanishlarning pasayish jarayonini uzluksiz qilish mumkin.



1.6- rasm. Mahalliy isitish yo'li bilan qoldiq kuchlanishlarni pasaytirish jarayonining sxemasi.

Payvandlashdan keyin bo'shatish chok strukturasi tekislash (bir xillashtirish) va qoldiq kuchlanishlarni pasaytirish uchun qo'llaniladi, agar payvand konstruksiyasining mustahkamligiga va o'lchamlarining aniqligiga juda yuqori talablar qo'yilgan, shuningdek, uning nozik yemirilishlarga qarshilik ko'rsatishini oshirish zarur bo'lgan hollarda maqsadga muvofiq. Quyidagi bo'shatish turlari farq qilinadi: umumiy bo'shatish – buyum butunicha bir tekis isitiladi; mahalliy bo'shatish – konstruksiyaning payvand chok zonasidagi qismigina isitiladi; bosqichma-bosqich bo'shatish – isitish manbai konstruksiya bo'ylab harakatlanadi, masalan quvurlar yoki qobiqlar va uning qismlari ketma-ket isitiladi; elementlar bo'yicha bo'shatish – payvand konstruksiyaning qismlariga termik ishlov beriladi, keyin esa ular o'zaro payvandlanadi. Bo'shatishning qoldiq kuchlanishlarni pasaytirish usuli sifatidagi asosiy afzalligi shundaki, metallning plastikligini kamaytiradigan plastik de-

formatsiyalarni vujudga keltirmaydi. Bo'shatishga quyidagilar kiradi: qizitish, buyumning uzunligi va kesimi bo'yicha haroratni bir xillashtirish, bo'shatish va sovitish haroratida ushlab turish. Ushlab turish taxminan uch soat mobaynida davom etadi, shundan so'ng tabiiy sovitish amalga oshiriladi.

**Deformatsiyalarni kamaytirish usullari.** Payvandlash natijasida vujudga keladigan deformatsiyalarni kamaytirish choralari ko'pchilik payvand birikmalarni loyihalash va tayyorlashning barcha bosqichlarida nazarda tutiladi. Loyihani tayyorlash bosqichida quyidagi konstruktiv qarorlar qabul qilinadi:

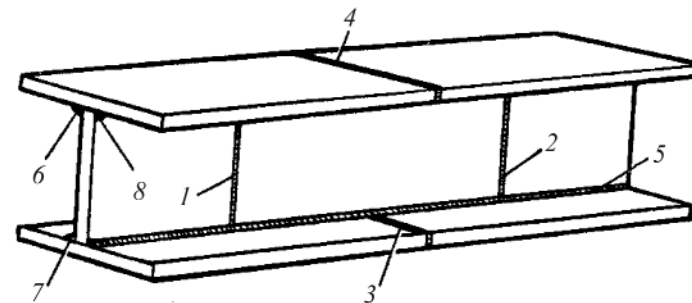
1. Eritiladigan metallning minimal hajmda bo'lishi belgilanadi, burchak choklari kesimlarini mustahkamlikka hisob qilib yoki minimal katetlar to'g'risidagi tavsiyalarga muvofiq tanlanadi. Masalan, metallning qalinligi 12 mm dan ortiq bo'lganida chetlarga ishlov berishning V-simon shakli o'rniga X- yoki K-simon shakli qo'llaniladi. Shu maqsadda uzlukli birikmalar kichikroq kesimli yaxlit choklar bilan almashtiriladi; egilgan va shtamplangan profinlardan keng foydalaniladi va oraliqlar uchun maksimal yo'l qo'yilgan o'lchamlar belgilaniladi. Yamoq qo'yishdan qochiladi, kuchaytiruvchi ustqo'yma va kosinkalar qo'llanilmaydi, cheklangan berk konturlar vujudga keltirilmaydi, kuchlanishlar to'planishi va kesilishiga yo'l qo'yilmaydi.

2. Minimal issiqlik berib payvandlash usulidan foydalaniladi, masalan, bir o'tishli payvandlash o'rniga ko'p o'tishli payvandlashdan foydalaniladi.

3. To'sinli konstruksiyalar choklarining shunday ko'ndalang kesimli va joylashuvli choklari loyihalanadiki, bunda o'tkazish vujudga keltiradigan kuchlar momentlari muvozanatlangan bo'lsin (1. 7- rasm). Bu usul choklarni bajarishning ketma-ketligini tanlashdan iborat bo'lib, bunda avvalgi choklarni qo'yishda vujudga keladigan deformatsiyalarning kamayishi keyingi choklarni payvandlash bilan ta'minlanadi.

4. U yoki bu choklarni bajarishda ko'ndalang kesimlarning yuzalari imkoni boricha maksimal bo'ladigan yig'ish-tekshirish ishla-

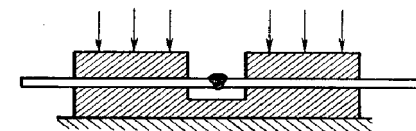
ring ketma-ketligini ta'minlashi kerak. Masalan, murakkab konstruksiyalarda elementlarni ketma-ket ko'paytira borish qamrovlarida keyinchalik payvandlash bilan butun konstruksiyani dastlabki yig'ishga qaraganda o'lchamlarning ko'proq buzilishini beradi.



1.7- rasm. Ikki tavrli to'sinda deformatsiyalarni muvozanatlash:  
1-8 – choklarning tartib raqami.

5. Ayrim hollarda butunlay konstruksiyaning buzilishlarini vujudga keltirmaslik uchun elementlarning o'tkazishdan erkin qisqartirilishi ta'minlanadi. Masalan, listlarning uchma-uch ulanishishi ularni konstruksiyaning boshqa qismlariga mahkamlaguncha qadar bajarilib, bunda choklarning erkin ko'ndalang o'tqazishi ta'minlanadi.

6. Yupqa elementli konstruksiyalarda choklar yoki bikir elementlar ustiga (1. 8- rasm), yoki ular yaqiniga joylashtiriladi.



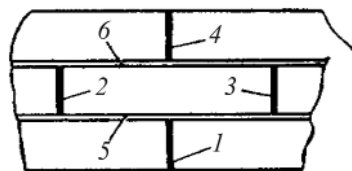
1.8- rasm. Listlarning bikir mahkamlanishi.

7. Berilgan o'lchamdagi payvand konstruksiyalarni hosil qilish uchun, choklarni o'tkazish uchun prikuslar ko'zda tutiladi.

Payvandlash texnologiyasini ishlab chiqishda va amalga oshirishda quyidagi tadbirlardan foydalaniladi:

1. Yig'ish – payvandlash ishlarining ketma-ketligini to'g'ri tashkil etish. Masalan, konstruksiya alohida qismlarga ajratiladi,

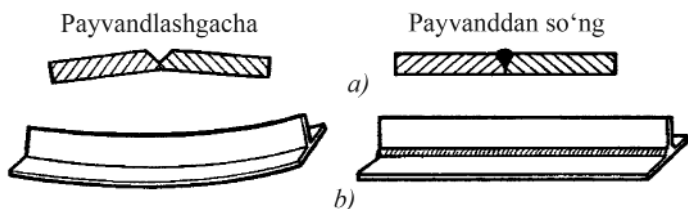
ular alohida-alohida oson to'g'rilanishi, keyin esa minimal xatoliklar bilan o'zaro payvandlanishi mumkin (1. 9- rasm).



1.9- rasm. Yig'ish payvandlash operatsiyalarining ketma-ketligi:  
1-6 – choklar holatining tartib raqamlari.

2. Payvandlanadigan elementlarni yig'ish va mahkamlash uchun tegishli jihozlar va moslamalardan foydalaniladi (masalan, uchma-uch birikmalarni payvandlashda yupqa metallarni siqish, burchakli choklarni bajarishda qovurg'a va diafragmalarni mahkamlash va shu kabilar). Ular o'lchami bo'yicha katta, lekin katta o'tkazish kuchlari bilan birga kechmaydigan vaqtincha ko'chishlarni yo'qotishda, ayniqsa, samaralidir.

3. Sun'iy deformatsiyalarni vujudga keltiradi: u ko'pincha teskari bukilish bilan, uning kattaligi hisoblash yoki tajriba o'tkazish yo'li bilan aniqlanadi (1. 10- rasm). Kelgusi ko'chishlarning o'rnini bosish maqsadida halqali choklarni payvandlashdan oldin obechayka chetlari yoyiladi.

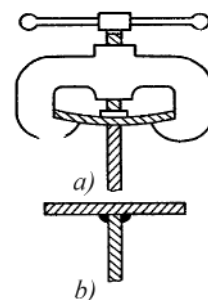


1.10- rasm. Teskari deformatsiyalar va buyum elementlarining deformatsiyadan keyigi holati:

*a* – uchma-uch ulanishda; *b* – tavrli to'sin.

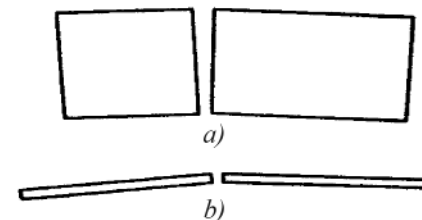
4. Payvandlash zonasi (hududi)da maxsus moslamalar yordamida o'tqazuv kuchini kamaytirish uchun cho'zish kuchlanishlari (odatda, bukish bilan) vujudga keltiriladi. Bunday usuldan to'sinlarni payvandlashda foydalaniladi (1. 11- rasm).

5. Kelgusi o'tkazish hisobga olinib, zagotovkalarining yig'ish o'lchamlari belgilanadi, masalan, elektroshlakli payvandlashda uzunligi bo'yicha o'zgaruvchi oraliq o'rnatiladi, (1. 12- *a* rasm), uchma-uch birikmalarni payvandlashda burchakli deformatsiyalar kompensatsiyalanadi (1. 12- *b* rasm).



1.11- rasm. Polka (tokcha)ning holati:

*a* – payvandlashdan oldin; *b* – payvandlashdan keyin

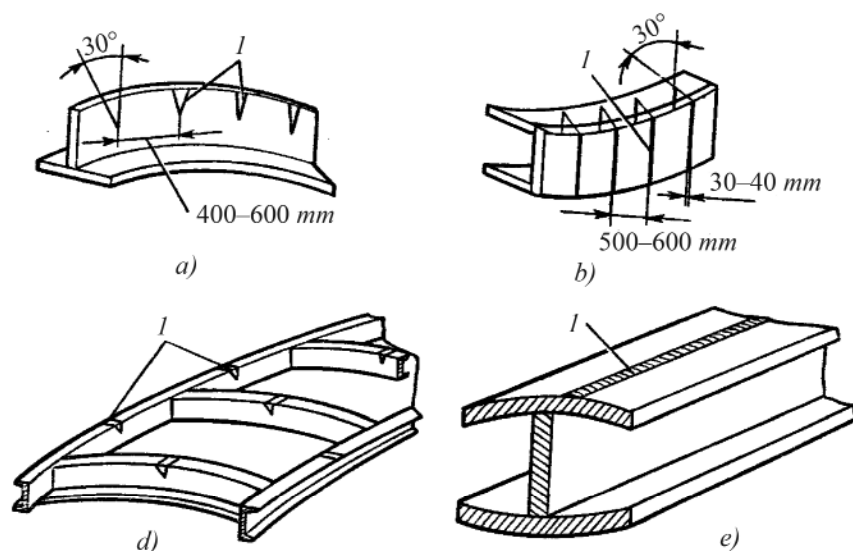


1.12- rasm. Ko'chishlarni yaratish:

*a* – o'zgaruvchan zazorli; *b* – burchakni kompensatsiyalab.

Payvandlashdan so'ng konstruksiyalarni to'g'rilash uchun turli xil mexanik va termik uslublardan foydalaniladi. Bosqon, domkrat, vintli presslar yoki boshqa qurilmalar yordamidagi mexanik tuza-tishda, odatda, buyumning eng katta bukilgan tomonidan qo'yi-ladigan zarbli yoki statik yuklanish vujudga keltiriladi. Yupqa list-li materialdan yasalgan buyumlarni prokatka usulida to'g'rilash mumkin. Prokatka metallning yo'g'onligi bo'yicha plastik de-formatsiyasini vujudga keltiradi va, asosan, metallning bo'ylama uzayishiga va qisman ko'ndalang yo'nalishda uzayishiga olib kela-di. Deformatsiyalarni prokatkalab bartaraf etish qalinligi 8–12 mm gacha bo'lgan po'latlar, titan va aluminiy qotishmalaridan iborat birikmalarda, ba'zan esa juda katta yo'g'onlikdagi birikmalarda amalga oshiriladi. Prokatlashdan komplastikli materiallar uchun foydalanish tavsiya etiladi.

Termik tuzatish deformatsiyalangan konstruksiyalar metali-ning uncha katta bo‘lmagan qismlarini mahaliy qizdirishdan iboratdir. Qizdirish, odatda, 600–860°C gacha bo‘lgan katta quvvatli payvandash gorelkalari yordamida amalga oshiriladi. Sovitilganida qizigan uchastkalar siqiladi va buyum to‘g‘rilanadi. Payvand tavrli to‘sinning deformatsiyasini to‘g‘rilash (1. 13- *a* rasm), vertikal devorning qavariq qismini qizdirish bilan amalga oshiriladi. Isitish polosasining eni  $l$  20–30 mm bo‘ladi. Qizdirish polosalari 30° burchak ostida tutashadi. Payvand shvellerlarni to‘g‘rilashda (1. 13-*b* rasm) ikkala tokchada joylashgan uchburchakli qizdirish uchastkalaridan tashqari uning devorida ham bir qancha qizdirish polosalari bajariladi. Shvellerlardan iborat payvand romni to‘g‘rilash sxemasi 1. 13- *d* rasmda, ikki tavrli to‘sinni to‘g‘rilash sxemasi 1. 13- *e* rasmda ko‘rsatilgan.



1.13- rasm. Termik tuzatishda isitish uchastkalarining joylashishi:  
*a* – tavrli to‘sin; *b* – shveller kesimli to‘sin; *d* – shvellerlardan yasalgan rama; *e* – ikki tavrli to‘sin.

Bir qator hollarda termomexanik to‘g‘rilash qo‘llaniladi, bu usul mahalliy isitishni konstruksiyaning egilishiga teskari yo‘nalishida statik yuklanishni qo‘yish bilan qo‘shib olib borishdan iborat.

Konstruksiyani umumiy qizdirib, moslamalardan foydalanmasdan termik to‘g‘rilash mumkin emas, chunki bu holda cho‘zuvchi va siquvchi kuchlanishlarning pasayishi bir vaqtda yuz beradi va deformatsiyalarni to‘g‘rilash samarasi bo‘lmaydi. Hozirgi vaqtda bunday to‘g‘rilash sanoatda keng qo‘llaniladi.

#### **Nazorat savollari:**

1. Prisadkali metallarning vazifasi qanday?
2. Keramik va erigan fluslarning qo‘llanish sohasini ko‘rsating.
3. Payvandlashda metallurgiya jarayonlarini bayon qiling.
4. Ko‘p qatlamli payvandlashda chok strukturasi o‘zgarishini izohlab bering?
5. Po‘latlarning payvandlanuvchanligini qanday omillar belgilaydi?
6. Payvandlashda kuchlanishlar va deformatsiyalarning vujudga kelish sabablari qanday?
7. Payvand kuchlanishlari va deformatsiyalarini kamaytirish usullari to‘g‘risida so‘zlab bering?

## **II BOB. PAYVAND BIRIKMALARDAGI NUQSONLAR**

### **2. 1. 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.

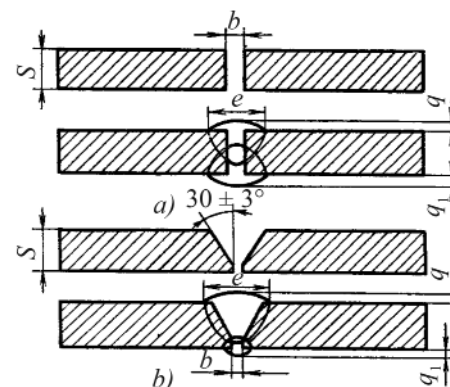
**Payvandlash va yig'ishdagi nuqsonlar.** Eritib payvandlashda nuqsonlarning o'ziga xos ko'rinishlari quyidagilar hisoblanadi: V-simon, X-simon va U-simon ishlov berilganida chetlarining og'ish burchaklari noto'g'riligi; ulanayotgan uchlarining uzunlik bo'yicha juda ko'p yoki kam to'ntoqlashuvi (o'tmaslashuvi); ulanayotgan elementlari uzunligi bo'yicha chetlar orasidagi oraliqning bir xil bo'lmasligi; ulanayotgan tekisliklarning bir-biriga mos kelmasligi; payvandlanayotgan detallar chetlari orasidagi oraliqning juda kattaligi; chetlarining qatqatlashuvi va ifloslanishi.

Aytib o'tilgan nuqsonlar zagotovkalarga ishlov berilgan stanokli qurilmaning nosozligi oqibatida; dastlabki materialning sifati yomonligidan, chizmalardagi xatoliklardan; chilangar va yig'uvchilar malakasining pastligidan vujudga kelishi mumkin.

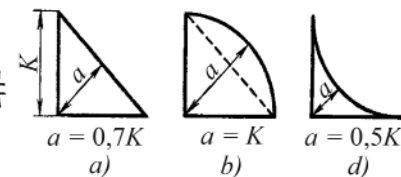
**Chok shakli nuqsonlari.** Payvand choklarining shakli va o'lchamlari, odatda, texnik shartlar bilan beriladi, chizmalarda ko'rsatiladi va standartlar orqali tartibga solinadi. Uchma-uch choklarning konstruktiv elementlari (2. 1- rasm) – ularning eni  $e$ , kuchaytirish balandligi  $q$  va eritib quyishlar  $q_1$  hisoblanadi; tavrli 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 usublari bilan bajarishda choklarning eni va balandligi notekis bo'lishi, balandliklar, chuqurchalar, katetlari va burchak choklarining balandligi bir tekis bo'lmasligi mumkin (2. 3- rasm).

Choklarning notekis kengligi payvandchining ko'rish-harakatlanish koordinatsiyasiga (KHK) bog'liq bo'ladigan elektrodning noto'g'ri harakatlari natijasida, shuningdek, yig'ishda qirralar orasida vujudga kelgan berilgan oraliqdan og'ishlar natijasida paydo bo'ladi. Avtomatik payvandlashda bunday nuqsonning vujudga kelish sababi simni uzatish tezligining, payvandlash tezligining buzilishi va hokazolar hisoblanadi.



2.1- rasm. Uchma-uch choklarning asosiy konstruktiv elementlari:  
 $a$  – kichik qalinlikdagi uchlariga ishlov berilmasdan;  $b$  – V-simon ishlov berish bilan.

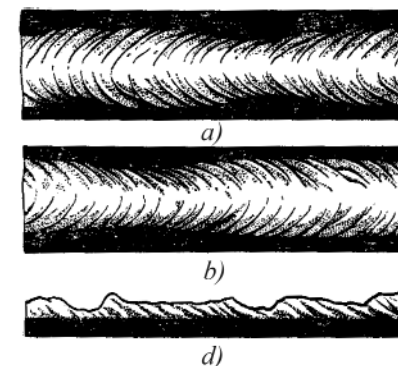


2.2- rasm. Valikli choklarning asosiy konstruktiv elementlari:  
 $a$  – normal (me'yordagi);  $b$  – qavariq;  $d$  – botiq.

Chok uzunligi bo'yicha kuchaytirishning notekisligi, mahalliy balandliklar va chuqurliklar dastaki payvandlashda payvandchining malakasi yetishmasligi sababli va, birinchi navbatda, payvandchining 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'tilgan nuqsonlari birikmaning mus-

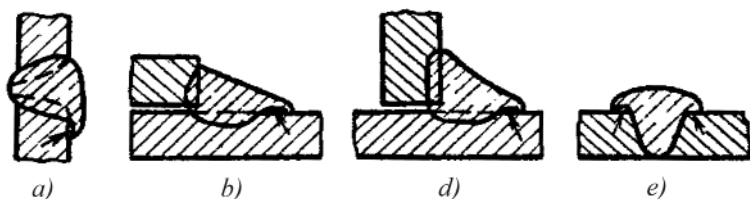


2.3- rasm. Chok shakllari nuqsonlari:  
 $a$  – dastaki payvandlashda kengligining notekisligi;  $b$  – shuning o'zi avtomatik payvandlashda;  $d$  – notekis kuchaytirish – do'ngliklar va chuqurliklar.

tahkamligini 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 qorishmasdan oqib tushishi natijasida vujudga keladi (2. 4- rasm). Oqmalar ayrim zonalar ko'rinisdagi mahaliy, shuningdek, uzunligi 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, shipda), 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.



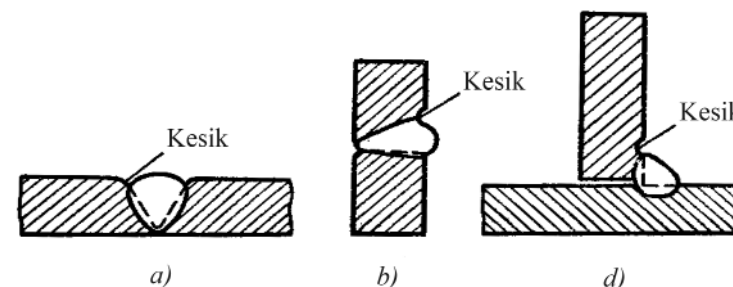
2.4- rasm. Choklardagi oqmalar.

*a* – gorizontal birikmada; *b* – ustma-ust birikmalarda; *d* – tavrli birikmada; *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; payvandlashdagi noqulay fazoviy holat; payvandchining ehtiyotsizligi sabab bo'ladi.

Chokdagi kesiklar metallning ishchi qalinligini kamaytiradi, ishchi yuklanishlardan mahalliy kuchlanishlarni vujudga keltira-

di va foydalanish jarayonida choklarning yemirilishiga sababchi bo'lishi mumkin.



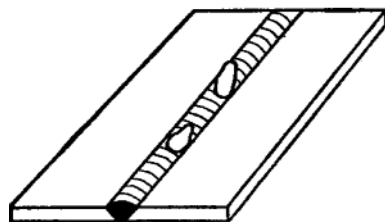
2.5 rasm. Kesiklar:

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

Ta'sir qiluvchi kuchlanishlarga ko'ndalang joylashgan uchma-uch va burchakli choklardagi kesiklar vibratsion mustahkamlikning 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'rinisdagi 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 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).

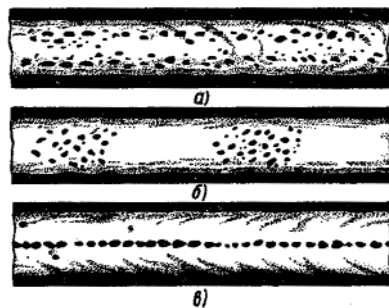


2.6- rasm. Kuyindilar.

Kuyishlarning sababi – yoyning haddan tashqari yuqori pogon energiyasi, notekis tezlikda payvandlash, ta‘minot manbayini to‘xtatish, payvandlanadigan elementlar chetlari orasidagi tirqishning 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 manbai bo‘ladi, u mexanik usulda bartaraf etiladi.

**Ichki nuqsonlar.** Ularga bo‘shliqlar (g‘ovaklar), shlakli qo‘shilmalar, pishmaganlar, qorishmaganlar va yoriqlar kiradi. Dumaloq shakldagi bo‘shliqlar, gaz bilan to‘ldirilgan g‘ovaklar (2. 7- rasm) payvandlanayotgan metall uchlarining ifloslanganligi, nam flusdan yoki nam elektrodlardan foydalanish, karbonat angidridi muhitida payvandlashda chokni himoyalash yetarlicha bo‘lmashligi, payvandlash tezligi ortgani va yoy uzunligi ortiqcha bo‘lishi oqibatida vujudga keladi.



2.7- rasm. Chokda erigan metallidagi g‘ovakning ko‘rinishi:

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

batida vujudga keladi. Karbonat angidrid gazi muhitida, ayrim hollarda 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. «Qurtimon» g‘ovaklar bir necha santimetrli uzunlikka ega bo‘ladi.

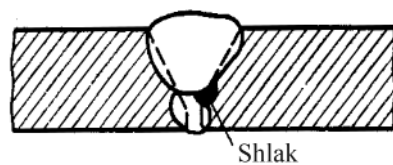
Bir tekis g‘ovaklik (2. 7- a rasm) muntazam ta‘sir yetuvchi omillarda: asosiy metall payvandlanayotgan sirlari bo‘yicha ifloslanganida (zang bosganda, moy tekkanda va hokazo), elektrodlar qoplamasi qalinligi bir xil bo‘lmaganida va hokazolarda sodir bo‘ladi. Bo‘shliqlarning to‘planishi (2. 7- b rasm) mahaliy ifloslanishlarda yoki payvandlashning belgilangan tartibidan og‘ishishlarda, 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. Aluminiy va titan qotishmalarini payvandlashda bo‘shliqlarning paydo bo‘lishi ehtimoli katta, po‘latlarni payvandlashda esa bu ehtimol kichik.

Payvand choki metalida *shlakli kirishmalar* – bu nometall 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 shlakli kirishmalarining paydo bo‘lishi ehtimoli juda kattadir.

Ko‘p shlak beruvchi sifatli elektrodlar bilan payvandlashda erigan metall suyuq holatda uzoqroq vaqt turadi va nometall kirishma-

lar uning sirtiga qalqib chiqishga ulguradi, buning natijasida chok shlak kirishmalari bilan ozroq miqdorda ifloslanadi.



Shlak

2.8- rasm. Ko‘p qatlamli chokda uchning kesilishi bo‘yicha shlakli kirishmalar.

Shlakli kirishmalarni makro 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 iflosliklardan yaxshilab tozalamaslik

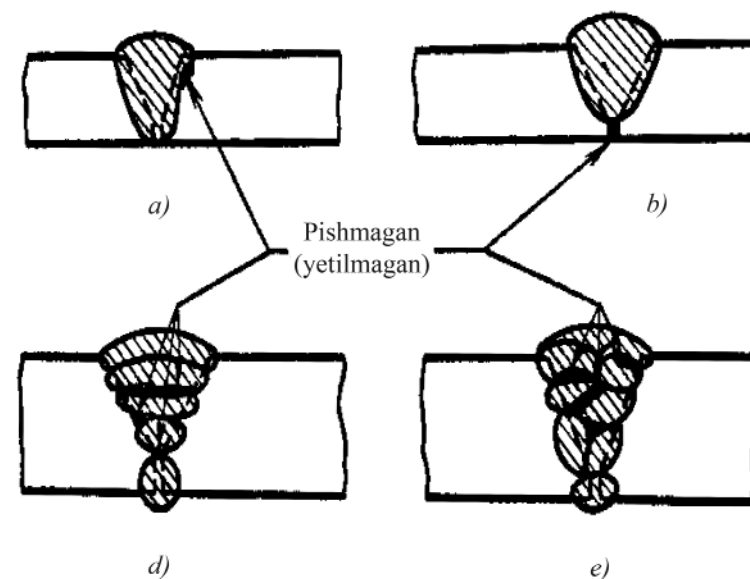
oqibatida va ko‘pincha ichki kesiklar hamda ko‘p qatlamli choklarning birinchi qatlamlari sirlari keyingilarini payvandlashdan oldin shlakdan yomon tozalanaganida paydo bo‘ladi (2. 8- rasm).

Makroskopik shlakli kirishmalar eritish jarayonidagi kristallanishda chokda qoladigan ayrim kimyoviy birikmalarning paydo bo‘lishi natijasida vujudga keladi.

**Oksidli plyonkalar** payvandlashning barcha turlarida vujudga kelishi mumkin. Ularning paydo bo‘lishi sababi shlakli kirishmalar kabidir: payvandlanayotgan sirlarning ifloslanganligi; ko‘p qatlamli payvandlashda chok qatlamlari sirtining shlakda yomon tozalanishi; elektrod qoplama yoki flusning sifati pastligi; payvandchining 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‘rinishidagi neprovarlar (2. 9- a rasm) oksidlarning yupqa qatlamini tashkil etadi, ayrim hollarda esa asosiy va eritilgan metall orasidagi qo‘pol shlakli qatlamni tashkil etadi. Bunday neprovarlarning paydo bo‘lishi sababi: payvandlanayotgan detallar chetlarining kuyindi, zang, bo‘yoq, shlak, moy va boshqa ifloslanishlardan yomon tozalanishi, yoyning magnit maydonlar ta‘sirida adashishi yoki og‘ishi, ayniqsa, o‘zgarimas tokda payvandlashda; elektrodlar oson eruvchi material-

dan tayyorlanganida, bunday elektrodlar bilan chok to‘ldirilganida suyuq metall erimagan payvandlash chetlariga oqib tushadi, payvandlash tezligi haddan tashqari katta, bunda payvandlanayotgan chetlar (uchlar) erishga ulgurmaydi; elektrodning payvandlanayotgan uchlarning birortasi tomon ancha siljishi mumkin, bunda erigan metall ikkinchi erimagan uchga oqib, pishmagan joyni yopadi; asosiy metall, payvand simi, elektrodlar, fluslar va hokazolarning sifati qoniqarsizligi; payvandlash qurilmasining qoniqarsiz ishlashi – payvandlash jarayonida payvandash toki kuchining va yoy kuchlanishining tebranishi (o‘zgarishi); payvandchining malakasi pastligi.



2.9- rasm. Pishmagan (yetilmagan) joylar:

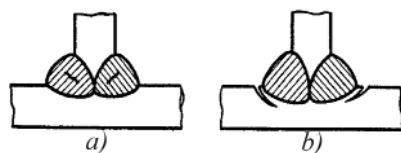
a – asosiy metall bilan uchi bo‘yicha; b – chok ildizida; d – alohida qatlamlar orasida; e – valiklar orasida.

Chok ildizida (asosida) pishmagan joylarning paydo bo‘lishi sabablari (2. 9- a rasm): yuqorida aytib o‘tilganlardan tashqari, uchlarning qiyalik burchagining yetarli bo‘lmasligi; ular o‘tmas-

lashishining yuqori kattalikdaligi; payvandlanayotgan detallar uchlari orasidagi oraliqning yetarli emasligi; chok oralig'iga quyiladigan elektrod yoki prisadka simi kesimining kattaligi (bu asosiy 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 shlak to'la olib tashlanmaganligidan (bu hol uni olib tashlash qiyinligidan yoki payvandchining pala-partishligi tufayli yuzaga kelishi mumkin); issiqlik quvvati yetarli emasligi (kichik tok, juda uzun yoki qisqa yoy).

**Yoriqlar** – uzilish ko'rinishdagi payvand birikmaning qisman mahalliy yemirilishi (buzilishi) (2. 10- rasm). Yoriqlarning paydo bo'lishiga quyidagi omillar sabab bo'ladi: qattiq mahkamlangan konstruksiyalarda legirlangan po'latlarni payvandash; havoda to'blashga moyil bo'lgan uglerodli po'latlarni payvandlashda sovitish

tezligining yuqoriligi; konstruksion legirlangan po'latni avtomatik payvandlashda yuqori uglerodli elektrod simning qo'llanilishi; qalin 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'yishlarning qo'llanishi 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.



2.10- rasm. Payvand chok va birikmalardagi yoriqlar:

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

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 chetlarida 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 tanlanganida tok ostida ushlab turish davomiyligi noto'g'ri tanlanganida va hokazo). Bu nuqsonlarning hammasi birikmalarning ish qobiliyatini pasaytiradi. Bosim bilan payvandlashdagi nuqsonlarni eritib payvandlashdagi nuqsonlarga qaraganda aniqlash, odatda, ancha murakkab.

## 2. 2. Payvandlashdagi nuqsonlarning konstruksiyalar ish unumiga ta'siri

Payvand birikmalarning sifatini nazorat qilishda va ularning foylanishga yaroqliligini baholashda tashqi va ichki nuqsonlarning 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 qatorda ko'pgina konstruksion va ekspluatatsion omillarga bog'liq. Bu

masalani o'rganish ham amaliy, ham nazariy jihatdan katta qiyinchiliklar tug'diradi. Ko'pchilik hollarda u yoki bu turdagi nuqsonning konstruksiyalarning ishlash qobliyatiga ta'sir ko'rsatish darajasi 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 sharoitlariga bog'liq. Chokni kuchaytirish statik mustahkamlikni kamaytirmasligi aniqlangan, biroq u vibratsion mustahkamlikka kuchli ta'sir ko'rsatadi.

Chok qancha ko'p kuchaytirilsa va, binobarin, asosiy metallardan eritiladigan metallga o'tish burchagi qancha kichik bo'lsa, u chidamlilik chegarasini shunchalik kuchliroq pasaytiradi. Shunday qilib, chokni haddan ortiq kuchaytirish vibratsion, dinamik va takroriy-statik yuklanishlarda ishlovchi payvand birikmalar sifatini yaxshilash bo'yicha texnologik jarayonni optimallashtirishdan olingan barcha afzalliklarni nolga olib kelishi mumkin.

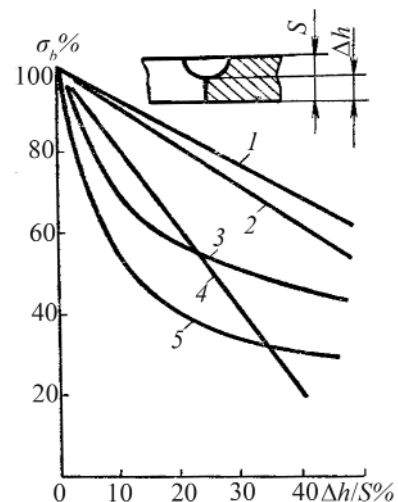
Kesik xavfli tashqi nuqson hisoblanadi. Unga chidamlilikka ishlaydigan konstruksiyalarda yo'l qo'yilmaydi. Statik yuklanishlar ta'sirida ishlovchi konstruksiyalarda chok kesimini ko'pi bilan 5% ga susaytiruvchi, uzunligi uncha katta bo'lmagan kesiklarni yo'l qo'yish mumkin bo'lgan kesiklar deb hisoblash mumkin.

G'udda (напльв) lar choklarning tashqi shaklini o'zgartirib, kuchlanishlar konsentrator (markaz)larni hosil qiladi va shu bilan konstruksiyalarning pishiqligini pasaytiradi. Katta davomiylidagi g'uddalarni yo'l qo'yib bo'lmaydigan nuqsonlar deb hisoblash lozim, chunki ular kuchlanishlarni to'plashganidan tashqari ko'pincha yaxshi yetilmasliklar (neprovar) bilan birga bo'ladi.

Payvandlash rejimlarining me'yordagilardan tasodifiy chetlashishlari bilan yuzaga kelgan uncha katta bo'lmagan mahalliy g'uddalarni yo'l qo'yishi mumkin bo'lgan nuqsonlar deb hisoblash mumkin.

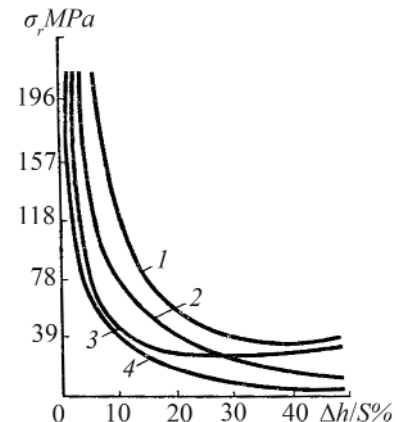
Kraterlar barcha hollarda, kuyindilar singari, yo'l qo'yib bo'lmaydigan nuqsonlar hisoblanadi va tuzatilishi kerak.

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



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

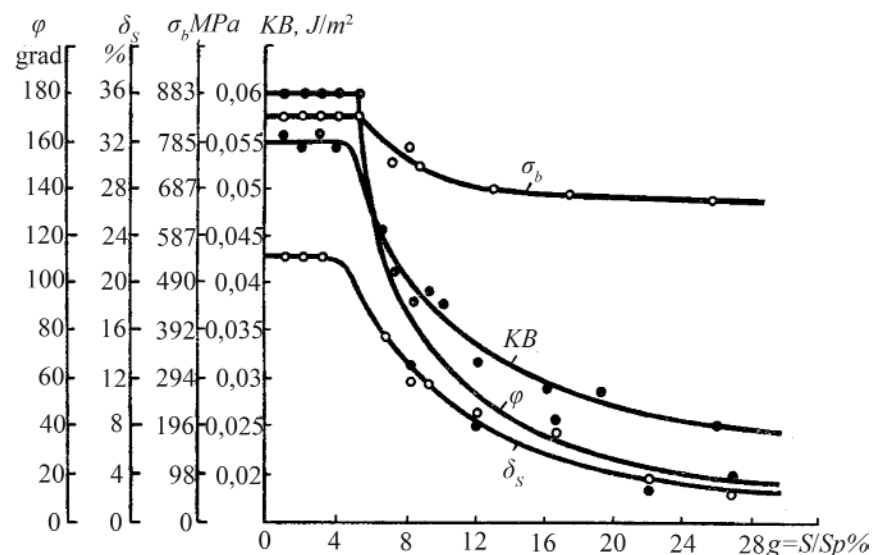
1 – Cr3 po'lati; 2 – 12X18H9T po'lati; 3 – 25XГΦA po'lati; 4 – Д16T; 5 – 30XГCHA po'lati.



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

1 – kesiklar; 2 – bo'shliqlar; 3 – chok ildizining yaxshi eritilmaganligi; 4 – shlaklar.

Chok kesimida nisbiy yuzi 5–10% gacha boʻshliqlar va shlakli kirishmalar boʻlgan birikmaning statik mustahkamligiga amalda kam taʼsir koʻrsatishi aniqlangan (2. 13- rasm). Agar choklar ancha katta kuchaytirilgan boʻlsa, u holda yigʻindi yuzi chok kesimining 10–15% ga teng boʻshliqlar va shlakli kirishmalar statik mustahkamlikka kam taʼsir qiladi. Bir qator konstruksiyalar (garovga qoʻyiladigan detallar, armaturaning ulanish joylari) uchun bunday nuqsonlarning yoʻl qoʻyiladigan kattaligi ularning joylashgan oʻrniga bogʻliq holda chok kesimining 10–25% ini tashkil etishi mumkin.



2.13- rasm. Nuqsonlar (boʻshliqlar)ning nisbiy yuzining legirlangan poʻlatdan qilingan tutashtiruvchi birikmalarning mexanik xossalariga taʼsiri ( $\delta_b = 850$  MPa toblashdan va yumshatishdan soʻng).

Yoriqlar, oksidli pardalar, erib qoʻshilmay qolganlar kabi nuqsonlar yoʻl qoʻyib boʻlmaydigan nuqsonlar hisoblanadi.

## 2. 3. Nuqsonlarni tuzatish usullari

Yoʻl qoʻyib boʻlmaydigan tashqi va ichki nuqsonlar aniqlanganida ular, albatta, bartaraf qilinadi. Tashqi nuqsonlarni yoʻqotish tanlangan joylarda silliq oʻtishlar taʼminlangan holda jilvirlash orqali amalga oshiriladi. Agar yigʻmaning maksimal chuqur joyda detall devorining minimal yoʻl qoʻyiladigan qalinligi saqlangan boʻlgan holda tanlab olingan joylarni payvandlamasa ham boʻladi. Chokning teskari tomonidan nuqsonlarni yoʻqotish asosiy metall bilan yuzining butun uzunligi boʻylab chokning teskari tomonidan amalga oshiriladi. Agar mexanik ishlov berish jarayonida (jilvirlashda) tashqi nuqsonlarni toʻla tuzatish imkoni boʻlmasa, u holda ularni yoʻl qoʻyib boʻlmaydigan nuqsonlar sifatida toʻla yoʻqotish zarur.

Chuqurlashgan tashqi va ichki nuqsonlarni (nuqsonli uchastkalarni) aluminiy, titan va ularning qotishmalaridan yoʻqotish faqat mexanik usulda abraziv asbob bilan jilvirlash yoki kesish, shuningdek, kesib tashlab, keyin jilvirlash yoʻli bilan amalga oshiriladi. Bir qator hollarda poʻlatdan yasalgan konstruksiyalarda nuqsonli uchastkalarni havo-yoyli yoki alangali-yoyli strojka bilan, keyinchalik tanlab olingan sirtini abraziv asboblardan ishlov berib yoʻqotishga yoʻl qoʻyiladi. Bunda uglerodli va kremniy-marganesli poʻlatlardan yasalgan buyumlarning sirtlari kesish izlari toʻliq yoʻqotilgunicha tozalanishi (jilvirlanishi) kerak.

Majburiy termik ishlov berilishi lozim boʻlgan va legirlangan hamda xromli poʻlatlardan ishlangan payvand birikmalarda tanlamalarni pishirib nuqsonlarni tuzatishni payvand birikmani yuqori (450–650°C) sovutishdan soʻng (oraliq, yakuniy yoki dastlabki) amalga oshirish lozim, texnologik yoʻriqnomalarda qayd etilgan ayrim hollar bundan mustasno.

Nuqsonli joylarni yoʻqotishda maʼlum shartlarga rioya qilish maqsadga muvofiq. Yoʻqotilayotgan uchastkaning uzunligi nuqsonli joy uzunligiga qoʻshimcha har tomondan 10–20 mm ga

teng bo'lishi, tanlanmani ajratish eni esa shunday bo'lishi kerakki, 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 chiqiqlarsiz, 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 konstruksiyaning ahamiyatligi toifasiga bog'liq va, odatda, uchtdan ortmaydi.

#### ***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.

### **III BOB. DASTLABKI VA JORIY NAZORAT**

#### **3. 1. Dastlabki materiallarni nazorat qilish**

Payvand birikmalarining sifati yuqori bo'lishini ta'minlash uchun dastlabki materiallarni (asosiy metall, elektrodlar, payvandlash simi, fluslar, himoya gazlari va h. k.) nazorat qilish zarur. Dastlabki materiallarning sifati sertifikat ma'lumotlari asosida belgilanadi, buning uchun ularning buyumni payvandlashning mazkur texnologik jarayoniga, talablariga muvofiqligi aniqlanadi. Tashqi nuqsonlar mavjud bo'lganida, shuningdek, sertifikatlar bo'lmaganida dastlabki materiallardan foydalanishga faqat kimyoviy tahlil, mexanik sinovlar va payvandlanuvchanlikni aniqlash sinovlari o'tkazilganidan so'ng ruxsat etiladi.

Quyma zagotovkalar ko'rinishdagi asosiy metall bo'shliqlar, cho'kma rakovinalar va yoriqlarning mavjudligiga tekshiriladi. Payvandlash lozim bo'ladigan zonalarga alohida e'tibor beriladi. Bu joylar iflosdan, bo'yoqdan, zangdan va boshqa iflosliklardan yaxshilab tozalanishi kerak. Prokatda qatlamlashuv, quyish, list qalinligining bir xilligi mavjudligiga tekshiriladi.

Elektrodlar qoplamasi qalinligining bir tekislikdaligi, unda yoriqlar va boshqa mexanik shikastlanishlar mavjudligiga tekshiriladi. Elektron sterjen va qoplamaning erish xarakterini, shlak ajralishi osonligini va payvand chokining shakllanish sifatini (erigan metallning oquvchanligi, sachrashli) aniqlash uchun sinov payvandlash bajariladi. Elektrodlar amaldagi DSlar talablarini qanoatlantirishi kerak.

Payvandlash simi sirtlarining tozaligiga, mazkur payvandlash texnologik jarayoni uchun noma'qul bo'lgan qoplamalarning qatlamlariga ajralishi va zontlarning yo'qligiga tekshiriladi. Elek-

trodlar uchun yuqorida eslatib o‘tilgan ko‘rsakichlar bo‘yicha materiallarning sifatini aniqlash uchun tegishli fluslar yoki himoya gazidan foydalanib, sinov payvandlash bajariladi.

Fluslarni tekshirishda ular zarrachalarining kattaligi va o‘lchamining bir xilligi, ularda ifloslik va boshqa kirishmalarning yo‘qligi aniqlanadi.

Himoya gazlarida zararli qo‘shimchalar va namlik yo‘qligi tekshiriladi.

**Payvandlanuvchanlik** metallning (yoki metallar qo‘shilmalarining) payvandlashning belgilangan texnologiyasida buyumning konstruksiyasi va foydalanish shartlariga bog‘liq talablarga javob beruvchi birikma hosil qilish xossasidir. Dastlabki materiallarni payvandlanuvchanlikka tekshirishdan avval payvand konstruksiyada u yoki boshqa materiallardan foydalanish to‘g‘risida qaror qabul qilinishi kerak. Aytilganlarga muvofiq payvandlanuvchanlik ikki holda nazorat qilinadi: materiallarni tanlashda va payvandlash texnologiyasini ishlab chiqishda, ya‘ni ishlab chiqarishni loyiha bosqichida tayyorlashda; materiallarni ishlab chiqarish jarayoniga ishga tushirishda, ya‘ni ishlab chiqarishni texnologik tayyorlashda. Ikkinchi tekshirish asosiy metall, simning erishida yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan chetlashishlar, shuningdek, elektrodlar va fluslarning sertifikatdagi qiymatlaridan og‘ishi bilan bog‘liq.

Vatanimizda ishlab chiqarilgan asosiy va payvand materiallaridan foydalanilganida tegishli standartlarga muvofiqlik sertifikatlari taqdim etilishini talab qilish kerak. Shunday materiallarning xorijda ishlab chiqarilganidan foydalanilganida «O‘zstandart» agentligi tomonidan ushbu faoliyatga akkreditatlangan tashkilotlar tomonidan berilgan O‘zbekiston Respublikasi davlat standartlariga muvofiqlik sertifikatlari taqdim etilishini talab qilmoq zarur. Ushbu choralar chetdan noqonuniy kiritilgan materiallardan himoyalani, ulardan foydalanish oqibatida esa xizmat davrida payvand birikmalarining buzilishiga olib kelishi, falokatlar va h. k. noxush hollarning oldini oladi.

### 3. 2. Qurilma va jihozlarni nazorat qilish

Payvand birikmalarining sifati ko‘p jihatdan payvandash qurilmasining soz ishlashiga bog‘liq. Nazorat qilishning mazkur turining maqsadi va vazifasi – har bir apparat yoki mashinaning pasporti ma‘lumotlariga muvofiq payvandlash qurilmasini ish holatida saqlanishini ta‘minlash. Yoyli payvandlash uchun mashina va apparatlar yoyning barqaror yonishini, payvandlash rejimini sozlashning talab qilingan aniqligi va to‘g‘riligini ta‘minlashi kerak. Bu parametrlar har safar qurilmani ishga tushirishdan oldin va ishlab chiqarish jarayonida sinchklab tekshirilishi kerak. Gaz bilan payvandlashda gaz bilan ta‘minlash manbalarini tekshirish birinchi darajali ahamiyatga ega. Masalan, atsetsilenli gazogeneratorlarning ishlanishini nazorat qilish toza va quruq gazni normal haroratda va o‘zgarmas bosimda uzatib turilishini ta‘minlashga qaratilgan. Buning uchun gaz magistrallari, suv to‘siqlari va bosim sozlagichlari tekshiriladi. Gorelkalarning ventil va shlanglarga zich ulanishini doimiy tekshirish zarur. Ortiqcha kislorod yoki yonilg‘i gazning uzatilishiga yo‘l qo‘ymaydi. Reduktorga ishlanishini nazorat qilishda ishchi bosimning doimiylikiga, ularning sozlashga sezgirlikiga, o‘tkazish qobiliyatiga va muzlashga qarshi chidamliligiga diqqatni qaratish zarur. Nazorat-o‘lchov asboblarining ko‘rsatishlari namunaviy asboblar va o‘lchash vositalarining ko‘rsatishlari bilan taqqoslab tekshiriladi. Payvand birikmaning sifati ko‘p jihatdan foydalanilayotgan maxsus asbob va moslamalarning sifatiga bog‘liq. Yig‘ish moslamalari talab qilingan mustahkamlik va qattqlikni, payvand konstruksiyasi elementlarining aniq, tez va ishonchli mahkamlanishini; payvandlanayotgan detal, uzal, buyumning barcha o‘lchamlarining zarur aniqlik darajasini; payvandlanayotgan obyektning payvandlash uchun qulay holatda o‘rnatishni va hokazolarni ta‘minlash kerak.

Bu talablar moslamalarni loyihalash va tayyorlashning texnik shartlarida aks ettirilishi kerak. Yangi tayyorlangan moslamalar

foydalanishdan avval texnik shartlarga muvofiqligiga tekshiriladi. Tiraklar, qisqichlar va boshqalarning ishlashi to'g'riligiga e'tiborni qaratish lozim. Moslamaning yaroqli ekanligi to'g'risidagi yakuniy xulosani detallning birinchi payvand buyumi (yoki uzeli) tayyorlanganidan va o'lchamlari tekshirilganidan so'ng berish lozim.

Ishlab chiqarish jarayonida moslamalarning holati muntazam va ishlab chiqarish hamda ishlab chiqarilayotgan mahsulotning xarakteriga bog'liq holda o'rnatilgan muddatlarda nazoratdan o'tkaziladi. Zarur bo'lganida ular ta'mirlanadi yoki almashtiriladi.

Uskuna va payvand moslamalaridan foydalanilganida tegishli standartlarga muvofiqlik sertifikatlari taqdim etilishini talab qilish kerak. Shunday uskunalarning xorijda ishlab chiqarilganidan foydalanilganida «O'zstandart» agentligi tomonidan ushbu faoliyatga akkreditlangan tashkilotlar tomonidan berilgan O'zbekiston Respublikasi davlat standartlariga muvofiqlik sertifikatlari taqdim etilishini talab qilish zarur.

### 3. 3. Texnologiyani nazorat qilish

Texnologik parametrlar, odatda, tegishli malakaga ega bo'lgan payvandlash sohasining mutaxassisi tomonidan tuzilib, tasdiqlangan texnologiyada yoki texnologik kartada beriladi.

Ishlab chiqarilayotgan mahsulot sifatini ta'minlash uchun ishlab chiqarish jarayonida nazorat katta ahamiyatga ega. Qurilmalarning, apparaturaning, moslamalarning, asboblarning va kerak yaroqlarning holati, shuningdek, payvandlash operatsiyasining borishi, har bir payvandchi ustidan diqqat bilan va uzluksiz kuzatish payvandlashdagi nuqsonlarni o'z vaqtida aniqlashga va ularning paydo bo'lishi sabablarini bartaraf etish bo'yicha choralar ko'rishga imkon beradi.

Payvand buyumlarni tayyorlash texnologiyasini nazorat qilish o'z ichiga payvandlashga tayyorlangan zagotovkalarini, payvandlash

moslamalarining sozligini, buyumlarni payvandlashga yig'ishni, payvandlash materiallarining holatini (3. 1-bandga qarang), payvandlash qurilmasini (3. 2-bandga qarang) va payvandlashda belgilangan tartib-qoidalarga rioya qilinishini tekshirishni oladi. Payvandlashga tayyorlangan zagotovkalarda ularning shakli, o'lchamlari va bo'linish geometriyasi, shuningdek, ularning sirtlarida iflosliklar, zang va namlik yo'qligi tekshiriladi.

Payvandlash moslamalarida qisuvchi qurilmalarning sozligi, o'rnatuvchi sirtlarning yaroqliligi, shuningdek, flusli, mis yoki burchakli ostquymalar va issiqlikni eltuvchi elementlarning yaroqliligi nazorat qilinadi. Yig'ilgan uzellarda asosiy gabarit o'lchamlar, ulanish joylaridagi oraliqlar va payvandlanayotgan uchlarning siljish kattaligi, tutqichlarning sifati va chiquvchi plankalarning mavjudligi tekshiriladi.

Payvandlash rejimi (tartibi), birinchi navbatda, tok, kuchlanish va belgilangan chegaralarda payvandlash tezligi bo'yicha nazorat qilinadi. Nazorat asboblarga va payvand chokining tashqi ko'rinishiga ko'ra olib boriladi. Mas'ul konstruksiyalarni tayyorlashda va seriyalab (yalpi) ishlab chiqarishda rejim parametrlari o'zi yozar asboblarda yordamida uzluksiz yozib boriladi.

Bir qator hollarda, masalan, katta diametrli truboprovodlarni kontaktli uchma-uch payvandlashda payvandlash rejimi qiymatiga qarab (kuchlanish, bosim, tutib turish vaqti va sh. k.) birikma sifati to'g'risida umumiy xulosa chiqariladi.

Texnologik jarayonning borish to'g'risida operatsion nazoratni mazkur uchastka, sex, korxonada ishi uchun mas'ul bo'lgan texnologlar, ustalar va boshqa injener-texnik xodimlar amalga oshiradilar.

Operatsion nazoratda payvand buyumlarni tayyorlash ketma-ketligi va rejimlariga qat'iy amal qilinishiga e'tibor berish zarur, chunki konstruksiyaning ayrim elementlari yoki detallarining payvand birikmalarini sifatli bajarish, umuman, buyumning yuqori sifatiga ham kafolat bermaydi.

### 3. 4. Payvandchilarning malakasini nazorat qilish

Buyumlarni payvandlashga tayyorlashni va payvandlash jarayonini reja asosida sinchiklab nazorat qilish payvandchilarning tayyorgarlik darajasi tekshirilmasdan turib samarli bo'lmaydi. Bir qator ishlab chiqarishlar uchun (masalan, montaj qilish vaqtida quvurlarni payvandlash) braklarning 70% dan ortig'i payvandchilarning aybi bilan vujudga keladi. Shuning uchun konstruksiyalarni tayyorlash texnologik jarayonining barcha bosqichlarida ularning malakasini bilish kerak. Buning uchun tibbiy fiziologik va malakaga oid ko'rsatkichlarni tekshirib turish lozim. Dastavval, payvandchilarning malakasini ular ma'lum bir payvandlash ishlarini bajarishga ruxsat berilishidan oldin hisobga olish zarur. Bundan tashqari, ishlab chiqarish jarayonida payvandchilar takroriy sinovlardan davriy ravishda o'tkazib turilishi kerak.

Payvandlanayotgan buyumga o'rnatilgan texnik shartlarda payvandchilarning malakasiga alohida talablar qo'yilgan bo'lsa (qozonlar, bosim ostida ishlaydigan idishlar, yuk ko'tarish mexanizmlari konstruksiyalari va boshqa ularni bexatar ishlatishni ta'minlash bilan bog'liq bo'lgan qurilmalar), korxonada chiqarilgan buyruq bilan peyvandchialarni attestatsiyalash (davriy) yoki ruxsat berish ulanmalarini payvandlash (mas'ul payvand birikmalarni payvandlashdan oldin) jarayoni o'tkaziladi.

Payvandchilarning malakasini tekshirish uchun korxonada ma'muriyati ba'zan davkonteksnazorat yo'riqchisi ishtirokida malakani tekshirish komissiyasini tashkil etadi. Sinovlar tegishli buyum namunalarini payvandlash kirishgan holda payvandlash ishlari nazariyasi va amaliyoti bo'yicha o'tkaziladi. Bunda namunalar xuddi haqiqiy buyum kabi o'shanday sharoitda va fazoviy holatda payvandlanadi. Payvandlangan namunalar tashqi ko'rikdan so'ng buzmaydigan nazoratning barcha usullari bilan tekshiriladi, shuningdek, mexanik sinovdan o'tkaziladi. Sinovlar uchun namunalar soni «Payvandchilarni attestatsiyadan o'tkazish qoidalari» bilan belgilanadi.

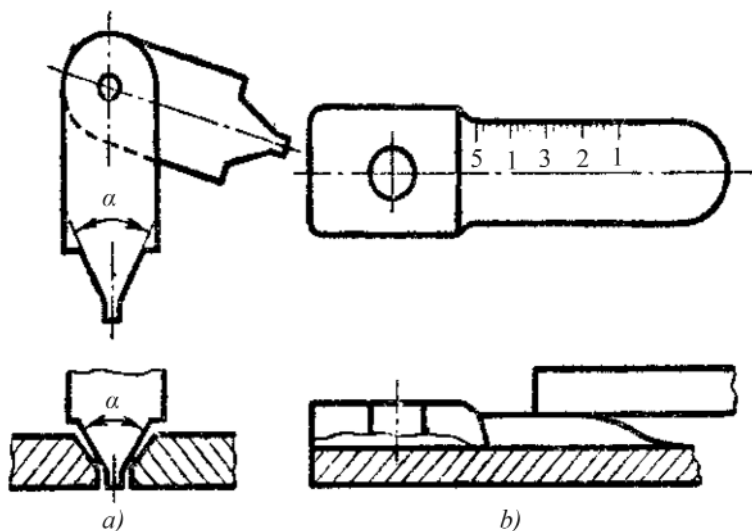
### 3. 5. Tashqi ko'rikdan o'tkazish va o'lchash

Tashqi kuzatish orqali zagotovkalarni payvandlashga tayyorlash va yig'ish, payvandlash jarayonida choklarni bajarish va tayyor payvand birikmalarning sifati tekshiriladi. Odatda, nazorat qilishning boshqa ko'rinishlaridan qat'i nazar, tashqi ko'zdan kechirish orqali barcha payvand buyumlar nazorat qilinadi. Tashqi ko'zdan kechirish ko'pchilik hollarda yetarlicha informativ bo'lib, nazorat qilishning eng maqsadga muvofiq va operativ usuli hisoblanadi.

**Zagotovkani va yig'ishni nazorat qilish.** Ezilgan joylar, chiziqlar, kuygan joylar, zanglangan joylar va sh. k. larni aniqlash (ularning yo'qligini bilish) uchun payvandlangan materiallar tashqi ko'zdan kechiriladi. Uchlarning payvandlashga tayyorgarlik sifati va zagotovkalarning yig'ilishi tekshiriladi. Payvandlash uchun yig'ilgan detallar (buyumlar)ning asosiy nazorat qilinadigan o'lchamlariga uchlar orasidagi oraliq va uchlarning o'tmaslashuvi kiradi – uchma-uch birikmalar uchun uchlarni ajratmasdan: uchlar orasidagi oraliq (zazor) uchlarning o'tmasligi va ajratish burchagi uchlari ajratilgan birikmalar uchun; ustma-ust qo'yish eni va listlar o'rtasidagi oraliq ustma-ust birikmalar uchun; list bilan uch orasidagi oraliq, payvandlanayotgan elementlar orasidagi burchak, shuningdek, uchlarning o'tmaslashishi va og'ish burchagi tavrli birikmalar uchun; payvandlanayotgan elementlar o'rtasidagi oraliq va ular orasidagi burchak burchakli birikmalar uchun. Yuqorida ko'rsatilgan parametrlarni o'lchash va tekshirish uchun maxsus andozalar yoki universal asbob (3. 1- rasm) qo'llaniladi. Texnik shart yoki belgilangan texnologik jarayondan chetga chiqib payvandlashga yig'ilgan detallar, uzellar yoki buyumlar brakka chiqariladi. Nazorat qilish vositalari, tartibi va metodikasi ishlab chiqarishning texnologik jarayonida ko'zda tutiladi.

**Payvandlash jarayonini kuzatish.** Bu bosqichda payvandchi payvandlash tartibini (tok, kuchlanish, payvandlash tezligi va h. k.) va yoyning barqaror yonishini nazorat qilishdan tashqari ko'p qatlamli choklarda valiklarning to'g'ri bajarilishini kuzatadi.

Bu bosqichda, ayniqsa, muhimi qatlamlar miqdori istalgancha boʻlganida ham birinchi qatlamni sinchiklab koʻzdan kechirishdir. Birinchi qatlamni payvandlash sifati, zarur boʻlganida, lupa yordamida baholanadi, masʼul vazifani bajaruvchi konstruksiyalarning sifati baholash uchun esa baʼzan kapillar yoki magnit defektoskopiyasidan ham foydalaniladi.

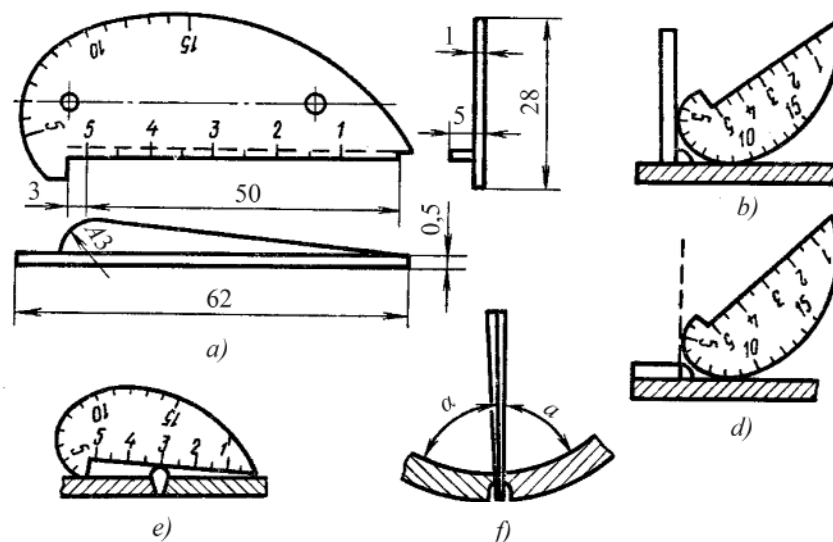


3.1- rasm. Payvand birikmalarni yigʻishni tekshirish uchun andoza: *a* – uchma-uch ulash uchun; *b* – ustma-ust qoʻyib ulash uchun.

**Tayyor mahsulotlarni koʻzdan kechirish.** Qurollanmagan koʻz bilan yoki lupa yordamida tashqi koʻzdan kechirish bilan dastavval choklardagi yoriqlar, kesiklar, boʻshliqlar, havol joylar (teshiklar), kuyindilar, oqavalar, choklarni quyi qismida payvandlanmagan joylar koʻrinishdagi nuqsonlar aniqlanadi. Bu nuqsonlarning koʻpchiligi, odatda, yoʻl qoʻyib boʻlmaydigan nuqsonlar boʻlib tuzatilishi lozim. Koʻzdan kechirishda, shuningdek, choklar shaklidagi nuqsonlar, tangachalarning taqsimlanishi va chokni kuchaytirishda metall taqsimlanishining umumiy xarakteri aniqlanadi.

Chok sirtining tashqi koʻrinishi har bir tekshirish usuli uchun,

shuningdek, payvandlash bajarilgan fazoviy holat uchun ham xosdir. Tangachalarning bir tekisdaligi payvandchining ishini, uning yoy uzunligini oʻzgarimas saqlashi va bir tekis tezlikda payvandlash uquvini ifodalaydi. Tangachalarning bir tekisda boʻlmasligi, chokning eni va balandligining turlicha boʻlishi yoy quvvatining oʻzgarib turganini, payvandlash jarayonida tez-tez toʻxtashlar va yoyning yonishi barqaror boʻlmaganini koʻrsatadi. Bunday chokda yaxshi payvandlanmagan joylar, boʻshliqlar, shlaklar va boshqa nuqsonlar boʻlishi mumkin. Tik va shipda payvandlashda payvand choklarida tangachalarning bir tekisda boʻlmasligi doʻngliklar, past-balandliklar va erigan joylar keskin ifodalanib turadi. Vakuumda himoya choklarida payvandlashda choklarning tashqi sirti tekis yaltiroq, tangachalarsiz boʻlib, eritilgan metall polosasi koʻrinishga ega boʻladi. Titan va boshqa aktiv materiallardan bajarilgan payvand choklarida yugurgan ranglar va ranglar zonasi kattaligi nazorat qilinadi.



3.2- rasm. Universal andoza:

*a* – umumiy koʻrinish; *b, d* – burchakli chokning balandligini oʻlchash; *e* – uchma-uch chokni balandligini oʻlchash; *f* – oraliqni oʻlchash.

Payvand choklarini, ko'pincha, tashqi ko'rinishi bo'yicha maxsus etalonlar bilan taqqoslashadi. Choklarning geometrik parametrlari andozalar yoki o'lchov asboblari (3. 2- rasm) yordamida o'lchanadi. Sinchiklab tashqi kuzatish, odatda, juda oddiy operatsiyadir, shunga qaramay, u nuqsonlarning oldini olish va aniqlashning yuqori samarali vositasi bo'lib xizmat qilishi mumkin. Tashqi ko'zdan kechirish amalga oshirilganidan va yo'l qo'yib bo'lmaydigan nuqsonlarning oldi olinganidan keyingina payvand birikmalar ichki nuqsonlari boshqa fizik uslublar yordamida nazorat qilinadi.

### **3. 6. Putur yetkazmaydigan nazorat sohasida qo'llaniladigan me'yoriy hujjatlar**

Bu hujjatlar qatoriga, eng avvalo, O'zbekiston Respublikasining davlat standartlari kiradi. Masalan, putur yetkazmaydigan laboratoriyalarni akkreditatsiyadan o'tkazish shartlari O'z DSt ISO/IEK 17025:2007 «O'zbekiston davlat standarti. Sinov va kalibrlash laboratoriyalari kompetentligiga qo'yiladigan umumiy talablar» me'yoriy hujjatida ko'rsatib o'tilgan. Ushbu hujjat asosida Milliy akkreditatsiya tizimining akkreditatsiyalovchi organi hisoblanadigan «Uzstandart» agentligining Akkreditatsiya va inspeksion nazorat boshqarmasi tomonidan akkreditatsiya jarayoni o'tkaziladi.

Akkreditatsiyani o'tkazish tartibi «Bir turdagi mahsulotlarni sertifikatlashtirish organlari, sinov (o'lchash) laboratoriyalarini (markazlarini), sertifikatlashtirish sohasidagi tekshiruv organlarini akkreditatsiya qilish Qoidalari» asosida olib boriladi. Ushbu hujjat me'yoriy-huquqiy hujjatlar toifasiga kiradi va u «Uzstandart» agentligining 2006- yil 10- mayda chiqarilgan 157- sonli Buyrug'i bilan tasdiqlangan hamda O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi tomonidan 2006- yil 17- iyulda 1596- son bilan ro'yxatga olingan.

Putur yetkazmaydigan nazorat o'tkazish tartibi O'z DSt 20.201:2001 «O'zbekiston davlat standarti. Mahsulotni sinash

tizimi. Putur yetkazmaydigan tekshirish. Tashkil etish va o'tkazish tartibi» me'yoriy hujjatida ko'rsatib o'tilgan.

Putur yetkazmaydigan laboratoriyalarga qo'yiladigan talablar O'z DSt 20.202:2001 «O'zbekiston davlat standarti. Mahsulotni sinash tizimi. Putur yetkazmaydigan tekshirish. Putur yetkazmaydigan tekshirish laboratoriyalariga qo'yiladigan talablar» me'yoriy hujjatida ko'rsatib o'tilgan.

Putur yetkazmaydigan xodimlariga qo'yiladigan talablar O'z DSt 20.203:2007 «O'zbekiston davlat standarti. Mahsulotni sinash tizimi. Putur yetkazmaydigan tekshirish. Xodimlarni tayyorlash va sertifikatlashtirish. Umumiy talablar» me'yoriy hujjatida ko'rsatib o'tilgan.

Putur yetkazmaydigan nazorat sohasidagi xodimlarni o'qituv va imtihonlash markazlariga qo'yiladigan talablar O'z DSt 20.204:2002 «O'zbekiston davlat standarti. Mahsulotni sinash tizimi. Putur yetkazmaydigan tekshirish. O'quv va imtihon markazlariga qo'yiladigan talablar» me'yoriy hujjatida ko'rsatib o'tilgan.

Putur yetkazmaydigan nazorat sohasidagi yo'riqnoma va usuliyatlarni tuzish O'z DSt 20.205 «O'zbekiston davlat standarti. Mahsulotni sinash tizimi. Putur yetkazmaydigan tekshirish. Obyektlarni tekshirish yo'riqnomalari va usuliyatlari. Tuzish, rasmiylashtirish, attestatlash, tasdiqlash va ro'yxatdan o'tkazish» me'yoriy hujjatida ko'rsatib o'tilgan.

Putur yetkazmaydigan nazorat laboratoriyalarini akkreditatsiya jarayonidan o'tkazishda qo'yiladigan maxsus talablar O'z RH 51–112 «O'zbekiston rahbariy hujjati. O'zbekiston Respublikasining akkreditatsiya tizimi. Putur yetkazmaydigan tekshirish. Putur yetkazmaydigan tekshirish laboratoriyalarini akkreditatsiya» me'yoriy hujjatida ko'rsatib o'tilgan.

Putur yetkazmaydigan nazorat sohasidagi xodimlarni sertifikatlash tartibi O'z RH 51–130 «O'zbekiston rahbariy hujjati. O'zbekiston Respublikasining sertifikatlashtirish milliy tizimi. Putur yetkazmaydigan tekshirish. Xodimlarni sertifikatlashtirish tartibi» me'yoriy hujjatida ko'rsatib o'tilgan.

Putur yetkazmaydigan nazorat sohasida o'quv va imtihon markazlarini akkreditatsiya jarayonidan o'tkazishda qo'yiladigan maxsus talablar O'z RH 51–121:2002 «O'zbekiston rahbariy hujjati. O'zbekiston Respublikasining akkreditatsiya tizimi. Putur yetkazmaydigan tekshirish. O'quv va imtihon markazlarini akkreditatsiya» me'yoriy hujjatida ko'rsatib o'tilgan.

Putur yetkazmaydigan nazorat sohasidagi sertifikatlashtirish organlariga bo'lgan talablar O'z RH 51–129:2003 «O'zbekiston rahbariy hujjati. O'zbekiston Respublikasining sertifikatlashtirish milliy tizimi. Putur yetkazmaydigan tekshirish. Xodimlarni sertifikatlashtirish idoralariga qo'yiladigan talablar» me'yoriy hujjatida ko'rsatib o'tilgan.

Putur yetkazmaydigan nazorat sohasidagi sertifikatlashtirish organlarini akkreditatsiya tartibi O'z RH 51–131:2003 «O'zbekiston rahbariy hujjati. O'zbekiston Respublikasining akkreditatsiya tizimi. Putur yetkazmaydigan tekshirish. Xodimlarni sertifikatlashtirish idoralarini akkreditatsiya» me'yoriy hujjatida ko'rsatib o'tilgan.

Avval amalda bo'lgan DSt 30488–97 «Xodimlarni sertifikatlash organlari» va DSt 30489–97 «Putur yetkazmaydigan nazorat sohasidagi xodimlarning malakasi va sertifikatlashtirish» davlatlararo standartlari o'rniga 2011- yil O'z DSt ISO 9712:2011 «O'zbekiston davlat standarti. Putur yetkazmaydigan tekshirish. Xodimlarning malakasi va ularni sertifikatlashtirish» me'yoriy hujjati «Uzstandart» agentligi tomonidan qabul qilindi. Ushbu hujjat Respublikamizdagi yagona akkreditatsiya Navoiy kon-metallurgiya kombinatining Navoiy mashinasozlik zavodi qoshidagi «Putur yetkazmaydigan nazorat sohasida xodimlarni sertifikatlashtirish organi»ga keng vakolatlar berdi. Xodimlarni sertifikatlash sohasida respublikamizda faoliyat ko'rsatayotgan ikkinchi markaz, ya'ni Chirchiq shahridagi «NUR» attestatsiya markazi, o'zining qariyb 15 yillik tarixiga qaramay, akkreditatsiya jarayonidan o'tmaganligi uchun ushbu sohada faoliyat ko'rsatishi mavhum bo'lib qoldi.

#### *Nazorat savollari:*

1. Dastlabki materiallarni nazorat qilishda nimalarga e'tibor beriladi?
2. Payvandlash jarayonida qanday parametrlar nazorat qilinadi?
3. Shahodatlashda payvandchilar malakasini sinash to'g'rsida so'zlab bering.
4. Tashqi kuzatishdan maqsad nima?
5. Putur yetkazmaydigan nazorat sohasida qo'llaniladigan me'yoriy hujjatlar haqida gapirib bering.

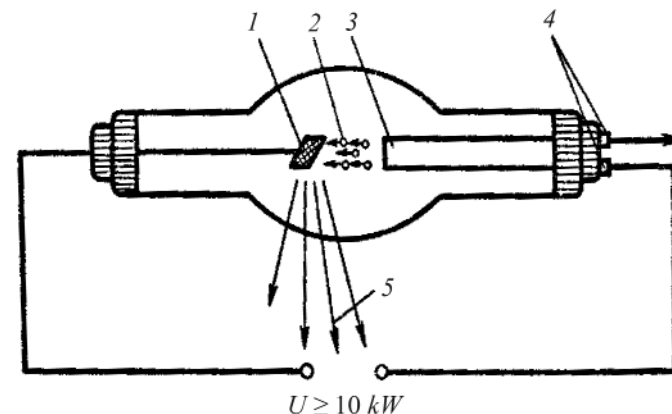
## IV BOB. RADIATION DEFECTOSKOPIYA

### 4.1. Ionlovchi nurlanish

Rentgen va gamma-nurlanishlar, yorug'lik ultrabinafsha va radioto'lqinlar kabi elektromagnit tabiatga ega. Biroq radioto'lqinlar, yorug'lik tebranishlari, rentgen va gamma-nurlanishlar to'lqin uzunliklari bilan farq qiladi. Xususan, ko'rinadigan yorug'likning to'lqin uzunligi –  $(4 \div 7) \cdot 10^{-7}$  m; rentgen nurlanishniki –  $6 \cdot 10^{-13} \div 10^{-9}$  m; gamma-nurlanishlarniki –  $10^{-13} \div 4 \cdot 10^{-12}$  m.

Rentgen va gamma-nurlanishlarining alohida xossalari shu bilan bog'langanki, ular, masalan, ko'rinuvchi yorug'likka qaraganda ancha katta energiyaga ega, turli muhitlar ularni turlicha yutadi. Shu xossalari tufayli rentgen va gamma-nurlanishlar buyumlarning defektoskopiyasi uchun foydalaniladi. Bundan tashqari, ular elektr va magnit maydonlar ta'siriga berilmaydi, fotoplatinaga ta'sir qiladi, ba'zi kimyoviy birikmalarning luminessentsiyasini vujudga keltiradi, 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 trubkasining anodida katta tezlikka ega bo'lgan (yadrodan tashqari jarayon) erkin elektronlarning tormozlanishi natijasida yuz beradi. Rentgen trubkasi ichidan havosi so'rib olingan shisha ballondan iborat (4. 1- rasm). Idish ichiga ikkita elektrod kavsharlangan: anod 1 va katod 3. Spiral shaklidagi volfram simdan tayyorlangan katod tok manbai tomonidan yuqori haroratlarga qizdiriladi va elektronlar 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.



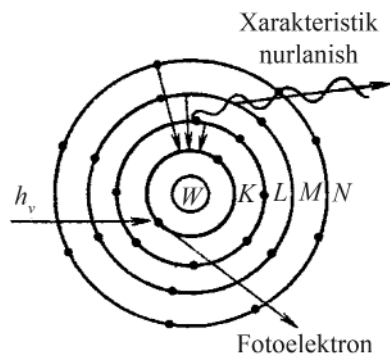
4.1- rasm. Rentgen trubkasining sxemasi:

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

Yuqori kuchlanishli elektr maydoni beradigan, ma'lum tezlik bilan anodga tushayotgan elektronlar unda tormozlanadi va oxir-oqibatda o'z tezligini, binobarin, kinetik energiyasini ham yo'qotadi. Bunda elektronlarning kinetik energiyasi qisman nurli energiyaga aylanadi, u buyumlar defektoskopiyasida foydalaniladigan tormozli nurlanish fotonlari ko'rinishida ajralib chiqadi, uning katta qismi esa (~97%) issiqlik energiyasiga aylanadi. Hosil bo'layotgan rentgen nurlanishning minimal to'lqin uzunligi kvantning maksimal energiyasiga mos keladi. Elektronlar tezligi qanchalik katta bo'lsa, kvant energiyasi shuncha katta bo'ladi. Kvant energiyasi trubkasidagi kuchlanish bilan aniqlanadi:

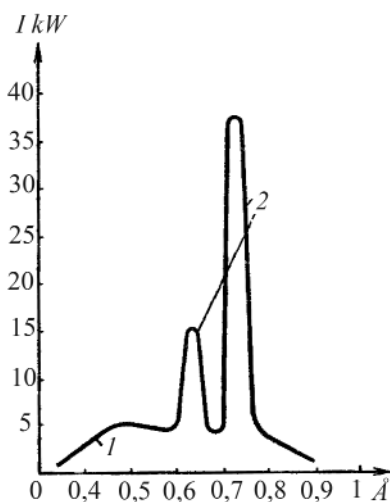
$$eU = h\nu = h(c/\lambda_{\min}),$$

bunda  $e$  – elektron zaryadi,  $1,6 \cdot 10^{-19}$  (Kl) ga teng;  $U$  – trubkadagi kuchlanish, kW;  $h$  – Plank doimiysi,  $6,625 \cdot 10^{-34}$  J/s;  $\nu$  – chastota Hz;  $c$  – yorug'lik tezligiga teng bo'lib,  $3 \cdot 10^{10}$  km/s ga teng;  $\lambda$  – to'lqin uzunligi, sm. Keltirilgan formulaga son qiymatlari qo'yilsa,  $\lambda_{\min} = 12,4/U$  (sm)ni hosil qilamiz.



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

sohalarda energiyalar farqiga teng energiyali xarakteristik nurlinshli kvant chiqaradi:



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

Xarakteristik nurlanish amallarning energetik holati o'zgar-ganida yuzaga keladi. Agar atomning ichki qobig'idagi elektronlar-dan biri ( $K, L, M$ ) tormozli rentgen nurlanishning elektroni yoki kvanti ( $h\nu$ ) tomonidan urib chiqarilgan bo'lsa, u holda atom uyg'ongan holatga o'tadi. Qobiqda bo'sh qolgan o'rin yadro-dan ancha uzoq-dagi va katta energiyaga ega qo-biqlardagi elektronlar bilan to'ladi (4. 2- rasm). Bunda atom normal holatga o'tadi va energiyasi turli

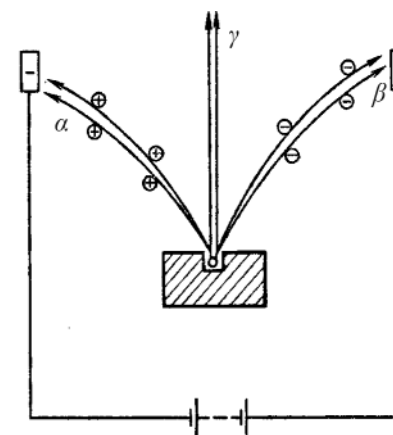
$$h\nu = E_2 - E_1,$$

bunda  $E_1$  – uyg'onganida elektron uzilib chiqadigan sath;  $E_2$  – elektron bo'shab qolgan joyga o'tadigan 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 bo'ladi. Yemirilish jarayoni quyidagi tarzda izohlanadi. Radioaktiv elementlar yadrosi tarkibiga kiruvchi protonlar va neytronlar o'rtasidagi

ichki yadroviy tortishish kuchlari yadroning yetarlicha barqarorligini ta'minlamaydi. Natijada barqarorligi kam yadrolarning ancha barqaror yadrolarga o'z-o'zidan o'tishi kuzatiladi. Tabiiy radioaktiv yemirilish deb ataldigan bu jarayon musbat zaryadlangan alfa-zarrachalar ( $\alpha$ ) ni, manfiy zaryadlangan beta-zarrachalar ( $\beta$ ) ni va elektromagnit gamma-nurlanish ( $\gamma$ ) ni chiqarish bilan kechadi.  $\alpha$ - va  $\beta$ -zarrachalarning uchib chiqishi hamda  $\gamma$ -nurlanish natijasida yangi yadro paydo bo'lib, u uyg'ongan holatda bo'lishi mumkin. Uyg'ongan yadro normal uyg'onmagan holatga o'tib, gamma-nurlanish ko'rinishidagi ortiqcha energiyani chaqiradi. Gamma-nurlanish spektri tutash bo'lmay, bitta yoki bir nechta diskret energiyalar nurlanishini o'z ichiga oladi.

Agar aytib o'tilgan ko'rinishdagi nurlanish manbayini kuchli elektr yoki magnit maydoniga joylashtirilsa, u holda 4. 4- rasmda ko'rsatilgan manzarani kuzatish mumkin.  $\alpha$ -zarrachalar oqimi manfiy elektrod tomonga og'adi,  $\beta$ -zarrachalar oqimi esa musbat elektrod tomon og'adi.  $\gamma$ -nurlanish oqimi elektr maydonga ham, magnit maydonga ham ta'sirlanmaydi.



4.4- rasm. Nurlanishlarning elektr maydonga og'ishi.

Alfa-, beta-zarrachalar va  $\gamma$ -nurlanish, shuningdek, turli moddalar orqali o'tish qobiliyati bo'yicha ham farqlanadi,  $\alpha$ -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;  $\beta$ -zarrachalar 6 millimetrli aluminiy qotishmasidan yasalgan listda to'liq yutiladi yoki manbadan 7–7,5 m masofada havo muhitida to'la yutiladi;  $\gamma$ -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 deytronlar ta'siridagi reaksiyalar eng keng tarqalgan. Zar-yadi yo'qligi tufayli neytron atom yadrosiga oson kiradi va shuning 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'zgaraydi, 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 manbai hisoblanadi.

Izotopning aktivligi vaqt birligida yemirilayotgan radioaktiv modda atomlarining soni bilan belgilanadi. Radioaktiv yemirilish qonuni eksponensial bog'lanish ko'rinishga ega:

$$N = N_0 e^{-\omega t}$$

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;  $\omega$  – 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  $N_0/2 = N_0 e^{-\omega T_{1/2}}$  yoki  $1/2 = e^{-\omega T_{1/2}}$ . Bundan  $T_{1/2} = 0,693/\omega$ . Yarim yemirilish davri nurlanish manbayining miqdori, shakli va geometrik o'lchovlariga 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, ionliovchi nurlanish ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - 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

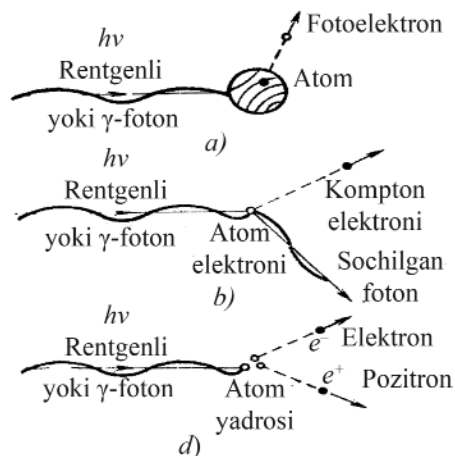
Radiatsion defektoskopiyada qo'llaniladigan izotoplar

Nomi	Yarim yemirilish davri	Nazorat qilinuvchi po'lat buyumlar yo'g'onligi oralig'i, mm
Tuliy-170	129 kun	<15
Selen-75	120,4 kun	<25
Iridiy-192	74,4 kun	6-70
Seziy-137	33 yil	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 kvantini chiqarish bilan birga amala oshadi. Shuni ta'kidlash lozimki, rentgen yoki  $\gamma$ -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 ortishi bilan keskin ortadi.

Rentgen va  $\gamma$ -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 fotoeffektidan farqli ravishda foton elektronga hamma

energiyani emas, balki uning bir qismini beradi. Kompton elektroni ma'lum miqdordagi energiyani olib, rentgen yoki  $\gamma$ -fotoni harakati yo'nalishiga burchak ostida harakatlana boshlaydi (4.5- b rasm). Kompton effekti natijasida to'liq uzunligi katta va energiyasi kichik bo'lgan yoyilgan foton paydo bo'ladi, u o'zining dastlabki yo'nalishidan  $\varphi$  burchakka og'ib, harakatida davom etadi. Nurlanish energiyasi ( $E$ )  $\varphi$  burchak ostida yoyilganidan so'ng  $E = hv / (1 + 0,024 \cos \varphi)$  ga teng bo'ladi, bunda  $h\nu$  – tushayotgan fotonning energiyasi.



4.5- rasm. Rentgen va  $\gamma$ -nurlanishlar fotonlarining modda bilan o'zaro ta'sirlashuvi.

Kompton yoyilishini qarab chiqishdan birlamchi nurlanish intensivligining susayishi rentgen yoki  $\gamma$ -foton muhitining atomlar elektronlari bilan o'zaro ta'sirlashuvi va ularning turli yo'nalishlarda, asosan, birlamchi nurlanish dastasidan tashqariga yoyilishi natijasida 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  $\gamma$ -nurlanish fotonlarining mod-

da 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 defektoskopiyasi uchun qo'llaniladigan ko'pchilik apparatlardan (betatronlar, mikrotonlar va tezlatkichlar bundan mustasno) chiqadigan rentgen nurlanish energiyasi juftlar hosil qilish uchun zarur bo'lgan nurlanish energiyasidan quyiyoqda yotadi, shuning 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  $So^{60}$  uchun bu effekt ayrim (kam sezilarli) tarzda namoyon bo'ladi.

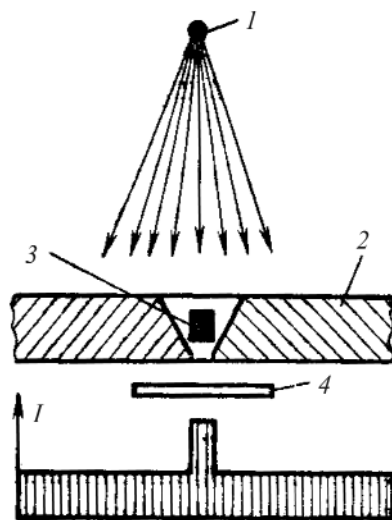
Shunday qilib, yuqorida tavsiflangan effektlar oqibatida birlamchi nurlanish ( $I_0$ ) ning ekspozitsion dozasi intensivligi va quvvati uning modda orqali o'ta borishga qarab uzluksiz kamayadi. Modda qatlami qanchalik qalin bo'lsa, undan o'tayotgan nurlanish shuncha ko'p susayadi, chunki uning yo'lida u bilan ta'sirlashayotgan modda atomlari va elektronlar soni ortadi.

Ekspozitsion nurlanish dozasi quvvatining moddaning qalinligiga qarab o'zgarishi eksponensial qonun ( $I_s = I_0 e^{-\mu S}$ ) ga bo'ysunishi aniqlangan, bunda  $I_s$  – detektorda ekspozitsion nurlanish dozasi-ning quvvati;  $S$  – yorilayotgan materialning qalinligi;  $\mu$  – 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 ( $\mu_f$ ), kompton yoyilishi ( $\mu_k$ ) va juftliklar ( $\mu_p$ ) hosil qilish jarayoni bilan aniqlanadi:  $\mu = \mu_f + \mu_k + \mu_p$ .

## 4. 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 manbai (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, fotoqog'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 turlicha 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  $I$  nuqsonli joyda eng ko'p bo'lsa (4. 6-rasmga qarang), plyonka kuchliroq qorayadi. Rentgen plyonkalarining qo'llanilishi defektoskopiyaning radiografik uslubining asosini tashkil etadi, u radiatsion nazoratning barcha ma'lum bo'lgan



4.6- rasm. Payvand birikmani yoritish sxemasi:

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

uslublaridan eng katta hajmi egallaydi. Yoritilayotgan obyektning ichida mavjud bo'lgan barcha nuqsonlar har doim ham va har qanday 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 belgilanadi. Absolut sezgirlik qiymatini (mm) taxminan

$$\Delta S \cong [0,005 \cdot (2 + S)]/\mu$$

munosabatidan aniqlash mumkin, bunda  $\mu$  – chiziqli susayish koeffitsiyenti (jadvallar bo'yicha tanlab olinadi). Nisbiy sezgirlik yoritilish yo'nalishida minimal aniqlanadigan nuqson  $\Delta St$  ning nazorat qilinayotgan birikmaning qalinligi  $S$  ga nisbati bilan xarakter va foizlarda ifodalaniladi:

$$K = (\Delta St / S) \cdot 100.$$

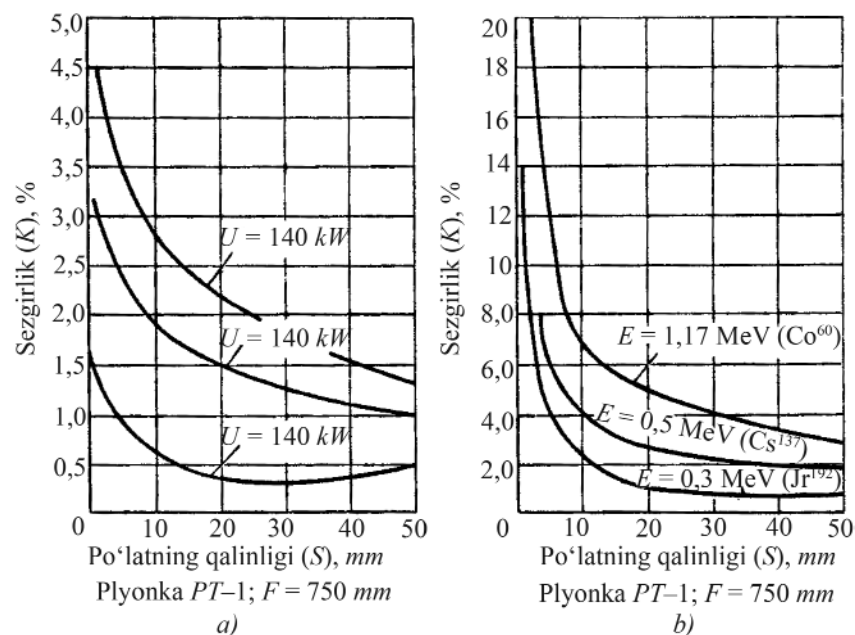
DSt 7512–82 ga muvofiq nazorat qilishning absolut sezgirligi kattaligi nazorat qilish natijasida aniqlash talab qilinadigan minimal nuqson kattaligidan ikki barobar kichik bo'lishi mumkin.

Radiografik nazorat qilish uslubining sezgirligi quyidagi asosiy omillarga bog'liq: birlamchi nurlanish energiyasi, yoyiq (tarqoq) nurlanish, yoritilyotgan materialning zichligi va qalinligi, nuqsonning shakli va joylashgan joyi, rentgen trubkasining fokus masofasi va fokus dog'i kattaligi, rentgen plyonkasining turi.

Rentgen va  $\gamma$ -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.

**Nurlanish energiyasi.** Absolut sezgirlikni hisoblash formulasi-dan ko'rinadiki, chiziqli susayish koeffitsiyenti ( $\mu$ ) qanchalik katta

bo'lsa, aniqlash mumkin bo'lgan nuqsonning o'lchami shunchalik kichik bo'ladi.  $\mu$  koeffitsiyent, o'z navbatida, manbaning nurlanish energiyasiga bog'liq. U yoki bu energiyali rentgen nuralinshni hosil qilish rentgen trubkasida kuchlanishni roslash bilan erishiladi, gamma-nurlanish energiyasi tegishli radioaktiv izotopni tanlashga bog'liq. Rentgen va gamma-nurlanishlar energiyasining ta'siri va nazorat qilishning sezgirligi 4. 7- rasmda ko'rsatilgan. Grafiklardan ko'rinishicha, bir xil qalinlikdagi po'latni nazorat qilish sezgirligi nurlanish energiyasi qancha kichik bo'lsa, shuncha yuqori bo'ladi.

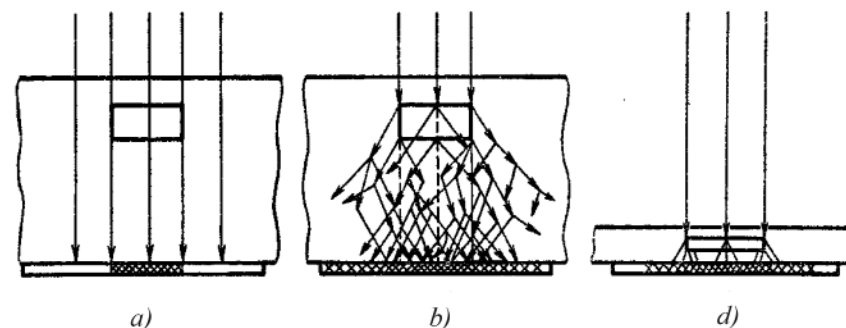


4.7- rasm. Radiografik nazorat sezgirligining:

*a* – PYII–150–10 rentgen apparatining; *b* – izotoplarining nurlanish energiyasiga bog'liqligi.

Tarqoq nurlanish birlamchi nurlanishning energiyasiga bog'liq holda suratning sifatini o'zgartiradi, tasvirning ravshanligini va aniqligini pasaytiradi, binobarin, uslubning sezgirligini ham pasay-

tiradi. Yoyilish bo'lmaganida plyonkadagi nuqson aniq chegaralar bilan tasvirlanadi (4. 8- *a* rasm). Biroq amalda tasvirning aniqligini buzuvchi nurlanishning yoyilishi o'rinli bo'ladi. Bu hodisa oqibatida kichik o'lchamli nuqsonlar qiyin farqlanadigan (tasvir chegaralari xira) bo'lib qoladi va ko'pincha umuman aniqlanmasligi mumkin.



4.8- rasm. Yoyilgan nurlanishning yoritishda tasvirning aniqligiga ta'siri:

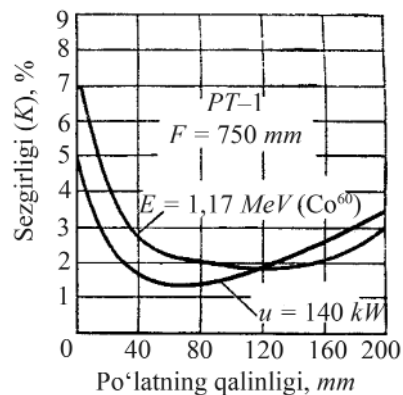
*a* – paralel yoyilmagan nurlanish dastasida plyonkadagi tasvirning aniqligi; *b* – qalin devorli materiallarni yoritishda yoyilgan nurlanishdan tasvir aniqligining yomonlashishi; *d* – yupqa devorli materiallarni o'shanday nurlanish dastasi bilan yoritishda tasvirning aniqligi yomonlashadi.

Nurlanishning sochilishi doimo yupqa devorli (4. 8- *d* rasm) materiallardagidan qalin devorli materiallarda (4. 8- *b* rasm) kuchliroq bo'ladi, shuning uchun uslubning sezgirligi yoritilayotgan materialning qalinligi ortishi bilan ancha yomonlashadi. Nurlanishning yoyilishidan mutlaqo qutilish mumkin emas. Maxsus filtrlarni qo'llab uni kamaytirish mumkin. Bu filtrlar manba bilan nazorat qilinuvchi obyekt orasiga yoki plyonka bilan obyekt orasiga joylashgan qalay (0,025 mm) yoki qo'rg'oshin (0,075–0,15 mm) zarqog'ozning yupqa qatlamidan iborat bo'ladi. Nurlanishning yoyilishini nurlanish yuzini qisqartirib kamaytirish mumkin. Nurlanish yuzini qisqartirishga nurlanish manbai yaqiniga joylashtiri-

ladigan diafragma yordamida yoxud yoritiluvchi obyekt ustiga joylashtiriladigan teshikli qo'rg'oshin niqob (maska) yordamida erishiladi. Agar nazorat qilinayotgan obyektдан plyonkagacha masofa orttirilsa, u holda yoyilishi kamayadi.

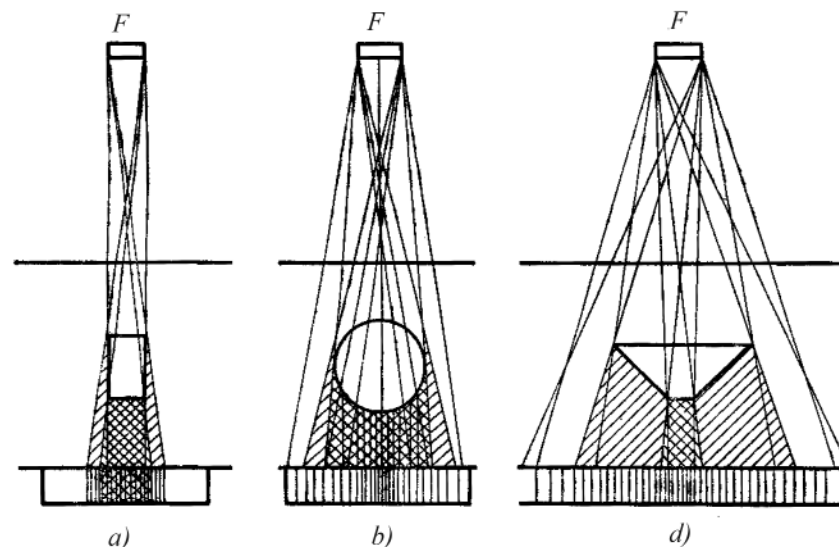
**Materialning qalinligi.** Sezgirlik ancha murakkab tarzda nazorat qilinayotgan materialning qalinligiga bog'liq bo'ladi (4. 9- rasm). Avval materialning qalinligi ortishi bilan susayishning effektiv koeffitsiyenti kamayishi oqibatida sezgirlik ortadi. Nurlanishning yumshoq tashkil etuvchilari qattiq tashkil etuvchilarga qaraganda kuchliroq susayadi va keyingi qatlamlarga avvalgi qatlamlarda qisman filtrlanib o'tgan nurlanish tushadi. Nurlanish moddadan o'tgan sari qattiqroq bo'lib boradi va bunda shu bilan bir vaqtda effektiv susayish koeffitsiyentining kamayishi sekinlashadi – u o'zgarmas qiymatga yaqinlashadi. Nisbatan katta qalinliklar uchun egri chiziqning ko'tarilishi (sezgirlikning yomonlashishi) tarqalish effekti bilan izohlanadi. Pirovardida tarqalgan nurlanishning mavjudligi tufayli sezgirlikning yomonlashishi materiallarni yoritishning butun uslubi qo'llanish chegarasini ma'lum qalinlikkacha (100–150 mm) belgilaydi.

**Nuqsonlarning shakli va ularning chokdagi o'rnini topish.** To'g'ri chiziqli qirralarga ega, nurlanishning tarqalish yo'nalishiga paralel joylashgan nuqsonlar (yaxshi payvandlanmay qolgan joylar) silindrik (shlakli kirishmalar), yoki shar (bo'shliqlar), yoki boshqa shakldagi (4. 10- b, d rasm) nuqsonlarga qaraganda tasvir chegaralari (4. 10- a rasm) juda aniq bo'lgani sababli ancha yaxshiroq aniqlanadi. Haqiqatan, yaxshi payvandlanmaganlik tushayot-



4.9- rasm. Radiografik nazorat sezgirligining nazorat qilinayotgan birikmaning qalinligiga bog'liqligi.

gan nurlanish dastasi kesishishi bo'yicha o'zgarmas balandlikka ( $\Delta S$ ) ega, hajmiy nuqsonlarda esa bu balandlik o'zgaruvchan bo'ladi va shuning uchun bu holda tasvirning qorayish zichligi plyonkani butun maydoni qorayishi zichligigacha, nuqson diametri bilan aniqlanadigan maksimum qiymatga asta-sekin va bir tekis pasayadi. Buning natijasida tasvir aniq bo'lmaydi, binobarin, ko'z bilan ko'rilayotgan suratning aniqligi (kontrastligi) ham yomonlashadi.



4.10- rasm. Nuqson shaklining uning tasviri aniqligiga ta'siri: a – to'g'ri burchakli; b – sharsimon; d – trapetsiyasimon.

Nurlanish nuqsonlar bo'ylab o'tganida, ya'ni  $\alpha$  burchak (4. 11- rasm)  $0^\circ$  ga teng bo'lganida nuqsonlarni eng yaxshi aniqlash kuzatiladi. Nuqson nurlanish yo'nalishiga ma'lum bir burchak ostida mo'ljal qilinganida (oriyentatsiyada), aniqlanuvchanlik yomonlashadi, bu holda nurlanish dastasi butun balandlik ( $\Delta S$ ) ni o'tmasdan, balki uning ma'lum bir qismini o'tadi. Bunda yoritish sezgirligi nuqsonni ochib berish kengligi ( $\Delta$ ) bilan aniqlanadi. Amalda balandligi yetarli katta ( $\Delta S$ ) bo'lgan nuqsonlarning ochilish keng-

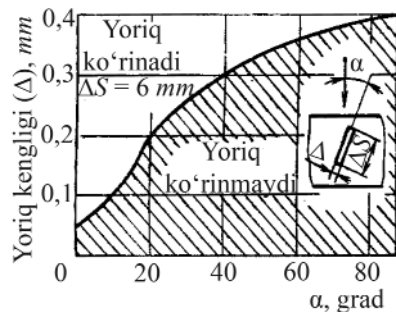
liklari ( $\Delta$ ) juda kichik bo'lgan nuqsonlar juda tez uchrab turadi. Bu holda plyonkada nuqson tasvirining proyeksiyasi nuqsonli va nuqsonsiz joylarda plyonkaning qorayish zichliklaridagi farqning juda kamligi sababli ko'rinmaydi. Bunday nuqsonlarga, masalan, yoriqlar, tortishib qolgan neprovarlar, uchlar bo'yicha eritilmagan joylar kiradi. Bunga o'xshash nuqsonlarni aniqlash ehtimoli juda kichik (~35–40%). Listlarning paralel sirtlarida joylashgan prokat listlardagi qatlamlarga ajralish aniqlanmaydi. Shu sababga ko'ra tavrli, burchakli va ustma-ust birikmalarda chokning katetlari bo'yicha payvandlanmay qolgan joylari kuchsiz aniqlanadi.

**Fokus masofa.** Fokus masofa kattaligini oshirish (4. 12- rasm) nurlanishning susayish energiyasi kabi uni yana-da yumshoq qiladi, buning oqibatida nazoratning sezgirligi yaxshilanadi. Ta'kidlash joizki, fokus masofa ( $F$ ) yoritish vaqti ( $t$ ) bilan quyidagi munosabat orqali bog'langan:

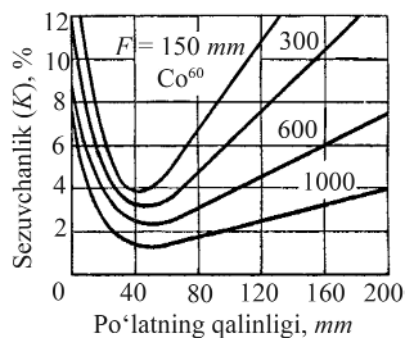
$$t / t_0 = (F / F_0)^2,$$

bunda  $t$  – tanlangan fokus masofa  $F$ , sm dagi yoritish vaqti;  $t_0$  – nomogramma bo'yicha olingan fokus masofa  $F_0$ , sm, dagi yoritish vaqti.

Fokus o'lchami qanchalik kichik bo'lsa, suratda nuqson tasvirining relyefi shunchalik aniq bo'ladi, yarim soya sohasi shunchalik kichik, nazorat sezgirligi shunchalik yuqori bo'ladi (4. 13- rasm).

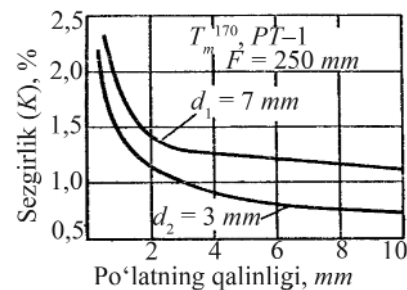


4.11- rasm. Yoriqning nurlanish yo'nalishiga bog'liq holda aniqlanuvchanligi.

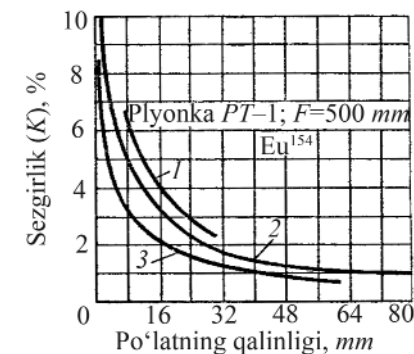


4.12- rasm. Po'lat  $\gamma$ -nurlanish bilan turli  $F$  fokus masofalarda yoritilganida sezuvchanlik.

**Kuchaytiruvchi ekranlar.** 4. 14-rasmdan ko'rinadiki, metall ekranlardan foydalanish manbai nazorat qilinayotgan materialning o'zi hisoblangan ikkilamchi nurlanish ta'sirining kamayishi bilan shart qilingan sezgirlikning biroz oshishini ta'minlaydi. Yoyilgan ikkilamchi nurlanish obyekt tasvirining aniqligini va kontrastligini kamaytiradi. Qo'rg'oshingga o'xshash og'ir elementlardan yoyiq nurlanish nisbatan uncha katta emas, ularga o'ziga xos filtr vazifasini bajaradi, ayniqsa, past energiyalarning birlamchi nurlanishlari uchun.



4.13- rasm. Fokus o'lchami ( $d$ ) ning nazoratning sezuvchanligiga ta'siri.



4.14- rasm. Kuchaytiruvchi ekranlarning po'latni  $\gamma$ -nurlari bilan yoritishda  $\text{Eu}^{154}$  radiografik uslubning sezgirligiga ta'siri: 1 – fluorestsent ekranlar; 2 – ekransiz; 3 – metall ekranlar (qo'rg'oshin 0,1mm).

**Plyonka turi.** Donasining o'lchami va nurlanishga sezgirligiga bog'liq bo'lgan plyonkaning turiga bog'liq holda boshqa teng sharoitlarda (nurlanish energiyasi, materialning jinsi va qalinligi) radiografik nazoratning sezgirligi 0,5% (RT–5) dan 3% (RT–2) gacha o'zgrishi mumkin. Yaxshi sezgirlikni ta'minlovchi plyonkalar mayda donali tuzilishga va nurlanishga nisbatan kuchsiz reaksiyaga ega, ammo yoritish uchun ko'proq vaqtni talab etadi.

### 4. 3. Apparatura va materiallar

Rentgen va gamma-nurlanishlarni olish hamda foydalanish uchun turli xil radiatsion texnik: rentgen apparatlari, gamma-apparatlar, chiziqli tezlatgichlar va betatronlar qo'llaniladi.

**Rentgen apparatlari.** Umumiy ko'rinishda rentgen apparati himoya g'ilofidagi rentgen trubkasidan, yuqori voltli generator-dan va boshqarish pultidan iborat. Yuqori voltli generator yuqori voltli transformator, trubkaning cho'g'lanma transformatori va to'g'rilagichdan iborat. Boshqarish pultiga, odatda, avtotransformator, kuchlanish va tok regulatori, o'lchov asboblari signal sistemasi va boshqarish sistemasi kiradi.

Radiatsion defektoskopiya amaliyotida doimiy yuklanishli apparatlar va impulsli apparatlar qo'llaniladi (4. 2-jadval). Doimiy (o'zgarmas) yuklanishli apparatlar, o'z navbatida, monobloklarga va kabel turidagi apparatlarga bo'linadi.

4. 2- jadval

Rentgen apparatlarning tavsifi

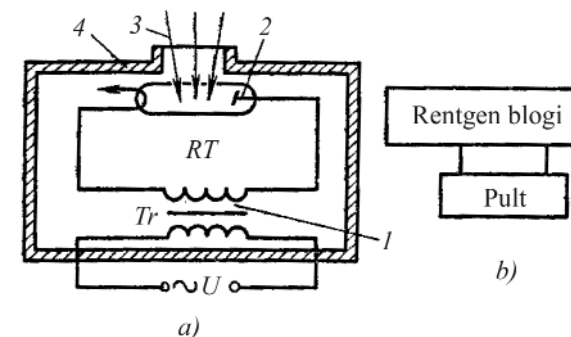
Apparat turi	Trubkada-gi kuchlanish, kW	Trubkadagi tok, mA	Fokus masofa o'lchovi, mm	Apparat massasi, kg	Yoritiladigan po'latning qalinligi, mm
<i>Monobloklar</i>					
PYII-120-5	50-120	5	2 × 2	75	25
PYII-200-5	70-200	5	2 × 2	110	50
PYII-400-5	250-400	5	7	600	120
PYII-160-10P	50-160	10	1,3 × 4	60	40
<i>Kabelli</i>					
PYII-100-10	10-100	10	1 × 1	200	30
PYII-150-10 (ikkita trubka)	35-100	2	0,3	670	45
PYII-150-300-10 (uchta trubka)	35-300	10 10 2	4 × 4 5 0,3	1000	70

4. 2- jadvalning davomi

PAII-150/300-01 (to'rtta trubka)	35-300	2 10	0,3 4 × 4	800	70
<i>Impulsli</i>					
RINA-1D	100	–	3	12	10
RINA-2D	300	–	3	15	20
RINA-3D	400	–	4	46	40
MIRA-2D	200	–	3	15	20
MIRA-3D	300	–	4	25	40

Rentgen trubkasi va yuqori voltli transformatori bo'lgan apparatlar – monobloklar moy quyilgan yoki gaz to'ldirilgan yagona blok – transformatorlarga montaj qilingan. Bunday apparatlarning gabarit o'lchamlari va massasi minimal bo'lishi kerak.

Bunga erishish uchun nurlanish sifati va uzluksiz ishlash davomiyligi kabi nazorat qilish jarayonining bunday muhim ko'rsatkichlari bahridan o'tiladi. Bu hol quyidagilar bilan izohlanadi. Apparat-monobloklarda, odatda, yarim to'liqli ventilsiz eng oddiy sxema (4. 15- rasm) qo'llaniladi, unda to'g'rilagich sifatida rentgen trubkasining o'zi xizmat qiladi.



4.15- rasm. Rentgen apparati manbaiining umumiy (a) va blok sxemalari (b):

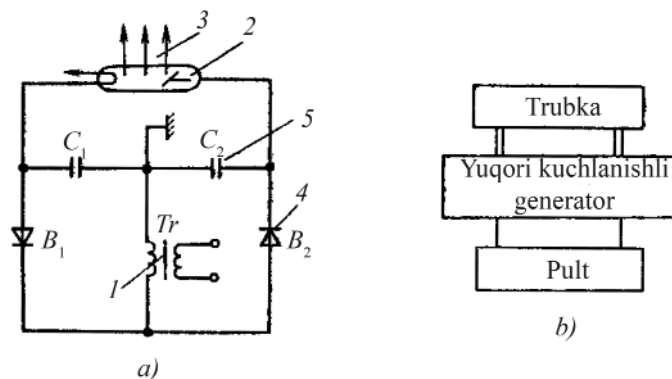
1 – transformator Tr; 2 – RT naychasi; 3 – rentgen nurlanish; 4 – kojux.

Trubkaga tok bevosita yuqori kuchlanishi transformatoridan uzatiladi, u birinchi yarim davr mobaynida tokni faqat bir yoʻnalishda oʻtkazadi, keyin esa ikkinchi yarim davr vaqtida tokni berkitib, toʻgʻrilagich sifatida ishlaydi. Bunday sxemaning qoʻllanilishi trubkasining ishlash muddatini qisqartiradi.

Unifikatsiyalangan boshqarish pultrlari bilan komplektlanuvchi monoblok apparatlarning umumiy qatori ishlab chiqarilmoqda. Bu apparatlarga dala va montaj sharoitlarida ishlash uchun ixcham (kichik apparatlar ham (masalan, PYII-120-5, PAII-160-6II, PYII-200-5, PAII-220-5H, PAII-300-5H), barqaror yuqori voltli apparatlar ham kiradi (masalan, PYII-400-5). Monobloklar koʻpincha nurlatkichni boshqarish pultidan katta masofaga (30 m gacha va undan ortiq) uzoqlashtirish va nurlatkichning katta manevrli boʻlishiga erishish talab qilingan joylarda qoʻllaniladi. Magistral truboprovodlarni nazorat qilish uchun maxsus moʻljallangan PAII-160-6II apparati bunga mos misol boʻlishi mumkin. U panoramali nurlanish maydonini hosil qiladi, bu esa apparat quvur ichiga joylashtirilganida bitta ekspozitsiyada quvurlarning halqali choklarini yoritishga imkon beradi.

**Kabel turidagi apparatlar** mustaqil generator qurilmasidan, rentgen trubkasi va boshqarish pultidan iborat. Kabel turidagi apparatlarda, odatda, ikkita toʻgʻrilagichli ikkilangan kuchlanishli sxemalar qoʻllaniladi (4. 16- rasm). Kuchlanishning manfiy yarim davri vaqtida  $S_1$  va  $S_2$  kondensatorlar  $V_1$  va  $V_2$  toʻgʻrilagichlar orqali amplituda qiymatigacha zaryadlanadi. Musbat yarim davr kelishi bilan ular transformatorning ikkilamchi chulgʻami bilan ketma-ket ulangan boʻladi va trubka anodidagi kuchlanish ikki marta ortadi. Rentgen nurlanishning chiqishi yarim davr mobaynida yuz beradi. Bunday turdagi apparatlar, odatda, koʻchuvchi qilib chiqariladi va sex hamda laboratoriya sharoitlarida ishlash uchun foydalaniladi (maslan, PYII-150-10, PYII-150/300-10, PAII-150-7, PAII-150/300-10). Bu sinfdagi apparatlarda PYII-100-10 rentgen trubkasining yengil (6 kg) himoya gʻilofi bilan taʼminlangan. Nurlanish blogining massasi kichikligi va yuqori voltli generatorni va boshqarish pultini rentgen trubkasidan uzoqroq (10 m gacha) masofa-

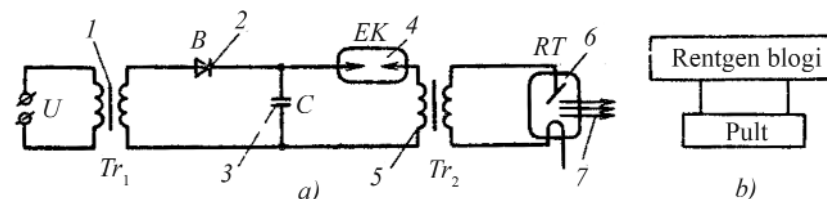
ga oʻrnatish mumkinligi PYII-100-10 apparatidan borish qiyin boʻlgan joylarni nazorat qilish uchun foydalanishga imkon beradi.



4.16- rasm. Kabel apparatning prinsipal (umumiy) (a) va blok sxemalari (b):

1 – transformator,  $Tr$ ; 2 – rentgen trubkasi; 3 – rentgen nurlanishi; 4 – toʻgʻrilagich; 5 – kondensatorlar.

**Impulsi rentgen apparatlar** konstruktiv jihatdan ikki blokdan tuzilgan: boshqarish va rentgen bloklari (4. 17- rasm). Kondensator  $S$  transformator  $Tr_1$  dan toʻgʻrilagich  $V$  orqali zaryadlanadi. Elektron kalit  $EK$  yordamida trubka zanjirida koʻtaruvchi transformator  $Tr_2$  ga kondensator zaryadsizlanadi.



4.17- rasm. Impulsi rentgen apparatining prinsipal (a) va blok sxemalari (b):

1 – transformator  $Tr_1$ ; 2 – toʻgʻrilagich  $V$ ; 3 – kondensator  $S$ ; 4 – elektron kalit,  $EK$ ; 5 – impulsi transformator,  $Tr_2$ ; 6 – trubka  $RT$ ; 7 – rentgen nurlanish.

Yuqori kuchlanishli impuls ta'sirida sovuq katodli rentgen trubkasida avtoelektron tok vujudga keladi. Buning natijasida katod qiziydi va elektronlar uning sirtida plazma bulutini hosil qilib, yuzadan ajraladi. Plazma buluti trubka anodi tomon o'zgaras tezlikda harakatlanadi, natijada yuqori voltli transformatorning ikkilamchi chulg'amida vujudga kelgan yuqori kuchlanish (250–300 kW) harakatlanayotgan plazmaning oldingi fronti bilan anod o'rtasiga qo'yilgan bo'ladi. Bu holat anod tokining oshishiga va natijada rentgen nurlanishning generatsiyalanishga olib keladi. Trubkaning anodi vazifasini uchi konus shaklida bo'lgan (uchidagi burchagi 30°) og'ir volfram sterjen bajaradi; ikki elektrodli trubkaning katodi vazifasini chetki uchi o'tkirlangan volfram silindr bajaradi. Rentgen trubka ishlaganida elektronlar emissiyasi katodning barcha chetki sirtidan boshlanmay, faqat elektr maydoni kuchlanganligi eng katta bo'lgan nuqtadagina boshlanadi. Shuning uchun nurlanish intensivligi bir tekis taqsimlanmagan. Ulanishlar soni ortishi bilan, katodning mikrostrukturasi o'zgaradi, uning sirtidagi juda o'tkir tishlar silliqlanada va natijada avtoelektron emissiya boshlanishidagi kuchlanishi ortadi. Bu rentgen nurlanishining intensivlik va spektral tarkibi bo'yicha ulanishdan ulanishga nobarqarorligiga olib keladi. Impulsi trubkalar juda katta oliy quvvatga ega, ammo impulsning davomiyligi juda kichik (2–100 ns), ularning takrorlanishdan erishgan chastotasi 50 Hz dan oshmaydi. Nurlanish dozasi quvvati 1 m masofada 2 R/min dan oshmaydi, ayni chog'da, katodi qizitilgan trubkalar shunday kuchlanishlarda (250–300 kW) 10 R/min gacha beradi. Impulsi trubkalarining ishlash resursi chulg'anma trubkalaridan ancha kam: МИРА seriyasidagi eng yangi apparatlarda  $5 \cdot 10^6$  impulsgacha yetadi, bu 25 Hz chastotada cho'g'lanish trubkasining 500 soatli ishlashiga qaraganda jami 50 soat ishlashini ta'minlaydi.

Ta'kidlash kerakki, impulsi apparatlarning uncha katta bo'lmagan gabarit o'lchamlari va kichik massasi ularning sanoatda keng qo'llanishiga sabab bo'ldi (4. 1-jadvalga qarang). Ulardan, asosan, magistral truboprovodlarni, kema qurish konstruksiyalarini nazorat

qilishda va montaj qilishda qalinligi 30 mm bo'lgan birikmalarni tekshirish uchun foydalaniladi.

Rentgen apparatlarning asosiy kamchiligi – trubkaning ishlash muddati kamligi va odatdagi apparatlarga qaraganda sezgirliги ancha pastligi. Afzalligi – massasi kamligi, ixchamligi va pastvoltli ta'minot manbalari (12 V).

Xorijiy kabelli apparatlardan eng ko'p tarqalganlari «Philips», «Zayfert» va boshqa firmalarning qurilmalaridir. Xorijiy apparatlarning vatanimizdagi bilan taqqoslagandagi farq qiladigan jihatlari – massasi kamligi va fokus to'voni o'lchamining kichikligi.

**Gamma-apparatlar.** Eng oddiy ko'rinishdagi radioizotopli defekoskop radioaktiv izotopli radiatsion kallakdan iborat bo'lib, unga manba uzatkichi ampulaprovod va boshqarish pulti kiradi. Ishlab chiqarilayotgan defektoskoplarning barcha turlarini (4. 3-jadval) shartli ravishda umumsanoat vazifalarini bajaruvchi (universal shlangli defektoskopiyalar) va frontal hamda panoramali yoritish (qulflanadigan turdagi) uchun maxsus vazifalarni bajaruvchi qurilmalarga ajratish mumkin.

4. 3-jadval

MDHda ishlab chiqarilgan ayrim gamma-apparatlarning asosiy tavsiflari

Apparat turi	Nurlanish manbayi	Aktiv qismi-ning diametri, mm	Qulayligi	Pulldan radiatsion kallak-kacha masofa, m	Apparatning massasi, kg	Yoritilgan po'latning qalinligi, mm
<i>Universal shlangli</i>						
«Граммарид-11»	Tuliy-170	3	Ko'tarib yuradigan	5	10,5	1–15
«Граммарид-11»	Seziy-137	3	>>	5	16	6–50
«Граммарид-11»	Seziy-137	5	>>	8	19	15–80
«Граммарид-11»	Seziy-137	5	>>	13	19	15–80

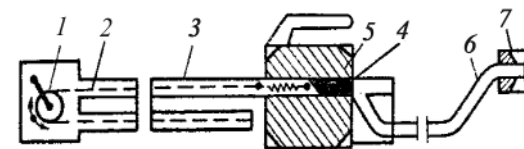
4. 3- jadvalning davomi

РИД-41	Kobalt-60	7	Ko'chma	50	45	30-200
<i>Qulflanadigan</i>						
«Магистраль-1»	Seziy-137	5	Ko'chma	30	35	15-80
РИД-12	Tuliy-170	9	Ko'tarib yuradigan	5	11	1-15
РИД-32	Kobalt-60	7	Ko'chma	30	295	30-200
РИД-44	Kobalt-60	15	Statsionar	50	620	30-200
«Граммарид-20»	Iridiy-192	3	Ko'tarib yuradigan	8	15	6-60
«Стапель-5»	Iridiy-192	1,5	>>	3,5	11,5	6-40
«Стапель-20»	Iridiy-192	3	>>	30	24	6-40

Universal shlangli defektoskopiylarda nurlanish manbayi nazorat qilish zonasiga radiatsion kallakdan egiluvchan ampula provod bo'yicha, panoramali nurlanish dastasini shakllantirib yoki unda qolib yo'naltirilgan nurlanish dastasi almashinuvchi kollimatsiyalovchi kallaklar yordamida uzatilishi mumkin. Bu turdagi defektoskoplarning rentgen apparatlari va boshqa turdagi gamma-defektoskoplarga nisbatan afzalliklari (universaligi va kichik gabaritli manbani 5-12 m masofaga uzatish mumkinligi) ularni no-statsionar sharoitlarda radiografik nazorat qilishda, ayniqsa, borish qiyin bo'lgan joylari mavjud buyumlarni nazorat qilishda ustunlikka qiladi. Bu turdagi qurilmalarda manbani radiatsion kallak 5 dan kollimatsiyalovchi kallak 7 ga uzatish (4. 18- rasm) tishli uzatkich g'ildirak 1 bilan tishlangan egiluvchan tishli zanjir 2 yordamida egiluvchan yoki qattiq ampula provod 6 bo'yicha amalga oshiriladi. Bu sinfdan «Граммарид» seriyasidagi РИД-41 defektoskoplari va boshqalar keng qo'llaniladi.

**Frontal yoritish uchun gamma-defektoskoplar** radiatsion-himoya zonalari o'lchamlarining cheklanganligi tufayli universal shlangli defektoskoplarni qo'llash mumkin bo'lmaganida dala, montaj qilish sharoitlarida, stapellarda, dokda yoki sexda ishlatish uchun mo'ljallangan. Frontal (yo'naltirilgan) nurlanishli defektoskoplar neft-gaz quvurlarini o'tkazishda («Газпром»), kema qurish

sanoatida («Стапель-5М» va «Стапель-20») va katta qalinlikdagi buyumlarni nazorat qilishda juda kam, mashinasozlikda (РПД-32) payvand birikmalarini nazorat qilish uchun keng qo'llaniladi.

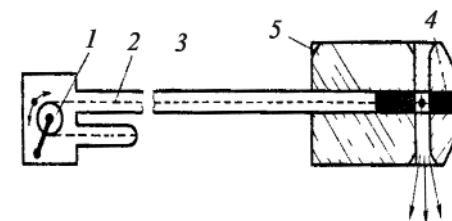


4.18- rasm. Shlangli «Граммарид» defektoskoplarning kinematik sxemasi:

1 – uzatuvchi g'ildirak; 2 – uzatuvchi zanjir; 3 – tutashtiruvchi shlang; 4 – nurlanish manbayini tutqich; 5 – radiatsion kallak; 6 – ampuloprovod; 7 – kollimatsiyalovchi kallak.

**Panoramali yoritish uchun gamma-qurilmalar** magistral gaz-neftquvurlari, shar yoki silindr shaklidagi yuqori bosimli idishlar, shuningdek, g'ovak aylanish jismlari ko'rinishdaga boshqa buyumlar sifatini nazorat qilishda keng qo'llaniladi.

Shlangli turdagi defektoskoplardan farqli ravishda «Магистраль-1» defektoskopida nurlanish manbayini uzatish (manba tutqichini radiatsion kallakdan ko'chirish) uchun dastaki ham, elektromexanik uzatkich 1 dan ham foydalanish mumkin (4. 19- rasm). Elektromexanik uzatkich kalakning truprovod (quvur) ichida 1,5 km gacha masofaga ko'chishini ta'minlaydi.



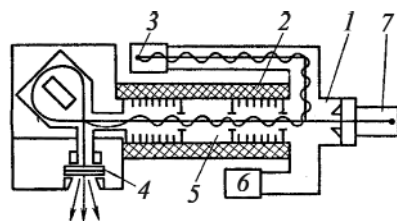
4.19- rasm. Frontal va panoramali yoritish uchun «Магистраль-1» defektoskopining kinematik sxemasi:

1 – boshqarish uzatmasi; 2 – uzatuvchi zanjir; 3 – tutashtiruvchi shlang; 4 – nurlanish manbayi tutqichi; 5 – radiatsion kallak.

Xorijda «Zayfert» firmasining (GFR) «Gammamet», TK-30, Gammavolt SO-100, AGS firmasining (Fransiya) GAM-120, «Prodaks» firmasining (Angliya) Mark III va boshqa gamma-apparatlari keng qo'llaniladi. Bu apparatlarda nurlanish manbai sifatida Iridiy-192 izotopidan foydalaniladi. Mazkur apparatlarning o'ziga xos xususiyatlari massaning uncha katta emasligi, ixchamligidir.

**Yuqori energetik fotonli nurlanish manbalari.** Radiatsion defektoskopiyada quyidagi elektronlar tezlatkichlari qo'llaniladi: chiziqli tezlatkichlar, mikrotronlar va betatronlar. Yuqori nurlanish energiyasi tufayli bu manbalardan qalinligi 70 mm va undan ortiq bo'lgan buyumlarni nazorat qilishda foydalanish maqsadga muvofiqdir.

**Chiziqli tezlatkich** (4. 20-rasm) silindr sirtida fokuslovchi elektronmagnit 2 bo'lgan vakuumli silindrik tezlatkich kamera 1 ko'rinishida ishlangan. Yuqori chastotali generator 3 volnovod 5 da yuguruvchi elektromagnit to'lqinining hosil bo'lishini ta'minlaydi, bu to'lqinining elektr maydoni silindr o'qi bo'ylab yo'nalgan. Pushka 7 bilan generatsiyalanuvchi elektronlar 30–100 keV energiya bilan impuls tarzda yuguruvchi to'lqin elektr maydoni bilan tezlashtiriladi. Keyin tezlashtirilgan elektronlar nishon 4 ga kelib tegadi, unda  $(5 \div 75000) \cdot 10^{-5}$  Kl/kg ekspozitsion dozali tormoz nurlanishi vujudga keladi. Chiziqli tezlatkichlarning afzalligi tormoz nurlanishining intensivligi katta bo'lishidan iborat. Masalan, 10–25 MeV energiyali chiziqli tezlatkichlar ekspozitsion dozasining quvvati nishondan 1 m masofada 2000–25000 R/min ni tashkil etgan tormoz nurlanishini vujudga keltiradi. Shu tufayli ular 400–500 mm qalinlikdagi payvand choklarini nazorat qilishda muvaffaqiyatli qo'llaniladi.

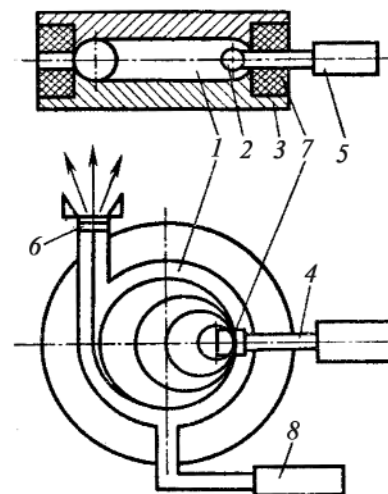


4.20- rasm. Chiziqli tezlatkich sxemasi:

1 – kamera; 2 – elektromagnit; 3 – generator; 4 – nishon; 5 – volnovod; 6 – vakuumli nasos; 7 – elektron pushka (to'p).

Tezlatkichlar nurlatkich va elektr ta'minot bloklari, issiqlik almashtirgichlar va boshqarish bloklaridan iborat ixcham qurilmadan iborat. Sanoatda JYƏ-10/1Д, JYƏ-10/2Д, JYƏ-15–1500Д, JYƏ-8–5B, JYƏ-5–500Д tezlatkichlar qo'llaniladi.

**Mikrotron** (4. 21- rasm) – vaqt bo'yicha o'zgarmas va magnit maydoni bir jinsli elektronlarni siklik rezonansli kuchaytirgichi. Mikrotronda vakuumli kamera 1 ga kiritilgan elektronlar turli radiusli, lekin o'ta yuqori chastotali maydon elektronlarni tezlashtiradigan rezonator 2 joylashgan joyda umumiy urinish nuqtasiga ega bo'lgan aylana bo'ylab harakatlanadi. Tezlanish rezonansi elektronlar rezonatorining tezlashtiruvchi oralig'ini har kesib o'tganida yuqori chastotali kuchlanish davrining karrali ortishi natijasida vujudga keladi. Rezanator volnovod 4 orqali kuchli impulsli magnitron 5 vositasida uyg'otiladi. Vakuumli kamera no-



4.21- rasm. Mikrotron sxemasi:

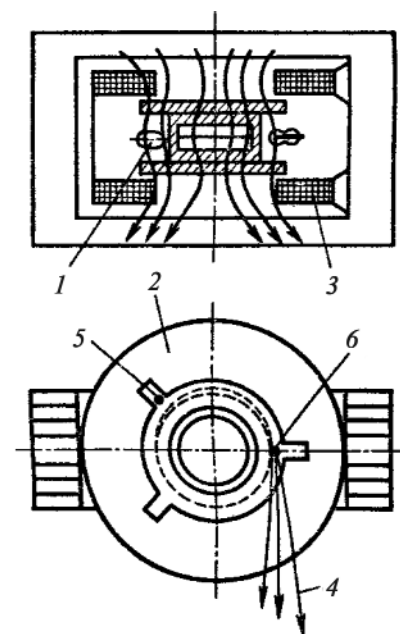
1 – kamera; 2 – rezonator; 3 – elektromagnit; 4 – volnovod; 5 – magnitron; 6 – nishon; 7 – uyg'onish chulg'ami; 8 – vakuumli nasos.

sos 8 yordamida uzluksiz so'rma ostida bo'ladi. Oxirgi orbitadagi tezlashtirilgan elektronlar yoxud  $(4 \div 70) \cdot 10^{-3}$  Kl/kg diapazonda ekspozitsion dozali rentgen nurlanishi vujudga keladigan nishon 6 ga kelib tushadi, yoki maxsus qurilma yordamida kameradan chiqarib tashlanadi. Mikrotronning elektron dastasi boshqa turdagi tezlatkichlardan farqli ravishda yuqori monoenergetiklikka ega. Mikrotronning asosiy afzalliklari rentgen nurlanishining yuqori intensivligida, tarqalishi kichikligida va elektronlar dastasi ko'ndalang kesimi diametriga nisbatan kichikligida (effektiv fokus

dog'i 2–3 mm ni tashkil etadi). Sanoatda PMД–10T, MT–20, MP–30 va boshqlar qo'llaniladi.

Chiziqli tezlatkichlar va mikrotronlar kichik fokusga ega bo'lib, yuqori intensivlikdagi tormozli rentgen nurlanishni olishni ta'minlaydi, shu tufayli radiatsion defektoskopiya uchun istiqbolli nurlanish manbalari bo'ladi.

Masalan, ЛУЭ–10/1Д chiziqli tezlatkichdan foydalanilganida nurlanish vaqti  $S_0^{60}$  izotopiga nisbatan 15–20 barobar qisqaradi, nazoratning sezgirligi esa 0,8–1% ni tashkil etadi.



4.22- rasm. Betatron sxemasi:

1 – kamera; 2 – magnit korpusi; 3 – elektromagnit; 4 – rentgen nurlanish; 5 – elektron pushka (to'p); 6 – nishon.

katta bo'lmaganligi, eksplutatsion va iqtisodiy ko'rsatkichlari ancha yuqoriligi tufayli defektoskopiya juda keng qo'llaniladi.

Radiatsion defektoskopiya elektronlarning boshqa tezlatkichlari – **betatronlar** ko'p tarqalgan. Betatronda elektronlarni tezlashtirish ularning doiraviy orbita bo'yicha harakatlanishida vaqt bo'yicha o'sib boruvchi magnit maydonida yuz beradi. Betatron (4. 22- rasm) elektromagnit 3 ning qutblari orasida joylashgan toroidal vakuumli tezlatkich kamera 1 ko'rinishida ishlangan. Elektron to'p 5 elektronlarni toroidal kameraga generatsiyalaydi, u yerda elektronlar o'zgaruvchan magnit maydon vujudga keltiradigan uyurmali elektr maydonda tezlashadi.

Betatronlar chiziqli tezlatkichlar va mikrotronlarga qaraganda kichik nurlanish intensivligini ta'minlashiga qaramay, ular massasi kamligi, gabarit o'lchamlari uncha

**Radiografik plyonkalar.** Ular o'tgan ionlovchi nurlanishni qayd qilishning asosiy vositasi hisoblanadi. Ishlab chiqarilayotgan rentgen plyonkalari xossalari va vazifasiga ko'ra ikki guruhga bo'linadi (4. 4-jadval): **ekransiz** fluoressent ekranlarsiz yoki metall kuchaytiruvchi ekranlar bilan foydalanish uchun va **ekranli** plyonkalar fluoressent kuchaytiruvchi ekranlarni qo'llanib foydalaniladigan plyonkalar. Birinchi guruhga PT–5, PT–4, PT–3, PT–1 plyonkalari kiradi; ikkinchi guruhga PT–2, PM–1, PM–2 va PM–3 plyonkalar kiradi. Plyonkaning asosiy tavsiflari spektral sezgirlik, kontrastlik va ajrata olish qobiliyati hisoblanadi.

4. 4- jadval

Radiografik plyonkalarining asosiy tavsiflari

Plyonka turi	Sezgirlik, R <sup>-1</sup>	Kontrastlik ko'effitsiyenti	Ajrata olish qobiliyati, mm <sup>-1</sup>
<i>Ekranlarsiz</i>			
PT–1	50–60	3,5	68–73
PT–1	20–30	3,9	80–110
PT–1	9–12	3,5	110–140
PT–1	3–5	3,5	140–180
<i>Ekranli</i>			
PT–1	350	3,0	73–78
PT–1	300	3,0	73–78
PT–1	400	2,8	78
PT–1	300	2,7	78

**Plyonkaning spektral sezgirligi** bir xil ekspozitsion dozada turli xil energiya nurlanishlari bilan nurlantirilganidan so'ng ochiltirilganida uning turli xil qorayish zichliklarini olish qobiliyati ( $Q$ ) bilan belgilanadi. Amalda  $Q$  bir xil qorayish zichligini olish uchun zarur bo'lgan ionlovchi nurlanish dozasiga teskari kattalik bilan ifodalaniadi:

$$Q = 1/R \text{ yoki } R^{-1}.$$

Plyonkaning optimal spektral sezgirligiga rentgen trubkasidagi kuchlanish 50–110 kV bo'lganida erishiladi.

Plyonkaning qorayish zichligi  $D$  tushyotgan yorug'lik ravshanligi  $h_0$  ning plyonka orqali o'tgan yorug'lik ravshanligiga nisbatining logarifmiga teng:

$$h_p: D = \lg (h_0/h_p)$$

Buyumlar rentgen yoki gamma-nurlanish bilan nurlantirilganida,  $D$  ning eng optimal qiymatlari 1,8–2,2 oraliqda yotadi, ya'ni eng yaxshi spektral sezgirlikni  $D$  ning aynan shu qiymatgalarida olish mumkin.

**Kontrastlik**  $\gamma_D$  qorayish zichligi orttirmasining nisbiy ekspozitsiya vaqti orttirmasiga nisbatidan iborat. Qorayish zichligining optimal (qulay) qiymatlarida ( $D = 1,2-2,2$ ) ekranli plyonkalarining kontrastligi 2,5–3 oraliqda, ekransiz plyonkalariniki 2,5–4,5 oraliqda yotadi.

**Ajrata olish qobiliyati** plyonkaning yaqin joylashgan nuqsonli uchastkalarni alohida qayd qiluvchi xossasini belgilaydi. Miqdoriy jihatdan bu tavsif (xarakteristka) uzunligi 1 mm ( $\text{mm}^{-1}$ ) bo'lgan uchastkada seziladigan bir xil qalinlikdagi shtrix chiziqlar soni bilan baholanadi.

#### 4. 4. Nazorat qilish texnologiyasi

Payvand birikmalarni sinash uchun radiografik nazorat qilish uslublari juda keng qo'llaniladi, bunda ionlovchi nurlanish-detektor sifatida radiografik plyonkalardan foydalaniladi.

Foydalanilayotgan nurlanish turiga bog'liq holda rentgenogamma va betatronli radiografiya bir-biridan farq qiladi. Sanab o'tilgan uslublarning har biri o'zining foydalanish sohasiga ega. Xususan, rentgenografiya eng sezgir uslub sifatida ko'pincha sex sharoitida va kamdan kam hollarda dala sharoitida, payvand birikmalar sifatini nazorat qilishda sezgirlik bo'yicha eng yuqori talablar qo'yilganida qo'llaniladi. Gammagrafiya borish qiyin bo'lgan joylarda joylashgan, dala va montaj qilish sharoitidagi payvand birikma-

larini nazorat qilishda ustunlikka ega. Betatronli radiografiyadan ko'pincha sex sharoitida katta qalinlikdagi payvand birikmalarning defektoskopiyasida (nuqsonlarini aniqlashda) foydalaniladi.

Payvand birikmalarni radiografiyalashda asosiy operatsiyalarni bajarishning quyidagi ketma-ketligiga rioya qilinadi: nurlanish manbayi, radiografik plyonka tanlanadi va yoritishning optimal rejimlari belgilanadi; nazorat qilinayotgan obyekt yoritishga tayyorlanadi; obyekt yoritiladi; suratlarga fototanlov beriladi; suratlar tahlil qilinadi; nazorat natijalari rasmiylashtiriladi.

**Nurlanish manbayini tanlash.** Nurlanish manbayini tanlash texnik maqsadga muvofiqlik va iqtisodiy samaradorlikka bog'liq. Manbani tanlashni belgilovchi asosiy omillar nazorat qilishning berilgan sezgirlik, nazorat qilinayotgan buyum materialining zichligi va qalinligi; nazoratning ish unumi; nazorat qilinayotgan detalning konfiguratsiyasi, uning nazorat qilishga qulayligi va boshqalar hisoblanadi.

Masalan, katta o'lchamdagi nuqsonlar yo'l qo'yiladigan buyumlarni nazorat qilishda kam vaqt yoritishning ta'minlovchi yuqori energiyali izotoplarni qo'llash maqsadga muvofiq. Mas'ul vazifalarni bajaruvchi buyumlar uchun rentgen nurlanishdan foydalaniladi va istisno sifatida imkoni boricha eng kam nurlanish energiyasiga ega, masalan, 1 g (4. 5-jadval) bo'lgan izotoplarni qo'llanishga ruxsat etiladi.

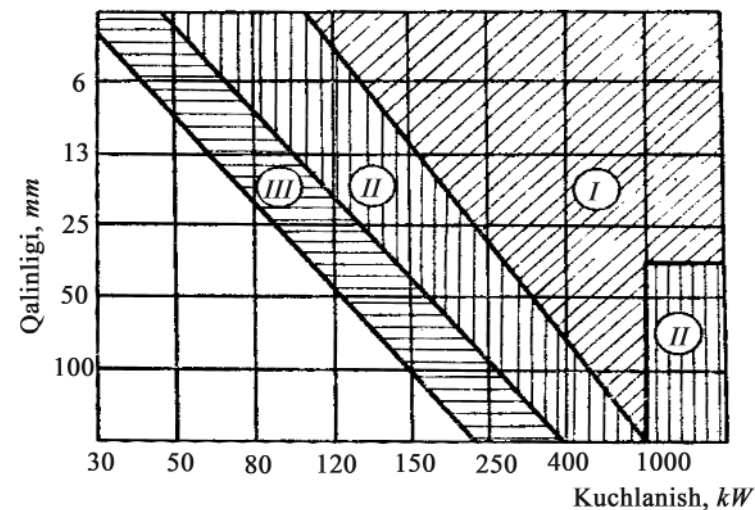
**Radiografik plyonkani tanlash.** Tanlash yoritilayotgan obyekt materialining qalinligi va zichligi bo'yicha, shuningdek, nazorat qilishning talab qilinayotgan ish unumi va sezgirlik bo'yicha amalga oshiriladi.

PT–1 plyonkasi, asosan, katta qalinlikdagi payvand birikmalarni nazorat qilish uchun foydalaniladi, chunki u yuqori kontrastlikka va nurlanishga sezgirlikka ega. PT–2 universal ekran plyonkasi turlicha qalinlikdaga detallarni yoritishda qo'llaniladi, bunda yoritish vaqti plyonkalarining boshqa turlariga nisbatan eng kamdir. Aluminilyi qorishmalar va qalinligi uncha katta bo'lmagan qora metallar qorishmasidan yasalgan buyumlarni nazorat qilish uchun yuqori kontrastli PT–3 va PT–4 plyonkalardan foydalanish mumkin.

## Defektoskopiya ionlovchi nurlanishning qo'llanish sohasi

Po'lat qalinligi, mm	Gamma-nurlanish			Rentgen-nurlanish	
	Man-ba	Energiya, keV	Apparat	Kuchlanish, kW	Apparat
4	<sup>145</sup> Sm <sup>155</sup> Eu	39, 62, 84, 102	РК-2 ГУП-0,5-3	10-60 50-80 35-80	РУП-60-20-1 РУП-120-5-1 РУП-150-10-1 РИНА-1Д
1-20	<sup>170</sup> Tm	53, 84	РК-2 ГУП-0,5-3 РИД-21М	60-120 60-140 60-140 220-280 300-350	РУП-120-5-1 РУП-150-10-1 РУП-200-5-1 ИРА-1Д ИРА-2Д
2-40	<sup>75</sup> Se	75, 130, 280, 405	РК-2 ГУП-0,5-3 РИД-21М	90-180 90-180 300-350	РУП-150/300-10-1 РУП-200-20-5 ИРА-2Д
10-60	<sup>192</sup> Ir	295, 316, 468, 604	РУП-5-2 РИД-11 РИД-21М «Стапель-5»	140-200 140-300 250-400	РУП-200-20-1 РУП-150/300-10 РУП-400-5-1
30-100	<sup>137</sup> Cs <sup>152</sup> Eu	661, 122, 344, 963, 1405	«Газпром» «Трасса», «Нева» ГУП-0,5-2 ГУП-50-3	180-300 250-400 250-1	РУП-150/300-10 РУП-400-5-1 РТД-1
60-200	<sup>60</sup> Co	1170, 1330	ГУП-1,5-3 ГУП-5-2 ГУП-50-2 «Кама»	250-400 250-100	РУП-400-5-1 РТД-1
				6 va 18 MeV li betatronlar	

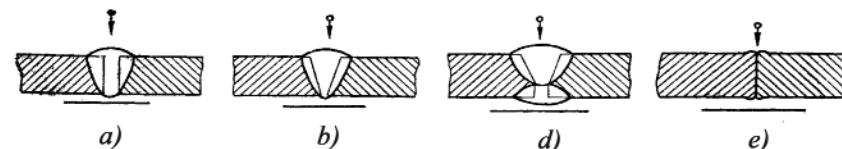
Mas'ul birikmalarni defektoskopiya qilishda РТ-5 plyonkasi qo'llaniladi. Bu plyonka juda yuqori kontrastlikka ega, nurlanishga nisbatan eng kam sezgirlikka ega bo'lsa ham, juda kichik nuqsonlarni aniqlashga imkon beradi, bu esa nazorat qilishda ekspozitsiya vaqtining ortishiga olib keladi. Radiografik plyonkani tanlashni taxminan nomogrammalar bo'yicha (4. 23- rasm) amalga oshirish maqsadga muvofiq.



4.23- rasm. Po'latni yoritish uchun radiografik plyonkalarining qo'llanish sohalari nomogrammasi:

I – РТ-5, РТ-4; II – РТ-1, РТ-3; III – РТ-2.

**Yoritish sxemasi va parametrlarini tanlash.** Payvand birikmalarni yoritish sxemasi buyum uchun belgilangan normalarda 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 yoritish sxemalari ko'rsatilgan. Ionlovchi nurlanishning ishchi dastasi payvandlanayotgan elementlarning tekisligiga perpendikular holda yo'naltirilishi kerak (4. 24- rasm).

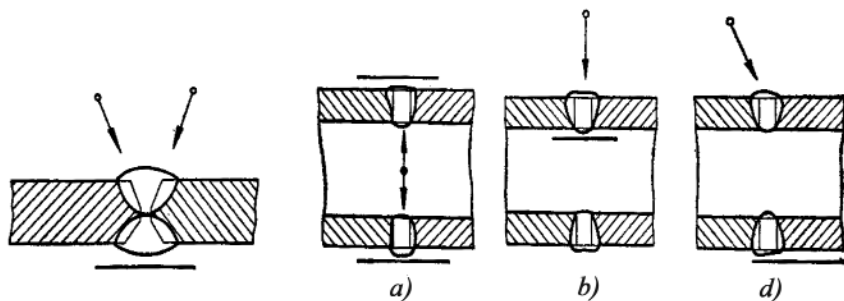


4.24- rasm. Uchma-uch payvand birikmalarni yoritib ko'rish:

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'nalishi 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 tomondan ham joylashtirish mumkin.

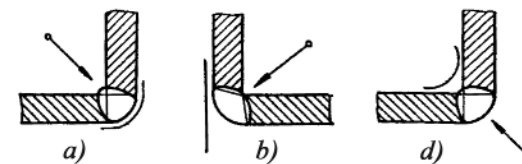
Masalan, rezervuarlar, payvandlovchi quvurlar va boshqa silindrik buyumlarning halqali va bo'ylama uchma-uch birikmalari nurlanish manbayi buyum ichiga joylashtirilib (4. 26- a rasm – panoramali yoritish) yoki tashqaridan ishchi dastaning o'qi chokka perpendikular yo'naltirilib yoritiladi (4. 26- b rasm). Agar konstruksiyaning ichiga plyonkali kassetani yoki nurlanish manbayini joylashtirishning imkoni bo'lmaydigan bo'lsa, u holda qarama-qarshi 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.



4.25- rasm. Uchma-uch payvand birikmalarni turli burchaklar ostida yoritib ko'rish.

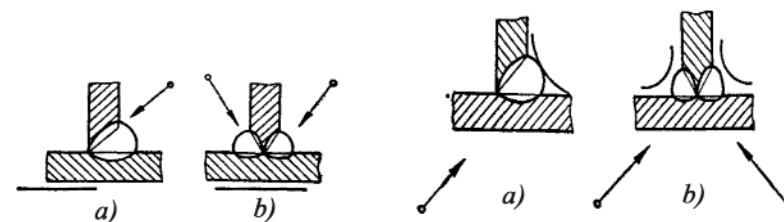
4.26- rasm. Silindrik yoki sferik konstruksiyadagi halqali choklarni yoritib ko'rish.

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



4.27- rasm. Burchakli birikmalarni yoritib ko'rish.

Shuningdek, nurlanishning teskari yo'nalishda bo'lishi va plyonkaning chokning boshqa tomoniga joylashishiga yo'l qo'yiladi (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).

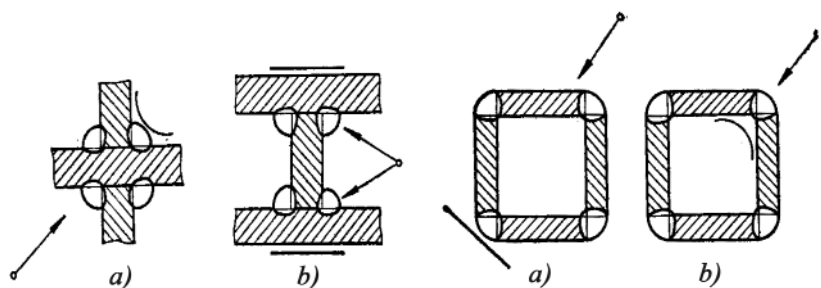


4.28- rasm. Ichki tomondan kirish imkoni bo'lganida tavrli birikmalarni yoritib ko'rish: a – bir tomonlama payvandlashda; b – ikki tomonlama payvandlashda.

4.29- 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 joylashtirish imkonini bermaydigan shaklga ega bo'lgan qutisimon konstruksiyalarning choklari buyum o'qiga burchak ostida ikki devor orqali chokning tashqi tomonidan plyonka o'rnatilganida yoritiladi

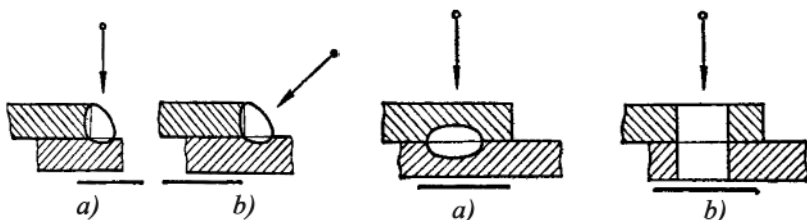
(4. 31- a rasm). Agar kassetani qutisimon konstruksiyaning ichiga kiritish mumkin bo'lsa, yoritish bitta devor orqali chokka perpendikular holda olib boriladi (4. 31- b rasm).



4.30- rasm. Maxsus konstruksiyalarning choklarini yoritib ko'rish: a – xochsimon; b – ikki tavrli.

4.31- 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 chokli birikmalar payvandlanayotgan listlarning tekisligiga normal bo'yicha yoritiladi (4. 33- rasm).

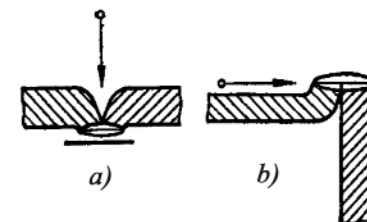


4.32- rasm. Yoyli payvandlash bilan bajarilgan ustma-ust birikmalarni yoritib ko'rish:

a – payvandlanayotgan listning tekisligiga o'tkazilgan normal bo'yicha; b – list tekisligiga burchak ostida.

4.33- rasm. Nuqtali (a) va chokli (b) payvandlash bilan bajarilgan ustma-ust birikmalarni yoritib ko'rish.

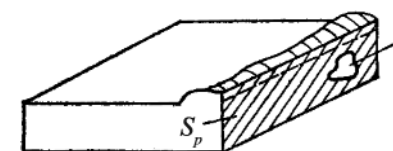
Ikki cheti bortovkalangan uchma-uch birikmalar chokka perpendikular (tik) holda yoritiladi (4. 34-a rasm). Bortovkali burchakli birikmalar markaziy nur payvandlanayotgan chetlarning tekisligi bo'yicha yo'naltirilib yoritiladi (4. 34-b rasm).



4.34- rasm. Chetlari bortovkalib payvandlangan birikmalarni yoritib ko'rish.

**Radiatsion nazorat qilishda sifat ko'rsatkichlari bo'yicha nuqsonlarni belgilash va payvand choklarni tasniflash.**

Payvand konstruksiyalarni yetkazib berishda korxonalar o'rtasidagi kooperatsiyalashni yengillashtirish maqsadida birikmalar nuqsonlarini tartibga soluvchi hujjatlar ishlab chiqilgan. Xalqaro payvandlash 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-atlasi keng tarqaldi. Aytib o'tilgan hujjatlar nuqsonlarni ko'rsatish uchun ishlab chiqilgan va operatorlarni o'qitishda, ayniqsa, foydalidir.



4.35- rasm. Payvand chokining qirgimi.

IHI (Iqtisodiy Hamkorlik Ittifoqi) ga a'zo mamlakatlarda qabul qilingan payvand birikmalar choklari tasnifi 4. 6- jadvalda keltirilgan. Choklar ko'rinishi, kengligi (neprovarlar uchun chuqurligi) va nuqsonlarning yalpi emasligiga bog'liq holda 5 ta sinfga bo'lindi. Mamlakatimizda radiografik uslubda aniqlangan bo'shliqlar va kirishmalarning kengligi hamda uzunligiga qarab payvand birikmalarni 7 ta sinfga bo'luvchi DSt 23055-78 amal qiladi.

Aniq payvand konstruksiya uchun yo‘l qo‘yish mumkin bo‘ladigan nuqsonlar standartlar, nazorat qilish qoidalari va boshqa tarmoq hujjatlarida ko‘rsatiladi.

Nuqsonlarning asosiy ko‘rsatkichi sifatida  $q = S/S_p$  parametr qabul 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) xavfiligi o‘lchovi hisoblanadi.

4. 6-jadval





Payvand birikmalar nuqsonlari turlari

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

4. 6-jadvalning davomi

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

4. 6-jadvalning davomi

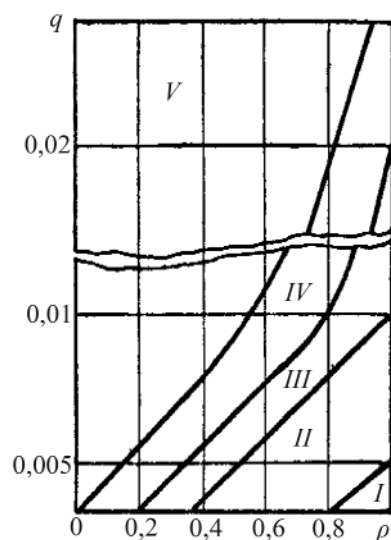
$Fb$	Chokning notekis kuchaytirilishi		
$Fc$	Kesiklar		

Nuqsoning turini aniqlash uchun uning eng kichik chiziqli o'lchamli  $a$  va eng katta chiziqli o'lchami  $b$  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 holda chiziqli o'lchovlari  $a_1, a_2, a_3$ , bo'lgan ellipsoid sifatida ko'rildi, 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:  $a/b = a_1/a_3 = \rho$ , bunda  $\rho$  – parametr nuqsonning potensial xavfliligi o'lchovi sifatida qabul qilingan. O'tkazilgan tadqiqotlar asosida payvand birikmalar nuqsonligining umumiy lashtirilgan tasnifi yasalgan (4. 36- rasm).

**Nazorat qilinayotgan obyekt-ni yoritib ko'rishga tayyorlash.**



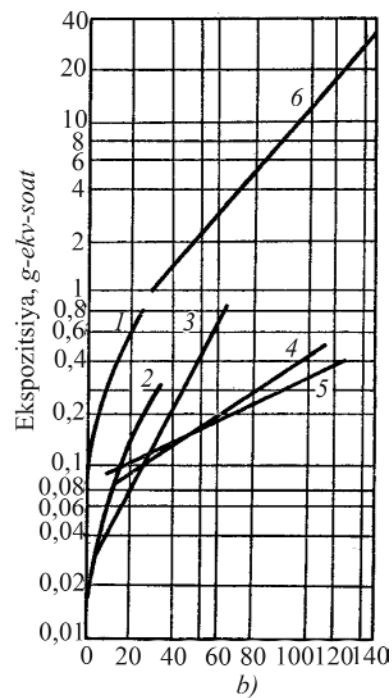
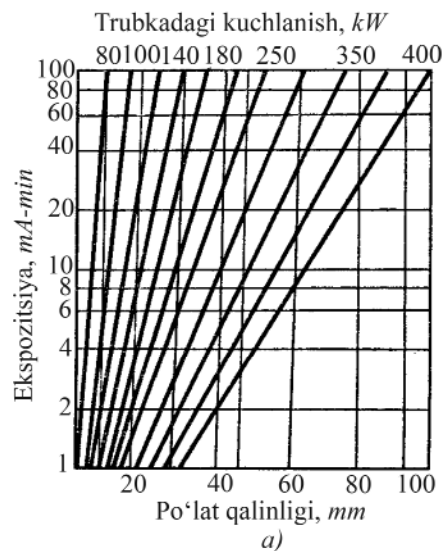
4.36- rasm. Nuqsonning real (haqiqiy) va potensial xavfliligini belgilovchi  $q$  va  $\rho$  parametrlarga bog'liq holda payvand choklari nuqsonlarining sinflari (I, II, III, IV, V).

Nazorat qilishdan avval buyum sinchiklab ko'zdan kechirilishi va zarur bo'lganida shlakdan, iflosliklardan tozalanishi kerak. Tashqi 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 sezgirlik etaloni o'rnatiladi. Bunday o'rnatish imkoni bo'lmagan hollarda, 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 manbayini shunday o'rnatish kerakki, yoritib ko'rish vaqtida u titramasligi 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 plyonkaga fotoishlov beriladi.

**Suratlarga fotoishlov berish.** Plyonkaga fotoishlov berish jarayoni quyidagi operatsiyalarni o'z ichiga oladi: ochiltirish, oraliq yuvish, tasvirni fiksatsiya qilish, oqmaydigan suvda yuvish, yakuniy yuvish va plyonkani quritish. Ochiltirishda bromli kumush kristallarning metali kumushga tiklanishi yuz beradi. Plyonka maxsus eritma ochiltirgichda ochiltiriladi. Ochiltirish vaqti plyonka va eritmaning o'rov qutilarida ko'rsatilgan. Ochiltirishdan so'ng, plyonka suv solingan idishda chayiladi. Bunday oraliq yuvish ochiltirgichning fiksatsiyalovchi eritma – fiksajga tushmasligining oldini oladi. Fiksajda bromli kumushning ochilmagan donachalari eriydi, tiklangan metali kumush esa o'zgarishlar sezmaydi.



4.37- rasm. Po‘latni yoritib ko‘rish ekspozitsiyasini aniqlash nomogrammasi:

$a - F = 750$  mm va PT-1 plyonka bo‘lganda rentgen nurlanishi bilan;  
 $b - F = 500$  mm va PT-1 plyonka bo‘lganda gamma-nurlanish bilan;  
 1 – taliy-170; 2 – stronsiy-75; 3 – iridiy-192; 4 – seziy-135; 5 – evroniy-152; 6 – kobalt-60.

Fiksatsiyadan so‘ng plyonka oqmaydigan suvda yuvilib, keyin undan olinadi va kumush yig‘ib olinadi. Keyin plyonka fiksatsiyadan so‘ng unda qolib ketgan kimyoviy reaktivlarni yo‘qotish uchun 20–30 min mobaynida vannada oqar suvda yuviladi. Plyonka yuvilganidan so‘ng u 3–4 soat quritiladi. Quritish harorati 35°C dan ortiq bo‘lmasligi kerak.

Suratlarni o‘qish (tahlil qilish) fototanlov berish ishlarini o‘tkazishda eng mas‘uliyatli bosqichdir. Suratlarni tahlil qiluvchining

vazifasi nuqsonlarni aniqlash, ularning turlarini va o‘lchamlarini belgilashdosh iborat. 1,5 mm gacha bo‘lgan nuqsonlar tasvirlarining o‘lchamini o‘lchashda o‘lchov lupasidan (DSt 25706–83), 1,5 mm dan kattalarini esa shaffof o‘lchov chizig‘idan foydalanib o‘lchash tavsiya etiladi. Suratlarni tahlil qilishda plyonkaning sifati yomonligi yoki fotoishlov berish jarayonida undan noto‘g‘ri foydalanilganligi sababli vujudga kelgan nuqsonlarni nazorat qilinayotgan materialning nuqsonlaridan farqlay olish kerak. Shubhali holatlarda nazorat qilinayotgan material takroriy yoritib ko‘rilishi kerak.

Nazoratdan o‘tkazilgan payvand birikmaning sifati to‘g‘risidagi xulosa texnik shartlar (TSh)ga muvofiq buyumni tayyorlash va qabul qilish uchun beriladi. Bunda buyumning sifatini baholash faqat quruq surat bo‘yicha amalga oshiriladi, surat quyidagi talablarga (DSt 7512–82) javob berishi kerak: rentgenogrammada suratning butun uzunligi bo‘ylab chok kuchaytirilgan holda payvand birikmaning tasviri aniq ko‘rinishi; suratda dog‘lar, tiralgan joylar, barmoq izlari, plyonkaning yomon yuvilishi oqibatidagi va undan noto‘g‘ri foydalanish natijasida hosil bo‘lgan oqmalar bo‘lmasligi; suratda etalonlarning tasvirlari ko‘rinishi lozim. Aks holda, takroran yoritib ko‘riladi.

**Nazorat natijalarini rasmiylashtirish.** Nazorat natijalarini yozishni qisqartirish uchun suratda ko‘rilgan nuqsonlarning qisqa belgilaridan foydalaniladi: T – yoriqlar, H – neprovar, П – bo‘shliqlar, III – shlakli kirishmalar, B – volframli kirishmalar, Пд – kesik, Cm – chetlarning surilishi, P – devorlarning har xilligi; O – chok asosining bo‘shlig‘i (kuchsizligi).

Taqsimlash xarakteriga ko‘ra, nuqsonlar quyidagi guruhlariga birlashtiriladi: alohida nuqsonlar, nuqsonlar zanjiri, nuqsonlar to‘pi. Nuqsonlar zanjiriga soni kamida uchta bo‘lgan, oralaridagi masofa nuqsonning kattaligidan uch karra yoki undan kamga teng bo‘lgan, bir to‘g‘ri chiziqda joylashgan nuqsonlar kiradi. Nuqsonlar to‘piga miqdori kamida uchta bo‘lgan, ular orasidagi masofa nuqsonning uch karra kattaligiga yoki undan kichik kattaligiga teng, to‘p bo‘lib joylashgan nuqsonlar kiradi. **Nuqsonning o‘lcha-**

*mi* uning suratda millimetr hisobidagi tasvirining eng katta chiziqli o'lchami hisoblanadi.

Bir xil turdagi, turli o'lchamdagi nuqsonlar guruhida bu guruhdagi nuqsonning o'rtacha yoki eng ko'p uchraydigan o'lchami, shuningdek, nuqsonlar soni ko'rsatiladi.

#### 4. 5. Radiatsion defektoskopiyaning zamonaviy usullari

**Radioskopiya.** Nazorat qilishning bu usuli nazorat qilinayotgan obyektlarni rentgen nurlari bilan yoritib ko'rishga, obyektning radiatsion tasvirini yorug'lik, soya yoki elektron tasvirga almashtirishga va bu tasvirni optika yoki televizion texnika yordamida masofaga uzatish hamda uni chiqish ekranlarida ko'rib tahlil qilishga asoslangan.

Radioskopik usulning vasifasi, asosan, xuddi radiografik usulning vazifasiga o'xshash. Payvand birikmalarni bu usul bilan nazorat qilishning maqsadga muvofiqligi radioskopik usulning nuqsonlarga sezgirligi radiografiyaga nisbatan taxminan 2 barobar past, unumdorligi esa 3–5 barobar yuqoriligini hisobga olgan holda belgilanadi. Bu usul nazorat qilinayotgan buyumning ichki tuzilishini uning kirish ekraniga nisbatan 0,3 m/min dan 1,5 m/min gacha tezlikda ko'chishi jarayonida o'zgartkichning turiga va buyumning qalinligiga bog'liq holda ko'zdan kechirishga imkon beradi. Soyali radiatsion tasvirni yorug' soyali yoki elektron tasvirga o'zgartiruvchilar sifatida fluoroskopik ekran, ssintillatsion kristall, elektron-optik o'zgartkich va kamdan kam hollarda elektroluminescent ekran xizmat qiladi. Obyektning rentgen tasvirini axborotni yo'qotmasdan bevosita videosignalga almashtiruvchi rentgen-ko'rsatkich (vidikon) alohida o'rinni egallaydi.

**Fluoroskopik ekranlar** karton asosga fluoressent modda (luminofor) shimdirilib tayyorlanadi, bu modda, masalan, rux sulfidi (ZnS) va kumush bilan aktivlashtirilgan kadmiy sulfidi (CdS) kristallari aralashmasidan iborat. Rentgen va gamma-nurlarining

luminofor moddasi bilan o'zaro ta'sirlashuvi jarayonlari natijasida ko'rinadigan spektrning zangori yoki sariq-zangori qismida yoritilishi bilan luminessentsiya vujudga keladi. Nazorat qilish sezgirligi radiografiyadagiga qaraganda 3–6 barobar past bo'ladi. Bunday ekranlar elektronlarni, protonlarni,  $\alpha$ -zarrachalarni qayd etish uchun xizmat qiladi, shuningdek, ular rentgenli elektron-optik o'zgartkichlar (EEO) ning kirish elementlari va fluorografiyada foydalanilishi mumkin.

**Ssintillatsion kristallar** turli xil aktivatorli, kelib chiqishi noorganik (ishqor-galaoidli) va organik (antratsen) bo'lgan monokristallardan iborat. Taliy (Tl) bilan aktivlangan yodli natriy (NaI), yodli kaliy (KI), yodli seziiy (CsI) asosidagi birinchi turdagi monokristallar eng ko'p tarqalgan. Ssintillatsion kristallarning ishlash prinsipi luminoforlarning qisqa muddatli chaqnashlari bilan yoritish qobiliyatiga (100 mks – 1 ns tartibda) asoslangan. CsI kristallarida NaI kristallariiga qaraganda ularga bir energiyaning bir xil nurlanish dozasi ta'sir ko'rsatilganida yoritish ravshanligi kamroq bo'ladi. Biroq NaI kristallarining gigroskopligi yuqori bo'lganligi sababli CsI kristallari ko'proq qo'llaniladi.

Ssintillatsion kristallar bir qator parametrlariga ko'ra fluoroskopik ekranlardan ustun turadi, xususan, CsJ kristallarning ajrata olish qobiliyati 10–12 chiziq/mm ni tashkil etadi, fluoroskopik ekranlardan foydalanishda esa ajrata olish qobiliyati 3 chiziq/mm dan oshmaydi.

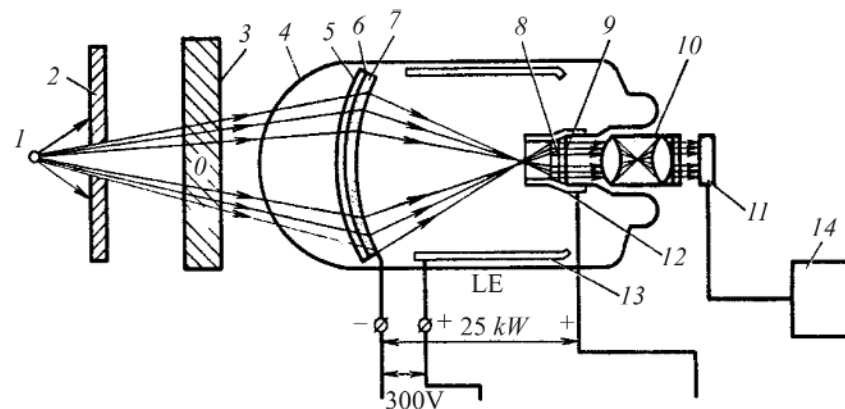
Bu kristallarning afzalliklariga quyidagilar kiradi: yuqori energiyalarni (15–30 MeV) samarali qayd qilish uchun katta qalinlikdagi detektorlarni yaratishga imkon beruvchi donasiz tuzilishi; yoritishlar o'rtasidagi uncha katta bo'lmagan vaqt oralig'i ( $10^{-5}$ – $10^{-8}$  s), bu tasvirning paydo bo'lishi va yo'qolishining noinertsionligini ta'minlaydi; kristall yoritish spektrning tasvir ravshanligi kuchaytirgichlari fotokatodlarning spektral tavsifi bilan qoniqarli tarzda mos tushishi; modda zichligining kattaligi va xususiy nurlanish uchun shaffofligi; katta o'lchamdagi (230 mm gacha) monokristallarni olish imkoniyati.

Bu kristallar «Introskop» turidagi rentgenotelevizion qurilmalarda keng foydalaniladi. Ulardan foydalanishda nazorat qilish sezgirliги radiografiyadagiga qarganda 2,5–2 barobar past, nazorat qilish tezligi 1–1,5 m/min.

**Elektroluminescent ekranlar** ba'zi bir luminoforlarning o'zgaruvchan elektr maydoni ta'sirida yoritishga asoslangan. Ular quyidagi prinsip bo'yicha ishlaydi. Ekranга o'tkazuvchi qoplamalar bo'lgan joylarda yuqori kuchlanish (600–800 V) ulangan bo'lib, u yuqori elektr qarshiligi tufayli fotoo'tkazgichda pasayadi, ayni paytda, luminofor qatlamiga tushayotgan kuchlanishning juda oz qismi to'g'ri keladi. Nurlantirishda fotoo'tkazgichning qarshiligi keskin tushadi, luminoforda esa ortadi, bu esa uning yoritishini vujudga keltiradi. Elektroluminescent ekranlarning kamchiliklariga quyidagilarni kiritish lozim: yoritishlar orasidagi vaqtning juda kichikligi, shuningdek, kuchlanish berilganida dastlabki fonning vujudga kelishiga olib keluvchi luminoforning yoritishi, bu hosil bo'ladigan tasvirning kontrastini pasaytiradi. O'zgartkichlar sifatida foydalaniladigan elektroluminescent ekranlar yoritish ravshanligini 100 barobar orttiradi. Biroq ular yuqorida ta'kidlab o'tilgan kamchiliklar tufayli payvand choklarini nazorat qilishda qo'llaniladi.

Bevosita kuzatishda fluoroskopik ekran va ssintillatsion monokristall rasshifrovka (shifrnı ochish) uchun tasvir ravshanligini ta'minlay olmaydi. Bunday tasvirlarni yaratish uchun rentgen tasvirining maxsus kuchaytirgichlari – **rentgen elektron-optik o'zgartkichlari** (REOO') (4. 38- rasm) qo'llaniladi. REOO'da, asosan, fluoroskopik ekran 6 (radiatsion tasvirni optik tasvirga o'zgartiruvchi) va fotokatod 7 (optik tasvirni elektron tasvirga o'zgartiruvchi) birga joylashtirilgan. Yarim shaffof surmali-seziyli fotokatod rentgen nurlanish bilan vujudga keltiriladigan luminofor yoritishi ta'sirida yorug'lik intensivligiga mutanosib miqdorda elektronlar chiqaradi. Energiyasi bo'yicha  $10^4$  barobar (potensiallar ayirmasi 25 kW) tezlashtirilgan elektronlar chiqish ekranlari 8 va 9 da fokuslanadi, u yerda luminofor yordamida elektron tasvir optik tasvirga aylantiriladi. Tasvir ravshanligini kuchaytirishga, bir tomondan, chi-

qish ekranida yorug'lik oqimini tezlashtiruvchi kuchlanish tufayli 100 barobar orttirish bilan va, ikkinchi tomondan, elektron-optik tasvirni 4 barobar kamaytirish natijasida chiqish ekranı yoritilganligini taxminan 16 barobar orttirib erishiladi. Chiqish ekranidagi tasvir optika 10 yordamida ko'rib chiqiladi yoki uzatuvchi telekamera 11 yordamida videonazorat qurilmasi 14 ga uzatiladi.



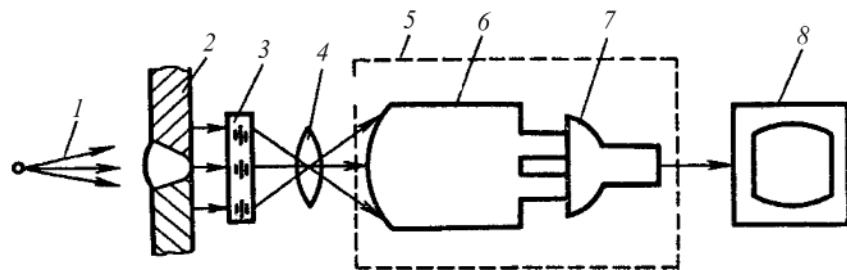
4.38- rasm. Elektron-optik o'zgartkichning sxemasi:

1 – nurlanish manbai; 2 – qo'rg'oshinli diagramma; 3 – yoritib ko'riladigan obyekt; 4 – shisha vakuum kolba; 5 – aluminiy ostqo'yima; 6 – fluoroskopik ekran; 7 – fotokatod; 8, 9 – chiqish ekranlari; 10 – optika; 11 – uzatuvchi telekamera; 12 – anod; 13 – metallashtirilgan qoplama; 14 – televizor ekranı.

PII-6OTЭ qurilmasida bir kanalli ЭОП va uzatuvchi televizion trubka (4. 39- rasm) bilan qo'shilgan monokristalldan foydalanilgan. Qurilma usulning nisbiy sezgirliги 6–4% bo'lganida 70 mm gacha qalinlikda bo'lgan buyumlarni nazorat qilishga imkon beradi.

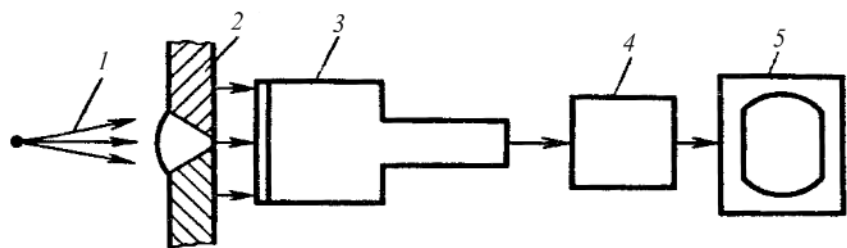
**Rentgen vidikonlar** aluminiy disk surilgan rux oksidi, qo'rg'oshin oksidi, amorfli selen, oltingugurtli surma va boshqa birikmalar asosidagi rentgen nurlanishga sezgir fotoo'tkazuvchi qatlamli yorug'lik uzatuvchi televizion kamera (vidikon)ni o'zida birlashti-

radi (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 bogli orqali qabul qiluvchi trubkaga uzatiladi, u yerda elektron tasvir yorug'lik tasviriga aylantiriladi. Rentgen-vidikonning kattalashtirishi 2–50<sup>x</sup> ni, ajrata olish qobiliyati 30–50 chiziq/mm ni tashkil etadi.



4.39- 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.



4. 40- rasm. Rentgen-vidikonning blok-sxemasi:

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

Rentgen-vidikonning kamchiligi inertsiyoligining kattaligi va dinamik diapazonining pastligidadir. Kirish ekranining qalinligi kamligi (0,3 mm dan ortiq emas) rentgen vidikonlarni yuqori ener-

giyalar diapazonida fotonlarni qayd qilish uchun qo'llashga imkon 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-vidikonlaridan foydalanuvchi introskoplarni (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.

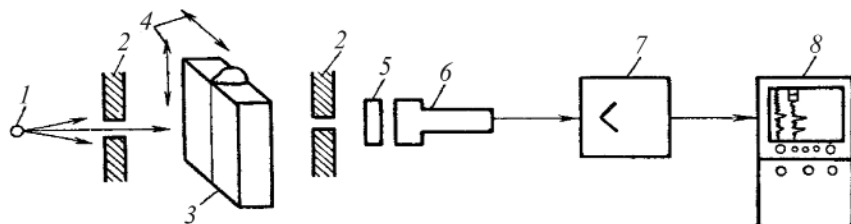
Nuqsonlarni aniqlash bo'yicha nazorat qilishning radioskopik usuli texnik shartlar talablarini qanoatlantiradigan hollarda u radiografik usul o'rniga kiritilishi mumkin. Agar nazorat qilishning radioskopik usuli texnik shartlar talabalarini qanoatlantirmasa, u radiografik usul bilan birga foydalanilishi va dastlabki nazorat qilish uchun qo'llanilishi mumkin.

Ko'pincha xorijiy firmalar choklarni nazorat qilish uchun introskoplarni ishlab chiqaradi, ularda nurlanishlarni almashtiruvchilar sifatida yuqorida ko'rsatib o'tilgan qurilmalardan foydalanilgan. Ular orasida «Limikon» (AQSh), «Markoni» (Angliya), «Baltaskop» (Belgiya), «Philips» (Gollandiya) va boshqa turdagi fluoroskopik ekranli introskoplarni ko'rsatib o'tish mumkin. AQShda rentgen-vidikonli «Sechrey» turidagi qurilmalar ishlab chiqarilmoqda.

**Radiometrik usul.** Bu usul o'tgan nurlanishning spektral tarkibi yoki oqimi zichligini proporsional (mutanosib) yoki elektrosignalga almashtirib, buyumlari ionlovchi nurlanish bilan yoritib ko'rishga asoslangan. Radiometrik nazorat qilishning istalgan sistemasida nurlanish manbai, detektor, axborotga ishlov berish va qayd etish sxemasi mavjud (4. 41- rasm). Nurlanish manbalari sifatida, asosan, gamma-izotoplar, tezlatgichlar va kamdan kam rentgen apparatlari qo'llaniladi. Nurlanish detektorlari sifatida, asosan, fotoelektron ko'paytirgichli (FEK) ssintillatsion kristallardan, kamroq kameralar va gaz-razryadli hisoblagichliklardan foydalaniladi.

Ssintillatorlar sifatida rux sulfidi ( $ZnS$ ), kumush bilan aktivlashtirilgan kadmiy sulfidi ( $CdS$ ), kalsiy volframati ( $CaWO_4$ ), kadmiy volframati ( $CdWO_4$ ), yodli sezii ( $CsI$ ) 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, hisoblagichning chiqishida tushayotgan nurlanish intensivligiga proporsional kattalik bilan elektrosignal hosil bo‘ladi. Kuchaytirgichdan o‘tgan elektrosignal qurilmada qayd etiladi, bu qurilma o‘zi yozar, ossillograf, milliampmetr va hokazo bo‘lishi mumkin. Chokda nuqson mavjud bo‘lganida, qayd etuvchi qurilma intensivlikning o‘rishini ko‘rsatadi.



4.41- rasm. Nazorat qilishning ionizatsion usuli sxemasi:

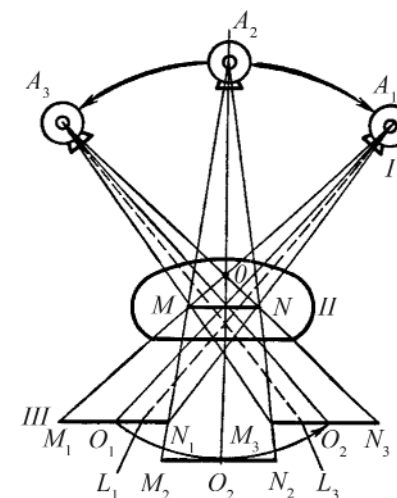
1 – nurlanish manbai; 2 – kollimatorlar; 3 – nazorat qilinayotgan buyum; 4 – ko‘chirish yo‘nalishlari; 5 – ssintillatsion kristall, 6 – fotoelektron ko‘paytirgich; 7 – kuchaytirgich; 8 – qayd qiluvchi (o‘zi yozar) asbob.

Radiometriyaning afzalliklariga sezgirliги yuqori (0,3–3,0%); kontaktiz nazorat qilishning mumkinligi, nisbatan (radiografiyaga) unumdorligi yuqoriligi kiradi.

Kamchiliklari manba va detektorning obyektдан turli tomon bo‘ylab bir xil masofada va bir vaqtda ko‘chirish zarurligi; nuqsonning 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 mohiyati obyektning ma‘lum chuqurlikdagi yupqa qatlamda (2 mm dan ortiq bo‘lmagan) yoki berilgan qalinlikdagi intervallar (tomografiya qadami) bilan bo‘lingan bir nechta yupqa qatlamlarda joylashgan qismlarning aniq tasvirini hosil qilishdan iborat. Bunga, masalan, (4. 42- rasm) rentgen trubkasi ( $A_1 \rightarrow A_3$ ) va ekranli hamda plyonkali kassetani ( $O_1 \rightarrow O_3$ ) fazoviy tebranish markazi  $O$  ga nisbatan sinxron ko‘chirish natijasida erishiladi. 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 soyalari plyonkaga nisbatan harakatsizdir. Shunday qilib, tomografiyada tasvirning dinamik noaniqliligi effektidan foydalaniladi. Bu usulda nurlanish manbai 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



4.42- rasm. Tomografik tasvirning paydo bo‘lish sxemasi:

1 – rentgen trubkasi; 2 – nazorat qilish obyekt; 3 – plyonkali kasseta.

1 – rentgen trubkasi; 2 – nazorat qilish obyekt; 3 – plyonkali kasseta.

sifatida kuchaytiruvchi luministsent ekran bilan qoʻshilgan PM–1 ekran plyonkasi xizmat qiladi.

Hozirgi paytda hisoblash tomografiyasidan keng foydalaniladi. Uning ishlash prinsipi obyektни kollimatsiyalangan nurlanish dastasi bilan qatlamlab, koʻndalang skanerlashda bu nurlanishni obyekt orqasida detektorlar bilan oʻlchashda, tanlangan qatlamga tegishli oʻlchov maʼlumotlari yigʻindisi displey ekrandagi yarim tonli tasvir boʻyicha tahlil qilishda va yasashda tasvir olishga asoslangan.

Agar obyektни skanerlash obyektни toʻliq yopib turuvchi yelpigʻichsimon shakldagi dasta bilan amalga oshirilsa, u holda nurlatgich-detektorlar sistemasi obyekt atrofida 360° ga uzluksiz aylanadi. Nurlanish 1–5 mks uzunlikdagi impulslar orqali uzatiladi, 250–500 ta detektor bilan oʻlchanadi. Detektorlardan axborotlar analog-raqamli almashtirishlardan soʻng 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; oʻlchash aniqligi yuqori boʻlgani tufayli tomogrammada mavjud axborot hajmi boshqa teng sharoitlarda odatdagi rentgenogrammadagidan taxminan 100 barobar koʻp. Tomografiyaning muhim afzalligi zichlik boʻyicha ajrata olishi yuqoriligidadir (0,2 % gacha). Radiografiya uchun bu koʻrsatkich 10–20% ga teng.

#### **Nazorat savollari:**

1. Rentgen va gamma-nurlanishlarning hosil boʻlish jarayonini tushuntiring.
2. Ionlovchi nurlanishning tarqalishi sabablarini izohlang.
3. Ionlovchi nurlanishda nuqsonlarni aniqlash nimaga asoslangan?
4. Radiografiyada sezgirlikka qanday omillar taʼsir koʻrsatadi?
5. Impulslı aparatlarning isitilgan katodli aparatlardan qanday farqi bor?
6. Rentgen plyonkalarining turlarini va ularning asosiy tavsiflarini ayting
7. Ekranlarning vazifasi nima va kuchaytirish prinsipi nimaga asoslangan?

8. Yoritib koʻrishda qanday etalonlardan foydalaniladi?

9. Kserografiya va fluorografiyaning afzalliklari hamda kamchiliklari nimada?

10. Radioskopik nazoratning asosiy sxemalarini aytib oʻting.

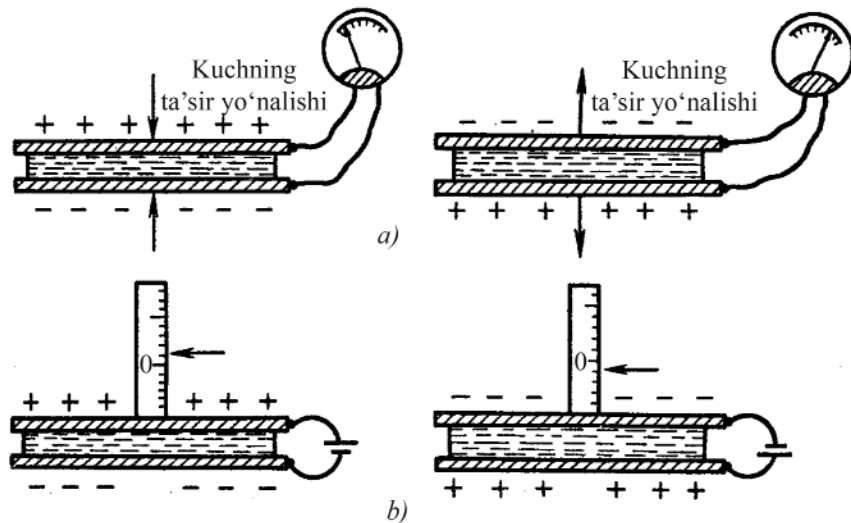
11. Tomografiya prinsipini tushuntring.

## **V BOB. ULTRATOVUSHLI DEFEKTOSKOPIYA**

### **5. 1. Ultratovushli defektoskopiyaning fizik asoslari**

**Ultratovush toʻlqinlarining tarqalishi.** *Ultratovush tebranishlari* deb chastotasi inson qulogʻining eshitish boʻsagʻasidan tashqarida yotuvchi, yaʼni 20000 Hz (20 kHz) boʻlgan qayishqoq tebranishlarning mexanik tebranishiga aytiladi. Ultratovush yordamida nazort qilish uchun 0,5–10 MHz chastotali tebranishlardan foydalaniladi.

Ultratovush nurlangichlari va priyomniklari (qabul qilgichlari) sifatida pyezoelektrik keramika yoki pyezokvarsdan tayyorlangan pyezoplastinalar ishlatiladi. Ultratovush toʻlqinlari nurlagichlari va qabul qilgichlari *pyezooʻtkazgichlar* deyiladi. Pyezoplastinaga elektr kuchlanishi berilganida teskari pyezoelektrik effekt taʼsirida plastinaning qalinligi oʻzgaradi. Agar kuchlanishning ishorasi oʻzgaruvchan boʻlsa, u holda plastina ana shu oʻzgarishlar bilan bir taktida tebranib, atrof muhitda qayishqoq tebranishlar hosil qiladi. Bunda plastina nurlangich kabi ishlaydi. (5. 1- a rasm) va, aksincha, basharti pyezoelektrik plastina bosim impullarini qabul qilsa (qaytarilgan ultratovush toʻlqini), u holda toʻgʻridan toʻgʻri pyezoelektrik effekt taʼsirida uning qoplamalarida elektr zaryadlari paydo boʻlib, ularning qiymatlarini oʻlchashi mumkin. Bu holda pyezoplastina qabul qilgich singari ishlaydi (5. 1- b rasm). Elektr maydonini qoʻyish va olish uchun pyezoplastinaning qarama-qarshi yuzalariga kumush elektrodlar qoplangan.

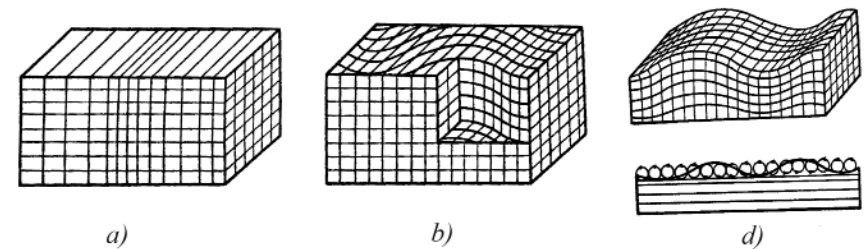


5.1- rasm. Ultratovush nurlanayotganida (a) va qabul qilinayotganida (b) pyezoplastinaning ishlash sxemasi.

Ultratovushning fazoda tarqalish jarayoni to'liqsimon bo'ladi. Muhitning tebranayotgan zarralarini hali tebrana boshlamagan zarralaridan ajratib turuvchi chegara **to'lqin fronti** deyiladi. Qayishqoq to'lqinlar tarqalish tezligi  $S$ , to'lqin uzunligi  $\lambda$  va chastotasi  $f$  bilan tavsiflanadi. Bunda **to'lqin uzunligi** deganda, bir xil tarzda (bir xil fazada) tebranayotgan eng yaqin zarralar o'rtasidagi oraliq tushuniladi. Ushbu fazoning berilgan nuqtasidan har soniyada o'tadigan to'lqinlar soni **ultratovush chastotasini** belgilaydi. To'lqin uzunligi uning tarqalish tezligi va tebranish chastotasi bilan  $\lambda = S/f$  ifodaning nisbatiga bog'liq.

Zarralarning tebranish yo'nalishiga qarab to'lqinlarning bir necha turi bo'ladi. Agar muhit zarralari to'lqinning tarqalish yo'nalishi bo'ylab tebransa, u holda bunday to'lqinlar (5. 2- a rasm) **bo'ylama to'lqinlar** (cho'zilish – siqilish to'lqinlari) deyiladi. Basharti muhit zarralari to'lqinning tarqalish yo'nalishiga perpendikular tarzda tebransa, u holda bunday to'lqinlar (5. 2- b rasm) **ko'ndalang to'lqinlari** (siljish to'lqinlari) deb ataladi. Ko'ndalang to'lqinlar siljish

qarshiligiga ega bo'lgan muhitdagina paydo bo'lishi mumkin. Shu bois suyuq va gazsimon muhitda faqat bo'ylama to'lqinlar yuzaga keladi. Qattiq muhitda ham bo'ylama, ham ko'ndalang to'lqinlar paydo bo'lishi mumkin. Metallarda ko'ndalang to'lqin tezligi  $S_1$  taxminan bo'ylama to'lqin tezligi  $S_2$  ning 0,55 qismini tashkil etadi.



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

Qattiq jismning bo'sh yuzasi bo'ylab sirtiy to'lqinlar (Reley to'lqinlari) tarqalishi mumkin. Ular ko'ndalang va bo'ylama to'lqinlar quramasi (kombinatsiya) hisoblanadi. Qutblanish tekisligi, ya'ni muhit zarralari tebranadigan tekislik ularda yuzaga perpendikular bo'ladi. Ushbu to'lqinlarning jismda tarqalish chuqurligi taxminan to'lqin uzunligiga, tarqalish tezligi esa  $0,9 S_1$  ga teng (5. 2- d rasm, 5. 1- jadval). Qalinligi to'lqin uzunligi bilan o'lchovdosh bo'lgan qoplamaning bimetall qatlamlarida normal to'lqinlar yoki ba'zan Lamb to'lqinlari deb ham ataladigan to'lqinlar tarqaladi. Ular plastinaning butun qalinligini to'ldiradi. Bimetall listlarning qoplama qatlamlarida gorizontall qutblanishli sirtiy to'lqinlar (Lyav to'lqinlari) 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

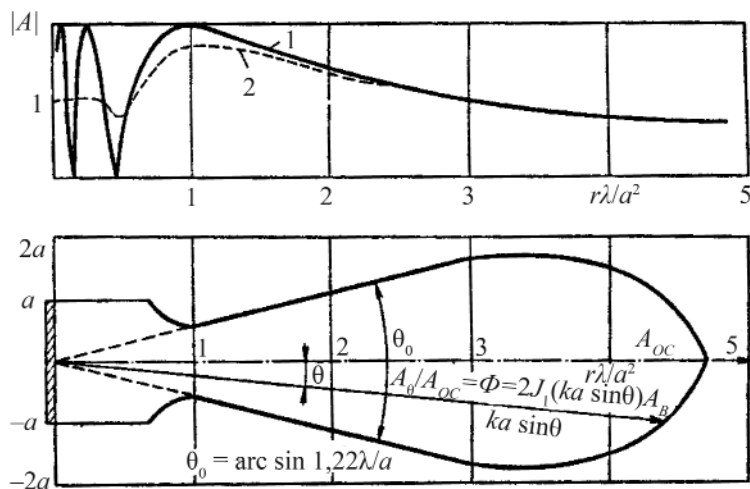
yuzaga keladi, uning muayyan fazoviy chegaralari boʻladi va to-vush bosimi dasta ichida taqsimlanadi.

5. 1-jadval

Ultratovush toʻlqinlarining turli muhitlarda tarqalish tezligi

Tarqalish muhiti	Tarqalish tezligi, m/s		
	Boʻylama toʻlqinlar	Koʻndalang toʻlqinlar	Sirtiy toʻlqinlar
Havo	335	–	–
Transformator moyi	1400	–	–
Organik shisha	2670	1300	1050
Suv	1490	–	–
Poʻlat (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 boʻladi. Bu joyning uzunligi  $r_{\delta} = a^2/\lambda = (a^2f)/C$  ga teng boʻladi. Uzoq zonada ultratovush toʻlqini asta-sekin tarqala boshlaydi va dasta kesik konus shaklini oladi (5. 3-rasmga qarang).



5.3- rasm. Nurlangichning ultratovush maydoni tuzilmasi.

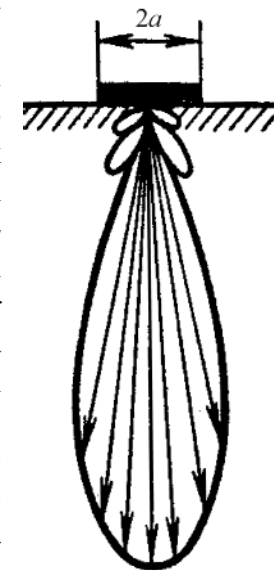
Ushbu konusning koʻndalang kesimida energiyaning taqsimlanishi bir tekis emas: eng katta nurlanish jadalligi dasta oʻqi boʻylab, eng kichigi esa konus atrofi boʻylab kuzatiladi. Qutb koordinatalarida grafik koʻrinishida berilgan uzoq zonada nurlanish jadalligining taqsimlanishi *yoʻnalish diagrammasi* deyiladi (5. 4- rasm). Nurlanish radiusi  $a$  ning nurlanayotgan tebranishlar chastotasi  $f$  ga koʻpaytmasi qancha katta boʻlsa ultratovush maydonining yoʻnalish diagrammasi shuncha oʻtkir boʻladi.

Ultratovush toʻlqinlari manbadan tarqalganida nurlanish jadalligi pasayadi. Bunga dastaning konus boʻylab tarqalishigina emas, balki tebranishlarning soʻnishi ham sabab boʻladi. Ultratovush tebranishlarining dasta oʻqi boʻylab soʻnishi eksponensial qonun boʻyicha sodir boʻladi:

$$A = A_0 e^{-\delta r},$$

bunda:  $A$  – nurlangichdan narida ultratovush amplitudasi;  $A_0$  – zondlovchi impuls amplitudasi;  $\delta$  – soʻnish koef-fitsiyenti;  $e$  – natural logarifmlar asosi.

Metallarda soʻnish koefitsiyenti, asosan, donning oʻrtacha qiymati  $D$  bilan ultratovush toʻlqin uzunligi  $\lambda$  oʻrtasidagi nisbat-ga bogʻliq. Agar  $\lambda > 10 D$  boʻlsa, u holda soʻnish kam boʻladi va 10 mm gacha qalinlikdagi buyumni nazorat qilish mumkin boʻladi. Mabodo metall donining oʻlchamlari toʻlqin uzunligi  $\lambda$  bilan oʻlchovdosh yoki undan katta boʻlsa, u holda ultratovush sezilar-li darajada soʻnganligi uchun ultratovush bilan nazorat qilish juda qiyin boʻladi yoki umuman nazorat qilib boʻlmaydi. Shu sababli, masalan, quyma detallarning payvand choklarini, termik ishlov berilmasdan elektrshlak usulida payvandlab hosil qilingan choklar-



5.4- rasm. Ultratovush maydonining yoʻnalish diagrammasi.

ni 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:  $\rho$  – muhitning zichligi;  $C$  – berilgan muhitda ultratovushning tarqalish tezligi. Ultratovush bir muhitdan boshqasiga o‘tganida to‘lqin energiyasining bir qismi muhitlarning ajralish chegarasidan qaytariladi. Ultratovushning qaytarilish koeffitsiyenti  $R$  va o‘tish koeffitsiyenti  $D$  ikki muhitning akustik qarshiliklari nisbatiga bog‘liq. Akustik qarshiliklar  $z_1$  va  $z_2$  ning farqi qancha katta bo‘lsa, ultratovushning qaytarilish koeffitsiyenti  $R$  shuncha katta bo‘ladi. Shu bois ultratovushning o‘tish koeffitsiyentini kattalashtirish uchun nazorat qilinadigan buyumning sirtiga akustik qarshiligi nazorat qilinadigan metallning hamda pyezoo‘zgartkich prizmasi materialining akustik qarshiligidan ancha katta bo‘lgan kontakt suyuqligi (suv, moy, glitserin va boshqalar) surtiladi. O‘zgartkich bilan buyum sirti o‘rtasida havo tiriqishi 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‘lqinning uzunligi bilan o‘lchovdosh bo‘lsa, u holda difraksiya (to‘lqinning to‘siqni aylanib o‘tish hodisasi) yuz beradi, natijada nuqson qaytargan energiyaning ulushi kamayadi. Ultratovush to‘lqinlari difraksiyasining mavjudligi uncha katta bo‘lmagan dumaloq nuqsonlar (g‘ovaklar) yomon aniqlanishiga olib keladi.

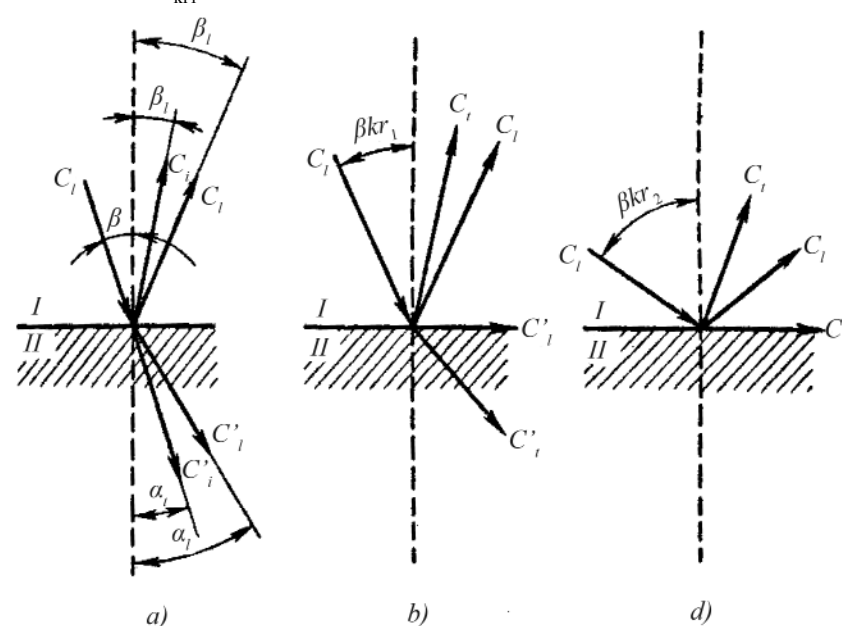
Bo‘ylama to‘lqin qattiq  $I$  muhitdan boshqa qattiq muhit  $II$  ga qiya holatda ( $\beta$  burchak ostida) o‘tga, ajralish chegarasida qaytarilish, sinish va transformatsiya (to‘lqinning parchalanishi) sodir bo‘ladi. Umumiy holda (5. 5-  $a$  rasm) to‘rtta: ikkita singan (bo‘ylama  $S'_i$  va ko‘ndalang  $S'_t$ ) va ikkita qaytarilgan (bo‘ylama  $S_i$  va ko‘ndalang  $S_t$ ) to‘lqin yuzaga keladi. To‘lqinlarning qaytarilish va sinish burchaklari pasayish burchagi bilan Snellius ifodasi bo‘yicha bog‘langan:

$$\sin \beta/S_i = \sin \beta/S_t = \sin \beta_i/S'_i = \sin \alpha_t/S'_t = \sin \alpha_i/S'_t$$

bunda:  $S_p$ ,  $C_t$  – bo‘ylama va ko‘ndalang to‘lqinlarning birinchi

muhitda tarqalish tezliklari,  $S'_p$ ,  $C'_t$  – bo‘ylama hamda ko‘ndalang to‘lqinlarning tarqalish tezliklari.

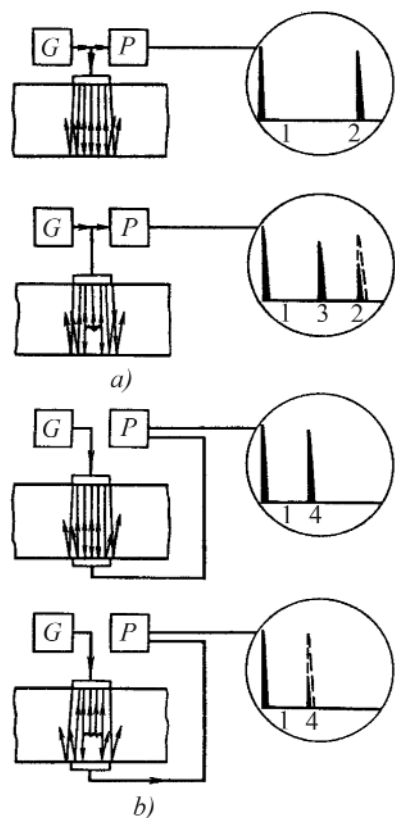
Ultratovushning sinish yoki qaytarilish jarayonida to‘lqinlarning u yoxud bu turlari yo‘qoladigan burchaklar **kritik burchaklar** deyiladi (5. 5-  $b$  va  $d$  rasmlar). Pasayish burchagi  $\beta$  kattalashganida **birinchi kritik burchak** deb ataluvchi  $\beta_{kr1}$  ning qandaydir qiymatidan boshlab singan bo‘ylama to‘lqin yo‘qoladi:  $S'_i$  ( $\alpha_i = 90^\circ$ ).  $\beta$  burchak yana-da kattalashganida shunday payt boshlandiki, bunda ko‘ndalang to‘lqin yo‘qoladi:  $S'_t$  ( $\alpha_t = 90^\circ$ ). Bu hodisa ikkinchi kritik burchak  $\beta_{kr2}$  ga mos keladi.



5.5- rasm. Ikkita qattiq fazaning ajralish chegarasida bo‘ylama to‘lqinning qaytarilishi va sinishi.

Pasayish burchaklari ikkinchi kritik burchakdan kichik va birinchi kritik burchakdan katta bo‘lganida, ikkinchi muhitda faqat qo‘ndalang to‘lqin yuzaga keladi. Organik shisha – po‘lat tizimi uchun hisoblab topiladigan kritik burchaklar mos ravishda  $27^\circ$  va  $56^\circ$  ga teng. Qayd etilgan xossa katta amaliy ahamiyatiga ega.

Xususan, agar nurlagich organik shishadan yasalgan prizmagacha joylashtirilib,  $\beta$  burchak  $30-55^{\circ}$  doirasida tanlansa, u holda po'lat buyumda faqat bitta ko'ndalang to'liqin tarqaladi, bu esa nazorat natijalarini deshifrovka qilishni ancha soddalashtiradi.



5.6- rasm. Ultratovush bilan aks sado-signal (a) va soya (b) usullarida nazorat qilish sxemasi:

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

**Ultratovush bilan nazorat qilish usullari.** Ultratovushli defektoskopiya (UTD) ultratovush to'liqlarining 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 (impuls) *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 bilan nazorat qilishni *soya* (5. 6- b rasm) yoki *ko'zgu-soya usulida* amalga oshirish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Soya usulida nurlangichdan qabul qilgichga o'tgan signal *4* amplitudasining

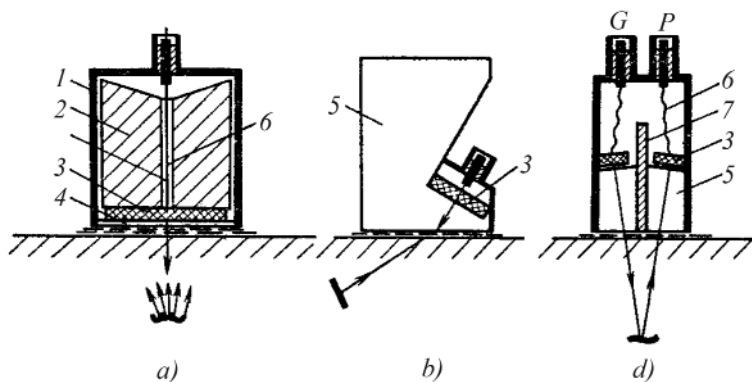
kamayishi nuqson belgisi sanaladi. Soya usuli uzlukli emas, balki uzluksiz nurlanishdan foydalanish imkonini beradi. Buyumning qarama-qarshi yuzasidan qaytarilgan signal *2* amplitudasining kamayishi (5. 6- a rasmga qarang) oyna-soya usulidagi nuqson belgisi hisoblanadi.

Ultratovushli defektoskopiyaning asosiy afzalliklariga apparatlarning 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'shilmalarni aniqlash uchun keng foydalaniladi. Masalan, energomashinasozlik, kemasozlik, kimyo mashinasozligida va sanoatning boshqa tarmoqlarida ultratovushli defektoskopiya muhim choklarni tayyorlashda ham, foydalanish jarayonida ham buzmasdan nazorat qilishning asosiy usuli sanaladi.

## 5. 2. Ultratovushli defektoskopiya apparatlari

Ultratovush bilan nazorat qilish apparatlari ultratovush tebranishlarini 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'liqinni tegish yuzasiga (O'TTni kiritish yuzasiga) perpendikular ravishda nurlantiradi; qiya o'zgartkichlar metallga ko'ndalang to'liqinni kiritish yuzasiga nisbatan burchak ostida kiritadi, birlashtirilgan alohida-alohida o'zgartkichlar bo'ylama to'liqinning metallga kiritish yuzasiga perpendikular bo'lgan tekislikka nisbatan  $5-10^{\circ}$  burchak ostida kiritilishini ta'minlaydi. Pyezoo'zgartkichning asosiy elementi qalinligi nurlanayotgan ultratovush tebranishlari to'liqini uzunligining yarmiga teng bo'lgan disk yoki to'rtburchak plastina ko'rinishidagi pyezoelementdan iborat.



5.7- 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 kamaytiradi, ya'ni qisqa zondlovchi impulslar olishga yordam beradi. To'g'ri o'zgartkich po'lat korpus 1 ichiga joylangan.

Qiya va birlashtirilgan alohida-alohida o'zgartkichlarda pyezoplastina 3 organik shisha, polistirol, 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 imkonini 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.

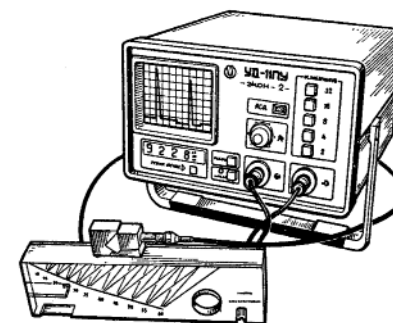
Birlashtirilgan alohida-alohida o'zgartkichlarda bir plastina elektrik tebranishlar generatoriga ulangan bo'lib, UTT nurlangichi vazifasini o'taydi, ikkinchi plastina esa qabul qilgichga ulangan. Ular orasida akustik ekran 7 joylashgan.

Protektor 4 bilan buyum orasidagi kontakt suyuqligi qatlamining qalinligiga ko'ra pyezoo'zgartkichlar kontaktli, tirqishli va immersion o'zgartkichlarga ajratiladi. Kontaktli o'zgartkichlarda suyuqlik qatlami ultratovush to'lqini uzunligidan ancha kichik bo'ladi; tirqishli o'zgartkichlarda suyuqlik qatlamining qalinligi to'lqinning uzunligi bilan o'lchovdoshdir; immersion o'zgartkichlarda kontakt qatlami ancha qalin bo'ladi. O'zgartkich turini akustik kontakt hosil qilish usuliga ko'ra tanlash nazorat qilinadigan buyum yuzasining sifatiga bog'liq. Masalan, yuzasi dag'al (chunonchi, qum uloqtirib ishlov berilganidan keyin) buyumlarni nazorat qilish uchun tirqishli 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 qobiq akustik kontakt (tegish) ishonchli bo'lishini ta'minlaydi

**Elektron blok.** U yuqori chastotali kuchlanishning zondlovchi impulslarini yuzaga keltirish, nuqsondan qaytarilgan aks sado-signalarni kuchaytirish va o'zgartirish hamda aks sado-signalarning amplituda-vaqt tavsiflarini elektron nur trubka (ENT)da yaqqol aks ettirish uchun mo'ljallangan.

Payvand choklarni nazorat qilish uchun УД-11ПУ, УД-10П va boshqa defektoskoplar ishlatiladi. УД-11ПУ defektoskopi (5. 8- rasm) quyidagicha ishlaydi. Takt impulslari sinxronizatoridan zondlovchi impulslar generatoriga kelib, uni ishga tushiradi. Ishga



5.8- rasm. УД-11ПУ defektoskopning umumiy ko'rinishi.

tushiruvchi impulslar uzatilganida induktivlik, idish, pyezoplastinalar va to'plovchi kondensatordan tuzilgan konturda qisqa vaqtli erkin radiochastotali tebranishlar (zondlovchi impulslar) yuzaga keladi. Zondlovchi impulslar 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 pyezoplastinaga keladi va undan elektrosignallarga aylanadi. Bu signallar kuchaytirgichda kuchaytiriladi, keyin ENT ekraniga uzatiladi.

ENTning gorizontal yoyilmasi vaqt yoyilmasi hisoblanadi. Yoyilma 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 П-simon surilma belgisi yordamida o'lchash orqali aniqlash mumkin. Koordinatalarni o'lchash hatosi 2 mm dan oshmaydi.

ENTda nurning vertikal yo'nalishida og'ishi (impulsler balandligi) qabul qilingan signal amplitudasini tavsiflaydi va nuqsonning kattaligiga mutanosibir. Amplitudani o'lchash uchun defektoskoplarda darajalarga bo'lingan maxsus asbob – attenuator bor.

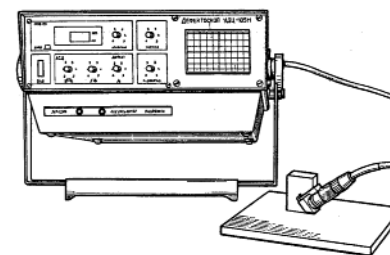
**Yordamchi qurilmalar.** Defektoskopda maxsus qayta ulagich nazarda tutilgan bo'lib, uning yordamida kuchaytirgich to'g'ridan to'g'ri radioimpulsler generatoriga ulanishi (qo'shilgan sxemada ishlaganida, ya'ni o'zgartkich ham UTT nurlangichi, ham qabul qilgichi vazifalarini bajarganida) yoki undan uzib qo'yilishi (alo-hida sxema) mumkin. Defektoskopda avtomatik nuqsonlar signalizatori (ANS) ham mavjud bo'lib, u nuqsonlar haqida tovush yoki yorug'lik signallari beradi. Agar signal strob-impuls ga tushsa, signalizator ishlab ketadi. Nazorat vazifalariga qarab strob-impulsning eni katta doiralarda rostlanishi mumkin.

Ayrim defektoskoplarda qo'shimcha bloklar 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-signalning bir xil amplitudasi olinishini ta'minlaydi. SVR nuqsonlarni aniqlash ishonchligini va ularni o'lchash aniqligini ancha oshirishga imkon beradi.

Hisoblashni tezlashtirish va aniqligini oshirish uchun nuqsonlar kattaligini va koordinatalarini o'lchash jarayoni avtomatlashtiriladi. СИИТмашда УДЦ-105M defektoskopi ishlab chiqilgan bo'lib, u aks sado-signal amplitudasini avtomatik o'lchashni va uni raqamli tabloda aks ettirishnigina emas, balki o'lchangan kattalik istalgan vaqtga xotirlanib qolishini ham ta'minlaydi (5. 9- rasm). СИИТмашда yaratilgan УДЦ-100 defektoskopida o'lchashning to'liq avtomatlashtirilishi ga erishilgan. U nuqsonlarning ekvivalent yuzi va yotish chuqurligi koordinatalarining avtomatik o'lchanishi, xotirlab qolinishi va raqamli tabloda aks ettirilishini ta'minlaydi. Bundan tashqari, defektoskop strob-impulsni aks sado-signal ketidan avtomatik kuzatish, aks sado-signalning amplitudasiga qarab kuchaytirishning kerakli diapazoniga avtomatik o'tish bloklari va hokazolar bilan ham ta'minlangan.

Hozirgi vaqtda mikroprotessorli defektoskoplardan foydalanilmoqda. Ular qaytarilgan signalni ko'p parametrlar bo'yicha ish-lash imkonini beradi, bu esa nazorat natijasida olinadigan ma'lumotlarni ko'paytiradi.

Defektoskoplarning yordamchi qurilmalari jumlasiga koordinatali chizg'ichlar va har xil andozalar ham kiradi, ular buyumlar-ni yuzalari to'g'ri va egri bo'lganida nuqsonlar koordinatalarini



5.9- rasm. Ultratovushli УДЦ-105M defektoskopi.

aniqlashni osonlashtiradi; nuqsonlar o'lchamlarini aks sado-signal amplitudasiga qarab aniqlash planshetlari (ARD-diagrammalar), izlagichlar harakatiga cheklagichlar ham yordamchi qurilmalar sirasiga kiradi, ular burchakli payvand choklarini nazorat qilish uchun kerak bo'ladi va hokazo.

### 5. 3. Ultratovush bilan nazorat qilish texnologiyasi

**Nuqsonlarning kattaligini o'lchash va turini baholash.** Amaliyotda aniqlangan nuqsonning kattaligi va turini baholash uchun nuqsonning istalgan sharoitda har qanday operator osongina o'lchaydigan va oddiy raqamlar shaklida ifodalanadigan axborot belgilaridan foydalaniladi. Choklar sifatini baholash uchun, odatda, nuqsonlarning quyidagi o'lchanadigan tavsiflaridan foydalaniladi:

1. Aks sado-signal amplitudasi – qaytaruvchi, u nuqsonning yuzasining ultratovush dastasi o'qiga perpendikular bo'lgan tekislikka proyeksiyasiga mutanosib bo'ladi.

2. Shartli uzunlik, u o'zgartkichning chok bo'ylab siljish zonasini uzunligi bilan aniqlanib, topilgan nuqsondan kelayotgan aks sado-signal ana shu zona doirasida qayd etiladi.

3. Shartli balandlik, u nuqsonlarning yotish chuqurliklari orasidagi farqqa teng bo'lib, bu chuqurliklar qiya o'zgartkichning chekka holatlarida chok o'qiga nisbatan perpendikular tarzda siljililib o'lchanadi. Qiya o'zgartkichning chekka holatlari deganda nuqsondan kelayotgan aks sado-signalning defektoskop yoyilmasida paydo bo'lishi va yo'qolishiga mos keluvchi holati tushuniladi.

4. Chokning uzunlik birligiga to'g'ri keluvchi nuqsonlar soni.

5. Nuqsonning chok kesimi va uzunligi bo'yicha koordinatalari. Nuqson turini baholash uchun quyida ko'rib chiqiladigan qo'shimcha axborot belgilaridan foydalaniladi. Nuqsonning payvand chokdagi o'rni uchta koordinata bilan aniqlanadi, ya'ni  $N$  – yuzaga normal bo'yicha hisoblanadigan nuqsonning yotish chuqurligi;  $X$  – buyumning yuzasi bo'ylab izlagichning nurlanish markazidan

nuqsongacha bo'lgan oraliq;  $L$  – chok o'qi bo'ylab nuqsondan qandaydir tanlangan hisoblash nuqtasigacha bo'lgan oraliq.

Defektoskopning chuqulikni o'lchaydigan qurilmasi zondlovchi impuls bilan nuqsondan kelayotgan aks sado-signal orasidagi vaqt oralig'i  $T$  ni o'lchaydi. Ultratovush to'lqinlarining metall va prizmada tarqalish tezliklari hamda ultratovushni kiritish burchaklari, odatda, ma'lum bo'lgani uchun  $T$  ga qarab  $N$  va  $X$  ni aniqlash mumkin.

Ultratovushli defektoskopiada aks sado-signal amplitudasi nuqsondan kelayotgan aks sado-signal o'sha o'zgartkichning o'zi ma'lum kattalikdagi va geometrik shakldagi tayanch qaytargichdan olgan qandaydir tayanch signal bilan solishtirishdan iborat bo'lgan usul bilan o'lchanadi.

Qanday turdagi nuqson aniqlanganligi oldindan ma'lum bo'lganida edi, u holda nuqsondan kelayotgan aks sado-signalni shakli nuqson shakliga eng yaqin bo'lgan sun'iy qaytargichdan kelayotgan signal bilan solishtirish eng to'g'ri bo'lardi. Ammo ko'pincha nuqsonning turini yetarlicha ishonch bilan aniqlash mumkin bo'lmaydi. Bundan tashqari, nuqsonning o'lchami har qanday o'lchashda hosil bo'luvchi biron-bir standartlashtirilgan qiymat orqali ifodalanmog'i kerak. Shu bois aks sado-signal amplitudasini o'lchashni bir xillashtirish maqsadida nuqsonning ekvivalent yuzi (yoki ekvivalent diametr) tushunchasi joriy etilgan.

Nuqsonning ekvivalent yuzi  $S_e$  nuqson joylashgan chuqurlikda joylashgan va o'sha amplitudadagi aks sado-signal beradigan sun'iy qaytargich (yassi tubli teshik tubi)ning yuzi bilan o'lchanadi. Ekvivalent diametr ham shu tarzda aniqlanadi. Nuqsonning ekvivalent o'lchamini qo'shilgan sxema bo'yicha qiya o'zgartkich bilan aniqlashda yassi tubli teshikning o'qi dastaning akustik o'qiga o'qdos bo'ladi, BA-izlagichlar bilan o'lchashda esa teshikning o'qi yuzaga perpendikular bo'ladi.

Nuqsonlarning ekvivalent o'lchamini o'lchashning ikki usuli: *test-namunalar* yordamida va *ARD-diagrammalar* bo'yicha

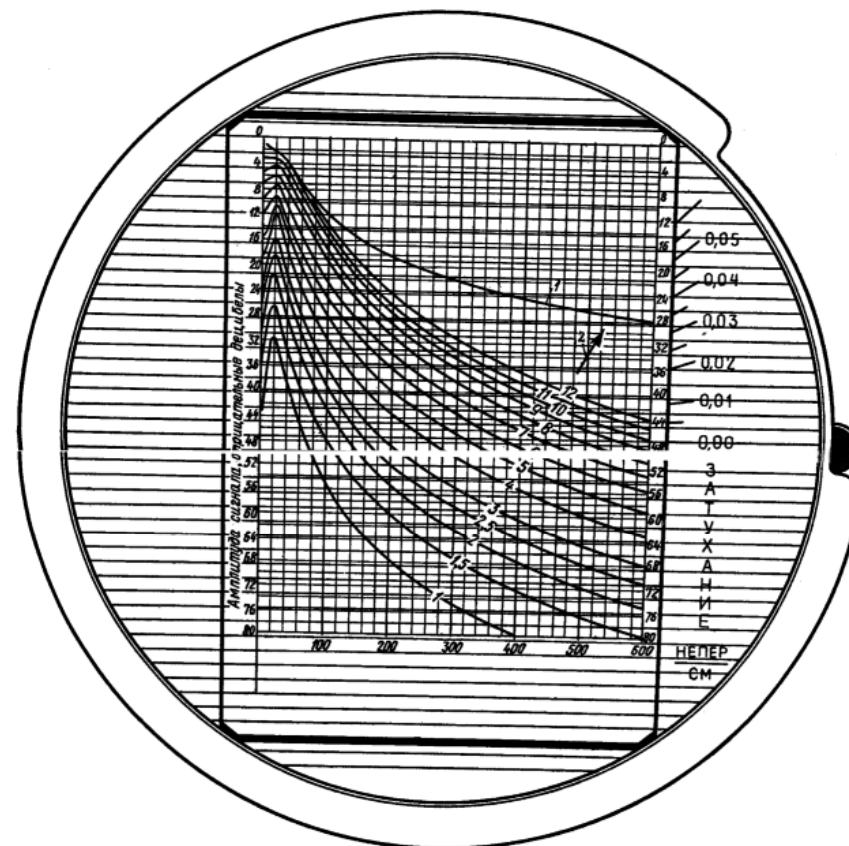
o'lash usullari mavjud. Birinchi usuldan nuqsondan kelayotgan aks sado-signal test-namunada nuqson yotgan chuqurlikda tayyorlangan turli kattalikdagi yassi tubli teshiklardan kelayotgan signal bilan ketma-ket solishtiriladi. Test-namuna nazorat qilinadigan buyumning ayni nusxasidan iborat. Nuqsonlarning ekvivalent o'lchamini o'lchashga doir barcha amallar shundan iboratki, bunda nuqsondan kelayotgan aks sado-signalga teng aks sado-signal kelayotgan teshikni topish zarur bo'ladi.

Usulning asosiy afzalliklariga uning oddiyliги va qulayligi kiradi. Ammo yassi tubli qaytarkichlarning diametri va joylashish chuqurligi bo'yicha keng to'plamlari namunalarini ko'p miqdorda tayyorlash zarurligi usulning kamchiligi hisoblanadi. Bundan tashqari, test-namuna yuzasining sifati va akustik xossalari nazorat qilinadigan buyumga to'la to'kis mos bo'lishi kerak

Ekvivalent o'lchamini o'lchashning boshqa usulini I. N. Yermolov va I. Krautkremer ishlab chiqqan bo'lib, u ilmiy tajriba yoki hisoblab chiqarish orqali olingan maxsus ARD-diagrammalardan foydalanishga asoslanadi. Ular ushbu o'zgartkich uchun aks sado-signal amplitudasi, yassi tubli qaytargichning ekvivalent o'lchami va ungacha bo'lgan masofani o'zaro grafik tarzda bog'laydi (5. 10- rasm). ARD-diagramma ordinatalari o'qiga manfiy detsibeldagi aks sado-signalning nisbiy amplitudasi, absissalar o'qiga esa nuqsonlarning yotish chuqurligi o'lchab qo'yilgan. Koordinata to'ringning qiyalik burchagi ultratovushning buyumda so'nish qiymatiga qarab tanlanadi. ARD-diagramma yaxshi ishlangan va universal asbob bo'lib, uning yordamida ekvivalent o'lchamlarni o'lchash va sezgirlikni sozlashga oid amaliy masalalarning hammasi yechilishi mumkin. Amalda foydalanishga qulay bo'lishi uchun hozirgi vaqtda har xil tuzilishdagi ARD-chizg'ichlar ishlab chiqarilgan va qo'llanilmoqda.

Real nuqsonlar o'lchamlarining ilmiy tajriba asosida aniqlangan aniqlanuvchanlik koeffitsiyentini  $K_a$  yordamida taxminan baholash mumkin. Bu koeffitsiyent nuqsonning ekvivalent yuzi  $S_c$  ning uning

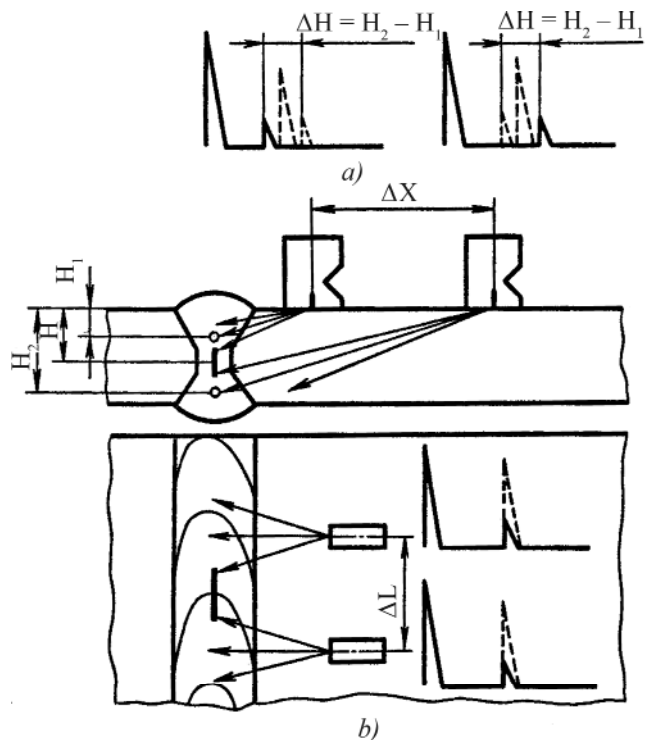
ochish yo'li bilan topilgan haqiqiy yuzi  $S_h$  ga nisbatidan iborat:  $K_a = S_c/S_h$ . Masalan, prokatdagi qatlamlarda ajralgan joylar (nuqsonlar) uchun  $K_a = 0,70 \rightarrow 0,85$ . Payvand choklardagi nuqsonning haqiqiy o'lchamini baholash juda qiyin, chunki payvand choklar nuqsonlarining turlari, yo'nalishi va joylashgan o'rni har xilligi shunga olib keladiki, ular uchun  $K_a$  qiymati juda katta farq qiladi (0,5 dan 1,5 gacha).



5.10- rasm. Pleksiglasli qiya izlagich uchun ARD-diagrammali planshet ( $\alpha = 40^\circ$ , pyezoplastinaning diametri 12 mm,  $f = 2,5$  MHz): 1 – nuqson tubidan kelayotgan signal; 2 – nuqsonning diametri.

Ultratovush bilan nazorat qilish amaliyotida nuqsonlar kattaligini ularning buyum yuzasidagi shartli o'lchamalarini *o'lchash yo'li bilan baholash usuli* ham keng qo'llaniladi. Ushbu usulning mohiyati shundan iboratki, o'zgartkichni buyum yuzasidagi nuqson bo'ylab siljitib uning defektoskopning berilgan sezgirlik darajasida nuqsondan keladigan aks sado-signalni ekrandan yo'qoladigan holatlari o'rtasidagi oraliq o'lchanadi.

Nuqsonning shartli uzunligi  $\Delta L$  va balandligi  $\Delta N$  ni qiya o'zgartkich bilan o'lchash sxemasi 5.11-rasmda tasvirlangan.



5.11- rasm. Nuqsonning shartli balandligini (a) va shartli uzunligini (b) o'lchash sxemasi.

Rasmdan ko'rinib turibdiki, ultratovush dastasining eni ancha kattaligi hisobiga nuqsonning shartli o'lchamlari haqiqiy o'lcham-

laridan katta ekan. Dastaning eni masofaga qarab kattalashadi, shu bois nazorat qilinayotgan buyumning turli yuzalaridan tovush yordamida birgina nuqsonning o'zida  $\Delta L$  qiymati uning chok kesimida joylashgan o'rniga qarab har xil bo'lishi mumkin.

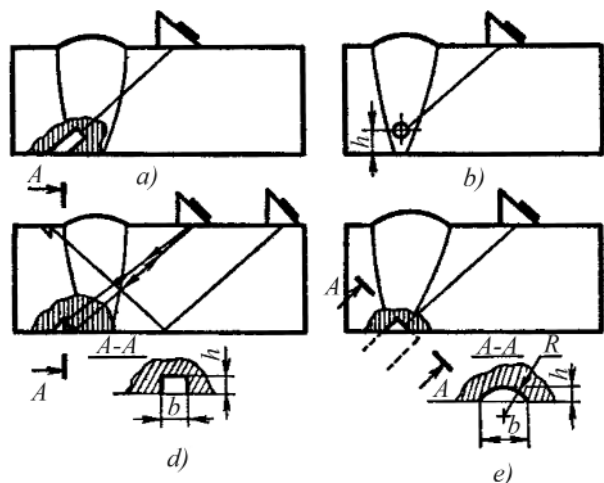
Ta'kidlash joizki, pyezoelement bilan taqqoslanganida uncha katta bo'lmagan nuqsonlarning shartli balandligini aniqlash o'lchashdagi katta xatoliklar bilan bog'liq va nuqsonning kattaligi haqida deyarli yangi ma'lumotlar bermaydi. Ammo qaytarish qobiliyati past bo'lgan biron-bir yirik tekis nuqsonni (darzni) o'tkazib yubormaslik uchun uning shartli balandligini amplitudaga qo'shimcha tarzda o'lchash maqsadga muvofiq.

Hozirgi paytda darz o'lchamlarini aniq baholash uchun *vaqt usullari* qo'llanilmoqda. Chok kesimidagi darzlarni o'lchash uchun o'zgartkichlar ikkala tomondan o'rnatilib, chok uchlarida difraksiyalangan signallarning har bir o'zgartkichga kelish vaqti o'rtasidagi farq qo'shimcha ravishda o'lchanadi. Bunday usul vertikal tekislikdagi darzning qiyaligini ham aniqlash imkonini beradi. Lekin u juda sarmehnat bo'lib, operatorlarning yuqori malakali bo'lishini talab qiladi. Yuzaga chiqib turgan darzlarning chuqurligi sirtiy to'lqinning nurlangichdan qabul qilgichga kelish vaqti bo'yicha baholanadi. Mazkur usul sirtiy to'lqin darz chetlari bo'ylab tarqalishi mumkinligiga va o'zgartkichlar orasidagi tanlangan bazada uning kechikish darajasi darzning chuqurligini ifodalashiga asoslangan.

Defektoskop sezgirligining ixtiyoriy darajasida nazorat qilish bexatar mayda nuqsonlardan yoki tuzilmaviy bir jinlimasliklardan kelayotgan aks sado-signalni qayd qilinishiga yoxud xavfli nuqsonlar o'tkazib yuborilishiga olib kelishi mumkin. Shu sababli nuqsonlar sezgirlikning muayyan aniq darajasida aniqlanmog'i darkor. Defektoskop sezgirligining chekli (yoki nazoratbop) darajasini belgilash uchun u payvand chokning ayni nusxasidan iborat bo'lgan, yassi tubli teshigi yoki boshqa qaytargichi bo'lgan namuna bo'yicha sozlanadi. Qaytargichning ekvivalent yuzi tegishli me'yoriy hujjat bilan belgilab qo'yiladi.

Qaytargich turi uning qaytarish xossalari, texnologiyabopligi va takror ishlab chiqarish mumkinligiga qarab tanlanadi.

Amaliyotda etalon qaytargichning quyidagi turlaridan foydalaniladi (DSt 14782–76): yassi tubli teshik (*a*), silindrsimon yonlama qaytargich (*b*), burchak qaytargich (*d*) hamda segment qaytargichi (*e*) (5. 12- rasm). Bu qaytargichlar namunalarda nisbatan oson tayyorlanadi, geometrik shakli oddiy va eng muhimi, qaytargichlardan keladigan aks sado-signalning qiymati ularning yuziga mutanosib bo‘ladi.



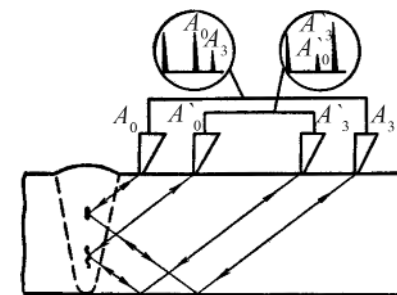
5.12- rasm. Etalon qaytargichlar:

*a* – yassi tubli teshik; *b* – silindrsimon yonlama qaytargich; *d* – burchak qaytargichi; *e* – segment qaytargichi.

Payvand choklar nuqsonlari shakliga ko‘ra ikki turga: chetlari yumaloq hajmiy nuqsonlar va chetlari o‘tkir tekis nuqsonlarga ajratiladi. Bularning ikkinchisida katta kuchlanishlar to‘planadi. Tekis nuqsonlar buyumlardan foydalanishda hajmiy nuqsonlarga qaraganda ancha xavflidir. Shu bois defektoskopiyaning istalgan usulidan nuqson turini aniqlash talab qilinadi.

Ultratovush bilan nazorat qilishda buni tekis nuqsonlar ultratovushni, asosan, qandaydir bir yo‘nalishda, hajmiy nuqsonlar esa taxminan bir necha yo‘nalishda bir tekis qaytarishiga asoslangan bir necha axborot belgilar majmuyini tahlil qilish orqali amalga oshirish mumkin.

Nuqsonlar turini aniqlashda eng ishonchli natijalarga nuqsonning shakl koeffitsiyenti  $K_{sh}$  o‘lchanganida erishilgan (usulni V. G. Sherbinskiy va V. E. Beliy taklif etishgan).  $K_{sh}$  signallar amplitudalari nisbati sifatida aniqlanadi:  $K_{sh} = A_q / A_k$ , bunda:  $A_q$  – nuqsondan o‘zgartkichga qaytarilgan signal amplitudasi;  $A_k$  – nuqsondan va buyumning ichki yuzasidan «tandem» sxemasiga ulangan o‘zgartkichga qo‘sh ko‘zgu qaytarishga duchor bo‘lgan signal amplituda-



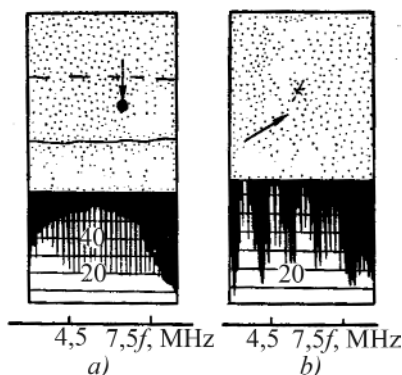
5.13- rasm. Nuqsonning turini «tandem» sxemasi bo‘yicha tovush yordamida nazorat qilgan holda shakl koeffitsiyentiga qarab aniqlash.

(5. 13- rasm). Tekis nuqsonlar (darzlar, payvandlanmay qolgan joylar)da  $K_{sh} < 1$  bo‘lishi, hajmiy nuqsonlar (g‘ovaklar, qo‘shilmalar) da esa  $K_{sh} > 1$  bo‘lishi 0,95 ehtimollik bilan aniqlangan. Qalinligi kichik payvand choklarda  $K_{sh}$  o‘zgartkichlar bir-biriga gorizont tekislikka nisbatan burchak ostida joylashtirilgan holda o‘lchanadi.

Buyum yuzasida o‘lchangan teskari ochilish indiktrisasi eng ko‘p foydalaniladigan axborot belgisi hisoblanadi. Tekis nuqsonlarning qaytarish xossalari bir tomonga yo‘nalgan bo‘lgani uchun ular bergan indiktrisa tor ( $30^\circ$  dan kichik), hajmiy nuqsonlarniki esa keng bo‘ladi.

Nuqson turining boshqa miqdoriy belgilari ham bor: nuqson chetida amplitudaning o‘zgarish tezligi; shartli balandlik bilan shartli kenglik o‘rtasidagi nisbat; shartli balandlik bilan shartli uzunlik o‘rtasidagi nisbat va hokazolar shular jumlasidandir.

*Ultratovushli spektrometriya* nuqson turini aniqlashning kelajagi porloq usuli hisoblanadi. U zondlovchi impulsning ultratovush tebranishlari chastotasi o'zgarganida har xil nuqsonlardan qaytarilgan aks sado-signal spektrini tadqiq qilishga (tekshirishga) asoslangan.



5.14- rasm. Hajmiy (a) va tekis (b) nuqsonlardan qaytarilgan ultratovush to'liqlarining amplituda spektrlari.

Bunday tovush yordamida nazorat qabul qilingan aks sado-signal ishlanadi va spektral analizator ekranida alohida impuls ko'rinishida aks ettiriladi. Bu impulslarning balandligi aks sado-signal amplitudasiga, yoyilmadagi holat esa chastotaga mutanosib bo'ladi. Hajmiy nuqsonlarda spektr bir tusli bo'ladi, tekis nuqsonlarda esa ketma-ket keladigan maksimumlari va minimumlari bo'lgan tarqsimon bo'ladi (5.14- rasm).

**Tovush yordamida nazorat qilish usuli.** Ultratovush bilan

nazorat qilish uchun qo'llaniladigan uslub chokning butun kesimdagi va chokka yaqin zonadagi yo'l qo'yib bo'lmaydigan hamma nuqsonlar aniqlanishini ta'minlashi kerak. Shuning uchun payvand choklarini ultratovush bilan defektoskopiya qilishda o'zgartkichning turi, nazorat parametrlari va sxemalari birikmaning tuzilishidan kelib chiqqan hamda nuqsonlarning kesimda taqsimlanish ehtimoliy-statistik tavsiflariga, ularning chokning asosiy o'qlariga nisbatan joylashuviga va nuqsonlar turiga asoslangan holda tanlanmog'i lozim. O'z navbatida, bu tavsiflar, payvand chokning tur-o'lchami va payvandlash texnologiyasiga mivofiq belgilanadi.

Masalan, turli zonalarda uchraydigan nuqsonlarning chok kesimida taqsimlanishini tahlil qilish juda sinchiklab nazorat qilishni talab etuvchi zonalarni aniqlash imkonini beradi. Bundan tashqari,

bunday tahlil defektoskopiya bopligini oshirish, ya'ni chokning butun metalini tovush yordamida nazorat qilishni ta'minlash maqsadida buyumning tuzilishini o'zgartirish yuzasidan tavsifalar berishga imkoniyat yaratadi. Bunday yondashuv, ya'ni real nuqsonlar tavsiflarini o'rganishdan nazorat uslubini ishlab chiqishga o'tish eng to'g'ri yo'l hisoblanadi va nazorat natijalari yuqori darajada ishonchli bo'lishini ta'minlaydi.

Payvand choklarini nazorat qilish uchun, asosan, to'g'ri nur, to'g'ri va bir marta qaytarilgan nur, ko'p marta qaytarilgan nur bilan qatlam-qatlam (bularning hammasi defektoskopga ulashning qo'shilgan sxemasi bo'yicha bajariladi), aks sado-ko'zgu usuli, ko'zgu-soya va soya usullari bilan tovush yordamida nazorat qilishda foydalaniladi.

*To'g'ri nur bilan tovush yordamida nazorat qilishda* (5.15- a rasm) o'zgartkich chok yaqinidagi zonada chok kuchaytirgichi bilan chokdan  $X_2 = \delta \operatorname{tg} \alpha + l/2$  ga teng oraliqda joylashgan (bunda  $\delta$  va  $l$  – mos ravishda chokning qalinligi va eni) nuqta orasida siljiriladi. Usul xalaqitlarga eng turg'un bo'lib, undan foydalanilganida birikish joyidagi konstruksiyaning qandaydir qismlari (payvandlangan kosinkalar, yoki shtutserlar, frezalangan joylar, kuchaytirish va liklari va boshqalar) dan keladigan soxta aks sado-signal imkon qadar kamayadi. O'zgartkich chok kuchaytirgichga tirilib qolishi tufayli «o'lik zona» mavjud bo'lishi usulning kamchiligidir.

«O'lik zona»ni kuchaytirish uchun chokning yuqori qismini ultratovushni kiritish burchaklari katta bo'lgan o'zgartkichlar bilan tovush yordamida nazorat qilish maqsadga muvofiq. Ayni usul eritish yo'li bilan bir tomonlama payvandlab hosil qilingan, nuqsonlari chok tagida joylashadigan 3,5–10 mm qalinlikdagi choklarni tovush yordamida nazorat qilish uchun yakka-yu yagona yaroqli usul sanaladi.

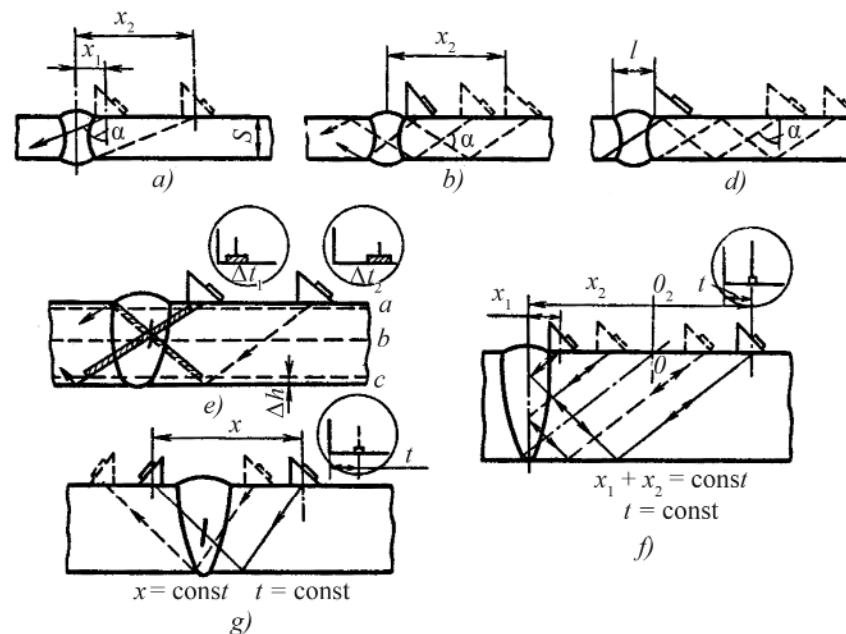
*To'g'ri va bir marta qaytarilgan nur bilan nazorat qilish* (5.15- b rasm) o'zgartkichni chok yaqinidagi zonada siljilib amalga oshiriladi. Ushbu usul buyumning bir tomonidan nazorat qilish, shuningdek, «o'lik zona»ni tovush yordamida nazorat qilish imkonini

beradi. To'g'ri va bir marta qaytarilgan nurlar bilan tovush yordamida nazorat qilish vaqtida o'zgartkich chok o'qidan  $X_2 = 2 \cdot \delta \operatorname{tg} \alpha + l/2$  ga teng oraliqda turgan chiziqqacha siljiriladi.

Ko'p marta qaytarilgan nur bilan nazorat qilishda chok kuchaytirgichdan ko'p miqdorda soxta signallar keladi va bu usul xalaqitlarga eng noturg'undir. Bu usul chokka to'g'ridan to'g'ri yaqinlashish mumkin bo'lmagan, masalan, uchma-uch birikma ikkala tomonidan payvandlangan ustqo'ymlar bilan bekilib qolgan hollar tufayli kam qo'llaniladi (5. 15- d rasm).

Qatlamma-qatlam nazorat qilish eng ishonchlidir. Ammo uni 40 mm qalinlikdan boshlab qo'llash tavsiya etiladi. Bu usul shundan iboratki, garchi tovush yordamida nazorat qilish yuqorida aytilgan usullarning istalgan biri bilan amalga oshirilsa-da, ammo aks sado-signallar yoyilmaning faqat muayyan bir ish qismida qayd qilinadi. (5. 15- e rasm). Masalan, agar yoyilmaning  $\Delta t_1$  qismi ajratib olinsa, u holda tovush yordamida nazorat qilish vaqtida unga faqat  $a-b$  qatlamda yotgan nuqsonlar, basharti  $\Delta t_2$  qism tanlab olinsa, u holda  $b-c$  qatlamdan kelgan aks sado-signallar tushadi.

Nazoratning aks sado-ko'zgu usuli («tandem») chokni chokning bir tomonida bir-birining ketida joylashtirilgan va  $O_1O$  simmetriya o'qiga nisbatan turli tomonlarda sinxron tarzda harakatlanuvchi bir yo'la ikkita o'zgartkich bilan chokni tovush yordamida nazorat qilishdan iborat (5. 15- f rasm). O'zgartkichlarning bunday harakatlanishida chok o'qidan boshlangan oraliqlar yig'indisi  $x_1 + x_2$  hamda nuqsonlardan va buyumning ichki yuzasidan ko'zgidagidek qaytarilgan signallarning kelish vaqti  $t$  chokning berilgan qalinligi  $\delta$  uchun o'zgarmasdir (doimiydir). Bu hol nazoratni ancha yengillashtiradi, chunki har qanday nuqsondan kelayotgan aks sado-signal yoyilmaning qayd etilgan qismida turadi. Bu qismga ASD blogining strob-impulsini o'rnatish va bu bilan nuqsonning tovushli indikatsiyasini olish mumkin bo'ladi. O'zgartkichlar alohida yoki alohida qo'shilgan sxema bo'yicha ulanishi mumkin. Keyingi holda har bir o'zgartkichning o'ziga qaytarilgan aks sado-signallar qo'shimcha ravishda qayd qilinadi.

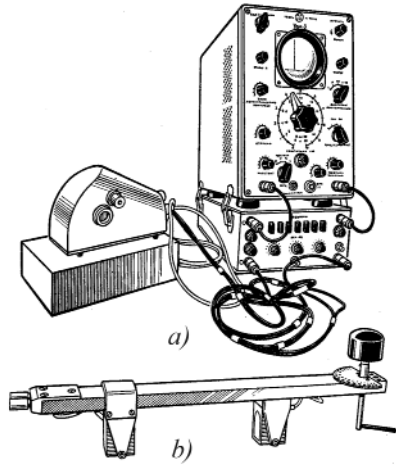


5.15- rasm. Uchma-uch payvand choklarini quyidagi usullar bilan tovush yordamida nazorat qilish sxemalari:

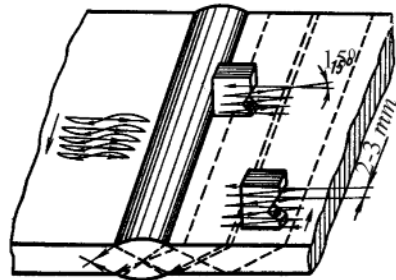
$a$  – to'g'ri nur bilan;  $b$  – to'g'ri va bir marta qaytarilgan nur bilan;  $d$  – ko'p marta qaytarilgan nur bilan;  $e$  – qatlamma-qatlam;  $f$  – «tandem» aks sado-ko'zgu usuli bilan;  $g$  – aks sado-ko'zgu-soya usuli bilan.

«Tandem» sxemasi bo'yicha skanerlashni osonlashtirish uchun ЦНИИТмашda maxsus o'zgartkich va moslamalar ishlab chiqarilgan (5. 16- rasm). Bu moslamalarda ( $b$ ) o'zgartkichlar ( $a$ ) kinematik tarzda shunday bog'langanki, ulardan biri siljirilganida, ikkinchisi sinxron tarzda qarama-qarshi tomonga harakatlanadi.

Ko'zgu-soya va soya usullari faqat nisbatan dag'al nuqsonlarni aniqlash uchun tavsiya etilishi mumkin. Tovush yordamida nazorat qilish alohida sxema bo'yicha ulangan ikkita o'zgartkich bilan amalga oshiriladi. O'zgartkichlar chokning ikkala tomoniga bir-birining ro'parasiga o'rnatilib, bir xil  $x$  oraliqda biron-bir moslama yor-



5.16- rasm. СНИИТМада yaratilgan «tandem» o'zgartkichi.



5.17- rasm. Nuqsonlarni izlashda izlagichni chok yaqinidagi zonada siljitish.

damida mahkamlangan. Nuqson borligi haqida strob-impulsdagi signal yo'qolishiga qarab fikr yuritiladi (5. 15- g rasmga qarang). Usul ishqalab payvandlab yoki kontakt usulida bosim bilan payvandlab hosil qilingan choklarni nazorat qilish uchun qo'llaniladi.

**Nazoratning o'ziga xos xususiyatlari.** Payvand choklar, asosan, ikkala tomonidan, bir tomonidan (qalinligi 50 mm gacha bo'lganida) yoki birikmaning ikkala yuzasidan nazorat qilinadi. Nazorat buyum tashqi tomonidan ko'zdan kechirilib, bunda aniqlangan yo'l qo'yib bo'lmaydigan yuza nuqsonlari bartaraf etilganidan keyin bajariladi. Nazoratdan oldin chok yaqinidagi zonaning tayyorlab qo'yilgan yuzasi latta bilan yaxshilab artiladi va kontakt moyi qatlami bilan qoplanadi. Bu maqsadda mineral moylar (avtol-lar, kompression moylar va boshqalar) dan foydalanish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Chokdagi nuqsonlar birmuncha oshirilgan sezgirlikda, o'zgartkichni nazorat qilinayotgan zona

bo'ylab avval bir tomondan, keyin esa ikkinchi tomondan bo'y-lama-ko'ndalang siljitish yo'li bilan izlanadi (5. 17- rasm). O'zgartkichni bo'y-lama siljitish qadami pyeoelement diametrining yarmidan ortiq bo'lmasligi kerak. Qiya o'zgartkichni siljitish jarayonida

turlicha joylashgan nuqsonlarni aniqlash uchun uni o'z o'qi atrofida  $\pm 15^\circ$  ga uzluksiz burib turish lozim. O'zgartkich nazorat qilinayotgan buyum yuzasiga uni qo'l bilan yengilgina bosgan holda tek-kizilmog'i dardkor.

Yoyilmaning ish qismida nuqsondan qaytarilgan aks sado-sig-nallar paydo bo'lganida, o'zgartkichni siljitish zonasi qisqartiriladi va axborot tavsiflar: aks sado-signal koordinatalari, amplitudasi, nuqsonlarning shartli balandligi, shartli uzunligi, shakl koef-fit-siyenti  $K_{sh}$  hamda chokning standart qismidagi nuqsonlar soni o'lchanadi.

Har qaysi payvand birikma turining sifatini baholash me'yor-lari ultratovush bilan nazorat qilishda olinadigan axborotning o'zi-ga xos tomonlarini inobatga olingan holda, Davtexnazorat, SN va Q me'yori va buyum sifatini belgilaydigan amaldagi boshqa me'yoriy hujjatlar asosida ishlab chiqiladi. Yupqaroq (15 mm ga-cha) uglerodli va kam legirlangan po'latlardan ishlangan buyum-lardagi payvand choklarni ultratovush bilan nazorat qilishda prizmasining burchaklari katta ( $\beta = 53-56^\circ$ ,  $f = 5$  MHz) bo'lgan o'zgartkichlardan foydalanish eng yuqori samara beradi. Masalan, PCMI turidagi BA o'zgartkichning signal – xalaqit nisbati yuqori bo'lib, 0,7 mm va bundan katta o'lchamli dumaloq nuqsonlarning ishonchli aniqlanishini ta'minlaydi.

Bir tomonlama payvandlab hosil qilingan 16–30 mm qalinlik-dagi choklar bitta o'zgartkich yordamida, to'g'ri va bir marta qay-tarilgan nur bilan bir vaqtda nazorat qilinadi. Standart o'zgartkich ( $\beta = 50^\circ$ ,  $f = 2,5$  MHz) eng samaradordir. Agar solqilanish tufayli bunday choklarda soxta aks sado-signal yuzaga kelsa, u holda ishonchlikni va xalaqitga turg'unlikni oshirish maqsadida nazorat chokining tagida va boshqa qismida alohida-alohida olib borilgani ma'qul. Bunda chokning yuqori qismi  $\beta = 40^\circ$  bo'lgan o'zgartkich bilan nazorat qilinishi afzalroqdir.

Listdan yasalgan konstruksiyalarning tagini payvandlamasdan hosil qilingan bir tomonlama payvand choklari sifati juda qo-niqarsiz bo'ladi. Payvandlash paytida chok tagida anchagina katta (3–5 mm) solqiliklar va menisklar yuzaga keladi. Bunday choklar-

ning tag zonasining undagi barcha notekisliklar jilvirlash mashinasi bilan yo'qotilganidan keyingina nazorat qilish mumkin.

Tagini payvandlagan holda bir yoki ikki tomonlama payvandlab hosil qilingan 31–200 mm qalinlikdagi choklar  $\beta = 30^\circ, 40^\circ$  bo'lgan qiya o'zgartkichlar bilan 1,8 va 2,5 MHz chastotada nazorat qilinadi. Nazorat statistikasi ko'rsatishicha, bunday choklarda nuqsonlar quyidagicha taqsimlanadi: 65–70% atrofidagi shlak qo'shilmalari, 10% g'ovaklar va 20–25% tekis nuqsonlar (bularning 5–7% i darzlardir).

Eng xavfli nuqsonlar – darzlar va payvandlanmay qolgan joylar, asosan, vertikal tekislikda joylashgan bo'ladi. Chok kesimida joylashgan bunday choklar bir shchupli tovush yordamida nazorat qilish sxemasida yomon aniqlanadi. Darzlarni aniqlash uchun «tandem» sxemasidan foydalanish zarur.

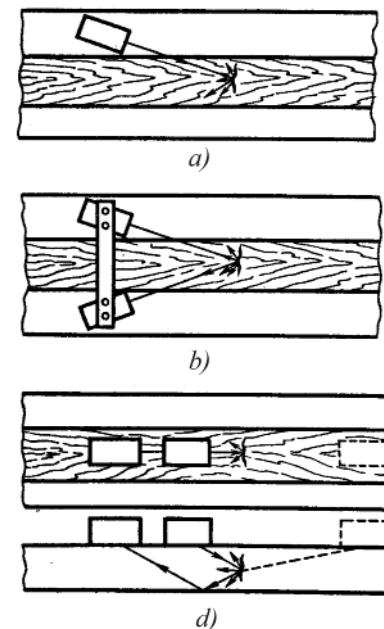
200 mm dan qalin payvand choklar pasaytirilgan 1,0–1,25 MHz chastotada nazorat qilinmog'i lozim. Qalin devorli choklarni nazorat qilishda, agar texnologiyada nazarda tutilgan bo'lsa, termik ishlovdan keyin topshirish nazorati o'tkazilishi juda muhim talab hisoblanadi. Termik ishlov donlarni maydalashtiradi va tuzilmani bir jinsliroq qiladi, bu esa chokda va chok yaqinidagi zonada ultratovushning so'nishini kamaytiradi hamda nazoratning ishonchligini oshiradi. Masalan, termik ishlovdan keyin choklar nazorat qilinganida aniqlangan nuqsonlar miqdori 20–25% ga ortadi. Termik ishlovdan oldin ham nazorat qilish mumkin, ammo shart emas.

Ultratovush bilan nazorat qilishning juda o'ziga xos vazifasi payvand choklardagi ko'ndalang darzlarni aniqlashdan iborat. Bunday darzlar payvandlash texnologiyasi qo'pol ravishda buzilganida darz ketishiga moyil po'latlarda paydo bo'ladi. Ko'ndalang darzlar erigan metallda va termik ta'sir zonasida vertikal tekislikda chokka ko'ndalang yo'nalishda joylashadi. Ko'ndalang choklar ko'pincha qizdirilmasdan ikki tomonlama payvandlab hosil qilingan choklarning tag qismida paydo bo'ladi. Ko'ndalang choklar yuzasining g'adir-budirligi kichik bo'lib, ulardan ultratovushning qaytarilishi, odatda, ko'zgu xarakterida bo'ladi, bu esa ularni aniqlashni qiyinlashtiradi (5. 18- rasm).

Bitta o'zgartkich bilan tovush yordamida nazorat qilish sxemasi eng sodda va ishonchligi eng past bo'lib (5. 18- rasm), uncha qalin bo'lmagan (20 mm gacha) choklarni nazorat qilish uchun qo'llaniladi. Chokka burchak ostida joylashgan ikkita o'zgartkichdan 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 qilishda o'zgartkichlarni chok kuchaytirgichining ikkala tomonidan joylashtirgan holda aks sado-ko'zgu usulida tovush yordamida nazorat qilishdan («tandem») foydalanish mumkin.

Ushbu usullarning hammasi chok kuchaytirgichini olib tashlamasdan nazorat qilishga imkon beradi, bu esa ularning afzalligi hisoblanadi, ammo bunda o'zgartkichlarni mahkamlab qo'yish uchun maxsus moslamalardan foydalanishga to'g'ri keladi. Takidlash joyizki, bu usullarning qiyosiy samaradorligi hali aniqlanmagan. 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.

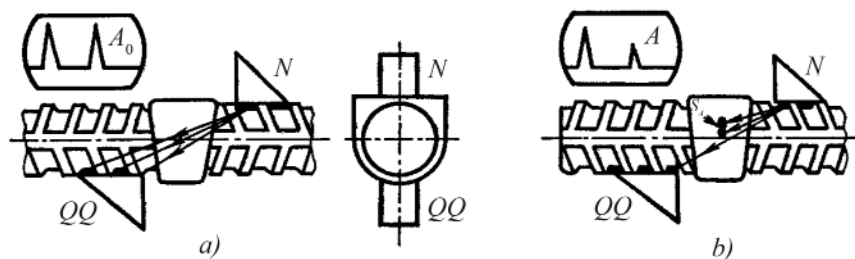
Ultratovushdan turli konstruksiyalar, masalan, kema zanjirlari bo'g'inlarining, temir-beton konstruksiyalar va hokazolarning uch-



5.18- rasm. Ko'ndalang darzlarni quyidagi usullar bilan tovush yordamida aniqlash sxemalari:

*a* – bitta izlagich bilan; *b* – ikkita izlagich bilan; *d* – chok kuchaytirgichini olib tashlagan holda bitta izlagich yoki ikkita izlagich bilan.

ma-uch choklarini nazorat qilish uchun foydalaniladi. Tovush yordamida nazorat qilish usuli konstruksiyaning shakli, joylashuviga qarab tanlanadi. Masalan, zanjir bo'g'inlarining choklari o'zgartkichlarni 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, chunki bunda akustik kontakt keskin yomonlashadi va soxta signallar darajasi (miqdori) ortadi. Shu bois armatura choklari soya usulida nazorat qilinadi (5. 19- rasm). Nuqsonning borligi va kattaligi haqida undan qaytarilgan aks sado-signal amplitudasi  $A$  ning kamayishiga qarab fikr yuritiladi (5. 19- b rasm). Amplitudaning bo'shish qiymati  $A_0$  (5. 19- a rasm) nuqsonning yuzi  $S_n$  ga mutanosibdir.

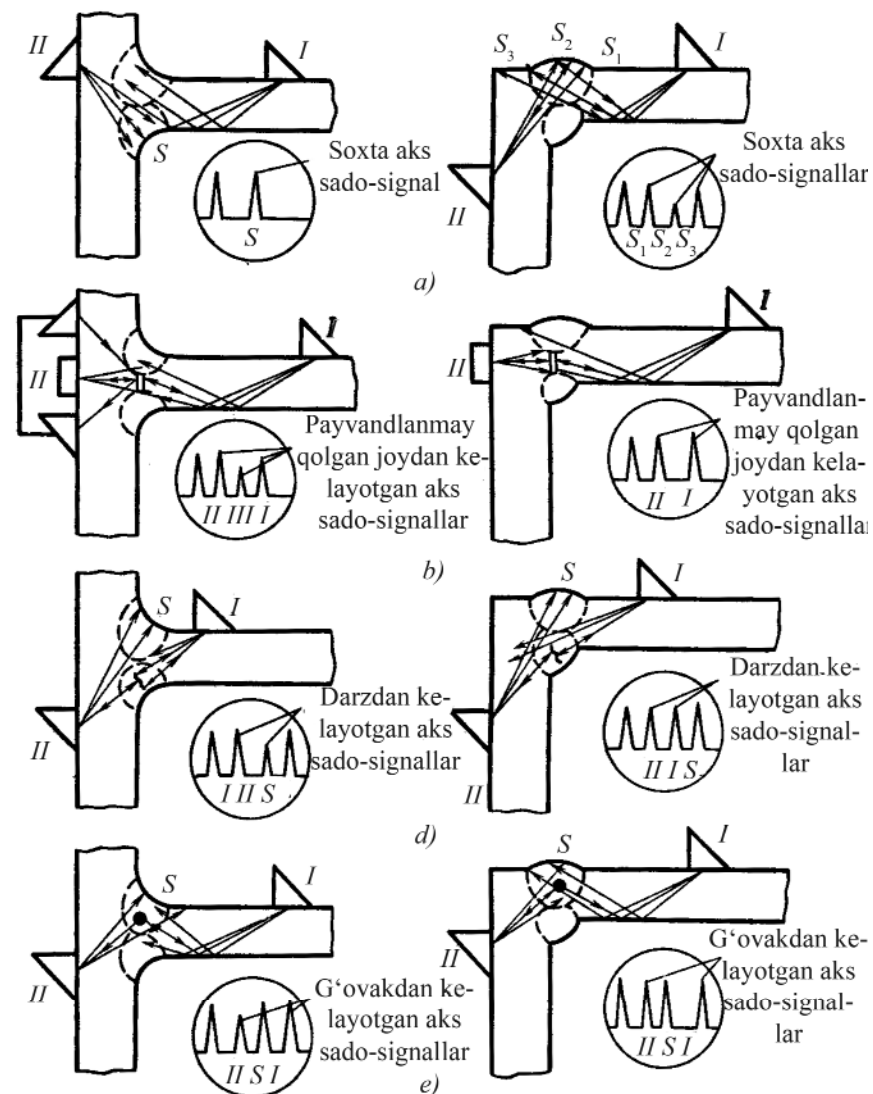


5.19- rasm. Armatura chokini nazorat qilish:

$N$  – nurlagich;  $QQ$  – qabul qilgich.

Tavrsimon va burchakli birikmalarni nazorat qilishning asosiy sxemalari 5. 20- a, b, d, e rasmlarda tasvirlangan.

Soxta signallar ultratovush chok kuchaytirgichining dag'al notekisliklaridan, burchak choklarida esa konstruksiya qismining burchagidan qaytarilganida paydo bo'ladi. Soxta signallarni nuqson signallaridan ularning kelish vaqti bo'yicha selektirlash orqali farqlash mumkin.



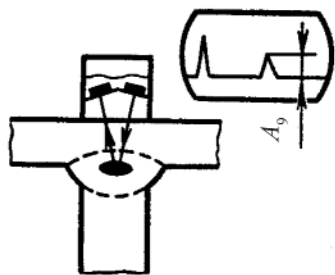
5.20- rasm. Tavrsimon va burchakli birikmalarni nazorat qilish sxemalari:

a – soxta aks-sado-signal, 1a soxta aks-sado-signal; b – payvandlanmay qolgan joydan kelayotgan aks-sado-signal; d – darzdan kelayotgan aks-sado-signal; e – g'ovakdan kelayotgan aks-sado-signal.

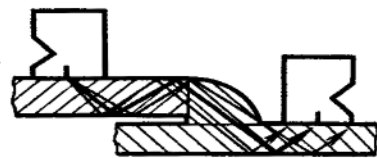
Burchakli va tavrison birikmalarning payvandlanmay qolgan joylarini aniqlash uchun, agar ularga vertikal list tomondan yaqinlashish oson bo'lsa (5. 21- rasm), ko'pincha to'g'ri yoki BA – o'zgartkichardan foydalaniladi. Tavrison birikmalarni nazorat qilish uchun qiya qo'sh o'zgartkichlar ham ishlatiladi.

Sterjenni plastinaga uchma-uch payvandlash tavrison birikmaning bir turidir. Bunday quyma detallar qurilish industriyasida keng qo'llaniladi. Bauman nomidagi MBTYda ularni nazorat qilish uslubi ishlab chiqilib temir-beton konstruksiyalar zavodlarida joriy etilgan. Nazorat BA – o'zgartkichlarni detalida qotirib qo'yish uchun maxsus moslamadan foydalanishga asoslangan (5. 21-rasmga qarang).

Ustma-ust birikmalar ko'zgu-soya usulida, 5. 22-rasmda tasvirlangan 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 birlashtirilgan qismlarining qalinligiga qarab bir-biridan muayyan oraliqda mahkamlab qo'yiladi.



5.21- rasm. Quyma detal chokni nazorat qilish.

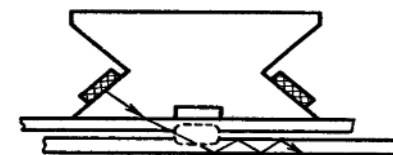


5.22- rasm. Ustma-ust choklarni ikkita izlagich bilan nazorat qilish.

Ultratovush bilan nazorat qilish usuli tekkizib (kontakt) payvandlangan choklarni nazorat qilishda tobora keng qo'llanilayo-

tir. Bu choklarning oksid pardalari deb ataladigan asosiy nuqsonlari 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 qatorda qo'shilmalar va payvandlanmay qolgan joylar singari keng nuqsonlar bo'lgan hollarda asosiy nuqsonlar aniqlanishi mumkin. Relslarning uchma-uch birikmalarida bu nuqsonlar bitta o'zgartkich vositasida aks sado-impuls usulida ishonchli aniqlanadi. Is-siqlik elektrostansiyalaridagi qozon agregatlari quvurlarining uchma-uch birikmalari aks sado-ko'zgu usulida nazorat qilinsa, yaxshi natijalarga erishiladi.

Ultratovushli usul payvand nuqtalarni nazorat qilishda kam qo'llaniladi. Payvandlash tugallanganidan so'ng payvand nuqtalar ko'zgu-soya usulida nazorat qilinadi (5. 23- rasm). Listlar orasida payvandlanmay qolgan joylar borligini birinchi listdan qabul qiluvchi o'zgartkichga tub signali kelishidan bilish mumkin. Payvand nuqta o'lchamlarini list yuzasida o'zgartkichning siljish chegaralari o'rtasidagi oraliqni o'lchash orqali aniqlash mumkin. Ultratovushni pastki listga deyarli to'liq o'tkazib yuboruvchi kam oksidlangan payvandlanmay qolgan joyni aniqlashning imkoni yo'qligi ushbu usulning kamchiligi hisoblanadi.



5.23- rasm. Payvand nuqtani nazorat qilish.

Bu nuqson bo'lmasligi uchun nazorat bevosita payvandlash jayronida 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 payvandlash 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'zgartkichlar 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 ortadi. Amplitudalarning o'zgarishiga qarab listlarning birikish sifati haqida fikr yuritiladi. Bunday nazoratda ko'ndalang to'lqinlardan foydalanish eng samaralidir, chunki ular suyuq metallardan mutlaqo o'tmaydi va shu bois amplitudalarning o'zgarishi, binobarin, usulining aniqligi eng yuqori bo'ladi.

Yuqorida uglerodli va kam legirlangan po'latlardan tayyorlangan buyumlarning payvand choklarini nazorat qilish masalalari ko'rib chiqilgan edi. Ammo ultratovush bilan nazorat qilinishi o'ziga xos xususiyatlarga ega bo'lgan aluminiy qotishmalari, yuqori legirlangan po'latlar, mis qotishmalari va boshqa konstruksion materiallardan 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 yirik 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, tabiiyki, mayda nuqsonlar aniqlanishini yomonlashtiradi. Ammo ayrim hollarda bu chora ham ijobiy natijalar bermaydi va ultratovushli nazoratni oddiy defektoskop bilan amalga oshirish mumkin bo'lmaydi. Hozir yirik donli materiallarni nazorat qilish uchun maxsus defektoskoplar yaratish yuzasidan ish olib borilmoqda. Bunday nazorat nuqsondan kelayotgan foydali signallarni va tuzilmadan kelayotgan soxta signallarni statistik tahlil qilishga asoslanadi.

#### **5. 4. Ultratovush bilan nazorat qilishni mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish**

**Umumiy ma'lumotlar.** Ultratovush bilan qo'lda nazorat qilish qator oddiy va murakkab operatsiyalardan iborat. Operator o'zgartkichni chok yaqinidagi zonada murakkab trayektoriya bo'yicha harakatlantiradi. Trayektoriyaning murakkablik darajasi chokning tur-o'lchami, fazodagi holatiga, aniqlangan nuqsonlarning miqdori, joylashgan o'rni hamda turiga bog'liq. Operator, bundan tashqari, defektoskop ekranini kuzatadi va olingan axborotni qayta ishlash va chok sifatini baholashga doir mantiqiy operatsiyalarni bajaradi. Bu tarzda zo'riqib ishlash operatorining jismonan tez toliqishi va nuqsonlarni o'tkazib yuborishiga olib keladi. Nazoratni avtomatlashtirib, uning unumdorligi va ishonchliligini ancha oshirish mumkin. Ishonchlikning oshishiga nuqsonlar operator tomonidan ko'z bilan emas, balki biron-bir qayd qiluvchi qurilma yordamida qog'oz tasmda defektogramma olish hisobiga qayd etilishi sabab bo'ladi.

Agar operator bajaradigan hamma vazifalar nazorat qurilmasiga o'tkaziladigan bo'lsa, u holda qurilma quyidagi asosiy uzellar: o'zgartkichlar va ularni chok bo'ylab hamda ko'ndalangiga va o'z o'qi atrofida burgan holda harakatlantirish mexanizmlari bo'lgan akustik blokni; chokni hamda akustik kontakt sifatini kuzatish tizimlarini; zondlovchi impulslar hosil qilish va aks sado-signalni qabul qilish uchun elektron blokni; kontakt suyuqligini berish va to'plash tizimini; nuqson haqidagi axborotni mantiqiy ishlash uchun elektron blok, shu jumladan, EHMni; axborotni defektogrammada analog yoki raqamlar shaklida qayd qilish qurilmasi (registrator)ni; nuqson haqidagi axborotga qarab skanerlash trayektoriyasi va tezligini boshqarish uchun qaytar aloqa (bog'lanish) tizimini; avtomatik yaroqsizga chiqarish tizimini va boshqalarni o'z ichiga olmog'i lozim.

Avtomatlashtirish darajasi unda yuqorida aytilgan tizimlar bor-yoʻqligiga koʻra aniqlanadi. Agar ana shu tizimlar qurilmaning konstruksiyasiga kirs, u holda hamma nazorat operatsiyalari avtomatlashtirilishiga erishiladi. Bunday qurilmalar *avtomatik stendlar* (liniyalar) deyiladi. Stendlar nihoyatda murakkab, katta va qimmatbaho uskunalar boʻlgani bois ishlab chiqarishda avtomatik liniyadan foydalanish hamma vaqt ham maqsadga muvofiq boʻlavermaydi.

Umuman olganda, ayrim hollarda baʼzi nazorat operatsiyalarini, masalan, nuqsonlarni izlash va qayd qilish operatsiyalarini nazorat qurilmasiga oʻtkazib mexanizatsiyalash (qisman avtomatlashtirish) maqsadga muvofiq. Bunday qurilmalar tuzilishi jihatidan uncha murakkab emas va kichik gabaritli defektoskoplar koʻrinishida ishlanishi mumkin.

Bu soddalashtirilgan qurilmalardan foydalanish nazoratining ishonchligiga taʼsir qilmasligi kerakligi mutlaqo ravshan. Shu bois qurilmaning tuzilishini va avtomatik nazorat parametrlarining eng maqbullarini tanlashda payvand choklarda nuqsonlarning statistik taqsimlanish qonunlarini nuqsonlarning joylashgan oʻrni, yoʻnalishi, turi, kattaligi va boshqa belgilari boʻyicha tahlil qilish natijalariga asoslanmogʻi zarur.

Buzmaydigan nazorat usullarining samaradorligi eng yuqori boʻlishi uchun ular buyumlar tayyorlashning texnik zanjiri bilan yaxshi uygʻunlashgan boʻlishi kerak. Shu sababli avtomatlashtirish darajasi qator ishlab chiqarish omillariga bogʻliq holda tanlanadi (5. 2-jadval).

5. 2-jadvaldan koʻrinib turibdiki, quvur va idishlarning uzun choklarini nazorat qilishning avtomatlashtirilishi maqsadga muvofiq boʻlsa, patruboklarning burchakli payvand choklarini nazorat qilishning avtomatlashtirilishi maqsadga muvofiq emas ekan.

Payvand birikmalarini avtomatlashtirilgan tarzda ultratovush bilan nazorat qilish vositalari holatining tahlili mamlakatimiz va chet elda devorning qalinligi kichik boʻlgan boʻylama chokli hamda spiralsimon chokli quvurlarni nazorat qilishda eng katta yutuqqa erishilganini tasdiqlaydi.

### Nazorat usulini tanlash

Nazorat obyektining tavsifi	Ishlab chiqarish omillari	Avtomatlashtirish darajasi		
		Toʻliq avtomatlashtirish	Mexanizatsiyalash	Qoʻl nazorati
Bir turdagi buyumlar oqimining kattaligi		Katta	Oʻrtacha	Kichik
Choklar uzunligi		>>	>>	>>
Chok yaqinidagi yuzaning shakli		Yassi, silindrsimon	Murakkab shaklli yuza, $R > 300$ mm	Murakkab shaklli yuza, $R < 300$ mm
Chok yaqinidagi zonaga yaqinlashishning qiyin-osonligi		300–350 mm	Cheklangan	Cheklangan
Nazorat sharoiti (maxsus joyning mavjudligi)		Bor	Yoʻq	Yoʻq
Buzmaydigan nazorat usullari xizmati malakasining umumiy saviyasi		Yuqori	Oʻrtacha	Oʻrtacha

**Uskunalar.** Diametri 159–529 mm va devorning qalinligi 2,5–10 mm boʻlgan quvurlarning boʻylama payvand choklarini avtomatik nazorat qilish uchun birinchilardan boʻlib ДУК–15ЦЛІАМ qurilmasidan foydalanilgan edi. Qurilma quvurlarni elektr toki bilan payvandlash stanining texnologik potokiga oʻrnatilgan boʻlib, payvand chok nuqsonlarini aniqlash tizimi va barcha uzellar yaxshi ishlashini taʼminlash tizimidan tashkil topadi. Qurilma aks sado-soya usulida ishlaydi. Ikkita qiya oʻzgartkich quvurda payvand chokka nisbatan simmetrik tarzda joylashadi va navbati bilan ultratovush impulslarini nurlantiradi. Bu impulslar suv oqimi orqali quvur devoriga kiritiladi va unda payvand chok yoʻnalishida tarqaladi. Nuqsonlar quvurning oʻzida qayd qilinadi. Nazorat tezligi 60 m/ min ga etadi.

АИСТ–1 qurilmasi quvurlarni elektr toki bilan payvandlash texnologik rejimini 19–102 stani potokida yuqori chastotali toklar bilan ultratovush yordamida avtomatik nazorat qilishga moʻljallanadi.

langan. Quvur yuzasi maxsus qurilma bilan tozalanadi, AIST–1 qurilmasining izlovchi kallaklari bilan quvur yuzasi orasidagi akustik kontakt, nazorat zonasida payvand chokning harorati 900–1000°C bo‘lishiga qaramasdan, sovitilgan quvurni nazorat qilishda bo‘lgani kabi, suv oqimi vositasida amalga oshiriladi. Buni payvandlash paytida qizish zonasining yuqori darajada mahalliyliги bilan tushuntirish mumkin. Izlovchi kallaklarga yuqori haroratning yomon ta’siriga barham berish uchun ular shunday ishlaganki, pye-zoo‘zgartkichlar kontakt muhiti sifatida foydalanilayotgan oqar suv bilan uzluksiz sovitib turiladi. Foydalanilayotgan tirqishli izlovchi kallaklar ultratovush tebranishlarini kiritish burchagini 1–3° doirasida o‘zgartirish imkonini beradi. Qurilmaning sharnirli osmasi izlovchi kallaklarning payvand chokka nisbatan vaziyati hamisha bir xil bo‘lishini ta’minlaydi. Payvandlash jarayonini AIST–1 qurilmasi bilan nazorat qilish natijalari payvand chok sifatini statistik baholash blogining o‘zi yozar qurilmasidagi diagramma tasmasida qayd qilinadi.

Bo‘ylama va spiralsimon payvand choklarni avtomatik nazorat qilish uchun xorijiy firmalarda qator qurilmalar ishlab chiqarilgan, ularda asosiy e’tibor o‘zgartkichlarning o‘zaro joylashuviga, ularning ish rejimini tanlashga, akustik trakt sifatining nazorat qilinishiga va butun chok kesimini tovush yordamida nazorat qilishning ta’minlanishiga qaratiladi.

Diametri 400–2000 mm va devorining qalinligi 6–15 mm bo‘lgan quvurlarning payvand chokini nazorat qilish uchun eng keng tarqalgan qurilmalardan biri «Krautkremer» firmasining (Germaniya) SNUP qurilmasidir. Nazorat chokining ikkala tomonida joylashgan ikkita o‘zgartkich yordamida olib boriladi. Nazorat tezligi 3 m/min. Qurilma modifikatsiyasida to‘rtta o‘zgartkich bor; ularning ikkinchi juftligi chokni 45° burchak ostida tovush yordamida nazorat qiladi.

Katta o‘lchamli payvand choklarni avtomatik nazorat qilish borasida to‘plangan tajriba nihoyatda kam, chunki katta qalinlikdagi payvand choklarni avtomatik nazorat qilish vositalarini

yaratishda muayyan qiyinchiliklarga duch kelinadi: nuqsonlarning tur-o‘lchamlariga, yo‘nalishi va joylashgan o‘rniga ko‘ra juda xilma-xilligi; katta hajmdagi erigan metallni tovush yordamida nazorat qilish zarurligi; choklarning nisbatan kattaligi shular jumlasidandir.

Bunday sharoitda ishonchli va takrorlasa bo‘ladigan avtomatik nazoratni ta’minlash vazifasi nihoyatda murakkab mexanik, akustik hamda elektron tizimlar yaratish zaruratini keltirib chiqaradi. Bu esa, o‘z navbatida, ergonomik omillarni yomonlashtiradi, xususan, qurilmaning gabarit o‘lchamlari va og‘irligini oshiradi, uni ishlatish sharoitini yomonlashtiradi hamda yordamchi operatsiyalar vaqtini uzaytirdi. Shunga qaramay, ЦНИИТмаш va НИИХИМмашda kimyo hamda energetika sanoati uchun turbinalar rotori va yuqori bosimli qalin devorli (300 mm gacha) idishlarning payvand choklarini avtomatik nazorat qilish qurilmalari yaratilgan. Chunonchi, idish va apparatlar uchun nuqsonlarning avtomatik skanerlanishi va qayd qilinishini ta’minlovchi УКСА qurilmalaridan foydalaniladi. Bunday qurilmalardan foydalanilganida nazorat unumdorligi qo‘lda nazorat qilishdagidan 5–10 barobar ortadi va, eng muhimi, defektogramma ko‘rinishidagi xolis nazorat hujjati olinishini ta’minlaydi.

Vertikal choklarning aniqlanish ishonchliligini oshirish maqsadida ЦНИИТмашda «Циклон» elektron-akustik apparatlari ishlab chiqarilib, sanoatda joriy etilgan, ular 10–200 mm qalinlikdagi choklarni kiritish burchaklari 30° va 40° bo‘lgan o‘zgartkichlar bilan, shuningdek, «tandem» sxemasi bo‘yicha avtomatik nazorat qilishni ta’minlaydi.

Uncha qalin bo‘lmagan payvand choklarni nazorat qilish, qoidaga ko‘ra, ixcham (portativ) qurilmalardan, xususan, turkumlab ishlab chiqariladigan УДД–91 ЭМ qurilmalaridan foydalanish asosida mexanizatsiyalashtiriladi.

НИИМОСТda ishlab chiqilgan УЗД-НИИМ–17 yoki УЗД-НИИМ–18 apparatlari 1,8 va 2,5 MHz chastotada payvandlangan 20–60 mm qalinlikdagi choklarni nazorat qilish imkonini beradi. U elektron blok (defektoskop)dan iborat bo‘lib, unga o‘zgartkich, uni

siljitish hamda burish mexanizmi, qog'ozdan yasalgan tashuvchisi bo'lgan registr kiradi. Nazorat o'zgartkichni bo'yлама-ko'ndalang siljitish usuli bilan olib boriladi.

УЗД-МБТУ-22А (УД-25ПЦ) qurilmasi 5–30 mm qalinlikdagi quvurlar, rezervuarlar va yassi qismlarning payvand birikmalari sifatini montaj hamda zavod sharoitida ultratovush bilan avtomatik nazorat qilishga imkon beradi.

Chokning butun qisimini ko'ndalangiga skanerlamasdan chuqurligi bo'yicha bir tekis sezgirlik bilan tovush yordamida nazorat qilishni ta'minlovchi ko'p elementli pyezoelektrik o'zgartkich magnitli so'rg'ichlari bo'lgan o'zi harakatlanuvchi aravachaga joylashtirilgan. Elektron blok zondlovchi impulslar hosil bo'lishini, ularning kanallarda berilgan dastur bo'yicha kommutatsiyalanishini va qaytarilgan axborot signallar ishlanishini, shuningdek, nazorat natijalari 16 razryadli raqamli chop qilish qurilmasida aks ettirilishini ta'minlaydi. Bunda qog'ozdan yasalgan tashuvchida detsibeldagi signal amplitudasi, nuqsonning chok chuqurligi va uzunligi bo'yicha joylashgan o'rni, nuqson turi, qayd qilingan nuqson kanalining raqami, siljitish mexanizmining majburan to'xtash sababi hamda yaroqsizga chiqarish darajasidan ortiq yo'l qo'yib bo'lmaydigan nuqsonlar belgisi qayd etiladi. Almashtiriladigan o'zgartkichlar bir marta o'rnatish bilan 57–1420 mm diametrli quvurlarni nazorat qilish imkonini beradi. Aniqlangan eng kichik nuqsonning ekvivalent yuzi 1,0 mm<sup>2</sup> ni tashkil qiladi, bu esa nazoratga oid me'yoriy hujjatlar talablaridan ortiqdir. Nazorat tezligi daqiqasiga 1–2 pogon metr chokni tashkil etadi.

АБД-1 defektoskopiga qarashli mantiqiy elektron qo'yma (pristavka)dan foydalanilsa, qo'lda nazorat qilishda nuqson turini baholash ishonchliligi ancha oshishi mumkin. Bu quyma nuqson to'rt tomondan tovush yordamida nazorat qilinganida, undan qaytarilgan aks sado-signallarni o'lchash va qiymatlarini taqqoslash ishlarini avtomatlashtiradi va har bir signal qiymatiga qarab nuqsonlarning turi (tekis yoki hajmiy) haqida axborot beradi.

## 5. 5. А1550 Intro Vizor ultratovushli defektoskop-tomograf

Tomografik yo'nalishining istiqbolga ega ekaligini 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 aprobotsiyadan o'tgan yechimlardan foydalanib, olimlar va muhandislar 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 quyidagicha talablarni ifodalash mumkin:

– asosiy talab – asbob nazorat qilinayotgan obyektning kesimlari tasvirining real vaqt masshtabida (soniyasiga 20 kadrдан ortiq) shakllanishini ta'minlashi kerak;

– yoxud ko'ndalang to'lqinlarini (payvand choklari), yoki bo'yлама to'lqinlarini (asosiy metall) UT nazoratining umumiy metodikalarida 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 ishlash sharoitida bir kanalli defektoskop tavsiflari bilan o‘lchovdosh bo‘lishi kerak;

– asbobdan foydalanish va uni sozlash oddiy hamda oson bo‘lishi kerak;

– seriyalab ishlab chiqarilganida asbobning qiymati xorijiy davlatlarda ishlab chiqarilgan turdoshlarinikidan arzon bo‘lishi, istiqbolda esa umumiy UT defektoskoplari qiymatiga yaqinlashishi kerak.

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



5. 24- rasm. A1550 Intro Vizor™ UT tomografi.

Katta rangli displey kesimning ham grafik obrazini, ham signallarning koordinatalarini va darajalarini (sathlarini) o‘lchash natijalarini indikatsiyasini ta‘minlaydi. Displey atrofida plyonkali

universal klaviatura joylashgan. Korpusning orqa tomonida tez yechib olinuvchi akkumulator bloki va interfeysli razyomlar joylashgan.

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™ asbobining 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 rekonstruksiyasi qadami, mm	0,1 dan 1 gacha
Rekonstruksiya sohasining maksimal o‘lchami, mm	Gorizontaal 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'liqlari tarqalishining o'ziga xos xususiyatlarini ayting.
2. Ultratovushli defektoskopning asosiy qismlarini ayting.
3. Nuqson o'lganadigan 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?

## VI BOB. MAGNIT VA UYURMA TOK DEFEKTOSKOPIYASI

### 6. 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 perpendikular joylashgan maydoncha  $S$  orqali o'tuvchi magnit oqimi  $F$  magnit induksiyasi  $B$  ning maydoncha  $S$  ga ko'paymasiga teng ( $F = BS$ ).

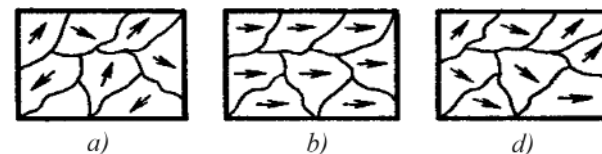
Magnit oqimi veber (Wb) da ifodalanadi. Magnit induksiyasi tesla (T)da ifodalanadi.

Detallar materialining magnitlanish qobiliyati mutlaq magnit o'tkazuvchanlik  $\mu_m$  bilan tavsiflanadi. Material mutlaq magnit o'tkazuvchanligining vakuumning magnit o'tkazuvchanligi  $\mu_0$  ga nisbati **nisbiy magnit o'tkazuvchanlik** deb ataladi:  $\mu = \mu_m/\mu_0$ . Son jihatidan, magnit o'tkazuvchanlik  $\mu$  magnitlangan muhitdagi natijalovchi maydon ana shu tokning o'zi vakuumda hosil qi-

ladigan maydondan necha barobar kuchlilikini ko'rsatadi. Magnit o'tkazuvchanlik  $\mu$  o'lchamsiz kattalikdir. Uning qiymatiga qarab, hamma materiallar uch guruhga ajratiladi: diamagnit materiallar, ularda  $\mu$  birdan bir necha million yoki ming ulushida kichik bo'ladi (mis, rux, kumush va boshqalar); paramagnit materiallar, ularda  $\mu$  birdan bir necha million yoxud ming ulushida katta bo'ladi (marganes, platina, aluminiy); ferromagnit materiallar, ularda  $\mu$  bir necha minggacha yetadi. Bunday materiallarga faqat to'rtta element (temir, nikel, kobalt, gadoloni) va ayrim metallar qotishmalari kiradi.

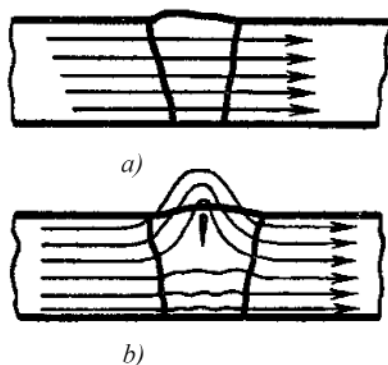
Faqat ferromagnit materiallardan tayyorlangan detallar magnitli usullar bilan tekshirilishi mumkin. Metallarning ferromagnit xossalari ichki molekular toklar bilan, asosan, elektronlarning o'z o'qi atrofida aylanishi bilan bog'liq. Domenlar deb ataluvchi elementar sohalarining kichik (taxminan  $10^{-8}$ – $10^{-3}$  sm<sup>3</sup>) hajmlari doirasida molekular toklarning magnit oqimlarini domenning natijalovchi maydoni hosil qiladi.

Tashqi magnit maydoni bo'lmaganida, domenlar maydonlari ixtiyoriy yo'nalgan bo'ladi va bir-birini kompensatsiyalaydi. Bu holda domenlarning yig'indi maydoni nolga teng bo'ladi, detal magnitsizlanib 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 orasidagi chegaralar o'zgaradi. Natijada domenlarning umumiy maydoni hosil bo'ladi, detal magnitlanib qoladi (6. 1- d rasm). Detal magnitlanganida domenlarning magnit maydoni nazorat qilinayotgan detaldagi tashqi magnit maydoni ustiga tushadi.



6.1- rasm. Ferromagnit materialda domenlarning joylashuvi:

$a$  – detal magnitsizlantirilgan;  $b$  – detal to'yinish induksiyasigacha magnitlangan;  $d$  – detal qoldiq magnitlanganlikkacha magnitlangan.



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

**Magnit maydonining mohiyati.** Magnit maydoni buyum bo'yicha tarqalar va o'z yo'lidagi nuqsonga duch kelar ekan, nuqsunning magnit o'tkazuvchanligi asosiy metallning magnit o'tkazuvchanligidan 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). Mahalliy sochilish oqimi yuzaga kelmagan holda magnit oqimi kuch chiziqlarining taqsimlanishida

g'alayonlanishni keltirib chiqaruvchi nuqsonlarni magnit defektoskopiyasi usullari bilan aniqlab bo'lmaydi. Nuqson qancha kuchli to'sqinlik qilsa, oqimning g'alayonlanishi shuncha kuchli yuz beradi. Masalan, agar nuqson magnit kuch chiziqlarining yo'nalishi bo'ylab joylashgan bo'lsa, u holda magnit oqimi kam g'alayonlanadi, vaholanki, magnit oqimining yo'nalishiga perpendikular yoki qiya joylashgan o'sha nuqsunning o'zi ancha katta sochilish oqimini hosil qiladi.

Sochilish magnit oqimini qayd qilish usuliga qarab, magnit yordamida nazorat qilish usullari magnit kukunli, magnitografik, ferrozond va magnit-yarimo'tkazgichli usullarga ajratiladi. Payvand choklar nuqsonlarini aniqlashda, asosan, uch usul: magnit kukuni, magnitografik va magnitferrozond usullaridan foydalaniladi. Birinchi usulda sochilish oqimlari magnit kukuni yordamida aniqlanadi, ikkinchisida magnit tasmada qayd qilinadi, uchinchisida esa ferrozond o'zgartkichi vositasida topiladi. Payvand birikmalarni nazorat qilish uchun dastlabki ikki usuldan foydalaniladi.

## 6. 2. Magnit kukuni yordamida tekshirish usuli

Magnit kukunli usulning mohiyati shundan iboratki, bunda magnitlangan detalning sirtiga kerosinli, moyli, sovun eritmali suspenziya ko'rinishidagi («ho'l») usul) yoki magnit aerozoli ko'rinishidagi («quruq» usul) ferromagnit kukuni qoplanadi. Sochilish magnit maydonlarining tortuvchi kuchi ta'sirida kukun zarralari detal sirtida 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 iflosliklar, kuyindidan, payvandlashdan qolgan shlak yuqlaridan tozalanadi.

2. Magnit kukunini tashuvchi suyuqlik bilan tez-tez aralashtirgan holda suspenziya tayyorlanadi.

3. Nazorat qilinayotgan yuzaga magnitlanadi.

4. Suspenziya yoki kukun nazorat qilinayotgan yuzaga qoplanadi.

5. Buyumning yuzasi ko'zdan kechirilib, kukun o'tirindisi bilan qoplangan joylari aniqlanadi.

6. Yuza magnitsizlantiriladi.

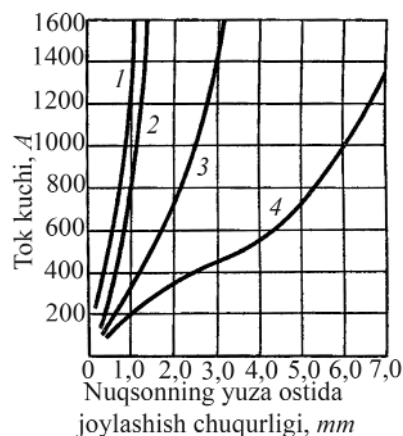
Bu usul ingichka va mayda darzlarga yuqori darajada sezgirligi, bajarilishining oddiyliigi, tezkorligi hamda natijalarining yaqqolligi bilan ajralib turadi. Ushbu usul magnit materiallardan tayyorlangan buyumlarning bo'ylama payvand choklarini nazorat qilish uchun, xususan, yoyli usullarda payvandlangan o'tkazgich quvurlarning uchma-uch choklaridagi darzlar va payvandlanmay qolgan tor joylarni aniqlash uchun keng qo'llaniladi. Nazoratning sezgirligini oshirish uchun sinashdan oldin choklarning kuchaytirgichlarini olib tashlash maqsadga muvofiq.

**Nazoratning sezgirligi.** Magnit kukunli usulning sezgirligi qator 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 joylashuvi va magnitlanish yo'nalishiga, yuzaning holati hamda shakliga, magnitlash usuliga bog'liq.

Kukun zarralarining o'lchami 5–10 mkm bo'lishi kerak. Chuqur nuqsonlarni aniqlash uchun yirikroq magnit kukuni ishlatiladi. 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, shuningdek, kukunni «quruq» yoxud «ho'l» usulda qoplash yuzadagi 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'rsatadi. 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. Lekin devorining qalinligi 20 mm bo'lgan detallarni o'zgarmas tok bilan magnitlash yaramaydi, chunki bunday detallarni nazoratdan keyin magnitsizlantirib bo'lmay-



6.3- 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 tokning 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 mm<sup>2</sup> 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-budirligi  $R_a$  parametri bo'yicha 2,5–1,25 mkm ni tashkil etadi. Bunday yuzada nazoratning sezgirligi eng yuqori bo'lishi mumkin. Yuzaning g'adir-budirligi ortishi nazoratning sezgirligi kamayishiga sabab bo'ladi, masalan, nazorat qilinadigan buyumning g'adir-budirligi  $R_z = 20$  mkm bo'lgan yuzasiga ishlov berish shunga olib keladiki, ingichka (eni 0,001 mm) nuqsonlar aniqlanishini ta'minlovchi rejimlarda nazorat qilish qiyinlashadi, chunki bunda magnit kukunidan fon paydo bo'ladi. Bu hol magnitlovchi maydonning kuchlanganligini kamaytirish zaruratini keltirib chiqaradi va, binobarin, nazoratning sezgirligi pasayishiga olib keladi. Silliqlangan (jilvirlangan yuzalar)  $R_a = 0,32$  mkm g'adir-budurlikdan boshlab (shu lalanganligi 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 sohilgan yorug'likda ko'zdan kechirgan yoki yaltiroqlikni yo'qotuvchi bo'yoq, masalan, HTC–25 nitroemalining yupqa (ko'pi bilan 15 mkm) qatlami bilan qoplangan ma'qul.

Agar nazorat qilinayotgan detalning yuzasida keskin o'tishlar (chunonchi, payvand chokning kuchayishi, tangachadorlik, kesiklar) 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 ichki nuqsonlar borligi haqida aniq fikr yuritish mumkin emas.

**Magnitlash usullari.** Magnit yordamida nazorat qilishni qo'yilgan 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 shakldagi detallar, yuzasi ostida 0,01 mm dan ortiq chuqurlikda joylashgan nuqsonlarini aniqlash maqsadida nazorat qilinadigan detallar, o'lchamlari kattaligi bois defektoskopning quvvati butun detalni magnitlashga imkon bermaydigan detallar uchun qo'llaniladi.

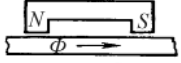
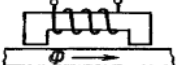
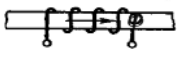
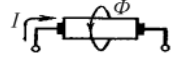
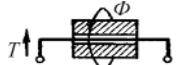
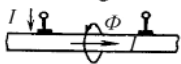
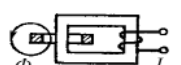
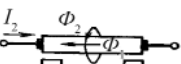
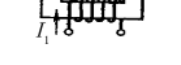
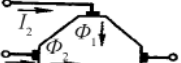
Qo'yilgan magnit maydonida nazorat qilish sezgirlik qoldiq magnitlanganlikda nazorat qilishdagidan yuqori bo'lishini hamma vaqt ham ta'minlayvermaydi.

Qoldiq magnitlanganlikda nazorat qilishda detal avval magnitlantiriladi, keyin esa magnitlovchi maydon olinganidan so'ng uning sirtiga magnit suspenziyasi yoki kukuni qoplanadi. Detailarning 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 jihatidan 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 detalni istalgan holatda o'rnatish mumkin; listlardagi detallarning kuyish 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 maydonida amalga oshiriladi. Sirkular va qutbiy magnitlash usullari qo'yilgan magnit maydonida ham, qoldiq magnitlanganlikda ham qo'llanilishi mumkin.

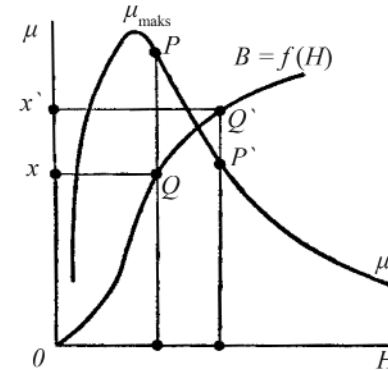
Aralash magnitlash detalni bir vaqtning o'zida ikkita yoki bir necha magnit maydonlarida magnitlash bilan olib boriladi. Quvurni solenoid bilan magnitlash va quvur ichidan o'tuvchi o'tkazgich orqali tok o'tkazish aralash magnitlashga misol bo'lishi mumkin. Natijada ikkita maydon bitta natijalovchi maydonga birlashib, uning kuch chiziqlari vint chiziqlari bo'yicha yo'naladi. Bunday maydon obyektning hamma qismlari orqali turli yo'nalish burchaklari 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 magnet bilan	
	Elektromagnet 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 elektromagnet 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  $I = H\pi D$  formula yordamida hisoblab topiladi, bunda:  $N$  – maydonning kuchlanganligi, A/sm;  $D$  – detalning diametri, sm.



6.4- rasm. Ferromagnet material uchun  $B$  va  $\mu$  ning  $H$  ga bog'liqligi.

$H$  qiymatini tanlashda quyidagini nazarda tutmoq lozim (6.4- rasm). Agar metallni dastlabki magnitlashda  $P$  nuqta magnet o'tkazuvchanlikning egri chizig'idagi  $\mu_{maks}$  nuqtadan chap tomonda bo'lsa, u holda nuqson hisobiga metallning ko'ndalang kesimi kichiklashishi magnet induksiyasi kattalashishiga sabab bo'ladi, shuningdek, magnet o'tkazuvchanlik yuqoriroq bo'lishiga olib kelishi mumkin, buning natijasida sochilish oqimi kamayadi, oqibatda nuqsonlar aniqlanmasligi mumkin.  $\mu = f(H)$  egri chiziq o'ngga katta pasaygan holatda ishlaganida nuqsonlarni aniqlash uchun eng yaxshi sharoit yuzaga keladi. Agar maydonning katta kuchlanganliklarida ishlansa,  $H$  kattalashishi bilan, nuqsonlar tepasidagi va atrof muhitdagi sochilish oqimlari o'rtasidagi farq nisbatan kichik bo'ladi, bu esa nuqsonlarni aniqlashni qiyinlashtiradi. Konstruktion po'latlardan tayyorlangan detallar yuzasidagi nuqsonlarning aksariyatini aniqlash uchun buyum sirtidagi magnet 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  $b$  – plastinaning 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.

Qutbiy magnitlash bo'ylama-ko'ndalang va normal magnitlashga 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 holdir.

Bo'ylama qoldiq magnitlanganlikda magnitli usulning sezgirliги 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'zgaruvchan 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 turkumlab 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, ara-

lash usullar)da magnitlash mumkin. Respublikamiz korxonalarida ko'chmas qurilmalarning bir necha hili, masalan, УМДЭ–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 oksiddan foydalaniladi. Ba'zan bu maqsadda cho'kichlash va prokatalashda hosil bo'ladigan toza temir kuyundisi, shuningdek, po'lat buyumlarni jilvirlashda chiqadigan po'lat qipiqalari 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):

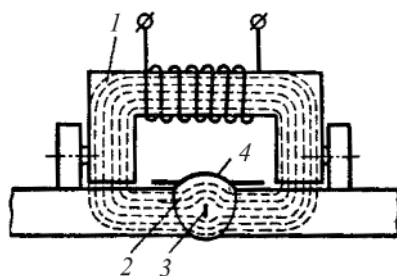
1. Nazorat qilinayotgan buyumning yuzasini ko'zdan kechirish va tayyorlash. Bunda nazorat qilinayotgan yuzadan shlak qoldiqlari, sachragan suyuq metall, kir va hokazolar yo'qotilmog'i lozim.

2. Chokka magnit tasma bo'lagini qo'yish. Ishni boshlashdan oldin magnit tasma magnitsizlantirilishi kerak. Tasma chokka maxsus elastik «yostiqla» yordamida qistirib qo'yiladi. Quvurlar, idishlar va boshqa buyumlarning halqasimon choklarini nazorat qilishda magnit tasma chok yuzasiga elastik rezina belbog' vositasida butun perimetri bo'yicha qistirib qo'yiladi.

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

4. Nazorat natijalarini rasshifrovka qilish. Buning uchun magnit tasmaga defektoskopning o'quvchi qurilmasi o'rnatiladi va defektoskopning ekranlaridagi signallarga muvofiq nuqsonlar aniqlanadi.

Magnitografik usul, asosan, eritib payvandlash orqali hosil qilingan uchma-uch payvand choklarni nazorat qilish uchun va bi-



6.5- rasm. Magnitografik nazorat sxemasi:

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

rinchi navbatda, asosiy o'tkazgich quvurlarni defektoskopiyalashda qo'llaniladi. Bu usul bilan qalinligi 20–25 mm gacha bo'lgan payvand buyum va konstruksiyalarni nazorat qilish mumkin.

**Usulning sezgirligi.** Magnitografik nazorat usulining sezgirligi  $K$  aniqlanadigan eng kichik nuqsonning vertikal o'lchami (chuqurligi)  $\Delta St$  ning nazorat qilinayotgan buyum asosiy metalining qalinligiga nisbati sifatida aniqlanadi, ya'ni  $S : K = \Delta S/S$ .

Magnitografik nazoratning sezgirligi nuqsonlarning o'lchamlari, shakli, chuqurligi va joylashuviga, yuzaning shakli (geometriyasi) ga, defektoskopning o'quvchi kallagi parametrlari va magnit tasma turiga bog'liq. Tekislikdagi nuqsonlar (darzlar, payvandlanmay, erimay qolgan joylar), shuningdek, asosan, magnit oqimi yo'nalishiga nisbatan ko'ndalang joylashgan shlak zanjirlari ko'rinishidagi uzunchoq nuqsonlar (g'ovaklar, shlak qo'shilmalari) ancha yomon aniqlanadi. Ayni usul yordamida vertikal o'lchami payvand chok qalinligining 8–20% ini tashkil etuvchi tekis nuqsonlar ishonchli aniqlanishi amaliyotda aniqlangan. Chokning kuchaytirgichi olib tashlanganida, nazoratning ushbu nuqsonlarga nisbatan sezgirligi 5% ga yetadi. Dumaloq ichki nuqsonlar ularning balandligi buyum qalinligining 20% idan kam bo'lganida aniqlanadi. Magnitografik usulning yuzadagi nuqsonlarga nisbatan sezgirligi taxminan magnit kukunli usulidagidek yoki undan bir-muncha yomon. Nuqson magnit tasma qo'yiladigan buyum yuzasidan qancha chuqur joylashgan bo'lsa, u shuncha yomon aniqlanadi. Zamonaviy apparatlar vertikal o'lchami buyum qalinligining 10–15% iga teng va yotish chuqurligi 20–25 mm gacha bo'lgan nuqsonlarni aniqlashga imkon beradi.

Magnitografik usulning sezgirligiga chok kuchaytirgichining balandligi va shakli, shuningdek, yuzasining holati kuchli ta'sir ko'rsatadi. Nuqsonlar yaxshiroq aniqlanishi uchun payvandlash shunday bajarilishi kerakki, chok kuchaytirgichining balandligi asosiy metall qalinligining 25% idan oshmaydigan, erigan metallning tekislikka o'tishi ravon bo'lsin. Bunda chok yuzasining tangachadorligi kuchaytirgich balandligining 25–30% idan oshmay-

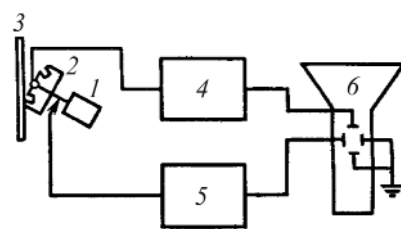
digan, ammo 1 mm dan ortiq bo'lmaydigan bo'lsin. Tangachadorligi dag'al bo'lgan choklarni nazorat qilishda avval chok tozalanmog'i lozim. Uchma-uch biriktiriladigan qismlarining chetlari siljib qolgan payvand choklarni nazorat qilishga ruxsat etilmaydi. Avtomatik usulda payvandlangan choklar nazorat qilinganida natijalar eng yaxshi bo'ladi.

Usulning sezgirligini magnet tasmalar sezgirligini oshirish va nazorat natijalarini magnet tasmadan o'quvchi apparatlarni tanlash hisobiga oshirish mumkin.

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

**Apparat va materiallar.** Nazorat natijalari magnet tasmadan magnitografik defektoskoplar vositasida o'qiladi. Magnitografik defektoskopning eng sodda sxemasi 6. 6-rasmda tasvirlangan. Defektoskopda elektr dvigateli mavjud bo'lib, u bir nechta magnet kallaklar o'rnatilgan barabanni aylantiradi. Kallaklar magnet tasмага ko'ndalang ravishda harakatlanadi. Elektrosignallar kallakdan kuchaytirgichga kelib, unda kuchayadi va elektron-nur trubkaga uzatiladi.

Sanoatda ikki xil: impulsli va televizion indikatsiyasi bo'lgan defektoskoplar ishlab chiqariladi. Impulsli indikatsiyada elektron-nur trubka (ENT)ning ekranida impuls paydo bo'lib, ularning amplitudasi vertikal yo'nalishidagi nuqsonlar qiymatini ifoda-



6.6- rasm. Magnitografik defektoskopning blok sxemasi:

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

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

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

Defektoskop jamlanmasiga magnetlovchi qurilma kiradi. Magnetlovchi qurilma magnet jihatidan yumshoq П-simon o'zak (magnet o'tkazgich) va chulg'andan tuzilgan. Magnetlovchi qurilma chok bo'ylab siljishi uchun u uzaytirilgan qutbli qilib ishlanadi, qutblar to'rtta nomagnet rolikka tayanib turadi. Tayanch roliklar nazorat qilinayotgan buyum yuzasi bilan magnetlovchi qurilmaning qutblari orasida o'zgarimas kattalikdagi havo tirqishi (2–3 mm) hosil qiladi, bu tirqish elektromagnitga chok bo'ylab bemalol surilishga imkoniyat yaratadi. Sanoatda ko'chma magnetlovchi qurilmalar (PHY)ning bir necha tur-o'lchamlari ishlab chiqariladi: PHY-M1, PHY-M2, YHY. Ular diametri 150–1200 mm bo'lgan, payvandlab yasalgan quvurlarning payvandlangan uchma-uch choklarini hamda 16 mm gacha qalinlikdagi yassi buyumlarni magnitlashga mo'ljallangan. Katta diametrlil (1420 mm gacha) quvurlarning payvand choklarini va 20 mm gacha qalinlikdagi yassi konstruksiyalarini magnitografik usulda nazorat qilish uchun qadamli magnetlovchi qurilmalar (MHY-1) ishlatiladi. 57–150 mm diametrlil quvurlarning halqasimon choklari HBY-1 turidagi qo'zg'almas magnetlovchi qurilma bilan magnetlanadi.

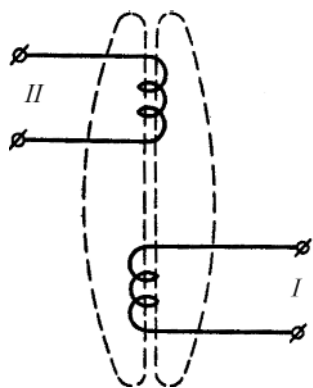
Yuqorida keltirilgan barcha magnetlovchi qurilmalar o'zgarimas tok bilan ta'minlanadi. Zavod sharoitida tok manbayi sifatida to'g'rilagichlar xizmat qiladi, dala sharoitida esa bu maqsadda ko'pincha СИИ-1 yoki СИА-1 turidagi ko'chma avtonom stansiyalardan foydalaniladi.

Magnitografik nazoratda magnet maydonlarini yozish uchun magnet tasma ishlatiladi. Tasma triatsetat yoki lavsan asosda tay-

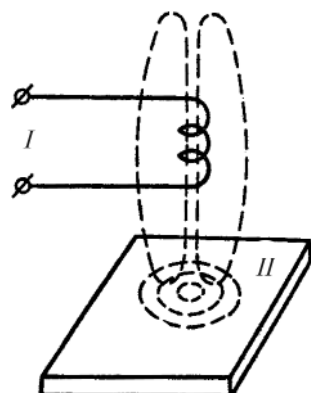
yorlanib, unga juda mayda ferromagnit zarrachalar qoplanadi. Hozirgi vaqtda MK-1 (triatsetat asosli) va MK-2 (lavsan asosli) tasmalari 35 mm kenglikda ishlab chiqariladi. MK-2 tasmalarining fizik-mexanik xossalari MK-1 nikiga qaraganda yuqoriroq bo'lib, atrof havosining harorati  $+70^{\circ}$  dan  $-70^{\circ}$  gacha bo'lganida ishlatiladi;  $-30^{\circ}\text{C}$  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'zgariganida yoki g'altaklarning vaziyati o'zgariganida *II* g'altakda elektr yurituvchi kuch (e. yu. k.) hosil bo'ladi. Nazorat jaryonida ikkinchi g'altak vazifasini nazorat qilinayotgan buyum o'taydi, unda uyurma toklar hosil bo'ladi (6. 8- rasm).

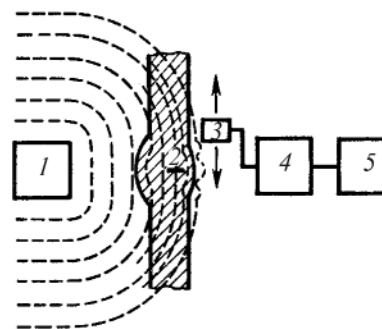


6.8- rasm. Nazorat qilinayotgan obyektida uyurma toklar hosil bo'lish sxemasi.



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

Uyurma toklar metall ichida maydon manbaji tomondagi sirtqi qatlamda oqadi. Uyurma toklarning jadalligi va buyumda taqsimlanishi buyumning geometrik o'lchamlari va elektromagnit parametrlariga bog'liq. Buyumda nuqsonlar bo'lganida sirtqi qatlarning qarshiligi ortadi, bu esa uyurma toklarning bo'shashiga olib keladi, bu holatni g'altak-datchik qayd qiladi. Shunday qilib, elektromagnitli nazorat usullari buyumda hosil bo'ladigan uyurma toklar maydoni o'zgarishini qayd qilishga asoslangan.



6.9- rasm. Elektromagnit bilan nazorat qilish sxemasi.

**Nazorat uslubi.** Nazorat uslubi (6. 9- rasm) quyidagi asosiy operatsiyalarni o'z ichiga oladi:

1. Buyumni tashqi tomondan ko'zdan kechirish va nazoratni o'tkazishga xalaqit beruvchi nuqsonlarini yo'qotish.
2. Maydon hosil qiluvchi tizim *I* 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 skanerlash.
4. Nazorat natijalarini rasshifrovka qilish va buyum sifatini baholash.

Elektromagnit usuli aluminiy qotishmalarining nuqtali usulda payvandlangan chokklarini nazorat qilish uchun qo'llaniladi. Quyma o'zak mavjud bo'lganida uning zonasida elektr o'tkazuvchanlik  $\Delta 16$ , 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.

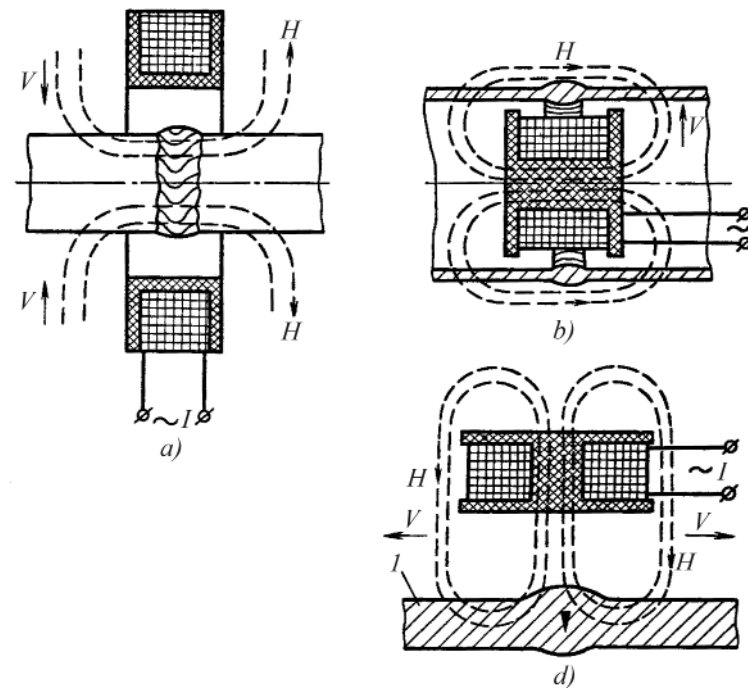
Elektromagnit usuli payvand choklarni nazorat qilishda hozircha keng qo'llanilmayapti, chunki chokning ayrim joylari va chok yaqinidagi joyning elektr o'tkazuvchanligi anchagina o'zgaradi, bu esa payvandlash nuqsonlarini aniqlashda katta xalaqitlarni yuzaga keltiradi.

**Usulning sezgirligi.** Elektromagnit usulining sezgirligiga datchik nazorat qilayotgan buyumning yuzasi orasidagi tirqish, shuningdek, 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 qator yangi imkoniyatlarini ochib beradi: bir tomonidan yaqinlashadigan galvanik, lok-bo'yoq, issiqlikni o'tkazmaydigan qoplama va pardalar qalinligini o'lchash, quvurlar, ichi bo'sh detallar hamda 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 materialining 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 qamrab olsa yoki uning ichiga kirgizilsa (6. 10- a va b rasm), qoplama 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).



6.10- rasm. Elektromagnit bilan nazoart 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'zgartkichning mutlaq sezgirligini oshiradi va magnit maydonining tarqalishini cheklash evaziga nazorat zonasini kichraytiradi.

Uyurma tokli o'tuvchi o'zgartkichlar (UTO'O') tashqi va ichki o'zgartkichlarga ajratiladi. O'tuvchi o'zgartkichlarning bunday

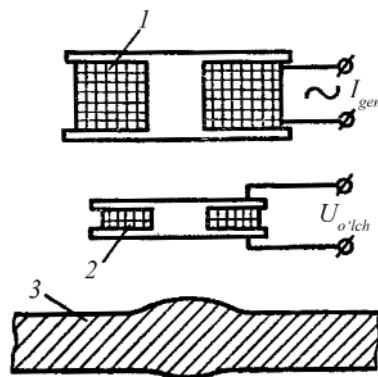
tasniflanishi ular nazorat jarayonida obyektning tashqarisidan o'tib, uni qamrashiga yoki obyekt ichidan o'tishiga asoslangan.

Quyva UTO'O', asosan, tekis yuzali obyektlar va murakkab shaklli obyektlar sifatini nazorat qilishda, shuningdek, atrofqa tarqalmaslik 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'tuvchi UTO'O'lar bilan quvurlarning ichki yuzasi hamda turli detallar teshiklarning devorlari nazorat qilinadi.

**O'tuvchi o'zgartkichli defektoskoplar.** Sifatni avtomatlashtirilgan, juda tez va kontaktsiz usulda nazorat qilishda o'tuvchi 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 roliklari, 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 unumdorligi tashish hamda yaroqsizga chiqarish qurilmalarining inertsiya bilan cheklanib, kamdan kam hollarda 3 m/sek dan oshadi.

Defektoskopning asosiy parametri sezgirlik bo'sag'asi berilgan shakldagi nuqsonning eng kichik o'lchamlari bilan belgilanadi, bunday o'lchamlarda signalning xalaqit nisbati ikkiga teng bo'la-



6.11- rasm. Elektromagnit maydoni parametrlarining qayd qilinish sxemasi:

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

di. Sezgirlik bo'sag'asi, odatda, turli shakldagi, masalan, quvurlar va chiviqlardagi har xil diametrli teshiklar ko'rinishidagi, simdagi bo'yama chiziqlar ko'rinishidagi sun'iy nuqsonlari bo'lgan kalibrangan namuna yordamida aniqlanadi. Real sezgirlik bo'sag'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 defektoskopning sezgirlik bo'sag'asi, odatda, ko'ndalang o'lcham (detailning diametri) foizida ifodalangan bo'yama 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 defektoskoplaridan foydalanilmoqda.

ИПП–1М defektoskopi potok usulida ishlab chiqarish sharoitida ferromagnit va noferromagnit metallar hamda qotishmalardan tayyorlangan 4–47 mm diametrli dumaloq va olti yoqli chiviqlar yuzasidagi nuqsonlarni aniqlash uchun mo'ljallangan. Bo'sag'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'sag'a nuqsonining chuqurligi – 0,05 mm.

Diametri 60 mm dan oshmaydigan payvandlab yasalgan ferromagnit quvurlar ЭЗТМ defektoskopi yordamida nazorat qilinadi. Uch o'ramli transformator tizimi ko'rinishida tayyorlangan o'tuvchi o'zgartkich kuyindilar, moylar mavjud bo'lganida yuqori haroratlar sharoitida qurilmaning ishonchli ishlashini ta'minlaydi. Defektoskop payvand chokdagi payvandlanmay qolgan joylarni aniqlaydi va gidrosinovlarni almashtirish uchun ishonchli asos bo'lib xizmat qiladi.

Materiallarining navlari, tur-o'lchamlari va markalari turli tuman 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, chiviqlar va simlarni nazorat qilish uchun muvaffaqiyat bilan foydalanilmoqda. Quvur va chiviqlar «Defektograf 2.181», «Defektovar 2.187», «Defektomat 2.189» asboblari bilan, 1000°C gacha qizdirilgan chiviqlar, simlar esa «Defektoterm 2.186» asbobi yordamida nazorat qilinadi. Ularning hammasi axborot modulatsion va proyeksiya usullarida chiqaradigan tuzilma-viy sxemalarga binoan ishlab chiqarilgan. Asboblarda kalta uyg'otuvchi g'altaklari bo'lgan o'tuvchi o'zgartkichlar to'plami bilan, «Defektovar» esa quvurlarning ichki yuzasini nazorat qilish uchun «Intratest 2.187.1» qurilmasi bo'lgan ichki o'tuvchi o'zgartkichlar tuplami bilan ta'minlangan.

**Quyma (qoplama) o'zgartkichli defektoskoplar.** Dumaloq kesimli uzun obyektlar (chiviqlar, quvurlar)ni nazorat qilish uchun obyekt atrofida aylanuvchi quyma o'zgartkichli defektoskoplar ishlatiladi. Ular jumlasiga ВД-40Н, ВД-41Н, ВД-43Н asboblari kiradi. Ular ferromagnit va magnit jihatidan bo'sh po'latlar hamda rangli metall va qotishmalardan tayyorlangan buyumlar yuzasidagi nuqsonlarni aniqlashga mo'ljallangan.

Yassi detallarni, yuzasining egriligi kichik bo'lgan buyumlarni nazorat qilish uchun obyekt yuzasiga parallel tekislikda aylanuvchi o'zgartkichi bo'lgan bir qancha ko'chma kichik defektoskoplar ishlab chiqarilgan. Bularning ichida eng ko'p qo'llaniladigani ЭДМ-65 dir. U aluminiy qotishmalaridan ishlangan detallarning tozalangan payvand choklari yuzasidagi nuqsonlarni aniqlash uchun mo'ljallangan.

Kallagining diametri nisbatan katta bo'lgan skanerlovchi defektoskoplardan murakkab shaklli buyumlarni nazorat qilishda foydalanish qiyin. Bunday hollarda, odatda, o'zgartkichining diametri

kichik bo'lgan, statik rejimda ishlaydigan ko'chma va kichik defektoskoplardan foydalaniladi. Bularning ichida eng ko'p qo'llaniladigani ДНМ va ВД-20НСТ turkumidagi defektoskoplardir. ДНМ turkumidagi asboblarda (ДНМ-15, ДНМ-500, ДНМ-2000) aluminiy va o'tga chidamli qotishmalardan tayyorlangan detallar yuzasining sifatini nazorat qilishga mo'ljallangan. ВД-20НСТ defektoskopi ferromagnit va noferromagnit materiallar yuzasidagi nuqsonlarni aniqlash uchun mo'ljallangan.

Mayda detallar (asosan, podshipniklar detallari)ni nazorat qilish uchun СК27-МДШ5, СК-39, СК-31, МДР-1, МДР-3 asboblari ishlab chiqarilgan bo'lib, ulardan muayyan tarmoqlarda foydalaniladi.

Xorijiy defektoskoplardan Ferster institutining «Sirkograf» va «Defektometr» turkumidagi turli modifikatsiyali asboblarda eng ko'p qo'llaniladi. «Sirkograf» turkumidagi asboblarda aylanuvchi quyma o'zgartkichli defektoskoplardan iborat. Bu asboblarda almashtiriladigan skanerlovchi kallaklar bilan ta'minlangan bo'lib, 20-120 mm diametrlidagi detallarni nazorat qilishga imkon beradi. Aylanish yuzasining shakli murakkab bo'lgan kalta detal va buyumlarni nazorat qilish uchun asbobga o'zgartkichlari erkin harakatlanadigan, maxsus tutqichlarga mahkamlangan taroq ulanadi. Quvurlarning ichki yuzasini nazorat qilish uchun «Sirkograf» aylanuvchi ichki o'zgartkichlar bilan ta'minlangan, ular ko'chmas yoki ko'chma (dastaki drel ko'rinishidagi) qurilmaga o'rnatilishi mumkin.

#### *Nazorat savollari:*

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

## VII BOB. KAPILLAR DEFEKTOSKOPIYA

### 7. 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 mikroskopdan 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 ishlov berish (xurushlash)dan iborat. Bunday ishlov 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.

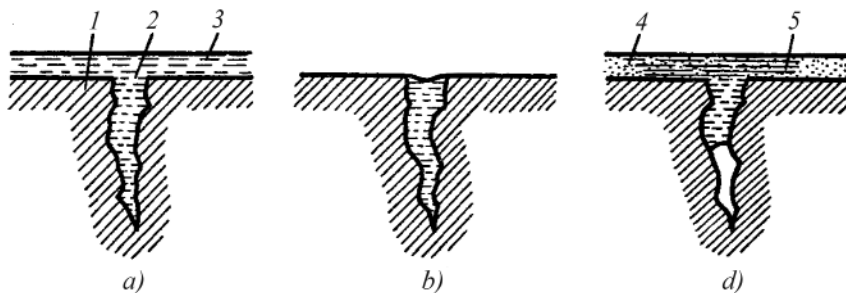
Ikkinchi usul nuqsonlarning yorug'lik berishini ularning yuzasini yorug'lik va rang jihatidan keskin farq qiluvchi maxsus indikator suyuqliklari – penetrantlar bilan to'ldirib o'zgartirishdan iborat.

Agar penetrant tarkibida luminescentlanuvchi moddalar, ya'ni ultrabinafsha rang yorug'lik bilan nurlantirilganida yorqin yorug'lanish beradigan modda bo'lsa, bunday suyuqliklari **luminescent suyuqliklari** deb, nazorat usuli esa **luminescent usuli** (luminescent 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. Tozalanaganidan, 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 qoladi. Nuqsonlarning aniqlanishini oshirish uchun, buyumning yuzasi penetrantdan tozalanaganidan so'ng, unga tez quriyidigan 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'la-to'kis, ammo ulardan kattaroq o'lchamlarda takrorlaydi. Bunday indikator izlarini optik vositalardan foydalanmasdan oddiy ko'z bilan ham ko'rish mumkin bo'ladi. Nuqson qancha chuqur, ya'ni unda penetrant nechog'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 paron teshiklarga va bir tomoni ochiq kanallarga tortilish qobiliyati kapillar defektoskopiya usullarining fizik asosi bo'lib xizmat qiladi. 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'lovchi suyuqlikning so'rilishiga sabab bo'ladi. Suyuqlikning kapillarga kirib borish chuqurligi suyuqlikning sirtqi taranglik koeffitsiyentiga to'g'ri mutanosib 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.



7.1- 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 indikator izi.

## 7. 2. Kapillar nazorat uslubi

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

**Buyumni nazorat qilishga hozirlash.** Bunda nazorat qilinadigan yuza barcha iflosliklar, lok-bo'yoq qoplamalaridan tozalanadi, moysizlantiriladi va quritiladi.

Yuzani tozalash uchun mexanik ishlov berish (silliqlash, jilvirlash, shaberlash va boshqalar) usullari qo'llanilib, keyin yuza 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 deformatsiyalangan 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 sezgirligini ko'p jihatdan belgilab beradi. Shu sababli hozirgi vaqtda yuqorida eslatilgan tozalash usullaridan tashqari, kelajagi juda porloq 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 luminessentlovchi moddalar yoki bo'yovchi moddalar, shuningdek, ingibitorlar, ya'ni oksidlash jarayonlarini to'xtatuvchi moddalar kiradi. Penetrantlar eng texnologiyabop, bexatar, alanga olmaydi va yuzadan oddiy yu-

vish orqali osongina ketkaziladi. Ammo osongina yuvib ketkazilishi ularning asosiy kamchiligidir, chunki bunda suyuqlikning bir qismi nuqsonlar bo'shliqlaridan ham chiqib ketadi, bu esa nazoratning sezgirliğini pasaytiradi. Shuning uchun bunday penetrantlar cheklangan holda ishlatiladi.

Asosi turli organik suyuqliklar (kerosin, skipidar, benzol, uayt-spirit 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 kerak.

**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 erituvchilar (kerosin, benzol va boshqalar), suv yoki ularning aralashmasida qorilgan (disperslangan) oq kukun ko'rinishidagi ochiltirgichdan foydalanishga asoslangan.

Metallga bo'yoq yoki lok qatlamini qoplashda pigmentlangan yoki tez quruvchi eritmadan (masalan, kollodiydan) iborat bo'lgan, indikator penetrantni shimib oladigan (sorbiylaydigan) ochiltirgichdan foydalaniladi.

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

7. 1- jadvall  
Keng ko'lamda foydalanish uchun tavsiya etiluvchi defektoskopik materiallar to'plami

To'planning tarmoq shifri	Shartli sezgirlik darajasi	Ish harorati, °C	Retseptura					
			Penetrantniki		Ochiltirgichniki			
			Tarkibi	Miqdori	Tarkibi	Miqdori		
Luminessent usuli								
ЛНОМ-А	I	20	Lyumogen №2 БНИИМ	20 g	Oq «Ekstra» nitroemali	30% (mas)	Spirit	80% (mas)
			Ditolilmetan	500 ml	Tibbiy kolodiy	30% (mas)	Emulgator, ОП-7	20% (mas)
			Spirit	400 ml	Atseton	40%	-	
			Emulgator, ОП-7	100 ml				
ЛНОМ-Б	II	20	Norjol А	15% (mas)	Bentonit	0,72-2,21% (mas)	Spirit	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 harorati, °C	Retseptura					
			Penetrantniki		Ochiltirgichniki		Tozagichniki	
			Tarkibi	Miqdori	Tarkibi	Miqdori	Tarkibi	Miqdori
Rangli usul								
ДК-1	I	20	Kerosin	800 ml	Spirit	500 ml	Suv	99% (mas)
(ЦТИТман)			Noriol 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)	Spirit, ОП-7	80 ml
(ЦТИТман)			ОП-7	10 ml	SV-102/50 ho'llagichi	4,2-4,5 ml	ОП-10	100 ml
			Spirit	100 ml	Etilenglikol	3,5-4,0 ml	-	-
			Spirit	90% (mas)	Suv	100 ml	Spirit	80% (mas)
Аэро-12А	I (luminescent)	0-40	Spirit	10% (mas)	Oq «Ekstra» nitroemali	30% (mas)	ОП-7	20% (mas)
	II (rangli)		ОП-7 Rodamin S	30 g/l	Tibbiy kolloidiy Aseton	30% (mas) 40% (mas)		

O'z-o'zidan ochiltirish usulida ikki variant bo'ladi. Kukunsiz (kristallofluorofor) variantda detal luminoforning organik kristallarining uchuvchan erituvchidagi eritmasiga botiriladi, keyin indikator suyuqlikdan chiqarib olinadi. Erituvchi tezda bug'lanib ketadi, luminofor kristallari esa nuqsonning chetlariga o'tiradi. Bu kristallar ultratovush nurlanishi ta'sirida yorqin luminessentlanadi. Butun detalning fonda yorug'lanishini bartaraf qilish uchun unga maxsus ingibitor eritmasi bilan ishlov beriladi, bu eritma yuzadagi luminessentsiyani 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 ochiltiradigan variantdir. Bunda shimdirish va tozalashdan keyin detal qizdiriladi, bu esa ochiltirishning o'rnini bosadi. Detal qizdirilganida, maxsus indikator suyuqlik nuqsonning bo'shlig'idan chiqib qotadi va ultrabinafsharang nurlanish ta'sirida luminessentlovchi indikator izini hosil qiladi.

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

ЦДda, asosan, suspenziyalar ko'rinishidagi kukunsimon sorbentlar va ochiltiruvchi oq loklar ishlatiladi. Lok ochiltirgichlarning sezgirliigi yuqoridir.

Aniqlanadigan nuqsonlarning o'lchamiga qarab DSt 18442-73 da sezgirlikning to'rtta shartli darajasi belgilab qo'yilgan (7. 2-jadval). 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 bilan quritilib, keyin buyumning yuzasi ko'zdan kechiriladi. Ko'zdan kechirish ikki marta ochiltirgich qoplanganidan keyin 5-20 daqiqa

o'tganidan so'ng amalga oshiriladi. ЛДda buyuum ultrabinafsharang nurlanish bilan yoritilgan holda ko'zdan kechiriladi. ЦДda ko'zdan kechirish elektr va kunduzgi yorug'likda olib boriladi. Ish o'rning yoritilganlik darajasi 500 lk dan kam bo'lmasligi lozim.

7. 2-jadval

**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 (1,5–2\*) lupalardan foydalaniladi. Aniqlangan indikator izi optik vositalar yordamida tekshiriladi.

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

Detal yuzasidagi indikator rasmi yuzaning turli shikastlanishlari yoki ifloslanishlari tufayli ham yuzaga kelgan bo'lishi mum-

kin. Nazoratchining vazifasi bu soxta nuqsonlarni haqiqiy nuqsonlardan turli qo'shimcha belgilarga ko'ra ajrata bilishdan iborat. Agar aniqlangan shtrixlar, chiziqlar va nuqtalarning miqdori hamda o'lchamlari joiz qiymatlardan ortiq bo'lsa, buyum yaroqsizga chiqariladi. Nazorat qilib bo'linganidan so'ng buyum yuzasi erituvchilar bilan artilib, yuvilib va boshqa usullar bilan ochiltirgichdan tozalanadi.

Nazorat chog'ida endigina paydo bo'layotgan, yo'qolib boradigan darajada ingichka mikrodarzlarni aniqlashga katta e'tibor qaratiladi. Bunday mikrodarzlar gazosorbtsion usulda aniqlanishi mumkin. Yuzasidagi nuqsonlar bo'shliqlarini havo molekulalaridan holi qilish uchun buyum vakuum kamerasiga joylanadi. Keyin kameraga radioaktiv kripton–85 gazi kiritiladi. Bunda yuzadagi nuqsonlar gaz molekulalarini yutib oladi. Keyin buyum kameradan olinib, yuzasiga nurlanish detektor (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 kameralaridan foydalanib yirik buyumlarning uzun payvand birikmalarini nazorat qilish mumkin.

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

ЦД uchun, ishlar hajmi kichik bo'lganida, ДМК–4, ДАК–2Ц 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 penallar hamda lupalar joylashtirilgan. 7 kg og‘irlikdagi defektoskopning gabarit o‘lchamlari uncha katta emas: 430 × 250 × 200 mm.

Buyumlarni sexlar va laboratoriyalarda stendlarda nazorat qilish uchun qator operatsiyalarni avtomatlashtirish va mexanizatsiyalashtirishga 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.

## VIII BOB. SIZISHNI IZLASH BILAN NAZORAT QILISH

### 8. 1. Sizishni izlash bilan nazorat qilishning tasnifi

Tutash turdagi buyumlar (idishlar, o‘tkazgich kuvurlar)ga qo‘yiladigan asosiy foydalanish talablari devorlari va payvand birikmalarining o‘tkazmovchanligi, ya‘ni zichligi (germetikligi) dir. **Germetiklik** 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 asboblar sizishni izlagichlar hamda boshqa qayd qilish vositalari 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 joylar, 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 bilan shartli ravishda baholanadi. Sizishni izlash bilan nazorat qilish DSt 18353–73 ga muvofiq kapillar, kompression va vakuum usullariga 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 obyektlarning 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 yoʻnalishi va qiymati qobiqning materiali deformatsiyalanishi hamda sizish paydo boʻlishi mumkinligi sababli imkon qadar ish bosimiga mos kelmogʻi lozim.

8. 1- jadval

**Germetiklik sinflari**

Germetiklik sinflari	Havo boʻyicha aniqlanadigan quyilishlar (nuqsonlar) diapazoni		Sizishni izlash usuli	Sinov moddasi	Indikator
	sm <sup>2</sup> /yil	m <sup>3</sup> · Pa/s			
I	2 · 10 <sup>-2</sup> dan boshlab	3,76 · 10 <sup>-3</sup> dan boshlab	Geliyli kamera, vakuumli soʻrgʻich	Geliy	Mass-spektrometr
II	2 · 10 <sup>-1</sup> dan ortiq	3,75 · 10 <sup>-2</sup> dan ortiq 7,51 · 10 <sup>-1</sup> gacha	Geliy shchup Luminescent-gidravlik	= Suv+penetrant	Shuning oʻzi Sizma va yoritish
III	2 dan ortiq 4 gacha	3,75 · 10 <sup>-1</sup> dan ortiq 7,51 · 10 <sup>-1</sup> gacha	Indikator-luminescent qoplamali gidravlik	Suv+penetrant	Sizma va indikator tasma hamda massada yoritish
IV	4 dan ortiq 2 · 10 <sup>3</sup> gacha	7,51 · 10 <sup>-1</sup> dan ortiq 3,75 · 10 <sup>-2</sup> gacha	Galoidli shchup Rangli va luminescent kapillar	Freon – havo aralashmasi	Asbob
V	2 · 10 <sup>3</sup> dan ortiq	3,75 · 10 <sup>-2</sup> dan ortiq	Kerosin bilan sinash Pufakchalarga qarab Havo bilan siqish	Penetrant Kerosin Havo, azot Shuning oʻzi	Dogʻlar, yorugʻlanish Oq fonda dogʻlar Pufakchalar =

**8. 2. Kapillar usullar**

Kapillar nazorat usullari hoʻllash qobiliyati yuqori boʻlgan suyuqlikning parron nuqsonlarga kapillar kirish hodisasiga asoslangan. Nazorat qilishda, buyumning iflosliklardan tozalangan bir yuzasiga kirib boradigan suyuqlik, masalan, kerosin moʻl qilib surtiladi, ikkinchi yuzasiga esa tarkibida 1 l suv hisobiga 350–480 g yanchilgan boʻr (yoki kaolin) boʻlgan boʻr suvoq koʻrinishidagi shimiluvchi qoplama qoplanadi.

Shu holatda maʼlum vaqt tutib turilganidan soʻng, nazorat qilinayotgan birikma koʻzdan kechirilib, boʻr suvoqdagi sariq kerosin dogʻlari boʻyicha parron nuqsonlar aniqlanadi. Kerosin dogʻlari aniqlanishini yaxshilash uchun koʻpincha yorqin qizil boʻyovchi moddalar (masalan, 1 l kerosinga 2,5 g hisobida «sudan – III») yoki luminescentlanuvchi moddalar qoʻshiladi. Kerosin bilan sinash usuli samarali boʻlib, diametri 0,1 mm dan katta boʻlgan parron nuqsonlarni aniqlash imkonini beradi. Baʼzan nazoratning sezgirli-gi va unumdorligini oshirish uchun sinalayotgan buyumning yuzasi kerosin bilan hoʻllanganidan soʻng, 0,3–0,4 MPa bosim ostida siqilgan havo bilan puflanadi. Bunday ortiqcha bosim ostida kerosin nuqsonning boʻshliqlariga osonroq va tezroq kiradi.

*Kerosin bilan sinash usuli* suyuqlik solinadigan idishlar, neft rezervuarlari, sisternalar va payvand choklariga ikkala tomondan yaqinlashish mumkin boʻlgan boshqa buyumlarning payvand birikmalarini nazorat qilishda qoʻllaniladi.

Sizishni izlashning boshqa kapillar usullari penetrantlar – boʻyovchi moddalar (rangli usul) yoki luminoforlardan (luminescent usuli) foydalanishga asoslangan.

**8. 3. Kompresion usullar**

Kompresion nazorat usullari sinalayotgan buyumda (tutash tizimda) sinov moddasi (suyuqlik yoki gaz)ning ortiqcha bosimini

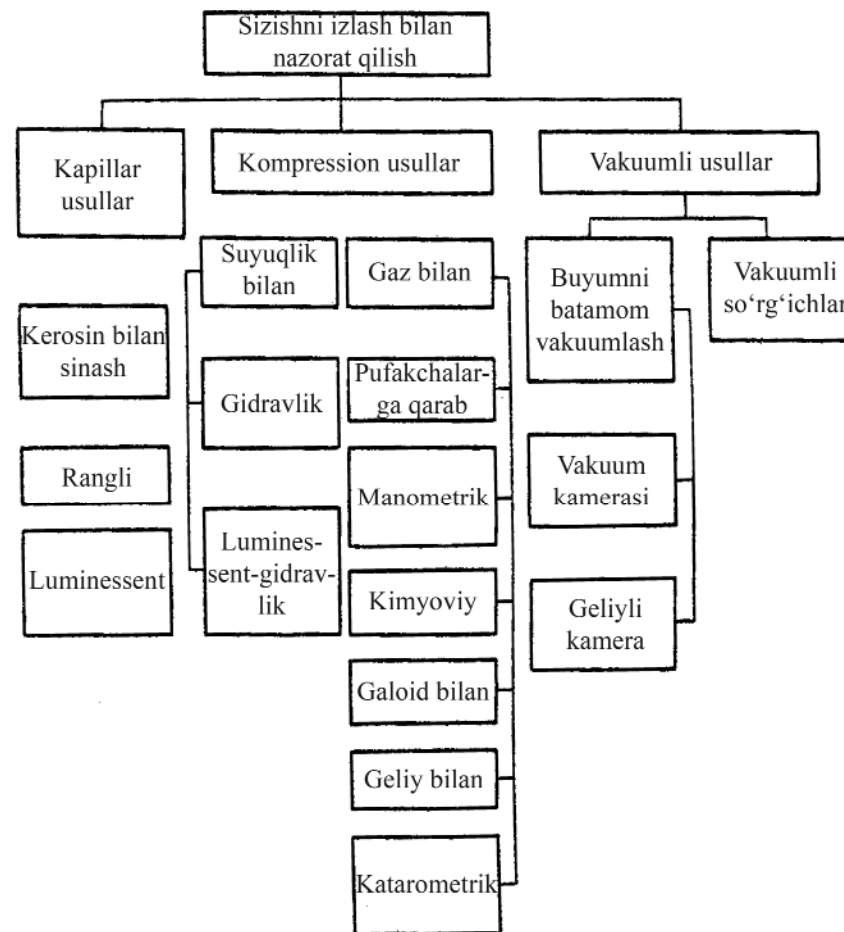
hosil qilish va buyumning tashqi yuzasida sinov moddasi sizayotgan joylarni qayd qilishga asoslangan. Sinov moddasining turiga qarab, suyuqlik va gaz bilan sizishni izlash usullari farq qilinadi.

**Suyuqlik bilan sizishning izlash usullari.** Sizishni izlashning 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, zichlanadi, keyin gidravlik nasos yordamida unda ortiqcha bosim hosil qilinadi va ana shu bosim ostida ma‘lum vaqt tutib turiladi. Shundan 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 ultratovush 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‘likda ko‘zdan kechiriladi.

Gidravlik nazorat usulida nuqsonlar yaxshiroq aniqlanishi uchun ba‘zan 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‘lanish ko‘rinishida namoyan bo‘ladi.

Gidravlik sinovlarni o‘tkazishda buyumda hosil qilinadigan bosimni to‘g‘ri tanlash muhim jihat sanaladi. Odatda, zichlikka sinash 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.

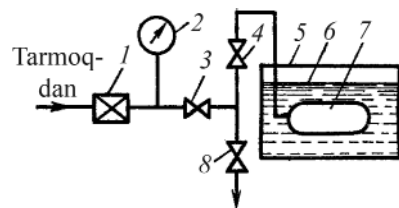


8.1.- rasm. Sizishni izlash bilan nazorat qilish usullari.

Gidravlik usul ba‘zan ochiq idishlar, chunonchi, tindirgichlarni sinash uchun ham qo‘llaniladi. Bu holda idishlar ularga suyuqlik quyish, taqillatib ko‘rish va choklarining tashqi yuzalarini ko‘zdan kechirish yo‘li bilan nazorat qilinadi.

**Gaz bilan sizishni izlash usullari.** Bu usullar suyuqlik bilan izlash usullariga nisbatan sezgirroqdir, chunki sinov moddalari –

gazlar parron nuqsonlar orqali osonroq o'tadi. Nazoratning gazli usullari faqat tutash (berk) idishlarni sinash uchun qo'llaniladi. Gazli usullarning eng oddiysi *pufakchali usul* bo'lib, u, masalan, havo yordamida ortiqcha bosim hosil qilingan buyumni suvli vannaga botirish va sizish joylarini paydo bo'layotgan pufakchalarga qarab aniqlashdan iborat (8. 2- rasm). Agar buyum katta bo'lsa va vannaga sig'masa, u holda buyumning tashqi yuzasiga ko'pik hosil qiluvchi modda (sovun eritmasi)



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

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

qoplanadi va sizish joylari sovun pufakchalariga qarab qayd qilinadi. «Lotos», «Ladoga» va boshqa sirt-aktiv moddalar hamda namlikni tutib turuvchi komponent xrompikli (0,01%) glitserin (90% gacha) ko'pik indikatorining asosi bo'lib xizmat qiladi. Pufakchali usul  $10^{-3}$  mm gacha diametrlil ancha mayda sizish joylarini aniqlashga imkon beradi.

*Kimyoviy kompression usullar* sinov moddasining kimyoviy sizishlarini sinalayotgan buyumning tashqi yuzasiga qoplangan indikator qatlam bilan indikatsiyalash uchun foydalanishga asoslangan.

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

Sinov moddasi sifatida  $SO_2$  dan foydalanilganida chokning tashqi 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 fonidagi rangsiz dog'lar ko'rinishida namoyon bo'ladi.

*Zichlikni gaz-luminessent usulida* nazorat qilish juda texnologiyabopdir. Idish tuzsizlantirilgan sinov gazi, masalan,  $SO_2$  va ammiak bilan to'yingan suv bilan to'ldiriladi. Tekshirilayotgan buyumning tashqi yuzasiga shimiluvchi indikator qoplama surtiladi, qoplamaning tarkibida sinov gazi bilan to'qnash kelganida yangi indikatorni hosil qiluvchi kimyoviy moddalar bor bo'lib, bu indikator ultrabinafsharang nurlanishda fluoressensiyalaydi.

Kompression nazorat usullarining eng oddiysi *manometrik usuldir*. Mazkur usul idishning zichligi buzilganida uning ichida sodir 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 platina diod ko'rinishidagi sezgir element mavjud bo'lib, elementning zondi va kollektori  $800-900^{\circ}C$  gacha qizdirilgan va bir-biridan havo yoki vakuumdan iborat oraliq bilan ajratilgan bo'ladi.

Ana shu oraliqqa freon molekulari tushganida, diod orqali o'tayotgan elektr toki keskin ortadi, buni strelkali asbob qayd qiladi. Sanoatda ГТИ-6 va БГТИ-5 turidagi galoid bilan sizishni izlagichlar ishlab chiqariladi, ular bir-biridan konstruksion ijrosi

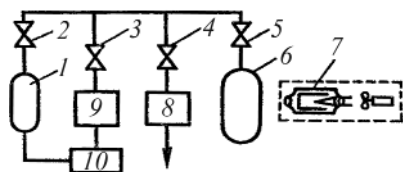
bilan farq qiladi. Keyingi paytlarda freonni kimyoviy reaksiyalar masalan, ammiak bilan reaksiyaga kirishishi natijasida uning parchalanish mahsullari bo'yicha indikatsiyalashning sezgirroq usullari qo'llanilayotir.

ГТИ-6 turidagi sizishni izlagich atmosfera sharoitida ishlash uchun mo'ljallangan datchigi bo'lgan chiqarma shchupdan va strelkali asbobi hamda tovush indikatori telefoni bo'lgan o'lchash blogidan tuzilgan. Asbobda asosiy atmosfera datchikidan tashqari, vakuum datchigi, oqimi rostlanadigan chiqarma puflagich va qayd qiluvchi blok bor.

БГТИ-5 turidagi sizishni izlagich akkumulatorlar batareyasidan avtonom ravishda ta'minlanadi va uzun buyumlarni montaj va dala sharoitida sinashda juda qulaydir.

Amaliyotda galoid bilan sizishni izlashda, odatda, shchup usulidan foydalaniladi (8. 3- rasm). Tutash idishda freon-12 atmosferasining biroz ortiqcha bosimi hosil 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 sinov moddasi vazifasini molekular massasi kichik va, binobarin, juda mayda nozichliklardan kirish qobiliyati yaxshi bo'lgan geliy gazi o'taydi. Gaz mass-spektrometr vositasida indikatsiyalanadi. Sinalayotgan buyumdagi parron nozichliklardan o'tgan geliy  $665 \cdot 10^{-6}$  Pa ga teng yuqori vakuum hosil qilingan mass-spektrometrning kamerasiga kelib tushadi. Magnit maydonida turgan kamera latun



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

1 – freonli ballon; 2–5 – ventillar; 6 – nazorat qilinayotgan buyum; 7 – galogen bilan sizishni izlashda ishlatiladigan atmosfera 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 molekulari qizigan katod emittatsiyalayotgan elektronlar oqimi ta'sirida ionlanadi va zaryadli musbat ionlarga aylanadi. 300–400 V kuchlanishli elektron maydoni tezlashtirayotgan ionlar mass-spektrometrning kamerasiga kelib tushadi va magnit maydoni ta'sirida doiraviy harakat trayektoriyasiga ega bo'ladi. Massasiga qarab ionlar turli radiuslarda harakatlanadi. Ionlarning harakat yo'lida joylashgan diafragmalar faqat geliy ionlarini ajratib chiqaradi, bu ionlar kollektorga 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 imkonini beradi. Zichlikni geliyli shchup bilan nazorat qilish sezgirli-gi  $10^{-6}$  mm<sup>3</sup> MPa/sek ga yetadi.

Sanoatda mass-spektrometrik geliy bilan sizishni izlagichlarning bir necha turi ishlab chiqariladi. Ular, asosan, vakuumli so'rilma tizim, mass-spektrometrik analizator (mass-spektrometr) va elektron blokdan tashkil topadi. Sezgirli-gi (qayd qiladigan eng kam geliy oqimi)  $6,5 \cdot 10^{-9}$  mm<sup>3</sup> MPa/sek bo'lgan ПТИ-7A turidagi ko'chma sizishni izlagich eng ko'p ishlatiladi. Sizishni izlagichning vakuumli tizimi mexanik (BH-461M) va bug'-moyda ishlaydigan (HBO-40M) nasoslardan suyuq azot bilan sovitiladigan tutkich va ventillardan tuzilgan. Tutkich moy bug'lari nasosdan presspektrometr kamerasiga o'tishiga to'sqinlik qiladi. Hozirgi vaqtda sezgirli-gi anchagina yuqori bo'lgan geliy bilan sizishni izlagichlar (ПТИ-10)dan tobora keng foydalanilmoqda. Unda elektron avtomatik potensiometr-ga chiqish simi bor. Sizishni izlagich kalibrlangan geliy sizmalari bilan ta'minlangan bo'lib, ular uni sozlash uchun xizmat qiladi.

Gazli infraqizil sizishni izlagichlarning kelajagi porloq. Ularda tahlil qilinadigan komponent infraqizil nurlanishining tanlab yutilishiga asoslangan gazlarni indikatsiyalash usullaridan foydalaniladi. Har xil gazlarning yutilish infraqizil spektrlarining o'ziga

xosligi selektiv priyomniklardan foydalanib, usulning yuqori darajada sezgirligi va tanlovchanligini ta'minlaydi. U juda universaldir, chunki ko'pgina bug'lar va gazlar, masalan, azot, karbonat anhidrid gazi zarralari miqdorini aniqlash, ana shu miqdorlarning keng doirasida o'lchash, bir necha soniya darajasida tezkorlikka erishish, asboblari (ИГТ-1, ИГТ-2)ning nisbatan oddiy va kichik hajmli konstruksiyalarini yaratish imkonini beradi.

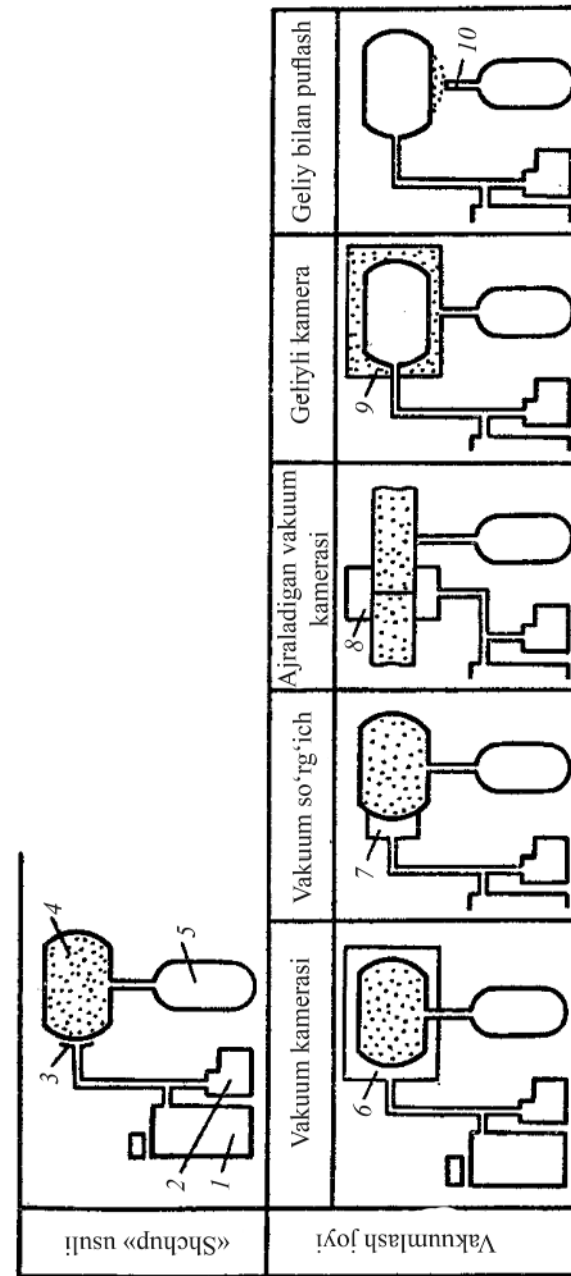
ТII-7102 turidagi *katarometrik (gazoanalitik) sizishni izlagich* sinov gazlari (vodorod, geliy)ning atmosferaga sirqiyotganini indikator muhitning issiqlik o'tkazuvchanligi o'zgarishiga qarab qayd qiladi. U ikkita yelkasiga ikkita sezgir element ulangan Uitson ko'prigi sxemasiga muvofiq yig'ilgan bo'lib, bu elementlar sizishni izlagich datchigi ichida joylashgan. Ulardan biri sizishni nazorat qiladi, ikkinchisi esa taqqoslash elementi hisoblanadi va o'zgarmas tarkibli gaz muhiti bilan qurshalgan bo'ladi.

Nuqsonlardan gaz sirqiganida, ortiqcha bosimlarda ultratovush tebranishlari yuzaga keladi, ularni asboblari bilan qayd qilish mumkin. Ultrotovushli sizishni izlagichlarning sezgirligi nisbatan kichik bo'lib, ulardan, masalan, magistral asosiy gaz quvurlaridagi sirqish joylarini aniqlashda foydalaniladi.

#### 8. 4. Vakuum bo'yicha izlash usullari

Vakuum bo'yicha sizishni izlash usuli nazorat qilinadigan buyumning tutash hajmida vakuumning pasayishini yoki ana shu hajmda paydo bo'lgan sinov gazi molekularini qayd qilishga asoslangan. Vakuum bo'yicha izlash usulining sezgirligiga buyum bo'shlig'ining kir, moylar va hokazolardan tozalanganlik darajasi kuchli ta'sir qiladi. Nazorat qilishdan oldin buyumning yuzasi erituvchilar bilan bir necha marta yuviladi va artiladi, ayrim hollarda esa yaltiraguncha silliqiladi.

Buyumning tuzilishi va shakliga qarab nazoratning bir necha prinsipial sxemalari qo'llaniladi (8. 4- rasm). *Geliyli kamera va vakuumli so'rg'ichlar* bilan nazorat qilish eng keng tarqalgan.



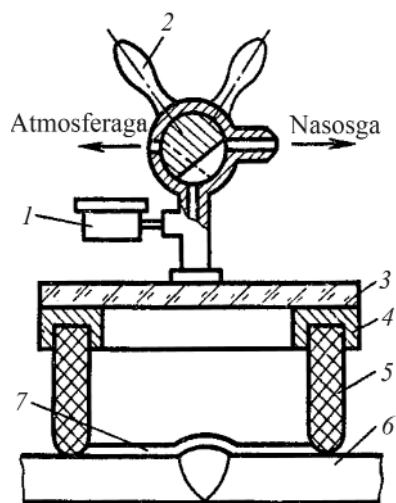
8.4- rasm. Vakuum yordamida sizishni izlashning prinsipial sxemalari:

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'punchasi.

Birinchi holda nazorat qilinadigan buyum geliy bilan to'ldirilgan kameraga joylanib, zarur bosimgacha vakuum hosil qilinadi va zichligi buzilgan buyum ichida geliy ionlarining paydo bo'lishi asbob bilan qayd qilinadi. Ikkinchi holda ma'lum ortiqcha bosim bilan geliy to'ldirilgan buyumning tashqi yuzasiga 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 sinfiga qarab tanlanadi. Masalan, atom energetikasida foydalanish sharoiti va ta'mirlash imkoniyatlariga qarab hamma uskunalar beshta zichlik sinfiga ajratiladi (8. 1-jadval). Zichlik sinflarining har biriga sezgirlik darajasiga bog'liq holda muayyan sinov usullari mos keladi. 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'lishini ta'minlovchi avtomatlashtirilgan stendlar yaratilib, amalda qo'llanilayotir.



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

1 – vakuummetr; 2 – uch yo'lli jo'mrak (ikki holatda); 3 – organik 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 VKTM-2 qurilmasining unumdorligi soatiga 3000 tagacha mayda detallarga yetadi. Manometrik qurilmalar tuzilishiga ko'ra oddiyroq hisoblanadi. Zavod sharoitida siqilgan havo magistrali mavjudligi, kamyob bo'lmagan standart pnevmatik boshqarish apparatlaridan foydalanish mumkinligi ulardan foydalanishni osonlashtiradi. Mazkur qurilmalar oziq-ovqat, avtomobil, mashinasozlik sanoatida keng tarqalgan.

Yuqori unumli avtomatlashtirilgan qurilmalar buyumlarning zichligini nazorat qilish uchun yangi usullar va asboblari yaratilishini talab qiladi.

Lazerli gazoanalitik usullar, golografik interferometriya, elektron ushlab detektorlari, yupqa plyonkali yarimo'tkazgichli detektorlar 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.

## **IX BOB. PUTUR YETKAZMAYDIGAN NAZORATNING ZAMONAVIY USULLARI**

### **9. 1. Akustik-emission 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 «Sanoatgeokonteksnazorat» 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 Qoidalarini», ya'ni «STH 16-50-09» («Sanoatgeokonteksnazorat» 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, tekshirilayotgan 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 bosimi-

dan 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 chiqayotgan shovqinni, balki metallning oqish chegarasiga yaqin bo'lgan mexanik kuchlanishlarning mavjud joylarini kompyuter displeyida ko'rsatib beradi. Undan so'ng aniqlangan joylarni putur yetkazmaydigan 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'stinlik qilayotgan sabablar:

– apparatura chetdan keltiriladi (asosan, Rossiya Federatsiyasidan) 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.

### **9. 2. Metallarning magnit xotirasi usuli**

Hozirgi davrda asta-sekin o'ziga yo'l ochayotgan usullardan yana biri – bu metallarning magnit xotirasi usulidir. Ushbu usulning ham tarafdorlari, ham tadqidchilari bor. Shunga qaramay, Rossiya 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 standartlarini amaliyotga kiritildi va 2013- yili fevral oyida Moskva shahrida ushbu usul bo'yicha xalqaro simpozium bo'lib o'tdi. Ushbu usulning asoschisi deb texnika fanlari doktori, professor A. A. Dubovni 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 Moskvadagi simpoziumda qatnashib, u yerda malakasini oshirib, «O'zstandart» agentligidan yuqorida ko'rsatilgan standartlarni O'zbekistonda amalga kiritishni so'rab, murojaat qilishgan. Hozir bu masala ko'rib chiqilmoqda.

O'zbekistondagi korxonalaridan «ЛУКОЙЛ Uzbekistan Operating 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 usuliga yaqinroq keladi, chunki u metallarning kristallik panjarasidagi nuqsonlarning magnit xossalarga ta'sir etish xususiyatiga asoslangan.

Uskunalarining ishlay olish qobiliyatini tezkor usullar yordamida 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 vaznini kamaytirish maqsadida ishlab chiqaruvchilar ularning metall qismini yupqa metallardan yasab, ustiga kompozit qatlam qoplash-

moqda. Ushbu kompozit qatlamning mustahkamligi, ya'ni tortishga 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 davrning birinchi galdagi vazifasidir. Yuqorida aytib o'tilgan ikki yangi usul ushbu masalani yechish uchun ayni yaroqli va ular sinab ko'rilmogda. Ammo hozircha ishonarli, qaytariladigan natijalarga erishilgani yo'q.

### 9. 3. Issiqlikni ko'rish usuli

Ushbu usuldan, eng avvalo, energetika sohasida foydalanila boshlandi. Sababi teplovizorlar (ushbu usulda ishlatiladigan asboblari), 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 topishda foydalanildi, chunki yoriqlar va nuqsonli joylardan binodagi issiqlik sizib chiqadi va bu holat ham teplovizor ekranida namoyon bo'ladi.

Hozir esa ushbu usul sanoatda payvand chokklarini tekshirishda, hattoki tibbiyotda ham tarqalib ketmoqda.

Ushbu usulning eng katta «kamchiligi» – teplovizorlarning barcha usul asboblari eng qimmatligidir. Ushbu usul bo'yicha ham xodimlarni hozircha faqat chet elda o'qitib, sertifikatlash mumkin.

#### 9. 4. Tebranishlarni aniqlash (vibrodiagnostika)

Katta tezlikda aylanadigan moslama va uskunalardagi biror bir kichik nuqson ham aylanish tezligi yuqori bo'lganligi sababli podshipniklar va boshqa detallarning tez ishdan chiqishiga olib keladi. Bunday misollar qilib issiqlik elektr stansiyalaridagi generatorlarning rotorlarini, katta bosimda gazlarni uzoq masofalarga quvurlar 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. Qibraydagi Toshkent issiqlik elektrostansiyasidagi vibrodiagnostlar guruhi respublikamizdagi eng malakali mutaxassislardan tashkil topgan va ular energetika sohasida asosli ravishda katta obro'ga ega.

#### 9. 5. Texnik endoskopiya

Oldinlari ushbu ibora faqat meditsinaga taalluqli deb tushunilar edi. Hozir esa katta bosimda ishlaydigan idishlar yoki quvurlar ichini ko'rish uchun ushbu asboblarning zarur bo'lib qoldi. Ushbu mitti asboblarning ba'zilari 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. Shunga 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.

#### **X BOB. PUTUR YETKAZMAYDIGAN NAZORAT TIZIMINI SHAKLLANTIRISH VA RIVOJLANTIRISH KONSEPSIYASI**

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 shakllantirish va rivojlantirish konsepsiyasining asosiy vazifalari.
- III. Mahsulot sifatini ta'minlashda putur yetkazmaydigan nazoratning roli.
- IV. Sanoatva radiatsiya xavfsizligini ta'minlashda putur yetkazmaydigan nazoratning roli.
- V. Putur yetkazmaydigan nazorat tizimini qurish.
- 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 sifatida «Putur yetkazmaydigan nazorat tizimi tuzilmasi».

## I. Umumiy qoidalar

Sanoat ishlab chiqarishi sohasidagi 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 afzalliklar beradi.

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

Putur yetkazmaydigan nazorat tizimini shakllantirish va rivojlantirish 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 rivojlantirish konsepsiyasining huquqiy asosini O'zbekiston Respub-

likasi Konstitutsiyasi, mexnatni 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 hokozolar 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 rivojlantirish 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 rivojlantirish 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 qoidalari va tartib-qoidalarini 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 tekshirish imkonini beradi, keyinchalik qayta ishlash uchun mahsulotning yaroqli qismini tanlab olish imkonini beradi va ishlab chiqarilayotgan buyumlarning sifatini kafolatlaydi.

Texnologik jarayonning har xil bosqichlarida putur yetkazmaydigan sinovlarni muntazam o'tkazish va ushbu sinovlar natijalarini

statistik qayta ishlash nuqsonlar paydo bo'ladigan texnologik jarayonlar bosqichini aniqlash va, tegishlicha, nuqsonning sabablarini aniqlash va bartaraf etish imkonini beradi.

Murakkab texnologik jarayon sharoitlarida tayyor detallar sifatini qayd etadigan putur yetkazmaydigan nazorat jarayoniga tuzatish kiritishning faol usuliga aylanadi. Ishlab chiqarish avtomatlashtirishi sharoitlarida nazoratning tuzatuvchi roli, ayniqsa, oshadi.

Shunday qilib putur yetkazmaydigan nazorat usullaridan oqilona foydalanilgan taqdirda ular texnologik jarayonni takomillashtirishning 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 transporti, bosim ostida ishlaydigan idishlar, quvur tarmoqlari, elektr stansiyalari, ko'priklar, binolar va inshootlarning tayanch konstruksiyalari, 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, rekonstruksiya qilish, montaj qilish, qurish va sanoat xavfsizligi ekspertizasi sifati, radiatsiya xavfini o'z vaqtida aniqlash bilan bog'liq sanoat va radiatsiya xavfsizligini ta'minlashning asosiy omillari-

dan biri sifatida putur yetkazmaydigan nazoratning roli va ahamiyati 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 va halokatlar ehtimolining oldini olish 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 belgilarni aniqlash va o'rganish, shuningdek, normal ish rejimi buzilishining 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 yetkazmaydigan nazoratga asoslangan texnik diagnostika usullari texnika qurilmalari, binolar va inshootlar ish qobiliyati va xavfsizligini nazorat qilish jarayonlarini oqilonatashkil etish uchun qo'llaniladi.

Texnik diagnostika ish sharoitlarida konstruksiyalar, mexanizmlar 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 qobiliyati va ishonchliligini prognozlashtirish imkonini beradi.

Putur yetkazmaydigan nazorat tizimi xavfli ishlab chiqarish obyektlarida e'lonlanadigan va ishlatiladigan texnika qurilmalari, binolar va inshootlardan foydalanish xavfsizligi darajasini oshirishda muhim bo'g'in, tashkil etilishi «Xavfli ishlab chiqarish obyektlarining sanoat xavfsizligi to'g'risida»gi O'zbekiston Respublikasi Qonunini amalga oshirishning yo'nalishlaridan biri hisoblangan Sanoat xavfsizligi ekspertizasi tizimining instrumental ishonchli isbotlovchi bazasini ta'minlashning asosi hisoblanadi.

## 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, texnik va me'yoriy-huquqiy bazaga ega bo'lgan tizim Putur yetkazmaydigan nazorat tizimi hisoblanadi. Putur yetkazmaydigan tizim laboratoriyalari va ularning xodimlari, metodik hujjatlari va vositalari putur yetkazmaydigan tizim subyektlari hisoblanadi.

Quyidagilar putur yetkazmaydigan nazorat tizimining asosiy qatnashchilari hisoblanadi:

– «O'zstandart» agentligi – «Metrologiya to'g'risida»gi O'zbekiston 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;

– «Sanoatgeokonteksnazorat» davlat inspeksiyasi – sanoat xavfsizligi sohasida xavfli ishlab chiqarish va radiatsiya-xavfli obyektlarda putur yetkazmaydigan nazoratni amalga oshirishning majburiy me'yorlari va qoidalarini belgilaydigan, putur yetkazmaydigan nazorat laboratoriyalariga xavfli ishlab chiqarish obyektlarida putur yetkazmaydigan nazorat ishlarini bajarishga ruxsatnomalar beradigan maxsus vakolatli davlat organi;

– «Sanoatgeokonteksnazorat» 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'qitadigan akkreditatsiya qilingan o'quv markazlari (O'M);

– putur yetkazmaydigan nazorat sohasida mutaxassislardan malka imtihonlari oladigan akkreditatsiya qilingan imtihon markazlari (IM);

– putur yetkazmaydigan nazorat xodimlarisertifikatsiyasi bo‘yicha akkreditatsiya qilingan organ;

– putur yetkazmaydigan nazoratning sertifikatsiyalangan xodimlari;

– o‘z faoliyatida putur yetkazmaydigan nazorat vositalaridan foydalanadigan tashkilotlar.

Putur yetkazmaydigan nazorat tizimi qatnashchilarining faoliyati ular to‘g‘risidagi tegishli nizomlar bilan belgilanadi.

Putur yetkazmaydigan nazorat tizimi tuzilmasi ilovada keltirilgan.

#### **VI. Putur yetkazmaydigan nazorat tizimini boshqarish**

Putur yetkazmaydigan nazorat tizimini boshqarish xalqaro, davlatlararo va milliy normativ hujjatlarning asosiy qoidalari hisobga olingan holda O‘zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari talablaridan kelib chiqib amalga oshirilishi hamda ilg‘or ilmiy-texnik ishlanmalarga 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 ularning muvofiqligini tasdiqlashga asoslangan.

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

#### **VII. Putur yetkazmaydigan nazorat tizimini shakllantirish va rivojlantirishning asosiy yo‘nalishlari**

Putur yetkazmaydigan nazorat tizimini shakllantirish va rivojlantirish quyidagi yo‘nalishlarda amalga oshiriladi:

1) Putur yetkazmaydigan nazorat tizimida quyidagilarni:

– putur yetkazmaydigan nazorat sohasida xodimlarni;

– putur yetkazmaydigan nazorat laboratoriyalarini;

– putur yetkazmaydigan nazorat bo‘yicha metodik hujjatlarni;

– putur yetkazmaydigan nazorat vositalarini baholash va ularning 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 yo‘sinida tekshirish.

#### **VIII. Putur yetkazmaydigan nazorat tizimini shakllantirish va rivojlantirishning ustuvor chora-tadbirlari**

Quyidagilar putur yetkazmaydigan nazorat tizimini shakllantirish va rivojlantirishning ustuvor chora-tadbirlari hisoblanadi:

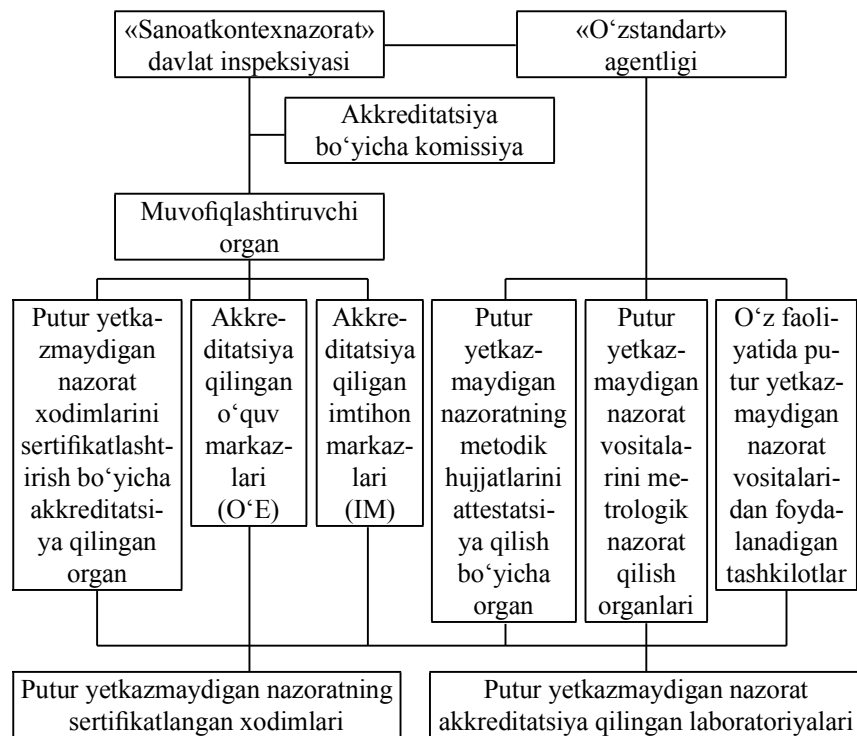
1) Putur yetkazmaydigan nazorat tizimining zarur normativ hujjatlar ishlab chiqilishi va tasdiqlanishini, shuningdek, xavfsizlik qoidalari hamda «Sanoatgeokonteksnazorat» davlat inspeksiyasi va «O‘zstandart» agentligining boshqa hujjatlari dolzarblashtirilishini nazarda tutadigan tashkiliy tuzilmasini tashkil etish;

2) Sanoat xavfsizligi ekspertizasi tizimini, shu jumladan, putur yetkazmaydigan nazorat tizimini shakllantirish va joriy etish bo‘yicha me‘yoriy-huquqiy va normativ texnik hujjatlarni ishlab chiqish;

3) Putur yetkazmaydigan nazorat tizimini joriy etish bo‘yicha tashkiliy chora-tadbirlarni ishlab chiqish va amalga oshirish.

## VIII. Konsepsiyaga ilova

### Putur yetkazmaydigan nazorat tizimi tuzilmasi



«O'zbekiston Respublikasi Qonuni hujjatlari to'plami», 2008-yil, 50- son, 496- modda.

#### **Nazorat savollari:**

1. Putur yetkazmaydigan nazorat tizimini shakllantirish va rivojlantirish Konsepsiyasining asosiy vazifalari haqida gapirib bering.
2. Mahsulotsifatinita'minlashda putur yetkazmaydigan nazoratning roli qanday?
3. Sanoat va radiatsiya xavfsizligini ta'minlashda putur yetkazmaydigan nazoratning roli nimalardan iborat?

## XI BOB. PAYVANDLASHNI NAZORAT QILISHNING TASHKIL ETILISHI

### II. 1. Texnik nazorat turlarining tavsifi

Mahsulot sifatini nazorat qilish deganda mahsulot ko'rsatkichlarining talablariga javob berishini tushunish qabul qilingan. Bu talablar standartlar, chizmalar, texnik shartlar, yetkazib berish haqidagi shartnomalarda, buyum pasporti va boshqa me'yoriy hujjatlarda qayd etilishi mumkin. Hozirgi vaqtda korxonalarda sifatni nazorat qilishning turli xillari qo'llaniladi. Ular bir-biridan bajarish usuli, ishlab chiqarish jarayonidagi o'rni, nazorat qilinadigan mahsulotni qamrash ko'lami va boshqa belgilari bilan farq qiladi. Ishlab chiqarishning biron-bir bosqichida nazoratning amalga oshirilish joyiga qarab uning quyidagi turlari farq qilinadi:

1. *Kirish nazorati* – iste'molchi tomonidan unga boshqa korxonalar va bo'linmalardan keltirilayotgan boshlang'ich asosiy va payvandlash materiallari, butlovchi buyumlarning nazorat qilinishi. Kirish nazorati yetkazib beruvchining hatolari tufali nuqsonlar paydo bo'lishining oldini olishga, kelayotgan materiallar to'g'risida xolis axborot to'plash va boshlang'ich materiallar sifatiga qo'shimcha talablarni ta'riflashga imkon beradi.

2. *Operatsion nazorat* payvandlash texnologik jarayonini nazorat qilish bo'lib, muayyan operatsiya bajarilganidan so'ng amalga oshiriladi (payvandlashga tayyorlashni nazorat qilish, chokni payvandlash uchun yig'ishni nazorat qilish va h. k.). Operatsion nazoratning eng ilg'or turi aktiv nazorat bo'lib, bevosita mahsulot tayyorlash jarayonida, texnologik uskuna ichiga o'rnatilgan o'lchash asboblari yordamida olib boriladi. Aktiv nazorat asboblari nazorat qilinayotgan parametrlarning qiymati haqidagi ma'lumotlarni uzluksiz uzatib turadi, mahsulot tayyorlash jarayonini avtoma-

tik boshqarish uchun datchik sifatida foydalaniladi. Aktiv nazoratning qoʻllanilishi mahsulot sifatini ancha oshirish hamda nazorat natijalariga subyektiv omillar taʼsirini yoʻqotishga imkon beradi. Qaytar bogʻlanishli aktiv nazoratga quyidagilar misol boʻla oladi: quvurlar uchlarini kontakt usulida payvandlash, bunda tok, kuchlanish, choʻkish qiymatiga qarab birikmaning sifati haqida fikr yuritiladi; plastmassa va materiallarni ultratovush usulida payvandlash, bunda bosim rostlanadigan parametr hisoblanadi; simning erish tezligi boʻyicha flus ostida avtomatik payvandlash va hokazo.

3. *Qabul qilib olishdagi nazorat* – payvand birikma tayyorlashdagi hamma texnologik operatsiyalar bajarib boʻlinganidan keyin tayyor boʻlgan birikmani nazorat qilish. Bunday nazorat natijalariga koʻra konstruksiyaning foydalanishga yaroqligi haqidagi qaror qabul qilinadi. Ayni nazorat butun payvand birikma tayyorlash texnologik jarayonining oxirgi muhim operatsiyasi hisoblanadi.

Buyumning payvand birikmalarini tekshirish hajmiga qarab kirish, operatsion va qabul qilib olishdagi nazoratlar yoppasiga yoki tanlama boʻlishi mumkin. Nazorat qilinayotgan mahsulotning sifati haqidagi qaror bajarilgan choklarni tekshirishning 100% natijalariga koʻra qabul qilinadigan nazorat *yoppasiga nazorat* deyiladi. U koʻpincha murakkab sharoitda ishlaydigan muhim konstruksiyalarni nazorat qilishda qoʻllaniladi. Mazkur nazorat eng muhim operatsiyalari: nuqsonlarni izlash, qayd qilish va rasshifrofka qilish ishlari avtomatlashtirilgan, koʻplab ishlab chiqariladigan bir turdagi mahsulotlarni tekshirish uchun samaralidir. Qoʻlda nazorat qilishda uning natijalariga subyektiv omillar, xususan, toliqish, diqqat-eʼtibor, koʻrish quvvati va hokazolar ancha taʼsir qiladi. Ayrim holda, yoppasiga nazoratdan foydalanish iqtisodiy jihatdan samarasizdir (payvand choklar juda uzun boʻlganida yoki imkon yoʻq (buzuvchi sinovlarda)).

Ishlab chiqarishda koʻpincha *tanlama nazorat*dan foydalaniladi, bunda payvand birikmaning sifati haqidagi qaror mahsulotning tanlangan muayyan hajmini tekshirish natijalariga qarab qabul qilinadi. Payvandlash ishlab chiqarishda hozircha faqat qat-

tiq nazorat rejaları qoʻllaniladi, bunda tanlash hajmi payvandlab yasalgan buyumlar turkumi hajmining muayyan foizidagi meʼyorlar bilan beriladi. Bunday meʼyorlar texnologik jarayon sifatiga va turkumning katta-kichikligiga bogʻliq boʻlmaydi. Masalan, ayrim kemalarning korpus konstruksiyalari uchun tanlash hajmi nazorat qoidalariga koʻra: birinchi toifadagi choklar uchun uzunligining 20%, ikkinchi toifadagilar uchun 5%, uchinchi toifadagilar uchun 3% ini tashkil etadi. Tanlash hajmini foizda berish statistik asoslangan qaror boʻlib hisoblanmaydi. Bundan tashqari, payvandlash ishlab chiqarishda mahsulotning tanlanadigan hajmi «ataylab» belgilanadi. Bunday tanlashda nazorat qilinadigan qismlar nuqsonli birliklarni tanlash ehtimoli kamayishi yoki ortishiga olib keladigan muayyan yoʻnalish bilan belgilanadi. Masalan, chizmalarga yoki TNB koʻrsatmalariga binoan choklarning hamma kesishgan joylari yoki qiyin sharoitda payvandlangan choklar yorugʻlik yoxud tovush yordamida tekshirib koʻriladi.

Payvandlash ishlab chiqarishda muqobil yoki statistik belgiga koʻra statistik nazorat rejaları eng maqsadga muvofiqʻi hisoblanadi. Birinchi holda tanlash hajmi maqbul va yaroqsizga chiqarish sifat darajalari qiymatlari bilan, ikkinchi holda esa nazorat qilinayotgan parametr (vaqt boʻyicha qarshilik, qattqlik, plastiklik va boshqalar)ning barqarorligi bilan aniqlanadi. Muqobil belgiga qoʻra tanlama nazoratdan buzilmaydigan sinovlarda, statistik belgiga koʻra nazoratdan esa buzadigan sinovlarda foydalangan maʼqul.

Tanlama nazorat natijalarini tahlil qilish uchun matematik statistika usullari qoʻllaniladi, ular tanlab olingan cheklangan miqdordagi hajmlarni tekshirish asosida buyumlar turkumining sifati haqida yoki texnologik jarayonning holati toʻgʻrisida zarur aniqlik bilan fikr yuritish imkonini beradi. Bunday nazorat usullari *statistik usullar* deb ataladi.

## 11. 2. **Nazorat xizmatlarining vazifalari va tuzilmasi**

Me'yoriy sifat darajasini ta'minlashga qaratilgan texnik va ma'muriy chora-tadbirlar tizimi ***mahsulot sifatini nazorat qilishni tashkil etish*** deyiladi. Hozirgi paytda nazorat xizmatlarida asosiy e'tibor nazoratning qabul qilish vazifalariga qaratilmoqda.

Agar payvandchilarning asosiy vazifasi bevosita konstruksiyalar tayyorlashdan, nazoratchilarning vazifasi esa konstruksiyalarning yaroqliligini aniqlashdan iborat deb hisoblansa, u holda bunday holatda choklarda nuqsonlarning bo'lishi oddiy hol deb qaraladi, chunki payvandlash sifatini nuqsonlarni tahlil qilish u yoqda tursin, ko'pincha hamma nuqsonlarni aniqlash imkoniyatlariga ega bo'lmagan nazoratchi-operator aniqlaydi. Shunday qilib, nazoratchilar bilan texnologlar orasida ta'sirchan faol qaytar bog'lanish (aloqa) bo'lmaydi. Bunday aloqaning o'rnatilishi payvandlash ishlarining sifati va samaradorligini yana-da oshirishning muhim omili hisoblanadi.

Shu munosabat bilan nazorat xizmatlari oldida shunday vazifalar turishi kerakki, ularning bajarilishi yuqori sifatli mahsulot ishlab chiqarilishiga yordam beradigan bo'lsin. Bu vazifalar quyidagilardan iborat:

1. Keltirilayotgan xomashyo, materiallar, yarim tayyor mahsulotlar, butlovchi buyumlarning kirish nazoratini amalga oshirish; yetkazib beruvchi korxonalar mahsulotlarining sifati barqarorligi haqida axborot to'plash; yetkazib beruvchilarga nisbatan tegishli reklamatsiyalarni rasmiylashtirish.

2. Qabul qilib olishdagi nazoratning hamma turlarini amalga oshirish – tayyor mahsulotlar sifatini konstruktorlik hujjatlari hamda standartlar talablariga muvofiq nazorat qilish, qabul qilib olingan va yaroqsizga chiqarilgan mahsulotlarni tamg'alash va buni tegishli hujjatlar bilan rasmiylashtirish.

3. Mahsulot tayyorlash jarayonini doim nazorat qilib borish.

4. Bir qator maxsus nazorat operatsiyalarini amalga oshirish (xomashyoning saqlanishini inspeksion nazorat qilish, o'rovi va konservatsiyasini nazorat qilish, markirovkasi borligini tekshirish).

5. Me'yoriy-texnik hujjatlarga qattiq amal qilinishini ta'minlash.

6. Taqdirlash va qo'shimcha haq to'lash tizimini joriy qilish orqali ishga vijdonan munosabatda bo'lish rivojlanishiga ko'maklashish.

Bulardan tashqari, nazorat xizmatlarining birinchi darajali vazifalari mahsulot sifatini boshqarishga doir tashkiliy-tadqiqot ishlarni olib borishdan iborat, xususan:

1. Ishlab chiqarishning turli bosqichlarida aniqlangan nuqsonlarni statistik tahlil qilish.

2. Yaroqsizlik sabablarini tahlil qilish va uni bartaraf qilish chora-tadbirlarini ishlab chiqish.

3. Mahsulot sifatini oshirish uchun belgilangan chora-tadbirlarning o'z vaqtida bajarilishini nazorat qilish.

Yuqorida aytilgan vazifalarni korxonalarda amalga oshirishdagi asosiy yumushlar texnik nazorat bo'limi (TNB) zimmasiga yuklanadi, u korxonaning mustaqil bo'linmasi hisoblanadi. TNB boshlig'i bevosita korxonalar rahbariga bo'ysunadi. TNB tarkibiga sexning texnik nazorat byurosi (TNByu), sinovlar va fizik nazorat usullari laboratoriyalari, inspeksion va kirish nazorati guruhlari, texnik byuro kiradi. Hozirgi vaqtda yirik korxonalarda fizik nazorat usullarini amalga oshiruvchi mustaqil bo'linmalar – buzmaydigan nazorat usullari bo'limlari (BNUB) tashkil etilmoqda. Sifatning kirish nazoratini moddiy-texnik ta'minot xizmati tizimida ishlaydigan, maxsus ajratilgan nazoratchilar guruhi amalga oshiradi. Bu guruh keltirilayotgan materiallar, yarim tayyor mahsulotlar va butlovchi buyumlar namunalarini tanlab oladi, ko'zdan kechirish hamda o'lchash ishlarini olib boradi, yetkazib beruvchilar mahsulotlarining standartlar va texnik shartlar talablariga javob berishini aniqlash uchun o'tkaziladigan sinovlarda qatnashadi.

TNByu sexdan sifatli mahsulotlar chiqarilishini nazorat qiladi va qabul qilib olingan mahsulotlarga ularning yaroqliligini tas-

diqlovchi hujjatlarni rasmiylashtiradi, texnologik jarayonlarga amal qilinayotganini inspeksion nazorat qiladi va mahsulot sifatini ish o‘rinlarida nazorat qiladi («uchuvchan» nazorat), shuningdek, uskuna hamda jihozlarning o‘z vaqtida tekshirilishini nazorat qiladi. TNByuda qo‘llaniladigan nazoratning tashkiliy shakllari har xil bo‘lishi mumkin va muayyan ishlab chiqarish hamda uning ko‘lamlariga, mahsulot turi va boshqa omillarga bog‘liq bo‘ladi. Payvandlash ishlab chiqarishda nazoratni tashkil qilishning eng keng tarqalgan turlari quyidagilardir:

1. *O‘zgaruvchi nazorat* mahsulotni qabul qilib olishdagi yoki operatsion nazorat bo‘lib, nazoratga joyiga olib kelinadigan maxsus (defektoskopik) uskuna bilan amalga oshiriladi. Bunday nazorat tashish qiyin bo‘lgan yoki mumkin bo‘lmagan juda katta konstruksiyalar (kemalarning korpus konstruksiyalari, atom reaktorlarining korpuslari, qurilish konstruksiyalarining choklari va boshqalar) uchun qo‘llaniladi.

2. Turkumlab va ko‘plab ishlab chiqarish uchun *statsionar nazorat* xos bo‘lib, u sexdagi maxsus jihozlangan nazorat joyida amalga oshiriladi (quvurlar, klapanlar va hokazolarni nazorat qilish).

3. «*Uchuvchan*» nazorat oldini olish nazoratining bir turi bo‘lib, bunda nazoratchi yoki defektoskopchi operator vaqti-vaqtida bir necha buyum yoki bo‘linmalar sifatini tanlab nazorat qiladi, shuningdek, ishchilarning texnologik jarayon talablariga rioya etishlarini nazorat qiladi.

4. *Inspeksion nazorat* mahsulot yoki texnologik jarayonni tanlab nazorat qilish bo‘lib, operatsion yoxud qabul qilib olishdagi nazoratdan keyin maxsus guruh tomonidan olib boriladi. Ushbu guruh vazifalariga uskunalar, jihozlar, moslamalar, texnologik intizomni har tomonlama tekshirish, shuningdek, TNB xizmatlari ishini tekshirish kirishi mumkin. Tekshirish o‘tkaziladigan kun oldindan rejalashtirilmasligi va ijrochilari ma’lum qilinmasligi kerak.

### 11. 3. Nazoratni tashkil qilishning yangi shakllari

Sifatli mahsulot ishlab chiqarilishini ta’minlashning hozirgi bosqichi uchun alohida tarqoq chora-tadbirlarni amalga oshirishdan mahsulot sifatini boshqarishning turli darajalarida izchil tizimlarni ishlab chiqishga va joriy etishga o‘tilishi xosdir. Mamlakatimizda va chet elda mahsulot sifatini korxonalar (firma) qo‘lamida boshqarish tizimlarini yaratish jarayoni, ayniqsa, faol kechmoqda. Mamlakatimizda ham bir qancha ana shunday boshqarish tizimlari va ularning turlari ishlamoqda.

Sifatni boshqarish tizimining asosiy vazifasi nuqsonsiz mahsulot ishlab chiqarish tizimidir. Tizimning g‘oyaviy asosi har bir xodimga bajaradigan ishining sifati uchun shaxsiy mas’uliyat hissini tarbiyalashdan iborat. Bu esa amalda bevosita ijrochi bajargan ishning sifati uchun to‘liq javob berishida ifodalanadi. Nuqsonsiz mahsulot tizimini hosil qiluvchi chora-tadbirlar majmuyida yuqori sifatli mahsulot ishlab chiqarishni rag‘batlantirishning turli shakllariga katta ahamiyat beriladi. Birinchi galda, mahsulot sifatiga bog‘liq holda mukofotlash tizimi ishlab chiqilgan. Birinchi taqdim etishdayoq topshirilgan mahsulot foizi sifatning asosiy o‘lchovlaridan biridir.

Respublikamizda chet el korxonalarida qo‘llaniladigan sifatni boshqarish tizimlariga keng o‘rin berilib, korxonalarda joriy etilmoqda.

Yuqorida keltirilgan tizimlar, birinchi navbatda, mahsulot sifatini statistik nazorat qilish usuli qo‘llanilishiga asoslanadi. Sifatni nazorat qilishning mazkur usullari joriy etilishi TNB xizmatlarining tashkil etilishiga qandaydir o‘ziga xoslikni kiritadi. Statistik nazorat, agar bu so‘zning ma’nosiga chuqur kirib boriladigan bo‘lsa, texnologik jarayonning aniqligi va barqarorligini statistik tahlil qilishni, statistik rostdashni hamda qabul qilib olishdagi statistik nazoratni o‘z ichiga oladi. Bu ishlar majmuyini korxonaning hamma xizmatlari, birinchi navbatda, bosh muhandis, bosh kon-

struktur va boshqa xodimlarning kuchi bilan ta'minlash mumkin. Sifatni statistik nazorat qilishdan olinadigan axborot tegishli bo'limlarga yetib borishi, u yerlarda to'planishi, tahlil qilinishi hamda ishlab chiqarish jarayoniga tezkorlik bilan va asosli ravishda ta'sir ko'rsatish uchun foydalanilishi kerak.

Statistik nazoratdan muvafaqqiyatli foydalanayotgan ilg'or mashinasozlik korxonalarining tajribasi statistik nazorat xizmati bevosita bosh muhandisga bo'ysunishi va korxonaning boshqa xizmatchilaridagi statistik nazorat guruhlari ishini birlashtirishi zarurligidan dalolat bermoqda. TNB tarkibida statistik nazorat guruhi tashkil etilmog'i shart, u brak va nuqsonlarning sabablarini tahlil qilib, ularni bartaraf etish hamda oldini olish chora-tadbirlarini ishlab chiqadi. Bunday guruhlar tuzilsa, nazoratchilarga mahsulot sifatini boshqarishda faolroq ishtirok etish imkoniyati yaratiladi.

#### **II. 4. Montaj sharoitida nazorat qilish xizmati**

Qurilish maydonchalari va trassalarda sifat dalada sinash laboratoriyalari (DSL) tomonidan nazorat qilinadi. Mazkur laboratoriyalar, odatda, qurilish yoki montaj boshqarmalariga obyektни qurish vaqtida xizmat safariga boradi. Ma'muriy jihatdan laboratoriya payvandlash-montaj tresti qoshidagi markaziy dalada sinash laboratoriyasi (MDSL) tarkibiga kiradi. Amaliyotda ko'pincha shunday bo'ladiki, bunda nazorat laboratoriyasi qurilish-montaj-payvandlash laboratoriyasi (QMPL) tarkibiga kiradi. Trestlardagi mavjud nazorat xizmati tuzilmasini qulay deb bo'lmaydi.

Payvandlash-montaj trestlari qoshida fizik nazorat usullari laboratoriyasi yoki sektori bo'lishi eng maqsadga muvofiq hisoblandi. Ayni bo'linmaning asosiy vazifalari texnik hujjatlar to'g'ri yuritilishini kuzatish, operatorlar ishini tekshirish va boshqarmalar qoshidagi laboratoriyalarga texnik yordam ko'rsatishdan iborat bo'lmog'i lozim.

Nazorat xizmatlari montaj maydonchalarida ham, zavodlarda ham qabul qilib olish ishlarini bajaribgina qolmasdan, balki, birinchi navbatda, brakning oldini olishlari zarurligini inobatga olib QMPLda yoki trestda statistik nazorat usullari byurosi bo'lishi darkor. Bu byuro axborot yig'ishi, uni ishlashi va tahlil qilishi, brak sabablarini buzmaydigan nazorat natijalariga ko'ra aniqlashi va bu bilan payvandlash sifatini faol boshqarishga ko'maklashishi kerak.

Hozirgi vaqtda qator korxonalarda qurilishda payvandlash sifatini statistik boshqarish xizmati tatbiq etilgan. Bunda payvandlash sifatini boshqarish va nuqsonlar paydo bo'lishining oldini olish ishlari boshlang'ich va payvandlash materiallari sifatini yaxshilash evaziga amalga oshiriladi. Bundan tashqari, payvandlash sifati payvandchilarni ish obyektlariga ularning ishlash qobiliyati va haqiqiy malakasi hisobga olingan holda oqilona qo'yish yo'li bilan boshqariladi. Ayni tizimning joriy etilishi brak miqdorini 2–4 barobar kamaytirish imkonini berdi. Nazorat xizmatlari o'z oldiga qo'yilgan masalalarni hal etishlari uchun ularga tegishli huquqlar berilmog'i lozim. Masalan, nazorat natijalari salbiy chiqqanida xizmat boshlig'i ishlarini to'xtatib qo'yish va payvandchini ishdan chetlatish, brakka yo'l qo'ygan ishchilar hamda MTXga mukofot miqdorini kamaytirish yoki butunlay bermaslik huquqiga ega bo'lishi kerak.

Alohida ta'kidlash kerakki, zavod va montaj sharoitida nazorat qilish chuqur o'ylab tashkil etilganida, brakni kamaytirish va oldini olishda juda katta samaradorlikka erishiladi. Masalan, markazlashtirilgan nazorat tizimi nazorat unumdorligini ana shunday markazlashtirish bo'lmagan xizmatlardagiga nisbatan 10–15 barobar oshirish imkonini beradi.

#### **II. 5. Nazoratga oid texnik hujjatlar**

Nazoratga oid texnik hujjatlarning to'g'ri va aniq yuritilishi mahsulot sifatini oshirishning muhim shartidir. Payvandlash sifa-

tini nazorat qilish hujjatlari davlat standartlariga, sifatni baholashning, yaroqsiz mahsulotni brakka chiqarishning aniq tizimiga rioya etilishini, shuningdek, texnologiyaga tezkor hamda va faol aralashish imkoniyatini ta'minlamog'i lozim. Hozirgi paytda juda xilma-xil shakllar, bildirishnomalar, xulosalar, daftarlar, bayonnomalari va boshqa nazorat-texnik hujjatlar mavjud. Odatda, nazoratga oid hujjatlarda ushbu ma'lumotlar bo'ladi: buyum turi va uni payvandlash usuli; asosiy hamda payvandlash materiallarining tavsifi; nazorat natijalari; mavjud tuzatishlar; payvandchi va nazoratchining ism-sharifi, berilgan texnologik jarayondan joiz chetlanishlar.

Juda xilma-xil nazorat hujjatlarining mavjudligi statistik tahlil qilishni va payvandlash sifatini turli sohalar bo'yicha taqqoslashni ancha qiyinlashtiradi. Shu bois payvandlash sifatini hisobga olishning yagona shakllarini joriy qilish maqsadga muvofiqdir. Ular jumlasiga quyidagilar kiradi:

1. KY-1 shakli, unda uzun chokli buyumlarni payvandlash ishlarini olib borish sharoiti aks ettirilgan, shuningdek, radiatsion va ultratovushli nazorat natijalari yozilgan bo'ladi;

2. KCP-1 shakli, unga sifatni tekshirish natijalari payvandlash usullari bo'yicha yozilmog'i kerak;

3. KCP-2 shakli, unda sifatni tahlil qilish natijalari nazorat usullari bo'yicha ko'rsatiladi.

Ishlab chiqarish sharoitiga qarab shakllarga tuzatishlar kiritilmog'i lozim. Bunga KC shakli misol bo'lishi mumkin, unda barcha payvandlash ishlarini bajarish tartibi tushuntirilgan va yaqqol ko'rsatilgan bo'ladi. Undan foydalanilganida payvandlash ishlari daftarini yuritishga hamda buyumni payvandlash va termik ishlov berish uchun maxsus texnik shartlarga hojat qolmaydi.

Yuqorida aytilgan shakllarga binoan statistik tahlil qilish lozim darajadagi sifatni ta'minlamayotgan ishlab chiqarish texnologik operatsiyalarni aniqlash imkonini beradi. Nazorat hujjatlarining to'g'ri va o'z vaqtida rasmiylashtirilish borasidagi mas'uliyat TNB xizmati zimmasiga yuklanadi.

#### ***Nazorat savollari:***

1. Nazorat xizmatlarini tashkil qilishning mavjud shakllarini ayting.
2. Ko'plab ishlab chiqarishda tashkiliy nazoratning qanday turlari qo'llaniladi?
3. Texnik nazorat xizmatining asosiy vazifalarini ayting.
4. Nazorat xizmatlarini tashkil qilishning yangi shakllarini ayting.

## **XII BOB. PAYVANDLASH SIFATINI NAZORAT QILISHDAGI MEHNAT XAVFSIZLIGI**

### **12. 1. Umumiy talablar**

Buzmaydigan nazorat ishlarini bajarishga, tasdiqlangan dasturga muvofiq, o'qigan va mehnat xavfsizligining umumiy hamda maxsus masalalari bo'yicha sinovlardan muvaffaqiyatli o'tgan shaxslar qo'yiladi. Agar ishlar kasbiy zararli sharoit, masalan, ionlovchi nurlanishlar bilan bog'liq bo'lsa, u holda xodimlar tibbiy ko'rikdan o'tishlari va salomatligi haqida ijobiy xulosaga ega bo'lishlari kerak. Ularning sog'ligi har yili tekshirib turilmog'i lozim. Noqulay joylarda va balandlikda ishlashda mamlakatda va ushbu korxonada amal qiladigan xavfsizlik qoidalari hamda yo'riqnoma-larga rioya etilishi zarur. Nazorat qilish paytida nazorat qilinayotgan buyumlarning, defektoskopik uskunalarning turg'un holatda turishi hamda operator uchun qulay sharoit ta'minlanmog'i darkor. Balandlikda nazorat qilish uchun ish o'rnida, nazorat qilinayotgan buyumning istalgan nuqtasiga yaqinlashish qulay bo'lishini ta'minlovchi ko'prikcha yoki havozalar qurilishi kerak. Defektoskopchi operator balandlikda maxsus bosh kiyimini kiyib ishlashi va ehtiyot kamaridan foydalanishi lozim. Nazorat olib boriladigan xonalar amaldagi sanoat korxonalarini loyihalash me'yorlari va qoidalari-ga javob bermog'i zarur.

## 12. 2. Elektr xavfsizligi qoidalari

Buzmaydigan nazorat vositalarining aksariyati (defektoskoplar, qurilmalar, asboblar, mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish vositalari) ish jarayonida to'liq yoki qisman kuchlanish ostida bo'ladi. Shu sababli ularni ishlatish vaqtida amaldagi «Iste'molchilarning elektr qurilmalaridan texnik foydalanish qoidalari», «Iste'molchilarning elektr qurilmalaridan fondalanishdagi xavfsizlik texnikasi qoidalari»ga qat'iy amal qilinmog'i lozim.

1000 V dan ortiq kuchlanishda ishlaydigan uskunalardan ba'zilar bilan bajariladigan ishlar eng xatarli ishlar guruhiga kiradi. Eng avvalo, bu rentgen (trubkasiga) 10–400 kW va bundan katta kuchlanish uzatiladigan rentgen apparatlariga xizmat ko'rsatish ishlaridir. Ana shu qurilmalarga xizmat ko'rsatish uchun jalb qilinadigan xodimlar ularni belgilangan tartibda ishlatish yuzasidan ishlab chiqarish ta'limini o'tashlari va imtihonlarni muvaffaqiyatli topshirganlaridan keyin tegishli guvohnoma olishlari kerak. Guvohnomada ularga xodimlarning malaka guruhiga muvofiq xavfsizlik texnikasidan berilgan malakasi ko'rsatilmog'i lozim.

Ishlab chiqariladigan barcha defektoskopik qurilmalar va asboblardagi izolatsiyalanmagan tok o'tkazuvchi qismlar har qanday kuchlanishda ham tasodifan tegib ketishdan himoyalangan bo'lishi zarur. Izolatsiyalanmagan simlar va elektr sxemalari korpuslar bilan ixotalanmog'i darkor. Qurilma va asboblar korpuslari majburiy ravishda yerga ulanishi kerak. Rentgen apparatlarida 1000 V dan katta kuchlanishli zanjirlar mavjud bo'lib, bu kuchlanish rentgen trubkalariga uzatiladi. Ularni almashtirishda, shuningdek, elektr sig'implari bo'lgan apparatlarni ko'zdan kechirish va oldini olish maqsadida ta'mirlashda tok uzib qo'yilib, sig'implardagi qoldiq zaryad ularni yerga ulagichga zaryadsizlagan holda yo'qotilmog'i lozim. Rentgen apparatlarini boshqarish pultrlari oldiga izolatsiyalovchi rezina poyandozlar to'shalishi zarur.

Elektr qurilmalarining nosozligi va tok o'tkazuvchi qismlarning izolatsiyasi shikastlanishi tufayli o'tkazgichlar o'ta qizishi hamda uchqunlanish yuzaga kelishi mumkin, bu esa yonib ketishga sabab bo'ladi. Elektr qurilmalaridagi yong'inni o'chirishdan oldin ular tarmoqdan uzib qo'yilmog'i darkor. Ucha katta bo'lmagan alanga karbonat kislotali o't o'chirgichlar bilan o'chirilishi mumkin. Bunday o't o'chirgichlar bilan yonayotgan, kuchlanish ostida bo'lgan elektr qurilmalarini ham o'chirsa bo'ladi, chunki karbonat angidrid elektr tokini o'tkazmaydi. Ishlarni bajarish chog'ida amaldagi «Sanoat korxonalarini uchun yong'in xavfsizligining namunaviy qoidalari» ga, shuningdek, tarmoq yong'in xavfsizligi qoidalariga muvofiq yong'in xavfsizligi ta'minlanishi kerak.

## 12. 3. Ultratovushli defektoskopiyadagi xavfsizlik talablari

Ultratovushli defektoskoplar, asboblar va qurilmalar bilan ishlayotganda barcha elektr xavfsizligi qoidalariga amal qilinmog'i hamda yuqorida bayon etilgan talablar bajarilmog'i lozim. Idishlar ichidagi nazorat 12 V kuchlanishdan ta'minlanuvchi defektoskoplar bilangina amalga oshiriladi. Defektoskopni har gal ishga tushirishdan oldin operator asbob yerga kamida 2,5 mm<sup>2</sup> kesimli mis sim vositasida ishonchli ulanganligiga ishonch hosil qilishi zarur. Defektoskoplar kam yuklangan elektr liniyalariga (yoritish tarmoqlariga) ulanmog'i darkor. Bunday imkoniyat bo'lmaganida esa, defektoskop tarmoqqa stabilizator orqali ulanishi kerak. Ish o'rnida rozetkalar bo'lmaganida, defektoskopni elektr tarmog'iga ulash va uzish ishlarini navbatchi elektrik bajarmog'i lozim. Operatorlarning olinadigan mexanizmlar tagida, noturg'un konstruksiyalar ustida va defektoskoplarni elektr bilan ta'minlovchi simlar shikastlangan bo'lishi mumkin bo'lgan joylarda ishlashi qat'iy taqiqlanadi. Nazorat qilish jarayonida defektoskopni ochish va ta'mirlash man etiladi. Operator foydalanadigan jihozlar, maydonlar, artish materiallari, latta-puttalar metall qutilarda saqlanishi zarur. Nazorat joylari amaldagi sanoat korxonalarini loyihalash-

ning sanitariya me'yorlari (CH 245–71)ga muvofiq tashkil etilmog'i darkor. Epoksidli smolalar qo'llaniladigan ishlar amaldagi «Epoksidli smolalar bilan ishlagandagi sanitariya qoidalari»ga muvofiq bajarilishi kerak.

Nazorat joyi payvandlash postidan yiroqda va nur energiyasi tushishidan himoyalangan bo'lmog'i lozim. Nazorat qilinayotgan konstruksiyada defektoskopiya amalga oshirilayotgan vaqtda tebranishga sabab bo'ladigan mexanik ishlar bajarilmasligi zarur. Kunduzi yoki kuchli sun'iy yorug'likda ochiq joyda nazorat qilishda defektoskop ekranini qorong'ilashtirish choralari ko'rilmog'i darkor. Ultratovush bilan nazorat qiladigan MTX va operatorlarning zarur ish sharoitini yaratishga doir talablari ma'muriyat tomonidan majburiy tartibda bajarilishi kerak.

#### 12. 4. Radiatsion defektoskopiya xavfsizlik talablari

Radiatsion defektoskopiya amalga oshirish paytida ionlovchi nurlanishdan himoyalani chora-tadbirlari ko'rilmog'i lozim. Ionlovchi nurlanish tirik opganizmga ta'sir qilar ekan, to'qima hujayralarida maxsus kimyoviy va biologik jarayonlarni keltirib chiqaradi va agar tegishli himoya yaratilmasa, organizm turli darajada shikastlanishi mumkin. Radiatsion defektoskopiya xavfsizlik talablari amaldagi «Radioaktiv moddalar va ionlovchi nurlanish manbalari bilan ishlashning asosiy sanitariya qoidalari» (OCH-72)ga hamda «Radiatsion xavfsizlik me'yorlari» (HPB-69) ga rioya qilish orqali bajariladi.

HPB-69 ga muvofiq chekli joiz nurlanish dozalari va doza chegaralari belgilangan. Chekli joiz doza (ChJD) deb, xodimlar nurlanishining yillik miqdoriga aytiladi. Bu miqdor doza 50 yil mobaynida bir tekis to'planib borganida, ishchining o'zining va avlodlarining sog'lig'ida noxush o'zgarishlarni keltirib chiqarmaydi.

Aholi ichidan ayrim shaxslarning joiz yillik o'rtacha nurlanish darajasi dozaning chegarasi deb ataladi, u tashqi nurlanishning

o'rtacha dozalari, radioaktiv chiqindilar va tashqi muhit obyektlari bilan radioaktiv ifloslangan darajasi bo'yicha nazorat qilinadi. Amaldagi me'yorlar va qoidalarga ko'ra, nurlanadigan shaxslarning quyidagi toifalari belgilangan: A toifa – xodimlar, B toifa – aholining ayrim shaxslari va D toifa – umuman, aholi.

B toifaga A toifadagi xodimlar ishlaydigan xonalar bilan yonma-yon joylagan xonalarda ishlovchi shaxslar, shuningdek, korxonaning sanitariya-himoya zonasida turgan yoki sanoat korxonalari atrofida joylashgan, kuzatib boriladigan hududda yashovchi shaxslar kiradi. Butun organizm uchun A toifadagi xodimlarning chekli joiz nurlanish dozasi 5 ber/yilga, D toifadagi shaxslar uchun doza chegarasi 0,5 ber/yilga teng. Ber (rentgenning biologik ekvivalenti) deb 1 g to'qimiga singigan energiyaning shunday miqdoriga aytiladiki, bunda singigan 1 rad rentgen va  $\gamma$  – nurlanish dozasida kuzatiladigan ekvivalent biologik effekt kuzatiladi. Rad – 1 g istalgan moddaga singigan 100 erg energiyaning tizimdan tashqari birligi.

A toifadagi kishilar ichidan ikki guruh shaxslar ajratib ko'rsatilgan: 1) nurlanish dozalari yillik ChJDning 0,3 qismidan ortib ketishi mumkin bo'lgan sharoitda ishlaydigan shaxslar; 2) nurlanish dozalari ChJDning 0,3 qismidan oshmaydigan sharoitda ishlovchi shaxslar. 2- guruhga sanitariya-himoya zonasida ishlaydigan katta yoshdagi odamlar, shuningdek, nazorat qilinadigan zonaga vaqti-vaqtida kelib turadigan kishilar kiradi. Bu shaxslar uchun, nazorat qilinadigan zonada ishlaydigan kishilardan farqli o'laroq, yakka tartibdagi dozimetrik nazorat va maxsus tibbiy kuzatuv talab qilinmaydi.

Falokat (nosozlik) yuz berganida tashqi nurlanishni va odam organizmiga radioaktiv moddalar kirishini kamaytirish uchun hamma amaliy chora-tadbirlar ko'rilmog'i zarur. Zararsizlantirishning yuksak samaradorligini ta'minlash uchun radioaktiv manbalarni saqlashga gamma-qurilmalarni zaryadlash kerak hamda qayta zaryadlashga mo'ljallangan xonalar devorlari moybo'yoq yoki boshqa moy yig'uvchi material bilan qoplanadi. Bu xonalarning poliga plastik yoki linoleum qoplanadi.

Radioaktiv moddalar ishlatiladigan korxonalar va qurilish maydonchalarida falokat natijasida xodimlarning nurlanishi hamda tashqi muhitning ifloslanishi bilan bog'liq falokat va yong'inlarni bartaraf etish yuzasidan yo'riqnoma ishlab chiqilib, mahalliy Sane-pidxizmat (SES) va Davyong'innazorat organlari bilan kelishilmog'i lozim. Ushbu yo'riqnoma radioaktiv manbalar bilan ishlaydigan hamma shaxslar uchun majburiy hujjat bo'lishi kerak. Nitroselluloza asosdagi radiografik plyonkalar o'z-o'zidan yonib ketmasligini, ammo olovdan alanga olib, bo'g'uvchi va zaharli gazlar ajratib chiqarishini yodda tutish zarur. Nazorat olib boriladigan xonalarda eski havoni chiqarib, yangi havo kiritadigan shamollatish qurilmasi va kunduzgi yoritkichlar bo'lmog'i darkor.

Nazorat olib boriladigan joylarda ionlovchi nurlanishdan himoyalash uchun nurlanishdan himoyalash chora-tadbirlari nazarda tutilishi kerak. Ionlovchi nurlanishdan himoyalashning eng keng tarqalgan usuli ekranlash, ya'ni nurlanishni og'ir material qatlami bilan susaytirishdir. Bu maqsadda xonalarning devorlari, pollar orayopmasi og'ir metallar bilan himoyalaniadi, shuningdek, eshiklar, eshiklar o'rni, kuzatish darchasining himoyalaniishi ta'minlanadi. Nurlanish manbalari – izotoplar va rentgen trubkalarining o'zi maxsus g'iloqlarga joylanadi, radioaktiv moddalar bilan zararlash va qayta zararlash ishlari esa maxsus omoborlarda bajariladi.

Himoya qurilmalari uchun material sifatida qo'rg'oshin, qo'rg'oshinli shisha, volfram, barit, beton, g'isht va boshqalar ishlatiladi. Biron-bir materialdan qilinadigan himoya qatlamining qalinligini hisoblashda avval berilgan ish sharoiti uchun qo'rg'oshinning kerakli qalinligi aniqlanadi, keyin esa ushbu materialdan qilinadigan himoya qatlamining ekvivalent qalinligi topiladi. Himoya ish o'rinlarida dozaning 2,8 mber/soatgacha kamayishini ta'minlamog'i lozim. Qo'shni xonalarda nurlanish dozasi 0,28 mber/soatdan oshmasligi darkor.

$\gamma$ -nurlanish manbalarini zaryadlash va qayta zaryadlash ishlari maxsus tashkilot tomonidan amalga oshirilishi zarur. Bu ishlarni

bajarishga radiografik nazoratni amalga oshiruvchi tashkilotning xodimi SES organlarining roziligi bilan va qayta zaryadlash uchun maxsus jihozlangan xona mavjud bo'lgandagina qo'yiladi. Radioaktiv manbalarni tashish vaqtida «Radioaktiv moddalarni tashishdagi xavfsizlik qoidalari» (ПБТПБ–73 №1139–73) talablariga rioya qilinmog'i lozim. Defektoskopni ikki kishi tashishi kerak.

Ionlovchi nurlanish manbalari bo'lgan defektoskoplar maxsus jihozlangan xona – omborda saqlanmog'i zarur. Ish tugaganidan keyin, zaryadlangan defektoskoplarni duch kelgan xonalarda qoldirish taqiqlanadi. Defektoskoplarni saqlash, berish tartibi va butligi zavod yo'riqnomalariga muvofiq belgilanadi.

Nurlanishdan himoyalaniishning yuqorida aytilgan chora-tadbirlaridan tashqari, chekli joiz dozalarni kamaytirishga ionlovchi nurlanishlarning ta'sir zonasida bo'lish vaqtini qisqartirish yoki operator bilan nurlanish manbayi o'rtasidagi oraliqni oshirish yo'li bilan ham erishish mumkin.

Radiatsion defektoskopiya ishlarining bexatar bajarilishi ularning turli tashkil etilishi va ish sharoiti o'z vaqtida nazorat qilib turilishiga ko'p darajada bog'liq. Bu masalada ionlovchi nurlanish manbalari bilan ishlashda dozimetrik nazorat amalga oshiriladi. Bunday nazorat himoyaning ishonchligini va defektoskopik laboratoriya xodimlari oladigan nurlanish dozasini aniqlash imkonini beradi. Nurlanish dozalarining qiymati va quvvati dozimetr, radiometr va hokazolar bilan o'lchanadi. Ayni asboblar vazifasiga ko'ra ikki guruhga: yakka tartibda dozimetrik nazorat qilish asboblari va nurlanish dozalari quvvatini o'lchash asboblari ga bo'linadi.

Yakka tartibda nazorat qilish asboblaridan xodim ish kuni yoki ish haftasi mobaynida oladigan jami nurlanish dozasini o'lchash uchun foydalaniladi. Ish kuni yoki haftasi oxirida xodimning yakka tartibdagi dozimetri bilan to'plangan doza o'lchanib, maxsus daftarda qayd etiladi. Amaliyotda ko'pincha yakka tartibdagi КИД–2, ИФКУ–1, ДК–0,2 va boshqa dozimetrlar ishlatiladi. Xonalar КУРА–1 turidagi asboblar bilan dozimetrik nazorat qilina-

di. Bokslar, kameralar va ish xonalari masofadan boshqariladigan ИСИТ–2 signal o‘lchash asboblari bilan jihozlanadi, ular nazorat qilinayotgan joyda dozalarining chekli joiz quvvatlari oshib ketganligi haqida signal beradi (ogohlantirdi).

### **12. 5. Kapillar nazorat usullaridagi xavfsizlik talablari**

Kapillar defektoskopiyani amalga oshirish paytida nazoratchilar zaharli moddalarga tegishadi, bu moddalar nafas olish organlari va teri orqali organizmga kirib, salbiy oqibatlariga olib kelishi mumkin. Bunga yo‘l qo‘ymaslik uchun buyumlarni rangli usulda nazorat qilish ishlari jomakor – xalat, bosh kiyimi va tibbiy rezina qo‘lqop kiyib bajarilmog‘i lozim. Qo‘llarni ochiltiruvchi lokdan himoyalash uchun ular havoda parda hosil qiluvchi pastalar bilan qoplanadi. Ish tuganidan so‘ng bu «biologik» qo‘lqop suv bilan yuvib ketkaziladi. Defektoskopik suyuqliklar masalan, purkagich bilan sepish vaqtida operatorning yuzi va ko‘zlariga tushmasligi kerak.

Kapillar usullar bilan nazorat qilishga mo‘ljallangan ish o‘rinlari havoni kamida 3 marta almashtiradigan umumiy va mahalliy shamollatish qurilmalari bilan jihozlanmog‘i darkor. Ish o‘rnida sovuq va issiq suv hamda siqilgan havo bo‘lishi kerak. Yopiq konstruksiyalarning ichki yuzalarini nazorat qilish chog‘ida erituvchilar bug‘lari ko‘p miqdorda to‘planib qolmasligi uchun nazorat qilinayotgan obyektning ichiga toza havo uzluksiz yuborib turilmog‘i lozim.

Luminescent defektoskopiyasida ultrabinafsharang nurlanish zararli ta‘sirning qo‘shimcha manbai hisoblanadi, u odam terisiga yutilganida unda biokimyoviy va biofizikaviy o‘zgarishlarni keltirib chiqaradi. Bundan tashqari, ultrabinafsharang nurlanish ko‘z muhiti fluoressensiyalanishiga sabab bo‘ladi, bu esa operatorning salomatligiga yomon ta‘sir ko‘rsatadi. Ko‘zlarni foydalanilmayotgan ultrabinafsharang nurlanishdan himoyalash uchun ЖС–3 va

ЖС–18 turidagi sariq yorug‘lik filtrlaridan foydalanish zarur. Elektr xavfsizligini ta‘minlash uchun ultrabinafsharang yoritkichlar korpuslari yerga ulanmog‘i darkor.

Kapillar defektoskopiyani o‘tkazishda yong‘in xavfsizligi chora-tadbirlari ko‘rib qo‘yilishi kerak. Bunga sabab shuki, ko‘pgina defektoskopik materiallar yonuvchan bo‘ladi, shu bois ularning uchqunlardan, tasodifiy olovdan yonib ketishiga yo‘l qo‘ymaslik lozim. Bu maqsadda barcha yonuvchan materiallar maxsus metall javonlar yoki qutilarda saqlanmog‘i, ish o‘rinlarida esa o‘t o‘chirish vositalari, shu jumladan, karbonat kislotali o‘t o‘chirgichlar bo‘lmog‘i zarur. Kapillar defektoskopiya uchun mo‘ljallangan, freon bilan to‘ldirilgan aerozol ballonlari yong‘in va juda zaharlilik jihatidan muayyan darajada xavfli hisoblanadi. Garchi bu gazning o‘zi zaharli bo‘lmasa ham, havodagi miqdori ko‘p bo‘lganida operatorlarda bo‘g‘ilish alomatlari kuzatiladi, freon ayrim qizigan metallar bilan kontaktga kirishganida esa, zaharli gazlar yuzaga keladi. Bunday hollarda nafas olish yo‘llari respiratorlar yoki protivogazlar bilan himoyalaniishi darkor. Zararli moddalarning chekli joiz miqdori «Sanaot korxonalarini loyihalashning sanitariya me‘yorlari» (CH 245–7I)da keltirilgan.

Nazorat olib borilayotgan joy yaqinida ovqatlanish man etiladi. Ovqatlanishdan oldin va ish tugaganidan keyin qo‘llar iliq suv bilan sovunlab yuvilmog‘i lozim. Qo‘lni yuvish uchun kerosin, benzin va boshqa organik erituvchilardan foydalanish taqiqlanadi. Kapillar defektosopiya olib boriladigan xonalarga elektr bilan qizdirish asboblari o‘rnatish mumkin emas.

### **12. 6. Sizishni izlash bilan sinashdagi xavfsizlik talablari**

Zichlikka sinashda nazorat qilinayotgan buyum ichida ortiqcha bosim hosil qilinishi bilan bog‘liq usullar juda muhim hisoblanadi. Bunday usullar jumlasiga pnevmatik va gidravlik sinovlar kiradi. Sinovlarni o‘tkazish jarayonida amaldagi «Bosim ostida ishlovchi

idishlarni oʻrnatish va ishlatish qoidalari»ga amal qilinmogʻi kerak. Ushbu qoidalarga muvofiq, sinovlarning quyidagi majburiy tartibi nazarda tutilgan: payvand va boshqa birikmalarni defektoskopik nazorat qilish; gidravlik yoki pnevmatik sinov; shundan soʻng buyumning boshqa turdagi sinovlari oʻtkazilishi, shu jumladan, zichligi nazorat qilinishi mumkin. Agar defektoskopiya qilish jarayonida nuqsonlar aniqlansa, ular bartaraf qilinmogʻi lozim. Shundan keyin gidravlik yoki pnevmatik sinov (siqilgan havo yuborish) amalga oshiriladi. Gidravlik yoki pnevmatik sinov oʻtkazilganidan va bosim kerakli darajagacha pasayganidan soʻng buyumning zichligi nazorat qilinishi mumkin. Bunda ham yuqorida keltirilgan qoidalar talablariga rioya etilishi zarur. Siqilgan havo bilan zichlikni nazorat qilish jarayonida ham, gidravlik va pnevmatik sinovlar chogʻida boʻlgani kabi, buyumni taqillatib koʻrish taqiqlanadi. Buyumning zichligi buzilgan joylarini tuzatish va boshqa maromiga yetkazish ishlari undagi bosim pasaytirilganidan hamda undan nazorat qilinayotgan yoki ish moddasi olib qoʻyilganidan keyingina amalga oshirilmogʻi darkor.

Geliy yoki galoid yordamida sizishni izlagichlar bilan ishlashda, birinchi navbatda, ular yerga ulanishi va biriktiruvchi elektr kabellari izolatsiyasining sifati tekshirilishi kerak. Sinalayotgan qismlardagi soʻndirgich (zaglushka)lar puxta mahkamlangan va tashqi nuqsonlarsiz boʻlishi zarur. Galoid yordamida sizishni izlagichlar bilan nazorat qilish joyida qizigan yuzalar va ochiq alanga boʻlmasligi lozim, chunki ular mavjudligida freon parchalanib, xlorli va ftorli vodorod hamda fosgen hosil qiladi. Sizishni izlagichlar bilan nazorat qilish paytida nazorat joyidan 5 m dan kam masofada payvandlash ishlari bajarilmasligi darkor. Sinov tugallangani zahoti gazli ballonlar yopib qoʻyilmogʻi lozim.

#### ***Nazorat savollari:***

1. Magnitografik va ultratovushli nazorat usullarini amalga oshirishda qaysi qoidalarga amal qilinmogʻi lozim?

2. Radiatsion nazorat usullarida himoyalashning asosiy usullarini aytib bering.

3. Kapillar defektoskopiya amalga oshiriladigan ish oʻrinlariga qanday talablar qoʻyiladi?

4. Gidravlik va pnevmatik sinovlarni oʻtkazish tartibini bayon qiling.

---

---

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

*Акулов А. И., Бельчук Г. А., Демьянцевич В. П.* Технология и оборудование сварки плавлением. – М., 1977.

*Гурвич А. К., Ермолов И. Н.* Ультразвуковой контроль сварных швов. – Киев, 1982.

*Румянцев С. В., Штань А. С, Гольце в В. А.* Справочник по радиационным методам неразрушающего контроля. – М., 1982,

*Химченко Н. В., Бобров В. А.* Неразрушающий контроль в химическом и нефтяном машиностроении. – М., 1978.

*www.tntd.idspektr.ru* – «Территория NDT» журнаli sayti.

---

---

## MUNDARIJA

KIRISH .....	3
<b>I bob. Payvandlash materiallari va payvandlashda yuz beradigan jarayonlar</b> .....	5
1. 1. Payvandlash materiallari .....	5
1. 2. Payvandlash vannasida metallurgiya jarayonlari .....	12
1. 3. Po‘latlarning payvandlanuvchanligi .....	18
1. 4. Payvandlash kuchlanishi va deformatsiyalari .....	20
<b>II bob. Payvand birikmalardagi nuqsonlar</b> .....	31
2. 1. Nuqsonlarning turlari va ko‘rinishlari .....	31
2. 2. Payvandlashdagi nuqsonlarning konstruksiyalar ish unumiga ta’siri .....	41
2. 3. Nuqsonlarni tuzatish usullari .....	45
<b>III bob. Dastlabki va joriy nazorat</b> .....	47
3. 1. Dastlabki materiallarni nazorat qilish .....	47
3. 2. Qurilma va jihozlarni nazorat qilish .....	49
3. 3. Texnologiyani nazorat qilish .....	50
3. 4. Payvandchilarning malakasini nazorat qilish .....	52
3. 5. Tashqi ko‘rikdan o‘tkazish va o‘lchash .....	53
3. 6. Putur yetkazmaydigan nazorat sohasida qo‘llaniladigan me’yoriy hujjatar .....	56

<b>IV bob. Radiatsion defektoskopiya</b> .....	60
4. 1. Ionlovchi nurlanish .....	60
4. 2. Radiatsion defektoskopiyaning fizik asoslari .....	68
4. 3. Apparatura va materiallar .....	76
4. 4. Nazorat qilish texnologiyasi .....	88
4. 5. Radiatsion defektoskopiyaning zamonaviy usullari .....	102
<b>V bob. Ultratovushli defektoskopiya</b> .....	111
5. 1. Ultratovushli defektoskopiyaning fizik asoslari .....	111
5. 2. Ultratovushli defektoskopiya apparatlari .....	119
5. 3. Ultratovush bilan nazorat qilish texnologiyasi .....	124
5. 4. Ultratovush bilan nazorat qilishni mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish .....	145
5.5. A1550 Intro Vizor ultratovushli defektoskop-tomograf.....	151
<b>VI bob. Magnit va uyurma tok defektoskopiya</b> .....	154
6. 1. Magnit defektoskopiya fizik asoslari .....	154
6. 2. Magnit kukuni yordamida tekshirish usuli .....	157
6. 3. Magnitografik usul .....	166
6. 4. Uyurma tokli defektoskopiya .....	170
<b>VII bob. Kapillar defektoskopiya</b> .....	178
7. 1. Kapillar defektoskopiyaning tasnifi .....	178
7. 2. Kapillar nazorat uslubi .....	180

<b>VIII bob. Sizishni izlash bilan nazorat qilish</b> .....	189
8. 1. Sizishni izlash bilan nazorat qilishning tasnifi .....	189
8. 2. Kapillar usullar .....	191
8. 3. Kompression usullar .....	191
8. 4. Vakuum bo'yicha izlash usullari .....	198
<b>IX bob. Putur yetkazmaydigan nazoratning zamonaviy usullari</b> .....	202
9. 1. Akustik-emission usul .....	202
9. 2. Metallarning magnit xotirasi usuli .....	203
9. 3. Issiqlikni ko'rish usuli .....	205
9. 4. Tebranishlarni aniqlash (vibrodiagnostika) .....	206
9. 5. Texnik endoskopiya .....	206
<b>X bob. Putur yetkazmaydigan nazorat tizimini shakllantirish va rivojlantirish konsepsiyasi</b> .....	207
<b>XI bob. Payvandlashni nazorat qilishning tashkil etilishi</b> .....	217
11. 1. Texnik nazorat turlarining tavsifi .....	217
11. 2. Nazorat xizmatlarining vazifalari va tuzilmasi .....	220
11. 3. Nazoratni tashkil qilishning yangi shakllari .....	223
11. 4. Montaj sharoitida nazorat qilish xizmati .....	224
11. 5. Nazoratga oid texnik hujjatlar .....	225

<b>XII bob. Payvandlash sifatini nazorat qilishdagi mehnat xavfsizligi.....</b>	<b>227</b>
12. 1. Umumiy talablar .....	227
12. 2. Elektr xavfsizligi qoidalari.....	228
12. 3. Ultratovushli defektoskopiyadagi xavfsizlik talablari .....	229
12. 4. Radiatsion defektoskopiyadagi xavfsizlik talablari .....	230
12. 5. Kapillar nazorat usullaridagi xavfsizlik talablari .....	234
12. 6. Sizishni izlash bilan sinashdagi xavfsizlik talablari.....	235
Foydalanilgan adabiyotlar.....	238

**Muzaffar Mahmudovich Abralov**  
**Mahmud Abralovich Abralov**

**PAYVAND BIRIKMALARNING**  
**DEFEKTOSKOPIYASI**

*Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma*

Qayta nashr

TOSHKENT – «NOSHIR» – 2017

Muharrir *J. Qo'nishev*  
Texnik muharrir *D. Mamadaliyeva*  
Badiiy muharrir *Sh. Odilov*  
Musahhih *S. Safayeva*  
Sahifalovchi *A. Qo'nishev*

---

Nashriyot litsenziyasi AI № 254, 31.12.2014-y.  
Bosishga 2017-yil 26-oktabrda ruxsat etildi. Bichimi 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
«Times New Roman» garniturası. Ofset qog‘ozi.  
Ofset bosma usulida chop etildi. Shartli b.t. 15,25.  
Adadi 603 nusxa. Buyurtma № 18.

---

«NOSHİR» QK nashriyoti, 100020, Toshkent sh., Langar ko‘chasi, 78.

«NOSHİR» O‘zbekiston–Germaniya qo‘shma korxonasi bosmaxonasida chop etildi, 100020, Toshkent sh., Langar ko‘chasi, 78.