

621
A18.

M.M. Abralov, N.S. Duniyashin

PAYVAND BIRIKMALARNING SIFAT NAZORATI



621
418

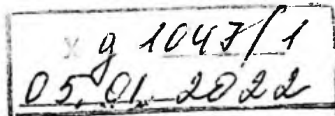
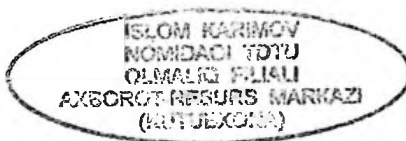
8004

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

M.M.Abrarov, N.S.Dunyashin

PAYVAND BIRIKMALARNING
SIFAT NAZORATI

5314800 – Payvandlash texnologiyasi va jihozlari ta'lim yo'nalishi
uchun darslik



Toshkent
“Universitet”

2021

Abralov M.M., Duniyashin N.S. Payvand birikmalarning sifat nazorati.
Darslik. –T.: “Universitet”, 2021, 204 bet.

UO'K: 621.791(075)

KBK: 30.61я7

A 18

Darslikda payvand birikmalarni sifatini buzmasdan va buzib nazorat qilishni nazariy asoslari ko'rib chiqilgan. Zamonaviy ishlab chiqarishda payvand birikmalardagi nuqsonlarni (ichki va tashqi) aniqlash va belgilashni usullari tasvirlangan, jihozlar va qurilmalar, ishlab chiqarishda nuqsonlarni aniqlash texnika va texnologiyasi xaqidagi ma'lumotlar keltirilgan, payvand chok va birikmalardagi nuqsonlar turlari keng yoritilgan.

5314800 – Payvandlash texnologiyasi va jihozlari ta'lim yo'nalishi talabalari uchun mo'ljallangan bo'lib, undagi turdosh ta'lim yo'nalishlari/magistratura talabalari foydalanishi mumkin.

Darslik tasdiqlangan dasturga muvofiq yozilgan.

Taqrizchilar:

A.T.Yuldashev – M.T.Urazboyev nomidagi Mexanika va inshootlar seysmik mustaxkamligi instituti, katta ilmiy hodimi, t.f.n.,

Z.D.Ermatov – TDTU “Texnologik mashinalar va jihozlar” kafedrası dotsenti, t.f.f.d.(PhD)

ISBN: 978-9943-6917-2-8

© “Universitet” nashriyoti, Toshkent, 2021 y.

KIRISH

Sanoatning jadal rivojlanishi va texnikaning hamma sohalaridagi metallarni payvandlashda: elektron nur, lazer, yuqori haroratli plazma, ultratovush va boshqa yangi effektiv payvandlash usullari qo'llanilmoqda. Mashinasozlik, energetika va qurilish konstruksiyalarining sifatini yuqori darajada ta'minlash hozirgi davrning dolzarb muammosi hisoblanadi.

Bir qator sanoat tarmoqlarida payvand birikmalarni buzmasdan nazorat qilish mustaqil texnologik jarayon qilib ajratilgan, chunki ko'pchilik hollarda nazorat qilishning og'irligi (ko'p mehnattalab 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. Buning sababi shundaki, payvandlash ishlarini mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish darajasi ancha yuqori (35 - 40%) ho'lib, ayni paytda, avtomatlashtirilgan buzmasdan nazoratning ulushi juda ham kam (1 - 2%). Shuning uchun hozirgi vaqtda payvand birikmalarning sifatini nazorat qilishning avtomatlashtirilgan uslublarini tezkor joriy qilishga alohida e'tibor berilmoqda.

Nazorat jarayonlarini to'g'ri tashkil etish, shuningdek, nazorat qilishda u yoki bu uslubdan yoki uslublar qo'yilmasidan oqilona foydalanish payvand birikmalarning sifatini katta ishonchlilik bilan baholashga imkon berishini amalyot ko'rsatmoqda. Hozirgi davrda texnikaning rivojlanish tendentsiyasi shuni ko'rsatmoqdaki, vatanimizda mavjud payvandlash texnika va texnologiyalar bilan cheklanib qolmasdan, balki soha ho'yicha rivojlangan davlatlar jumladan AQSH, Angliya va yevropa davlatlarida payvandlash yo'nalishi bo'yicha erishilgan yutuqlar bilan tanishib tahlil qilish imkon qadar joriy etish talab etiladi. Jumladan Edward R. Bohnard tomonidan AQSHda chop etilgan "Welding: Principles and Practices" kitohida payvandlash sifat nazorati jarayonlarining avtomatlashtirilgan usullarini ilgari surgan.

1-BOB. PAYVAND BIRIKMALARDAGI NUQSONLAR

1.1. Nuqsonlarning turlari va ko'rinishlari

Payvandlash ishida nuqsonlarni quyidagi turlarga ajratish qabul qilingan:

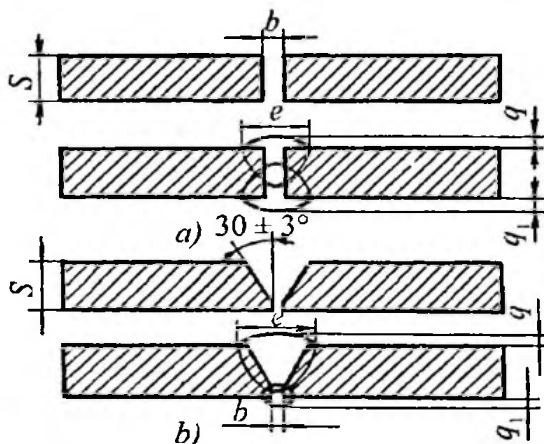
1. Buyumlarni payvandlashga tayyorlash va yig'ishdagi nuqsonlar;
2. Chok shakli nuqsonlari;
3. Tashqi va ichki nuqsonlar.

Payvandlash va yig'ishdagi nuqsonlar.

Eritib payvandlashda nuqsonlarning o'ziga xos ko'rinishlari quyidagilar hisoblanadi: V-simon, X-simon va U-simon choklarda chetlarning og'ish burchaklarining noto'g'riligi, ulanayotgan uchlarning uzunlik bo'yicha juda ko'p yoki kam to'ntoqlashuvi (o'tmaslashuvi); ulanayotgan elementlari uzunligi bo'yicha chetlar orasidagi oraliqning bir xil bo'lmashligi; ulanayotgan tekisliklarning bir-biriga mos kelmasligi, payvandlanayotgan detallar chetlari orasidagi oraliqning juda kattaligi, chetlarining qat-qatlashuvi va ifloslanishi.

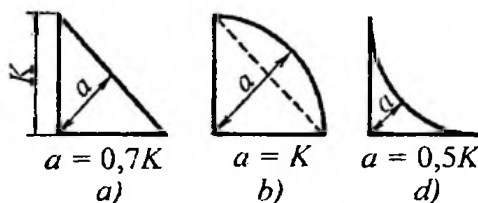
Aytib o'tilgan nuqsonlar zagotovkalarga ishlov berilgan stanokli qurilmaning nosozligi oqibatida; dastlabki materialning sifati yomonligidan; chizmalardagi xatoliklardan; chilangar va yig'uvchilar malakasining pastligidan vujudga kelishi mumkin.

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 (1.1-rasm) ularning eni e , kuchaytirish balandligi q va eritib quyishlar q_1 hisoblanadi; tavrli va ustma-ust qiya chetlarsiz bo'lgan burchak choklarning (1.2-rasm) konstruktiv elementlari esa katet K va qalinlik a hisoblanadi. Choklarning o'lchamlari payvandlanayotgan metallning qalinligi S ga va konstruktsiyalardan foydalanish shartlariga bog'liq.



1.1-rasm. Uchma-uch choklarning asosiy konstruktiv elementlari:

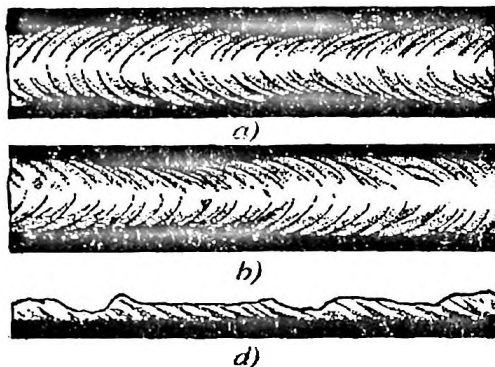
a - kichik qalindlikdagi uchlarini tayyorlamasdan; b - V-simon ajratish bilan.



1.2-rasm. Burchakli, ya'ni ustma-ust, tavr choklarning asosiy konstruktiv elementlari:

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

Payvand birikmalarini eritib payvandlashning istagan uslublari bilan bajarishda choklarning eni va balandligi notekis bo'lishi, balandliklar, chuqurchalar, katetlari va burchak choklarining balandligi bir tekis bo'lmashligi mumkin (1.3-rasm).



1.3-rasm. Chok shakllari nuqsonlari:

a - dastaki payvandlashda kengligining notekisligi, b - shuning o'zi avtomatik payvandlashda, d - notekis kuchaytirish-do'ngliklar va chuqurliklar.

Choklarning notekis kengligi payvandchining ko'rish-harakatlanish koordinatsiyasiga (KHK) bog'liq bo'ladigan elektrodning noto'g'ri harakatlari natijasida, shuningdek, yig'ishda chetlar 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.

Chok uzunligi bo'yicha kuchaytirishning notekisligi, mahalliy balandliklar va chuqurliklar dastaki payvandlashda payvandchining malakasi yetishmasligi sababli va birinchi navbatda payvanchining KHK xususiyati bilan; puxvatkalarni, ya'ni payvand nuqtasi bilan iltirishni 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.

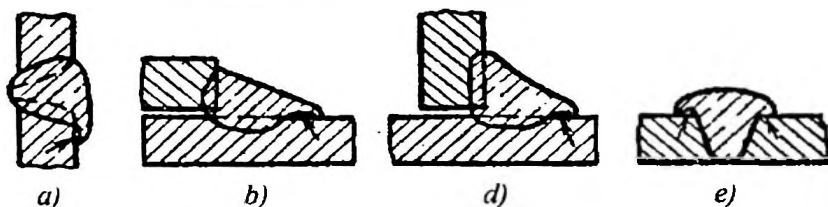
Chok shaklining sanab o'tilgan nuqsonlari birikmaning mustahkamligini pasaytiradi va ichki nuqsonlar paydo bo'lishi mumkinligini bevosita ko'rsatadi.

Tashqi nuqsonlar. Unga oqmalar, kesiklar, to'ldirilmagan kraterlar, kuyishlar kiradi.

Payvand birikmalar nuqsonlarining 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 qo'shilmalar		
Bb	Satrsimon shlakli qo'shilmalar		
Bc	Yasmiqsimon shlakli qo'shilmalar		
Bd	Metal qo'shilmalar		
C	Erimagan joylar		
Da	Chokning kesiksiz qavariq ildizi (bir tomonlama payvandlashda)		
Db	Kontsentratorli ildiz nuqsoni (bir tomonlama payvandlashda)		
Dc	Kontsentratorli ildiz nuqsoni (ikki tomonlama payvandlashda) va kesishgan joy nuqsoni		
Ea	Bo'ylama darzlar		
Eb	Ko'ndalang darzlar		
Ec	Nursimon darzlar		
Fa	Chok metalli oqmasi		
Fb	Chokning notekis kuchaytirilishi		
Fc	Kesiklar		

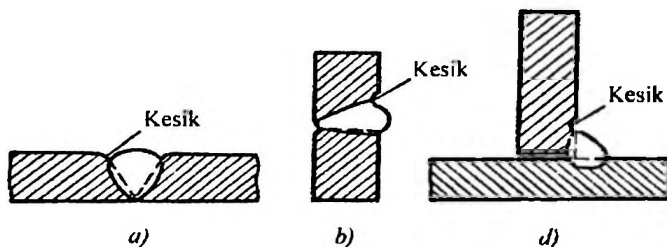
Choklardagi oqavalar elektrodning erigan metalli erimagan asosiy metall ustiga oqib tushganda, yoki oldin bajarilgan valikka u bilan qorishmasdan oqib tushishi natijasida vujudga keladi (1.4-rasm). Choklardagi oqavalar ayrim zonalar ko'rinishdagi mahaliy, shuningdek, uzunligi bo'yicha ancha katta bo'lishi mumkin. Choklardagi oqavalar yoy uzun bo'lganda tok kuchi haddan ortiqligi va payvandlash tezligi katta, chokning fazoviy holati noqulay bo'lganda (vertikalda, shipda), payvand choki qo'yiladigan tekislik qiyaligi katta bo'lganda, flyus ostida halqali choklarni payvandlashda elektrod noto'g'ri yuritilganda yoki elektrod simi noto'g'ri ko'chirilganda, vertikal choklarni pastdan yuqoriga tomon bajarganda va payvandchining tajribasi yetarli bo'lmaganda vujudga keladi.



1.4-rasm. Choklardagi oqavalar:

a - gorizontal, b - ustma-ust birikmalarda, d - tavrli birikmada, e – uchma-uch birikmalarda yoki valiklarni eritib qo'yishda.

Kesiklar asosiy metallda chokning chetlari bo'ylab ketuvchi chuqurliklardan (ariqchalardan) (1.5-rasm) iborat bo'ladi. Kesik chuqurligi millimetrlarning 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.



1.5-rasm. Kesiklar:

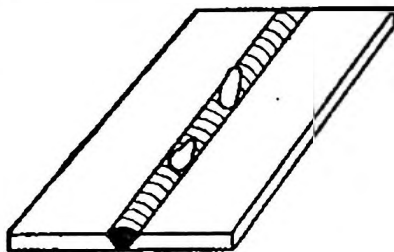
a - uchma-uch chokda; b - vertikal tekislikda oʻrnatilgan gorizontal chokda;
d - tavrli birikmaning burchakli chokida.

Chokdagi kesiklar metallning ishchi qalinligini kamaytiradi, ishchi yuklanishlar mahalliy kuchlanishlarni vujudga keltiradi va foydalanish jarayonida choklarning yemirilishiga sababchi boʻlishi mumkin.

Taʼsir qiluvchi kuchlanishlarga koʻndalang joylashgan uchma-uch va burchakli choklardagi kesiklar vibratsion mustahkamlikning keskin pasayishiga olib keladi; taʼsir qiluvchi kuchlanish boʻylab joylashgan hatto yirik kesiklar ham koʻndalang joylashgan kesiklardan koʻra mustahkamlikka ancha kam darajada taʼsir koʻrsatadi.

Krater — payvandlash qoʻqqisidan toʻxtatilganda chok oxirida paydo boʻladigan chuqurlik. Kraterlar qisqa choklarni bajarishda, ayniqsa, koʻp vujudga keladi. Kraterning oʻlchamlari payvandlash tokining kattaligiga bogʻliq. Dastaki (qoʻlda) payvandlashda kraterning diametri 3 mm dan 20 mm oraligʻida boʻladi. Avtomatik payvandlashda u ariqcha koʻrinishdagi uzun shaklga ega boʻladi. Toʻldirilmagan kraterlar payvand birikmaning mustahkamligiga noqulay taʼsir koʻrsatadi, chunki ular kuchlanishlarning konsentratorlari hisoblanadi. Vibratsion yuklanishda kamuglerodli poʻlat birikma mustahkamligining pasayishi 25% ga yetadi, kamlegirlangan poʻlat birikmalar chokida krater mavjud boʻlganda mustahkamlikning pasayishi 50% ni tashkil etadi.

Kuyishlar – 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 (1.6-rasm).



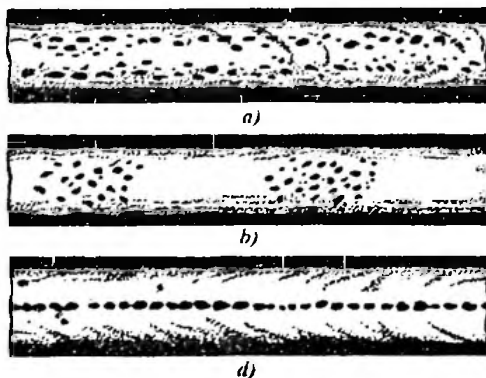
1.6-rasm. Kuyishlar.

Kuyishlarning sababi yoyning haddan tashqari yuqori pogon energiyasi, notekis tezlikda payvandlash, elektr ta‘minot manbaini to‘xtashi, 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, uni mexanik usulda bartaraf etiladi.

Ichki nuqsonlar. Ularga bo‘shliqlar (g‘ovaklar), shlakli qo‘shilmalar, pishmaganlar, qorishmaganlar va darzlar kiradi. Dumaloq shakldagi bo‘shliqlar ko‘rinishidagi, gaz bilan to‘ldirilgan g‘ovaklar (1.7-rasm) payvandlanayotgan metall uchlarining ifloslanganligi, nam flyusdan yoki nam elektrodlardan foydalanganlik, karbonat angidridi muhitida payvandlashda chokni himoyalash yetarlicha bo‘lmashligi, payvandlash tezligi orttirilgani va yoy uzunligi ortiqcha bo‘lishi oqibatida vujudga keladi. Karbonat angidrid gazi muhitida payvandlashda,

ayrim hollarda esa katta toklarda flyus ostida farron g'ovaklar, ya'ni svishlar hosil bo'ladi.



1.7-rasm. Chokda erigan metalldagi g'ovakning ko'rinishi:

a - bir tekis g'ovaklik, b - bo'shliqlarning to'planganligi, d - bo'shliqlar zanjiri.

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. Flyus ostida va karbonat angidrid gazida katta toklarda payandlashda svishchlar 6-8 mm gacha diametrga ega bo'lishi mumkin. "Qurtsimon" g'ovaklar bir necha santimetrli uzunlikka ega ho'ladi.

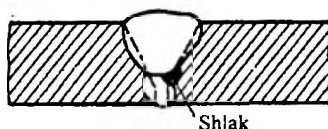
Bir tekis g'ovaklik (1.7-a rasm) muntazam ta'sir etuvchi omillarda; asosiy metallning payvandlanayotgan sirtlar bo'yicha ifloslanganida (zang bosganda, moy tekkanda va hokazo), elektrodlar qoplamasi qalinligi bir xil bo'lmaganda va hokazo paydo bo'ladi. Bo'shliqlarning to'planishi (1.7-b rasm) mahalliy ifloslanishlarda yoki payvandlashning belgilangan tartibidan og'ishishlarda, shuningdek, elektrodni qoplamasi yaxlitligi buzilganda, chok boshida payvandlashda, yoy uzilganda yoki uning uzunligi tasodifan o'zgartirilganda paydo bo'ladi.

Bo'shliqlar zanjiri (1.7-d rasm) gazsimon mahsulotlar metallga chok o'qi bo'ylab uning butun bo'yi bo'ylab singib ketganida vujudga keladi (zang bo'yicha payvandlashda, chok ildizini sifatsiz elektrodlar bilan eritishda). Yakka bo'shliqlar tasodifiy omillarning ta'siri hisobiga (tarmoqda kuchlanishning o'zgarib turishi va hokazo) paydo bo'ladi. Alyuminiy va titan qotishmalarini payvandlashda bo'shliqlarning paydo bo'lishi ehtimoli katta, po'latlarni payvandlashda esa bu ehtimol kamroq.

Payvand choki metallida **shlakli qo'shilmalar** – bu nometall moddalar (shlaklar, oksidlar) bilan to'ldirilgan uncha katta bo'lmagan hajmlardir. Shlakli qo'shilmalarning paydo bo'lishi ehtimoli ko'p jihatdan payvandlash elektrodining markasi bilan belgilanadi. Yupqa qoplangan elektrodlar bilan payvandlashda slakli qo'shilmalarning paydo bo'lishi ehtimoli juda kattadir.

Ko'p slak beruvchi sifatli elektrodlar bilan payvandlashda erigan metall suyuq holatda uzoqroq vaqt turadi va nometall qo'shilmalar uning sirtiga qalqib chiqishga ulguradi, buning natijasida chok slak qo'shilmalari bilan ozroq miqdorda ifloslanadi.

Shlakli qo'shilmalarni makro va mikroskopik qo'shilmalarga ajratish mumkin. Makroskopik qo'shilmalar cho'zilgan "dumlar" ko'rinishidagi sferik va cho'ziq shaklga ega bo'ladi. Bu qo'shilmalar chokda payvandlanayotgan uchlarni kuyindi va boshqa iflosliklardan yaxshilab tozalamaslik oqibatida va ko'pincha ichki kesiklar hamda ko'p qatlamli choklarning birinchi qatlamlari sirtlarini keyingilarini payvandlashdan oldin slakdan yomon tozalaganda paydo bo'ladi (1.8-rasm).

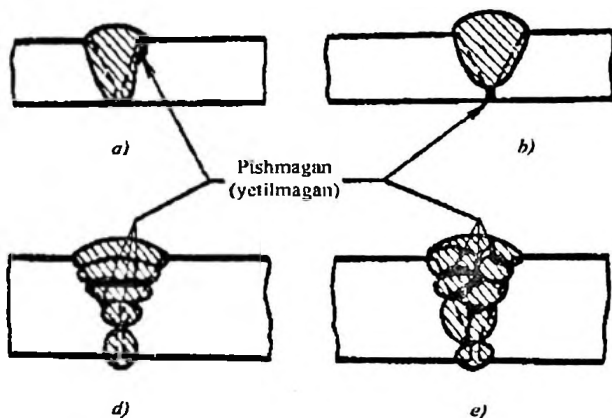


1.8-rasm. Ko'p qatlamli chokda uchning kesilishi bo'yicha slakli qo'shilmalar.

Makroskopik shlakli qo'shilmalar eritish jarayonida kristallanishda chokda qoladigan ayrim kimyoviy birikmalarning paydo bo'lishi natijasida vujudga keladi.

Oksid pardalar payvandlashning barcha turlarida vujudga kelishi mumkin. Ularning paydo bo'lish sababi shlakli qo'shilmalar kabidir: payvandlanayotgan sirtlarning ifloslanganligi, ko'p qatlamli payvandlashda chok qatlamlari sirtining shlakdan yomon tozalanishi; elektrod qoplamasi yoki flyusning sifati pastligi; payvandchining malakasi pastligi va hokazo.

Chala erishlar – bu payvand birikmasida chetlarning to'liq erimasligi yoki avval bajarilgan valiklarning to'liq erimasligi oqibatida mahalliy erimaslik ko'rinishidagi nuqsondir. Asosiy metallning eritilgan metall bilan qorishmasligi ko'rinishidagi neprovarlar (1.9-a rasm), oksidlarning yupqa qatlamini tashkil etadi, ayrim hollarda esa asosiy va eritilgan metall orasidagi qo'pol shlakli qatlamni tashkil etadi. Bunday chala erishmalarning 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'zgarmas tokda payvandlashda; elektrodlar oson eruvchi materialdan bunday elektrodlar bilan chok to'ldirilganda suyuq metall erimagan payvandlash chetlariga oqib tushadi, payvandlash **tezligi** haddan tashqari tez, bunda payvandlanayotgan chetlar (uchlar) erishga ulgurmaydi; elektrodning payvandlanayotgan uchlamning birortasi tomon ancha siljishi, bunda erigan metall ikkinchi erimagan uchga oqib, pishmagan joyni yopadi; asosiy metall, payvand simi, elektrodlar, flyuslar va hokazolarning sifati qoniqarsizligi; payvandlash qurilmasining qoniqarsiz ishlashi - payvandlash jarayonida payvandash toki kuchining va yoy kuchlanishining tebranishi (o'zgarishi); payvandchining malakasi pastligi.



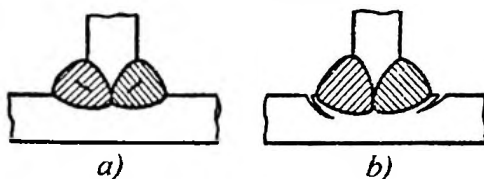
1.9-rasm. Chala erishlar:

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 (1.9- b rasm) yuqorida aytib o'tilganlardan tashqari uchlarning qiyalik burchagining yetarli bo'lmashligi; ular o'tmaslashishining yuqori kattalikdaligi; payvandlanayotgan detallar uchlari orasidagi oraliqning yetarli emasligi; chok oraliq'iga quyiladigan elektrod yoki prisadka simi kesimining kattaligi, bu asosiy metallning erishini ancha qiyinlashtiradi. Alohida qatlamlar orasida pishmaganlik (1.9- d, e rasm) quyidagi sabablarga ko'ra yuzaga keladi: oldingi valik qo'yilganda vujudga keladigan shlak to'la olib tashlanmagan, bu hol uni olib tashlash qiyinligidan yoki payvandchining pala-patishligi tufayli yuzaga kelishi mumkin; issiqlik quvvati yetarli emasligi (kichik tok, juda uzun yoki qisqa yoy).

Darzlilar – uzilish ko'rinishidagi payvand birikmaning qisman mahalliy yemirilishi (buzilishi) (1.10-rasm). Darzlarning paydo bo'lishiga quyidagi omillar sabab bo'ladi: qattiq mahkamlangan konstruksiyalarda legirlangan po'latlarni payvandash; havoda toblanishga moyil bo'lgan uglerodli po'latlarni payvandlashda sovitish tezligining yuqoriligi; konstruksion legirlangan po'latni

avtomatik payvandlashda yuqori uglerodli elektrod simining qo'llanilishi; qalin devorli idishlar va buyumlarda ko'p qatlamli choklarning birinchi qatlamini quyishda payvand tokining yuqori zichliklaridan foydalanish; elektr-shlakli payvandlashda detallar uchlari orasidagi oraliqning yetarli emasligi; flyus ostida avtomatik payvandlashda haddan ortiq chuqur va tor choklar; past xaroratda payvandlasb ishlarini bajarish; konstruksiyalarni "kuchaytirish" uchun choklarni haddan ortiq kuchaytirish (ustma-ust quyishlarning qo'llanishi va hakoza). Buning natijasida payvand birikmada darzlarning paydo bo'lishiga imkon beruvchi payvand kuchlanishlari ortadi; payvand birikmalarda kuchlanishlarning kontsentratorlari hisoblanadigan boshqa nuqsonlarning mavjudligi, ular ta'sirida bu nuqsonlar sohasida darzlar rivojlana boshlaydi.



1.10-rasm. Payvand chok va birikmalardagi darzlar:

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

Darzlar eng xavfli nuqsonlar qatoriga kiritiladi va amaldagi barcha me'yoriy-texnik hujjatlarga ko'ra yo'l qo'yib bo'lmaydigan nuqsonlar hisoblanadi.

Uchma-uch, nuqtali va chokli kontakt payvandlashning umumiy nuqsonlari metallning kuyishi, pishmaganlik, erimay qolganlik, g'ovaklik, radial va bo'ylama darzlar hisoblanadi. Bu nuqsonlar payvandlash texnologiyasini buzish natijasida vujudga keladi (katta yoki kichik tokda, bosimni, cho'kish tezligini noto'g'ri tanlaganda, tok ostida ushlab turish davomiyligi noto'g'ri tanlanganda va hokazo). Bu nuqsonlarning hammasi birikmalarning ish qobiliyatini pasaytiradi. Bosim bilan payvandlashdagi nuqsonlarni eritib payvandlashdagi nuqsonlarga qaraganda aniqlash odatda ancha murakkab.

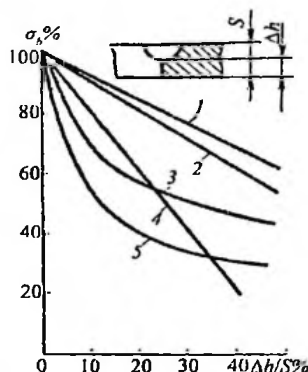
1.2. Payvandlashdagi nuqsonlarning konstruksiyalar ish unumiga ta'siri

Payvand birikmalarning sifatini tekshirishda va ularning foylanishda yaroqliligini baholashda tashqi va ichki nuqsonlarning konstruksiya mustahkamlik xarakteristikalariga ta'sirini bilish zarur. Nuqsonlarning xavfliligi ularning xususiy tavsiflari (turlari, ko'rinishlari, o'lchovlari, shakllari) ning 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'p xollarda u yoki bu turdagi nuqsonning konstruksiyalarning ishlash qobiliyatiga ta'sir ko'rsatish darajasi nuqsonli namunalarni sinab ko'rib aniqlanadi.

Konstruksiyani foydalanishga topshirishda dastavval tashqi nuqsonlarning yo'l qo'yilishi haholanadi. Tashqi nuqsonlarga yo'l qo'yish qiymatlari, odatda, konstruksiyani tayyorlashga oid texnik shartlarda ko'rsatiladi va undan foydalanish sharoitlariga bog'liq. Chokni kuchaytirish statik mustahkamlikni kamaytirmasligi aniqlangan, biroq u vibratsion mustahkamlikka kuchli salbiy ta'sir ko'rsatadi.

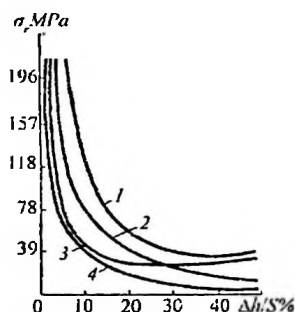
Chokni kuchaytirish qancha ko'p bo'lsa va, binobarin, asosiy metallardan eritiladigan metallga o'tish burchagi qancha kichik bo'lsa, u chidamlilik chegarasini shunchalik kuchliroq pasaytiradi. Shunday qilib, chokni haddan ortiq kuchaytirish vibratsion, dinamik va takroriy-statik yuklanishlarda ishlovchi payvand birikmalar sifatini yaxshilash bo'yicha texnologik jarayonni optimallashtirishdan olingan harcha 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 nuqsonlar deb hisoblash mumkin.



1.11-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 - 25XГΦА po'lati; 4 - Д16Т; 5 - 30XГЧА po'lati.



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

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

Oqmalar choklarning tashqi shaklini o'zgartirib, kuchlanishlar konsentratorilarini hosil qiladi va shu bilan konstruksiyalarning pishiqligini

9.1047/1
05.01.2022

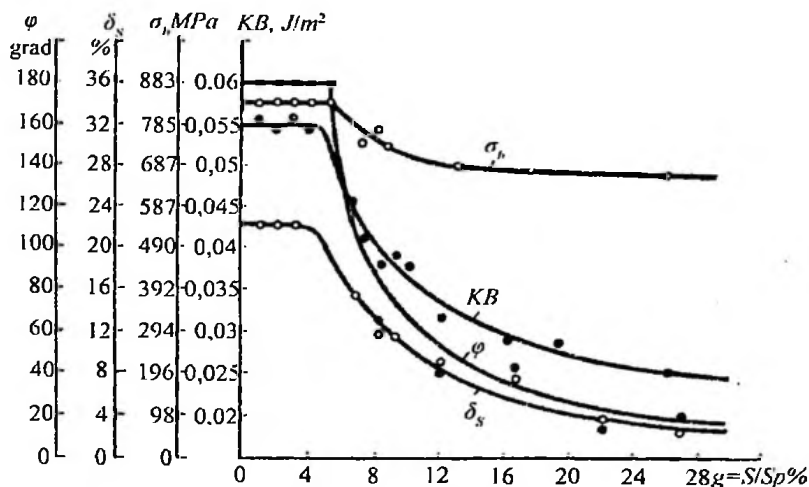
pasaytiradi. Katta uzunlikdagi oqmalarni yo'l qo'yib bo'lmaydigan nuqsonlar deb hisoblash lozim, chunki ular kuchlanishlarni to'plagandan tashqari, ko'pincha yaxshi pishmaganliklar (neprovar) bilan birga bo'ladi.

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

Kraterlar, kuyishlar singari, barcha hollarda yo'l qo'yib bo'lmaydigan nuqsonlar hisoblanadi va ular tuzatilishi kerak. Payvand birikmaning sifatini yakuniy baholash uchun nazoratchi ichki nuqsonlarning yo'l qo'yilishi chegarasini bilishi kerak, bu chegara sinovlar asosida o'rnatiladi. Ko'p sonli tadqiqot natijalarining ko'rsatishicha, plastik materiallar uchun statik yuklanishda (1.11-rasm, 1, 2, 4 egri chiziqlar) chala erishlar 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, (1.11-rasm, 3, 5) shuningdek, dinamik yoki vibratsion yuklanishda (1.12-rasm) ish unumini yo'qotish bilan nuqson kattaligi orasidagi mutanosiblik buziladi.

Bo'shliqlar va shlakli qo'shilmalar ularning nisbiy yuzidan 5-10% gacha bo'lgan chok kesimida birikmaning statik mustahkamligiga amalda kam ta'sir ko'rsatishi aniqlangan (1.13-rasm). Agar choklar ancha katta kuchaytirilgan bo'lsa, u holda yig'indi yuza chok kesimining 10 - 15% ga teng ho'shliqlar va shlakli qo'shilmalar statik mustahkamlikka kam ta'sir qiladi. Bir qator konstruksiyalar (armaturaning ulanish joylari) uchun bunday nuqsonlarning joylashgan o'rniga bog'liq holda ularning yo'l qo'yiladigan kattaligi chok kesimining 10 - 25% ini tashkil etishi mumkin.



1.13-rasm. Nuqsonlarning (bo'shliqlarning) nisbiy yuzining legirlangan po'latdan tayyorlangan tutashtiruvchi birikmalarning mexanik xossalriga ta'siri ($\sigma_s = 850 \text{ MPa}$, toblashdan va yumshatishdan so'ng).

Darzlar, oksidli plyonkalar, erib qo'shilmay qolganlar kabi nuqsonlar yo'l qo'yib bo'lmaydigan nuqsonlar hisoblanadi.

1.3. Nuqsonlarni tuzatish usullari

Yo'l qo'yib bo'lmaydigan tashqi va ichki nuqsonlar aniqlanganda, ular albatta, bartaraf qilinadi. Tashqi nuqsonlarni yo'qotish tanlangan joylarda silliq o'tishlarni ta'minlagan holda jilvirlash orqali amalga oshiriladi. Agar yig'maning maksimal chuqur joyida detal devorining minimal yo'l qo'yiladigan qalinligi saqlanib qolsa, tanlab olingan joylarni payvandlamasa ham bo'ladi. Chokning teskari tomonidan nuqsonlarni yo'qotish asosiy metall bilan yuzining butun uzunligi bo'ylab chokning teskari tomonidan amalga oshiriladi. Agar mexanik ishlov berish jarayonida (jilvirlashda) tashqi nuqsonlarni to'la tuzatish imkoni

bo'lmasa, u holda ularni yo'l qo'yib bo'lmaydigan nuqsonlar sifatida to'la ta'mirlash zarur.

Chuqurlashgan tashqi va ichki nuqsonlarni (nuqsonli uchastkalarni) ta'mirlash alyuminiy, titan va ularning qotishmalaridan yo'qotishning faqat mexanik usulda abraziv asbob bilan jilvirlash yoki kesish, shuningdek, kesib tashlab keyin jilvirlash yo'li bilan amalga oshiriladi. Bir qator hollarda po'latdan yasalgan konstruksiyalarda nuqsonli uchastkalarni havo-yoyli yoki alangali-yoyli strojka bilan keyinchalik tanlab olingan sirtni abraziv asboblardan bilan ishlov berib ta'mirlashga yo'l qo'yiladi. Bunda uglerodli va kremniy marganetsli po'latlardan tayyorlangan buyumlarning sirtlarida kesish izlari to'liq yo'qotilguncha tozalanishi (jilvirlanishi) kerak.

Majburiy termik ishlov berilishi lozim bo'lgan va legirlangan hamda xromli po'latlardan ishlangan payvand birikmalarda tanlamalarni pishirib, nuqsonlarni tuzatishni payvand birikmani yuqori ($450 - 650^{\circ}\text{C}$) qizitishdan so'ng (oraliq, yakuniy yoki dastlabki) amalga oshirish lozim, texnologik yo'riqnomalarda qayd qilib o'tilgan ayrim hollar bundan mustasno.

Nuqsonli joylarni ta'mirlashda ma'lum shartlarga rioya qilish maqsadga muvofiqdir. Yo'qotilayotgan hududning uzunligi nuqsonli joy uzunligi har tomondan 10 - 20 mm ga teng bo'lishi, tanlanmani ajratish eni esa shunday bo'lishi kerakki, payvandlangandan so'ng chokning eni payvandlanguncha bo'lgan enining ikki barobaridan ortiq bo'lmasin. Payvandlash uchun tayyorlangan tanlamlarning shakli va o'lchamlari istalgan joyda ishonchli payvand qilish imkonini ta'minlashi kerak. Har bir tanlanmaning sirti keskin chiqiqsiz, o'tkir chuqurliklar va do'ngliklarsiz silliq ko'rinishga ega bo'lishi kerak. Nuqsonli uchastkani payvandlashda asosiy metallning yaqinidagi uchastkalarining yopilishi ta'minlanishi kerak.

Payvandlangandan so'ng uchastkani kraterdagi chuqurliklar va do'ngliklarni to'liq yo'qotguncha tozalashtirish, unda asosiy metallga silliq o'tishni bajarish zarur.

Farron darzli payvand choklarda payvandlashdan oldin darzlarning tarqalib ketishining oldini olish uchun ularning uchlarini parmalab teshish talab qilinadi.

Bunday holda nuqsonli qism to'liq chuqurlikka payvandlanadi. Nuqsonli qismni payvandlashni eritib payvandlash usullaridan biri (dastaki, yoyli, inert gazlar muhitida yoyli va hokazo) bilan amalga oshiriladi.

Payvand birikmalarining tuzatilgan choklari buyumning sifatiga qo'yiladigan talablarga muvofiq takroran tekshirishdan 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 ahamiyatliligi toifasiga bog'liq va odatda, uchtdan ortmaydi.

Nazorat savollari

1. Tashqi nuqsonlarning paydo bo'lishiga qanday asosiy omillar ta'sir ko'rsatadi?
2. Ichki nuqsonlarni xosil bo'lish sabablarini sanab chiqing.
3. Ichki nuqsonlarning paydo bo'lishi sabablarini ayting va ularning payvand konstruksiyalarning ish qobiliyatiga ta'siri to'g'risida so'zlab bering.
4. Nuqsonlarni tuzatishning mavjud usullarini sanab o'ting.
5. Payvandlash nuqsonlarini ish unumiga qanday ta'sir o'tkazadi?

2-Bob. PAYVANDLASHDA DASTLABKI VA JORIY NAZORAT

2.1. Materiallarni dastlabki nazorat qilish

Payvand birikmalarning sifati yuqori bo'lishini ta'minlash uchun avvalo materiallarni (asosiy metall, elektrodlar, payvandlash simi, flyuslar, himoya gazlari va h.k.) nazoratdan o'tkazish zarur. Dastlab materiallarning sifati sertifikat ma'lumotlari asosida aniqlanadi, buning uchun ularning buyumni payvandlashning mazkur texnologik jarayoniga, talablariga muvofiqligi tekshiriladi. Tashqi nuqsonlar mavjud bo'lganda, shuningdek, sertifikatlar bo'lmaganda, materiallarni faqat kimyoviy tahlil, mexanik sinovlar va payvandlanuvchanlikni aniqlash sinovlari o'tkazilgandan so'ng foydalanishga ruxsat etiladi.

Quyma zagotovkalar ko'rinishidagi asosiy metall bo'shliqlar, cho'kma rakovinalar va darzlarning bor-yo'qligiga tekshiriladi. Payvandlash lozim bo'ladigan zonalarga alohida e'tibor beriladi. Bu joylar iflosdan, bo'yoqdan, zangdan va boshqa iflosliklardan yaxshilab tozalanishi kerak. Prokatni qatlamlashuvi, quyish kamchiliklari yo'qligiga, va list qalinligining bir xilligi mavjudligiga tekshiriladi.

Elektrodlar qoplamasi qalinligining bir tekislikdaligi, unda darzlar va boshqa mexanik shikastlanishlar yo'qligiga tekshiriladi. Elektrod sterjeni va qoplamaning erishi xarakterini, shlak ajralishi osonligini va payvand chokining shakllanish sifatini (erigan metallning oquvchanligi, sachrash) aniqlash uchun sinov payvandlashi bajariladi. Elektrodlar amaldagi normativ hujjatlarlar talablarini qanoatlantirishi kerak.

Payvandlash simi sirtlarning tozaligiga, mazkur payvandlash texnologik jarayoni uchun noma'qul bo'lgan elektrod qoplamalarining qatlamlarga ajralishi va zontlarning (qoplamaning erimay qolayotgan uchi) yo'qligiga tekshiriladi. Elektrodlar uchun yuqorida eslatib o'tilgan ko'rsakichlar bo'yicha materiallarning

sifatini aniqlash uchun tegishli flyuslar yoki himoya gazidan foydalanib, sinov payvandlashi bajariladi.

Flyuslarni tekshirishda ular zarrachalarining kattaligi va o'lchamining bir xilligi, ularda ifloslik va boshqa qo'shilmalarning yo'qligi aniqlanadi.

Himoya gazlarida zararli qo'shilmalar 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. Dastlab materiallarni payvandlanuvchanlikka tekshirishdan avval payvand konstruksiyasida 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 flyuslarning sertifikatdagi qiymatlaridan og'ishi bilan bog'liq bo'ladi.

2.2. Qurilma va jihozlarni nazorat qilish

Payvand birikmalarining sifati ko'p jihatdan payvandash qurilmasining soz ishlashiga bog'liq. Tekshirishning mazkur turining maqsadi va vazifasi har bir apparat yoki mashinaning pasporti ma'lumotlariga muvofiq payvandlash qurilmasini ish holatida saqlanishini ta'minlashdir. 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 sinchiklab tekshirilishi kerak. Gaz bilan payvandlashda gaz bilan ta'minlash manbalarini tekshirish birinchi darajali ahamiyatga ega. Masalan, atsetilenli gaz-generatorlarni ishlashini tekshirish toza va quruq gazni normal

xaroratda 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. Oritqcha kislorod yoki yonilg'i gazni uzatishga yo'l qo'yilmaydi. Reduktorlarning ishlashini tekshirishda ishchi bosimning doimiyiligiga, ularning sozlashga sezgiriligiga, o'tkazish qobiliyatiga va muzlashga qarshi chidamliligiga diqqatni qaratish zarur. Nazorat-o'lchov asboblari ularning ko'rsatishlarini namunaviy asbobl va o'lchash vositalarining ko'rsatishlari bilan taqqoslab, vakolatli tashkilotlarda 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, uzel, huyumning barcha o'lchamlarining zarur anqlik darajasini, payvandlanayotgan oh'yektni payvandlash uchun qulay holatga o'rnatishni va hokazolarni ta'minlashi kerak.

Bu talablar moslamalarni loyihalash va tayyorlashning texnik shartlarida aks ettirilishi kerak. Yangi tayyorlangan moslamalar foydalanishdan avval texnik shartlarga muvofiqqligi tekshiriladi. Tirgaklar, qisqichlar va boshqalarning ishlashi to'g'riligiga e'tiborni qaratish lozim. Moslamaning yaroqli ekanligi to'g'risidagi yakuniy xulosani detalning birinchi payvand buyumi (yoki uzeli) tayyorlangandan va o'lchamlari tekshirilgandan 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'lganda ular ta'mirlanadi yoki almashtiriladi.

2.3. Texnologiyani nazorat qilish

Ishlab chiqarilayotgan mahsulot sifatinı ta'minlash uchun ishlab chiqarish jarayonida nazorat katta ahamiyatga ega. Qurilmalarning apparaturasi,

moslamalarning, asboblarning va kerakli yaroqlarning holati, shuningdek, payvandlash operatsiyasining bajarilib borishi, har bir payvandchi malakasini davriy ravishda 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 zagotovkalarni, payvandlash moslamalarining sozligini, buyumlarni payvandlashga yig'ishni, payvandlash materiallarining holatini, payvandlash qurilmasini, 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 siquvchi qurilmalarning sozligi, o'rnatuvchi sirtlarning yaroqliligi, shuningdek, flyusli, mis yoki burchakli ostqo'yimalar va issiqlikni eltuvchi elementlarning yaroqliligi nazorat qilinadi. Yig'ilgan uzellarda asosiy gabarit o'lchamlar, ulanish joylardagi oraliqlar va payvandlanayotgan uchlarning siljish kattaligi, tutqichlarning sifati va chok chiquvchi plankalarning mavjudligi tekshiriladi.

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

Bir qator hollarda, masalan, katta diametrli quvur o'tkazgichlarni kontaktli uchma-uch payvandlashda payvandlash rejimi qiymatlariga qarah (kuchlanish, bosim, tutib turish vaqti va h.k.) birikma sifati to'g'risida umumiy xulosa chiqariladi. Masalan, plastmas quvur o'tkazgichlarni payvandlaydigan zamonaviy xorijiy apparatlar (Widos) payvandlash operatsiyasini bajarib bo'lib, undan so'ng payvand birikmasining sifati haqida bayonnomani ham o'zi chiqarib beradi. Montaj davrida bu juda katta qulaylik vazifasini o'taydi.

Texnologik jarayonning borishi to'g'risida operatsion nazoratni mazkur uchastka, tsex, korxona ishi uchun ma'sul bo'lgan texnologlar, ustalar va boshqa injener-texnik xodimlar amalga oshiradilar.

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

2.4. Payvandchilar malakasini nazorat qilish

Buyumlarni payvandlashga tayyorlashni va payvandlash jarayonini sinchiklab reja asosida nazorat qilish payvandchilarning tayyorgarlik darajasini tekshirmasdan 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, degan xulosaga olib keldi. Shuning uchun konstruksiyalarni tayyorlashning texnologik jarayonining barcha bosqichlarida ularning malakasini bilish kerak. Buning uchun tibbiy, fiziologik va malakaga oid ko'rsatkichlarni tekshirib turish lozim. Dastavval, payvandchilarning malakasini ularni ma'lum bir payvandlash ishlarini bajarishga ruxsat berishdan oldin hisobga olish zarur. Bundan tashqari, ishlab chiqarish jarayonida payvandchilar takroriy sinovlardan davriy ravishda o'tkazib turilishi kerak.

Payvandchilarning malakasini tekshirish uchun korxona ma'muriyati zarur hollarda "Sanoatgeokontexnazorat" Davlat inspeksiya noziri ishtirokida malakani tekshirish komissiyasini tashkil etadi. Sinovlar tegishli buyum namunalari payvandlashga 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'rildan so'ng buzmaydigan nazoratning tegishli usullari bilan tekshiriladi, shuningdek, mexanik sinovlardan ham o'tkaziladi va payvandchi malakasi haqida xulosa beriladi.

2.5. Payvand birikmalarni nazorat qilish usullari

Tayyor payvand birikmalarni tekshirish termik ishlov berishdan keyin (agarda u texnologik jarayon talablarida ko'zda tutilgan bo'lsa) bajariladi.

Payvand birikmalarni nazorat qilish usullari asosiy ikki guruxga bo'linadi: buzmasdan nazorat qilish va buzib nazorat qilish.

Buzmasdan nazorat qilish vazifasiga nafaqat nuqson mavjudligi yoki uni bartaraf etish, balki nuqson darajasi aniqlanadi. Olingan ma'lumot birinchidan ta'mirlash imkon darajasini beradi; ikkinchidan, nuqson xosil bo'lish sababini aniqlash va uni bartaraf etish yo'lini topish. Bu nazorat usullari guruhiga:

- 1) choklarni ko'zdan kechirish va o'lchamlarini o'lchash;
- 2) radiatsion defektoskopiya;
- 3) ultratovush defektoskopiya;
- 4) magnit va elektr-magnit defektoskopiya;
- 5) kapillyar defektoskopiya;
- 6) oquvchanlik defektoskopiylari kiradi.

2.1-jadval

Payvand birikmalarni nazorat qilish usullari tasnifi

PET usullari	Qisqacha helgilanishi (inglizcha)
Akustik-emission tekshirish	AT
Uyurmali tok tekshirishi	ET
Infraqizil termografik tekshirish	TT
Germetiklikni tekshirish (sizishni izlash)	LT
Magnit-kukunli tekshirish (rangli, lyuminescent)	MT
Singib o'tuvchi moddalar bilan tekshirish (rangli, lyuminescent)	PT
Radiografik tekshirish (plyonkaga, ko'p marta ishlatiladigan plastinalarga, rentgen-televizion)	RT

Kuchlanganlik-deformatsiyalanganlik holatini tekshirish (tenzometrik tekshirish)	ST
Ultratovushli tekshirish (dastaki, avtomatlashtirilgan, fazalangan panjaralarda)	UT
Vizual tekshirish	VT

**Payvand birikmalarni nazorat qilish usullari usullarining (PETU) qisqacha
tasnifi**

PET usuli	Asosiy fizik printsipi	Foydalanish sohasi	Maxsus talablar	Afzalliklari	Kamchiliklari
<i>Vizual-o'lchov (VT)</i>	Optik va o'lchov vositalarini qo'llab ob'yektni tekshirish	Har xil tashqi nuqsonlarni topish, ularning parametrlari ni, hamda ob'yekt geometrik o'lchovlarini o'lchash	Tekshirish joyida yoritish bo'lishi	+ Tekshirish oddiyligi; + Uskunalarining murakkab emasligi; + Tanarx pastligi; + Nisbatan kam mehnat talab qilishi	– Ochiq emas nuqsonlarni aniqlash mumkin emasligi; – Oddiy ko'z yoki optik moslamaga imkon bo'lishi; – Yuzani tekshirishda boshqa usullardan sezgirligi pastligi

Radiografik (RT)	Ionlantiruvchi nurlanish, ob'yektdan o'tib, uning zichligi va qalinligiga proporsional ravishda kuchsizlanadi. Ob'yekt ortidagi nurlanish intensivligini o'lchash natijalariga ko'ra unda nuqson bor, yoki yo'qligi haqida xulosa qilmadi.	Ichki nuqsonlarni topish	Insonlarni ionlantiruvchi nurlanishdan saqlash zaruriyati. Ob'yektni ng ikkala tarafiga ham yetish imkoni bo'lishi	+ Ichki hajmdor nuqsonlarni topishga eng yaxshi usul; + Tekshiruv haqida ob'yektiv hujjat (radio-gramma); + Har qanday materialdan yasalgan ob'yektlarni tekshirish imkoniyati; + Ish joyida kalibrlash zarur emasligi	- Ionlantiruvchi nurlanish bilan ishlash xavfi borligi; - Nuqson chuqurligini aniqlab bo'lmazligi; - Nurga ko'ndalang oriyentatsiyalangan yassi nuqsonlar(darzlar) aniqlanmaydi; - Tannarx yuqoriligi; - Ob'yektlar qalinligi chegaralangan; - Ob'yektning ikkala tarafiga ham yetish zarurligi
Ultratovush (UT)	Aslida nuqson yoki tekshirilayotgan ob'yekt yuzasi bo'lgan ikki muhit chegarasida datchik yordamida hosil bo'layotgan ultratovush to'liqlarining aks etishi va sinishini tahlil qilish	Tuzilish bir jinsligi va yaxlitlikning buzilishi turi bo'lgan yuzadagi va ichki nuqsonlarni mahsulotlar da aniqlash va ularning geometrik o'lchamini topish	Tekshirila yotgan ob'yekt yuzasi Rz 20 dan kam bo'lmagan g'adir-budirlikka cha ishlov berilib, tozalangan bo'lishi zarurligi	+ Ichki yassi nuqsonlarni topish uchun eng yaxshi usulligi; + Ham metallar, ham metallmaslarni tekshirish imkoni borligi; + Natija darhol chiqishi; + Sarflanadigan materiallar zarur emasligi; + Apparaturning mobilligi; + Mahsulotga bir tomonlama yondashish imkoni bo'lganda foydalanish mumkinligi	- Yuzaga ishlov berish zarurligi; - Natijalarni talqin qilish mushkulligi; - Ashoblarni muntazam kalibrlash zaruriyligi; - Nuqsonning haqiqiy o'lchamlarini bermazligi; - Ø200 mm dan ko'p yektlarni tekshirish uchun "ishqalab moslangan" datchiklar zarurligi; - Yirik donali tuzilishga ega materiallarni tekshirish murakkabligi

<i>Magnit-kukunli (MT)</i>	Ob'yekt tashqi magnit maydon bilan magnitlanadi. Nuqson mavjud joylarda magnit maydoni kuch chiziqlari buzilib, bu yuzada magnit kukuni to'planib qolishidan bilinadi	Ferromagnit materiallardan yasalgan tekshiruv ob'yektlari da yuza va yuza ostidagi nuqsonlar uzunligi va holatlari aniqlanadi	Tekshirila yot-gan o'yekt yuzasi Ra 10 dan yomon bo'l-magan g'adir-budirlikka ega bo'lishi zarurligi	+ Ferromagnit materiallarda ingichka darzlarni topishdagi eng yaxshi usul; + Yuqori sezuvchanlik; + Tekshiruv soddaligi; + Turli shakl va o'lchamga ega detallarni tekshirish imkoniyati; + Mahsulotlarni bo'yoq qatlami ustidan tekshirish imkoniyati	- Noferromagnit mahsulotlarni tekshirish imkoniyatiga ega bo'lmagani; - Faqat yuza va yuzaga yaqin nuqsonlar aniqlanadi; - Ob'yektni magnitsizlantirish murakkabligi, agar u zarur bo'lsa; - Nuqson chuqurligini aniqlab bo'lmagani
<i>Uyurmali tok (ET)</i>	Ob'yekt xususiyatlari haqidagi ma'lumotni g'altakning (datchik) o'z elektromagnit maydoni bilan tekshirila yotgan ob'yektida g'altak uyurmali toklari orqali xosil qilingan elektromagnit maydoni o'rnatidagi o'zaro ta'sirni tahlil qilish orqali olinadi	Elekt o'tkazuvchan materiallardan yasalgan ob'yektlarda yuza va yuza ostidagi nuqsonlarni topish. O'tkazuvchan yuzalardagi o'tkazmas qoplamalar qalinligini o'lchash. Metall materiallarning o'tkazuvchanligini o'lchash	Mavjud emas	+ Yuqori sezuvchanlik; + Turli shaklga ega ob'yektlarni tekshirish imkoniyati; + O'tkazmaydigan qoplamaga ega ob'yektlarni tekshirish imkoniyati; + Datchikni yuzaga tekka-zish shart emasligi (zazor 3 mm gacha bo'lishi mumkin); + Skanerlash tezligi yuqori bo'lishi mumkin	- O'tkazmaydigan materiallardan bo'lgan ob'yektlarni tekshirish imkoniyatiga ega bo'lmagani; - Yuza ostidagi nuqsonlar faqat magnitmas yoki kam magnitlanadigan materiallardan topiladi; - Nuqsonni topish ehtimoli uning orientatsiyasiga bog'liq

<i>Sizib o'luvchi moddalar bilan (kapilyar (PT))</i>	Kapilyarlik xususiyati ta'siri ostida sizib o'tuvchi suyuqlik yuzaga chiquvchi nuqsonlar bo'shlig'ini to'lg'azadi. Nuqsonli yuzaga ochiltirgich surtilib, u suyuqlikni adsorbsiyalaydi, indikator rasmini paydo qilish yo'li bilan topiladi	Tekshirish yuzasiga chiqadigan nuqsonlar topiladi	Tekshirila yotgan ob'yekt yuzasi tozalangan va yog'sizlan tirilgan bo'lishi zarur	+ Yuqori sezuvchanlik; + Tekshiruv soddaligi, + Uskuna murakkabmasligi; + Natijalar ochiqdigi; + Har qanday o'lcham va shaklga ega ob'yektlarni tekshirish imkoniyati; + Har qanday materialdan bo'lgan ob'yektlarni tekshirish imkoniyati, g'ovaklaridan mustasno	- Yuzaga chiqmaydigan nuqsonlarni topish imkoniyati yo'qligi (masalan, iflosliklar bilan to'lgan yoki parchinlangan); - Ob'yekt yuzasidan himoya qatlami olinishi talab qilinadi; - Foydalaniladigan defektoskopik materiallar zaharli va yong'in xavfiga ega
<i>Akustik-emission (AT)</i>	Yuklash oqibatida material deformatsiyasi vaqtida hosil bo'ladigan va tarqaladigan tovush tebranishlari (akustik impuls) ni qayd qilish	Nuqsonlarni dastlabki bosqichda, qurilma vayron bo'lishidan avval topish. Geologik jinslarning seysmik xavfi darajasini aniqlash	Tekshirila yotgan ob'yekt ishchi yuklashda n 5-10% orttirib yuklash zarur	+ Taraqqiy qilayotgan nuqsonlarni farqlash; + Yirik qurilmalarni bir sinov davrida tekshirish	- Ob'yektni yuklash zarurligi; - Natijalarni tahlil qilish murakkabligi; - Tannarx yuqoriligi

Buzmasdan nazorat qilishda nazorat ob'ekti bo'lib buyum xisoblanadi, buzib nazorat qilishda esa nuqsonni aniqlash uchun buyum bilan bir vaqtda o'sha texnologik rejimlarda o'sha metallardan namuna plastinalar payvandlanadi (ba'zan namunalarni bevosita buyumning o'zidan qirgib olinadi) va nazorat qilinadi.

Buzib nazorat qilish guruxiga:

1) mexanik sinov;

- 2) metallografik tekshirish;
- 3) korroziyaga tekshirish;
- 4) payvandlanuvchanlikka sinashlar kiradi.

Nazorat savollari

1. Dastlabki materiallarni tekshirishda nimaga e'tibor beriladi?
2. Payvandlash jarayonida qanday parametrlar tekshiriladi?
3. Texnologiyani nazorat qilish deganda nimani tushinasiz?
4. Shahodatlashda payvandchilarni malakasini sinash to'g'risida so'zlab bering.

3-Bob. TASHQI NAZORAT VA VIZUAL NAZORAT QILISH

3.1. Tashqi nazorat va vizual nazorat afzalliklari

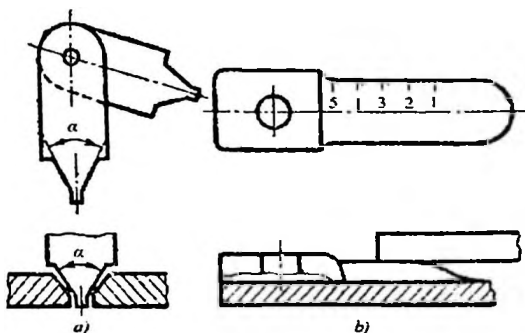
Tashqi ko'zdan kechirish orqali zagotovkalarni payvandlashga tayyorlash va yig'ish sifati, payvandlash jarayonida choklarni bajarishi sifati va tayyor payvand birikmalarning sifati tekshiriladi. Odatda tekshirishning boshqa ko'rinishlaridan qa'tiy nazar, tashqi ko'zdan kechirish orqali barcha payvand buyumlar tekshiriladi. Tashqi ko'zdan kechirish ko'p hollarda yetarlicha informativ bo'lib, tekshirishning eng maqsadga muvofiq va operativ usuli hisoblanadi.

3.2. Zagotovka va yig'ilgan payvand detallarni nazorat qilish

Ezilgan joylar, chiziqlar, kuygan joylar, zanglangan joylar va shu kabilarni 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 tirqish (zazor) uchlarning o'tmasligi va ajratish burchagi uchlari ajratilgan birikmalar uchun; ustma-ust qo'yish e'ni va listlar orasidagi 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'rsatiligan parametrlarni o'lchash va tekshirish uchun maxsus andozalar yoki universal asbob (3.1-rasm) qo'llaniladi.

Payvandlash texnik sharti yoki belgilangan texnologik jarayonidan chetga chiqib yig'ilgan detallar, uzellar yoki buyumlar qayta yig'iladi. Tekshirish hajmi,

vositalari, tartibi va metodikasi ishlab chiqarishning texnologik jarayonida ko'zda tutiladi.



3.1-rasm. Payvand birikmalarni yig'ishni tekshirish uchun andoza:

a - uchma-uch ulash uchun; *b* - ustma-ust qo'yib ulash uchun.

3.3. Payvandlash jarayonini nazorat qilish

Bu bosqichda payvandchining payvandlash tartibini (tok, kuchlanish, payvandlash tezligi va h.k.) va yoyni barqaror yondirishini tekshirishdan tashqari, ko'p qatlamli choklarda valiklarni to'g'ri bajarishi kuzatiladi.

Bu bosqichda, ayniqsa muhimi, qatlamlar miqdori istalgancha bo'lganda ham, chok ildizi qatlamini sinchiklab ko'zdan kechirishdir. Bu qatlamni payvandlash sifati zarur bo'lganda lupa yordamida baholanadi, ma'sul vazifani bajaruvchi konstruktsiyalarning sifatini baholash uchun esa ba'zan kapillyar yoki magnit defektoskopiyasidan ham foydalaniladi.

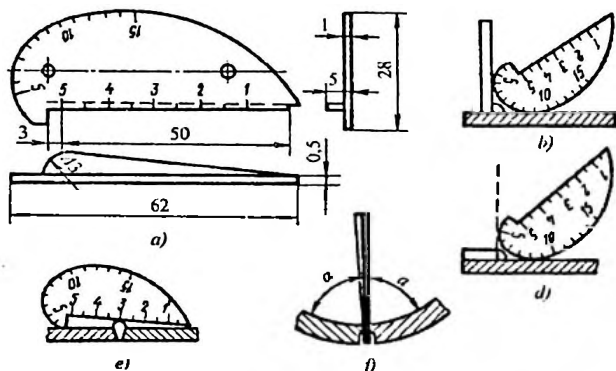
3.4. Tayyor birikmalarni nazorat qilish

Qurollanmagan ko'z bilan yoki lupa yordamida tashqi ko'zdan kechirish bilan dastavval choklarni darzlar, kesiklar, bo'shliqlar, farron joylar (teshiklar),

kuyishlar, oqmalar, choklarni ildizida payvandlanmagan joylar ko'rinishdagi nuqsonlar aniqlanadi. Bu nuqsonlarning ko'pchiligi, odatda yo'l qo'yib bo'lmaydigan nuqsonlar bo'lib, ular tuzatilishi lozim. Ko'zdan kechirishda, shuningdek, choklar shaklidagi nuqsonlar va chokni kuchaytirishda metall taqsimlanishining umumiy xarakteri aniqlanadi.

Chok sirtining tashqi ko'rinishi har bir tekshirish usuli uchun, shuningdek, payvandlash bajarilgan fazoviy holat uchun ham xosdir. Chok sirtinig ravonligi payvandchining ishini, uning yoy uzunligini o'zgarmas saqlashi va bir tekis tezlikda payvandlash o'quvini ifodalaydi. Chok sirtini bir tekisda bo'lmasligi, chokning eni va balandligining turlicha bo'lishi, yoy quvvati o'zgarib turishini, payvandlash jarayonida tez-tez to'xtashlar va yoyning yonishi barqaror bo'lmaganini ko'rsatadi. Bunday chokda yaxshi payvandlanmagan joylar, bo'shliqlar, shlaklar va hoshqa nuqsonlar bo'lishi mumkin. Tikka va shipda payvandlashda payvand choklarida tangachalarning bir tekisda bo'lmasligi do'ngliklar, past-balandliklar va erigan joylar keskin ifodalanib turadi. Vakuumda himoya choklarida payvandlashda choklarning tashqi sirti tekis yaltiroq, tangachalarsiz bo'lib, eritilgan metall polosa ko'rinishga ega bo'ladi. Titan qotishmalari va boshqa aktiv materiallardan bajarilgan payvand choklarida kamalak ranglarni va ranglar zonasi kattaligini tekshiriladi.

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.



3.2-rasm. Universal andoza:

a - umumiy ko'rinish; *b, d* - burchakli chokning balandligini o'lchash; *e* - uchma-uch chokni balandligini o'lchash; *f* - oraliqni o'lchash.

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 oshirilgandan va yo'l qo'yib bo'lmaydigan nuqsonlarning oldi olingandan keyingina payvand birikmalar ichki nuqsonlarni aniqlash uchun boshqa fizik usullar bilan tekshiriladi.

Nazorat savollari

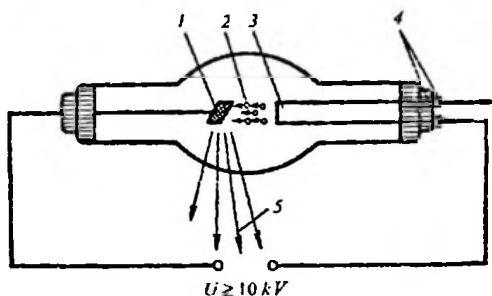
1. Tashqi kuzatishdan maqsad nima?
2. Vizual nazoratning afzallik va kamchiligini sanab bering.
3. Yig'ilgan payvand detallarni nazorati haqida ma'lumot bering.
4. Payvandlash jarayonini nazorat qilishda qanday omillar kuzatiladi?

4-BOB. RENTGEN VA GAMMA NURLARI BILAN NAZORAT QILISH

4.1. Rentgen va gamma nurlari nazorati afzalliklari va xususiyatlari

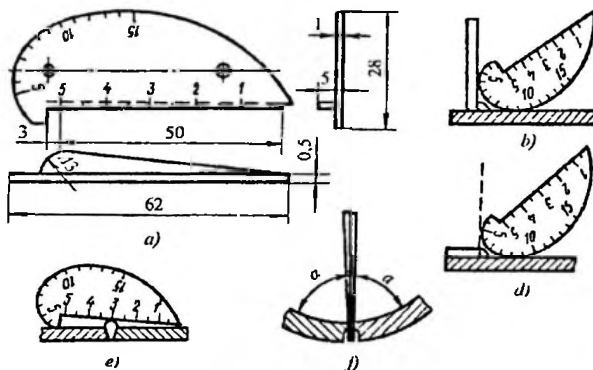
Ionlovchi nurlanish. Rentgen va gamma nurlanishlar, yorug'lik, ultrabinafsha va radioto'lqinlar kabi elektromagnit tabiatiga ega. Biroq radioto'lqinlar, yorug'lik tebranishlari, rentgen va gamma-nurlanishlar to'lqin uzunliklari bilan farq qiladi. Xususan, ko'rinadigan yorug'likning to'lqin uzunligi $(4 \div 7) \cdot 10^{-7}$ 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. Bu hossalari tufayli rentgen va gamma nurlanishlar payvand buyumlarni nazorat qilishda qo'llaniladi. Bundan tashqari, ular elektr va magnit maydonlar ta'siriga berilmaydi, fotoplastinaga ta'sir qiladi, ba'zi kimyoviy birikmalarning lyuminesentsiyasini vujudga keltiradi, gazlarni ionlantiradi, nurlantirilayotgan moddani qizdiradi, jonli organizmlarga ta'sir ko'rsatadi.



4.1-rasm. Rentgen trubkasining sxemasi:

1 - anod, 2 - elektronlar, 3 - katod, 4 - katod uchidagi kontakt, 5 - rentgen nurlanishi.



3.2-rasm. Universal andoza:

a - umumiy ko'rinish; *b, d* - burchakli chokning balandligini o'l uchma-uch chokni balandligini o'lchash; *f* - oraliqni o'lchash.

Sinchiklab tashqi kuzatish odatda juda oddiy operatsiyadir, u nuqsonlarning oldini olish va aniqlashning yuqori samara xizmat qilishi mumkin. Tashqi ko'zdan kechirish amalga oshirib bo'lmaydigan nuqsonlarning oldi olingandan keyingina ichki nuqsonlarni aniqlash uchun boshqa fizik usullar bilan teks.

Nazorat savollari

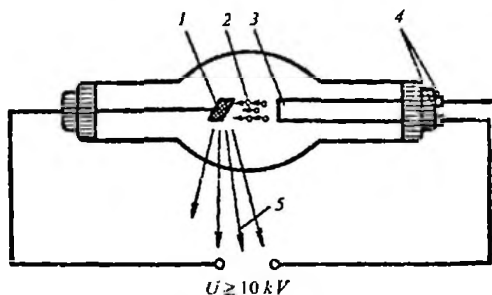
1. Tashqi kuzatishdan maqsad nima?
2. Vizual nazoratni afzallik va kamchiligini sanab bering.
3. Yig'ilgan payvand detallarni nazorati haqida ma'lumot bering.
4. Payvandlash jarayonini nazorat qilishda qanday omillar kuzatiladi?

4-BOB. RENTGEN VA GAMMA NURLARI BILAN NAZORAT QILISH

4.1. Rentgen va gamma nurlari nazorati afzalliklari va xususiyatlari

Ionlovchi nurlanish. Rentgen va gamma nurlanishlar, yorug'lik, ultrabinafsha va radioto'lqinlar kabi elektromagnit tabiatiga 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 $(4\div7)\cdot 10^{-7}\text{ m}$; rentgen nurlanishniki $6\cdot 10^{-13}\div 10^{-9}\text{ m}$, gamma-nurlanishlarniki $10^{-13}\div 4\cdot 10^{-12}\text{ m}$.

Rentgen va gamma nurlanishlarining alohida xossalari shu bilan bog'langanki, ular, masalan, ko'rinuvchi yorug'likka qaraganda ancha katta energiyaga ega, turli muhitlar ularni turlicha yutadi. Bu hossalari tufayli rentgen gamma nurlanishlar payvand buyumlarni nazorat qilishda qo'llaniladi. Bundan tashqari, ular elektr va magnit maydonlar ta'siriga berilmaydi, fotoplastinaga ta'sir qiladi, ba'zi kimyoviy birikmalarning lyuminestsentsiyasini vujudga keltiradi, ionlantiradi, nurlantirilayotgan moddani qizdiradi, jonli organizmlarga ta'sir qiladi.



4.1-rasm. Rentgen trubkasining sxemasi:

1 - anod, 2 - elektronlar, 3 - katod, 4 - katod uchidagi kontakt, 5 - rentgen nurlanishi.

Rentgen nurlanishi. 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 haroratlargacha qizdiriladi va elektronlarni 2 nurlaydi. Trubkaning tormozli nurlanishni olish uchun foydalaniladigan anodi volfram va molibdendan bo'lgan plastina ko'rinishda tayyorlanadi. Elektronlar zarur kinetik energiyaga ega bo'lishlari uchun trubkaning anodi va katodiga yuqori kuchlanish (10kV dan ortiq) beriladi.

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 nurlanish energiyaga aylanadi, u buyumlarni nazorat qilishda foydalaniladigan tormozli nurlanish fotonlari ko'rinishda ajralib chiqadi, uning katta qismi esa (~97%) issiqlik energiyasiga aylanadi. Hosil bo'layotgan rentgen nurlanishining minimal to'lqin uzunligi kvantning maksimal energiyasiga mos keladi. Elektronlar tezligi qanchalik katta bo'lsa, kvant energiyasi shuncha katta bo'ladi. Kvant energiyasi rentgen trubkasidagi kuchlanish bilan aniqlanadi:

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

bu yerda:

e - elektron zaryadi, $1,6 \cdot 10^{-19}$ (Kl) ga teng;

U - trubkadagi kuchlanish, kV;

h - Plank doimiysi, $6,625 \cdot 10^{-34}$ J/s;

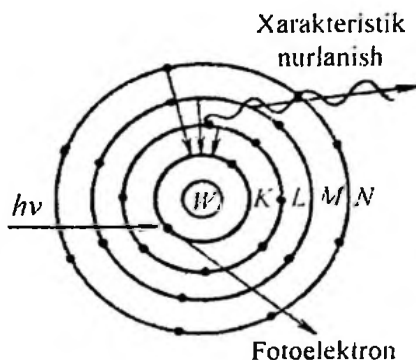
ν - chastota, Hz;

c - yorug'lik tezligiga teng bo'lib, $3 \cdot 10^{10}$ km/s ga teng;

λ - to'liqin uzunligi, sm.

Keltirilgan formulaga son qiymatlari qo'yilsa, $\lambda_{\min}=12,4/U$ (sm) ni hosil qilamiz.

Xarakteristik nurlanish atomlarning energetik holati o'zgarganda yuzaga keladi. Agar atomning ichki qobig'idagi elektronlardan biri (K , L , M) tormozli rentgen nurlanishining elektroni yoki kvanti ($h\nu$) tomonidan urib chiqarilgan bo'lsa, u holda atom uyg'ongan holatga o'tadi. Qobiqda bo'sh qolgan o'rinni yadrodan ancha uzoqdagi va katta energiyaga ega qobiqlardagi elektronlar bilan to'ladi (4.2-rasm).



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

Bunda atom normal holatga o'tadi va energiyasi turli sohalarida energiyalar farqiga teng energiyali xarakteristik nurlanishli kvant chiqaradi:

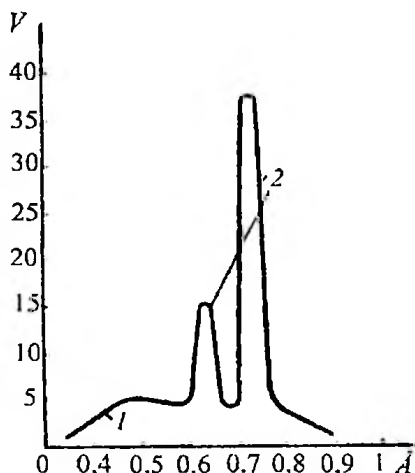
$$h\nu = E_2 - E_1;$$

bu yerda:

E_1 - uyg'onganda elektron uzilib chiqadigan sath;

E_2 - elektron bo'shab qolgan joyga o'tadigan sath.

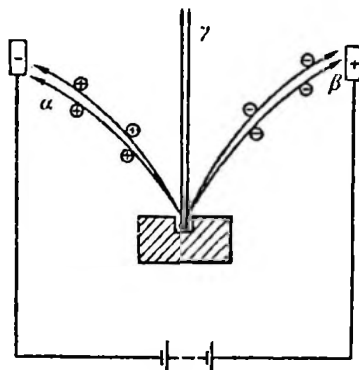
Bu nurlanish rentgen-struktur analizida foydalaniladi. Tormozli va xarakteristik nurlanish spektriga misol 4.3-rasmda keltirilgan.



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

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 ham yadrolarning ancha barqaror yadrolarga o'z-o'zidan o'tishi kuzatiladi. Tabiiy radioaktiv yemirilish deb ataldigan bu jarayon musbat zaryadlangan alfa zarrachalar (α) ni, manfiy zaryadlangan beta zarrachalar (β) ni va elektromagnit gamma-nurlanish (γ) ni chiqarish bilan kechadi. α va β zarrachalarning uchib chiqishi hamda γ 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 chiqaradi. Gamma-nurlanish spektri tutash bo'lmay, bitta yoki bir nechta diskret energiyalar nurlanishini o'z ichiga oladi.

Agar aytib o'tilgan ko'rinishdagi nurlanish manbaini kuchli elektr yoki magnit maydoniga joylashtirilsa, u holda 4.4-rasmda ko'rsatilgan manzarani kuzatish mumkin.



4.4-rasm. Nurlanishlarning elektr maydonda og'ishi.

α -zarrachalar oqimi manfiy elektrod tomonga og'adi, β -zarrachalar oqimi esa musbat elektrod tomon og'adi. γ -nurlanish oqimi elektr maydonda ham, magnit maydonda ham ta'sirlanmaydi.

Alfa, beta-zarrachalar va γ -nurlanish, shuningdek, turli moddalar orqali o'tish qobiliyati bo'yicha ham farqlanadi, α -zarrachalar eng kam singib o'tish qobiliyatiga ega va manbadan 75 - 80mm masofada havo orqali o'tayotganda o'z energiyasini to'la yo'qotadi; β -zarrachalar 6 millimetrlilik alyuminiy qotishmadan yasalgan listda to'liq yutiladi yoki manbadan 7 - 7,5mm masofada havo muhitida to'la yutiladi; γ -nurlanish 500mm 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 deyttronlar ta'siridagi reaksiyalar eng keng tarqalgan. Zaryadi yo'qligi tufayli neytron atom yadrosiga oson kiradi va shuning uchun ham yadro reaksiyalarning amalga oshirish uchun

undan eng samarali foydalanishi mumkin. Neytronlar bilan bombardimon qilinganda atom yadrosi neytronni tutib oladi, bunda yadro zaryadi o'zgarmaydi, ammo uning massasi bir birlik 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 manba'lari - neytronlar manbai hisoblanadi.

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

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

bu yerda:

$N - t$ vaqt dagi radioaktiv yadrolar soni;

N_0 - boshlang'ich $t = 0$ paytdagi yadrolar soni;

e - natural logarifm asosi bo'lib, u 2,718 ga teng;

ω - yemirilish doimiysi.

Radioaktiv atomlar soni ikki marta 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:

$$N_0/2 = N_0 e^{-\omega T_{1/2}} \text{ yoki } 1/2 = e^{-\omega T_{1/2}};$$

Bundan $T_{1/2} = 0,693/\omega$. Yarim yemirilish davri nurlanish manbaining miqdori, shakli va geometrik o'lchovlariga bog'liq bo'lmaydi va defektoskopiya qo'llaniladigan turli xil radioaktiv elementlarda bir necha kundan bir necha yil oralig'ida bo'ladi (4.1-jadval).

Radiatsion defektoskopiya da qo'llanadigan izotoplar

Nomi	Yarim yemirilish davri	Nazorat qilinuvchi po'lat buyumlar qalinligi, mm
Tuliy-170	129 kun	<15
Selen-75	120,4 kun	<25
Iridiy-192	74,4 kun	6-70
Seziy-137	33yil	25-120

Modda bilan o'zaro ta'sir to'g'risida. Manbadan tarqalib, ionlovchi nurlanish (α -, β -, γ -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. Rentgen yoki gamma-nurlanishi 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 elektronni fotoelektron deyiladi (4.5-a rasm). Uning energiyasi (E_e), u bilan o'zaro ta'sirlashuvchi nurlanishning atomdagi elektronning E_i bog'lanish energiyasiga kamaytirilgan $h\nu$ energiyasiga teng bo'ladi, ya'ni $E_e = h\nu - E_i$.

undan eng samarali foydalanishi mumkin. Neytronlar bilan bombardimon qilinganda atom yadrosi neytronni tutib oladi, bunda yadro zaryadi o'zgarmaydi, ammo uning massasi bir birlik 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 manba'lari - neytronlar manbai hisoblanadi.

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

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

bu yerda:

N – t vaqt dagi radioaktiv yadrolar soni;

N_0 – boshlang'ich $t = 0$ paytdagi yadrolar soni;

e - natural logarifm asosi bo'lib, u 2,718 ga teng;

ω - yemirilish doimiysi.

Radioaktiv atomlar soni ikki marta 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:

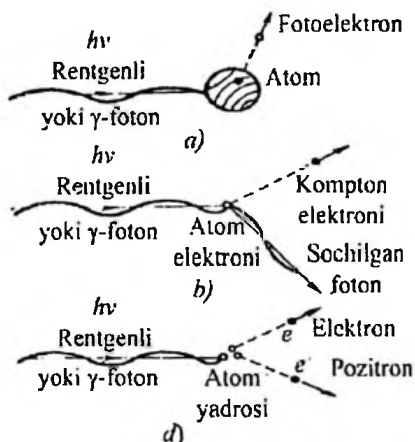
$$N_0/2 = N_0 e^{-\omega T_{1/2}} \text{ yoki } 1/2 = e^{-\omega T_{1/2}};$$

Bundan $T_{1/2} = 0,693/\omega$. Yarim yemirilish davri nurlanish manhaining miqdori, shakli va geometrik o'lchovlariga bog'liq bo'lmaydi va defektoskopiya da qo'llaniladigan turli xil radioaktiv elementlarda bir necha kundan bir necha yil oralig'ida bo'ladi (4.1-jadval).

Radiatsion defektoskopiya qo'llanadigan izotoplar

Nomi	Yarim yemirilish davri	Nazorat qilinuvchi po'lat buyumlar qalinligi, mm
Tuliy-170	129 kun	<15
Selen-75	120,4 kun	<25
Iridiy-192	74,4 kun	6-70
Seziy-137	33yil	25-120

Modda bilan o'zaro ta'sir to'g'risida. Manbadan tarqalib, ionlovchi nurlanish (α -, β -, γ -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. Rentgen yoki gamma-nurlanishi 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 elektronni fotoelektron deyiladi (4.5-a rasm). Uning energiyasi (E_e), u bilan o'zaro ta'sirlashuvchi nurlanishning atomdagi elektronning E , bog'lanish energiyasiga kamaytirilgan $h\nu$ energiyasiga teng bo'ladi, ya'ni $E_e = h\nu - E_i$.



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

Atomlar fotoelektronlarini yo'qotganda elektron qobiqlardagi bo'sh qolgan o'rinlar (joylar) bundan keyin tashqi qobiqlardagi elektronlar bilan to'ldiriladi. Elektronning yadroga yanada yaqinroq qobiqqa o'tishi xarakteristik nurlanish kvantini chiqarish bilan birga amalga oshadi. Shuni ta'kidlash lozimki, rentgen yoki γ -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 γ -fotonlarning modda bilan o'zaro ta'sirlashuvda fotoelektrik yutishi bilan birga ularning yoyilishi ham ro'y beradi, uni 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 γ -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'nalishdan φ -burchakka og'ib, harakatida davom etadi. Nurlanish energiyasi (E) φ burchak ostida yoyilgandan so'ng

$$E = h\nu(1 + 0,024 \cos\varphi);$$

ga teng bo'ladi, bunda $h\nu$ - tushayotgan fotonning energiyasi.

Kompton yoyilishini qarab chiqishdan birlamchi nurlanish intensivligining susayishi rentgen yoki γ -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 koeffitsienti fotoelektrik yutilishi koeffitsientiga nisbatan ancha kam darajada kamayadi. Yetarlicha yuqori energiyali (kamida 1,02MeV) rentgen yoki γ -nurlanishi fotonlarining modda bilan o'zaro ta'sirlashishda juftliklar paydo bo'lishi jarayoni yuz beradi (4.5-d rasm), ya'ni fotonlar modda atomlarining yadro maydoni tomonidan yutilib, bir juft zarra - pozitron (e^+) va elektron (e^-) hosil qiladi.

Sanoat defektoskopiya uchun qo'llaniladigan ko'pchilik apparatlardan (betatronlar, mikrotronlar va tezlatkichlar bundan mustasno) chiqadigan rentgen nurlanishi energiyasi juftlar hosil qilish uchun zarur bo'lgan nurlanish energiyasidan quyiroqda yotadi, shuning uchun yutilishning bu turi rentgen nurlanishi bilan yoritishda o'rinli 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-nurlanishining yutilishi juda ozdir. Faqat Co^{60} uchun bu effekt ayrim (kam sezilarli) tarzda namoyon bo'ladi.

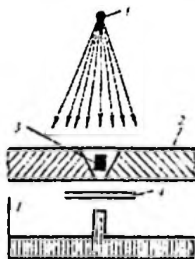
Shunday qilib, yuqorida tavsiflangan effektlar oqibatida birlamchi nurlanish (I_0) ning ekspozitsion dozasining intensivligi va quvvati uning modda orqali o'ta borishiga qarab uzluksiz kamayadi. Modda qatlami qanchalik qalin bo'lsa, undan o'tayotgan nurlanish shuncha ko'p susayadi, chunki uning yo'lida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

Ekspozitsion nurlanish dozasi quvvati moddaning qalinligiga qarab o'zgarishi eksponentsial qonun ($I_S = I_0 e^{-\mu S}$) ga bo'ysunishi aniqlangan, bu yerda I_S - detektorda ekspozitsion nurlanish dozasining quvvati; S - yoritilayotgan materialning qalinligi; μ - material jinsi va nurlanish energiyasi bilan aniqlanadigan chiziqli susayish koeffitsienti; e - natural logarifm asosi.

Ekspozitsion nurlanish dozasi quvvati deb ma'lum vaqt oralig'ida ionlovchi nurlanishning zarracha yoki fotonlari (kvantlari) energiyasi oqimining shu vaqtga nisbatiga aytiladi. Susayishning chiziqli koeffitsienti chiziqli susayish koeffitsientlar yig'indisidan iborat bo'lib, fotoeffekt (μ_ϕ), kompton yoyilishi (μ_κ) va juftliklar (μ_n) hosil qilish jarayoni bilan aniqlanadi:

$$\mu = \mu_\phi + \mu_\kappa + \mu_n;$$

Radiatsion defektoskopiyaning fizik asoslari. Yoritishda ichki nuqsonlarni aniqlash rentgen va gamma-nurlanishlarning turli materiallar orqali bir xil o'tmasligi qobiliyatiga bog'liq va u 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. Payvand birikmani yoritish sxemasi:

1 - manba, 2 - tekshirilayotgan birikma, 3 - nuqsonli joy, 4 - detektor,
I - tekshirilayotgan birikmadan o'tgan nurlanishning intensivligi grafigi.

Detektor sifatida rentgen plyonkasi, elektron-optik o'zgartgich, 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'tganda nurlanishning intensivligi yaxlit metalldagiga qaraganda kamroq susayadi. Intensivliklar farqini detektor qayd qiladi, masalan, o'tgan nurlanishning intensivligi 1 nuqsonli joyda eng ko'p bo'lsa (4.6-rasmga qarang), plyonka kuchliroq qorayadi. Rentgen plyonkalarining qo'llanilishi defektoskopiyaning radiografik usulining asosini tashkil etadi, u radiatsion tekshirishning barcha ma'lum bo'lgan usullaridan eng katta hajmini egallaydi. Yoritilayotgan ob'jektning ichida mavjud bo'lgan barcha nuqsonlar har doim ham va har qanday sharoitda ham plyonkada aniqlanavermaydi. Minimal aniqlanadigan nuqson mavjud bo'lib, u usulning chegaraviy sezgirligini ifodalaydi.

Radiografiyada sezgirlikning ikki turidan foydalaniladi. Absolyut (mutlaq) - minimal aniqlanadigan nuqsoning o'lchami bilan yoki yoritilish yo'nalishida sezgirlik etaloni elementi o'lchami bilan belgilanadi. Absolyut sezgirlik qiymatini (mm) taxminan:

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

munosabatidan aniqlash mumkin, bu yerda:

μ - chiziqli susayish koeffitsienti (jadvallar bo'yicha tanlab olinadi). Nisbiy sezgirlik yoritilish yo'nalishida minimal aniqlanadigan nuqson ΔS ning nazorat qilinayotgan birikmaning qalinligi S ga nisbati bilan xarakterlanadi va foizlarda ifodalaniladi:

$$K = (\Delta S / S) \cdot 100;$$

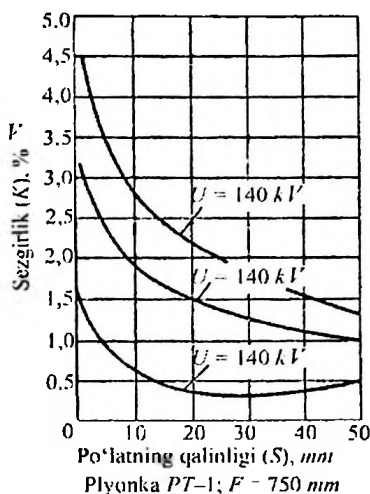
ГОСТ 7512-82 ga muvofiq nazorat qilishning absolyut sezgirligi kattaligi nazorat qilish natijasida aniqlash talab qilinadigan minimal nuqson kattaligidan ikki marta kichik bo'lishi mumkin.

Radiografik tekshirish usulining 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 turiga.

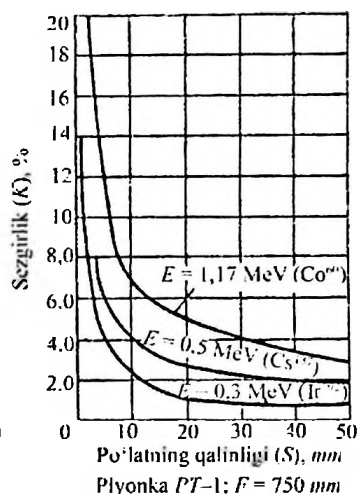
Rentgen va γ -nurlanishi energiyasining ular nazorat qilinayotgan metall orqali o'tishda susayishi jarayonlarining murakkabligi va usulning sezgirligiga bog'liq bo'lgan omillarning xilma-xilligi tufayli bu omillarning bir vaqtda ta'sirini hisobga olishining imkoniyati yo'q. Bu omillardan har birini usulning nuqsonlarini aniqlashga sezgirligi deb baholab, bu omillarni alohida qarab chiqish maqsadiga muvofiqdir.

Nurlanish energiyasi. Absolyut sezgirlikni hisoblash formulasidan ko'rinadiki, chiziqli susayish koeffitsienti (μ) qanchalik katta bo'lsa, aniqlash mumkin bo'lgan nuqsonning o'lchami shunchalik kichik bo'ladi.

μ koeffitsienti o'z navbatida manbaning nurlanish energiyasiga bog'liq. U yoki bu energiyali rentgen nurlanishni hosil qilish rentgen trubkasida kuchlanishni rostdash bilan erishiladi, gamma-nurlanish energiyasi tegishli radioaktiv izotopni tanlashga bog'liq. Rentgen va gamma-nurlanishlar energiyasining ta'siri va tekshirishning sezgirligi 4.7-rasmda ko'rsatilgan.



a)



b)

4.7-rasm. Radiografik tekshirish sezgirligining grafiklari.

a - PYTI-150-10 rentgen apparatining, b - izotoplarning nurlanish energiyasiga bog'liqligi.

Grafiklardan ko'rinishicha, bir xil qalinlikdagi po'latni tekshirish sezgirligi nurlanish energiyasi qancha kichik bo'lsa, shuncha yuqori bo'ladi.

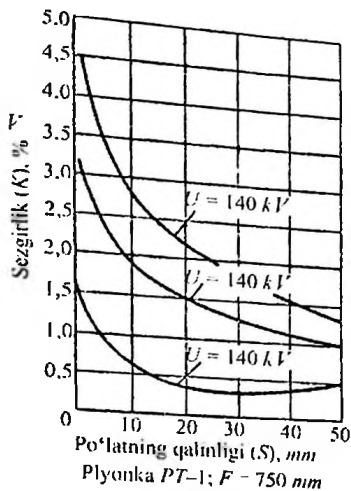
Tarqoq nurlanish birlamchi nurlanishning energiyasiga bog'liq holda suratning sifatini o'zgartiradi, tasvirming ravshanligini va aniqligini pasaytiradi, binobarin, usulning o'z sezgirligini ham pasaytiradi. Yoyilish bo'lmaganda plyonkadagi nuqson aniq chegaralar bilan tasvirlanadi (4.8-a rasm). Biroq, amalda tasvirming aniqligini buzuvchi nurlanishning yoyilishi o'rinni bo'ladi. Bu hodisa oqibatida kichik o'lchamli nuqsonlar qiyin farqlanadigan (tasvir chegaralari xira) bo'lib qoladi va ko'pincha umuman aniqlanmasligi mumkin.

Radiografik tekshirish usulining 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 turiga.

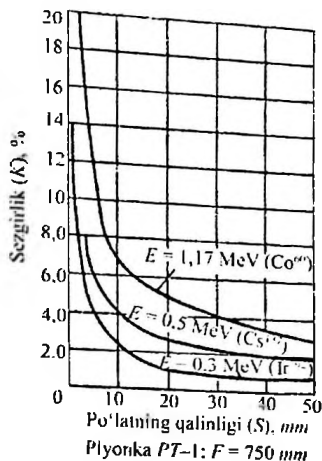
Rentgen va γ -nurlanishi energiyasining ular nazorat qilinayotgan metall orqali o'tishda susayishi jarayonlarining murakkabligi va usulning sezgirligiga bog'liq bo'lgan omillarning xilma-xilligi tufayli bu omillarning bir vaqtda ta'sirini hisobga olishining imkoni yo'q. Bu omillardan har birini usulning nuqsonlarni aniqlashga sezgirligi deb baholab, bu omillarni alohida qarab chiqish maqsadiga muvofiqdir.

Nurlanish energiyasi. Absolyut sezgirlikni hisoblash formulasidan ko'rinadiki, chiziqli susayish koeffitsenti (μ) qanchalik katta bo'lsa, aniqlash mumkin bo'lgan nuqsonning o'lchami shunchalik kichik bo'ladi.

μ koeffitsienti o'z navbatida manbaning nurlanish energiyasiga bog'liq. U yoki bu energiyali rentgen nurlanishni hosil qilish rentgen trubkasida kuchlanishni rostdash bilan erishiladi, gamma-nurlanish energiyasi tegishli radioaktiv izotopni tanlashga bog'liq. Rentgen va gamma-nurlanishlar energiyasining ta'siri va tekshirishning sezgirligi 4.7-rasmda ko'rsatilgan.



a)



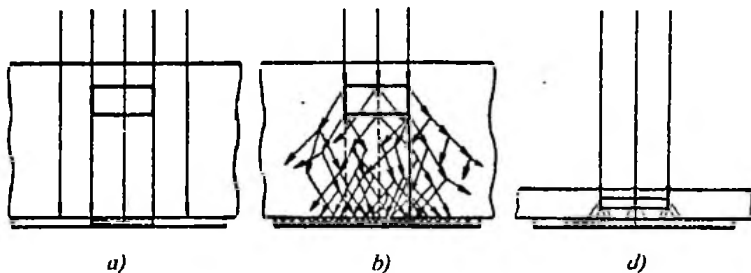
b)

4.7-rasm. Radiografik tekshirish sezgirligining grafiklari.

a - PYTI-150-10 rentgen apparatining, b - izotoplarning nurlanish energiyasiga bog'liqligi.

Grafiklardan ko'rinishicha, bir xil qalinlikdagi po'latni tekshirish sezgirligi nurlanish energiyasi qancha kichik bo'lsa, shuncha yuqori bo'ladi.

Tarqoq nurlanish birlamchi nurlanishning energiyasiga bog'liq holda suratning sifatini o'zgartiradi, tasvirning ravshanligini va aniqligini pasaytiradi, binobarin, usulning o'z sezgirligini ham pasaytiradi. Yoyilish bo'lmaganda plyonkadagi nuqson aniq chegaralar bilan tasvirlanadi (4.8-a rasm). Biroq, amalda tasvirning aniqligini huzuvchi nurlanishning yoyilishi o'rinni bo'ladi. Bu hodisa oqibatida kichik o'lchamli nuqsonlar qiyin farqlanadigan (tasvir chegaralari xira) bo'lib qoladi va ko'pincha umuman aniqlanmasligi mumkin.

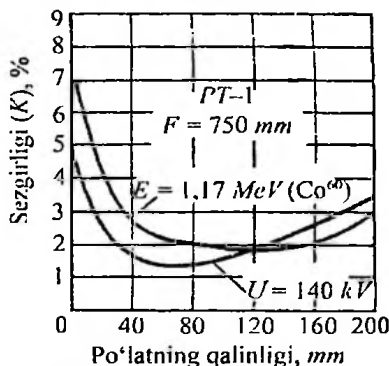


4.8-rasm. *Yoyilgan nurlanishning yoritishda tasvirning aniqligiga ta'siri:*
a - paralel yoyilmagan nurlanish dastasida plyonkadagi tasvirning aniqligi;
b - qalin devorli materiallarni yoritishda yoyilgan nurlanishdan tasvir aniqligining yomonlashishi, *d* - yupqa devorli materiallarni o'shanday nurlanish 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 usulning sezgirliги yoritilayotgan materialning qalinligi ortishi bilan ancha yomonlashadi. Nurlanishning yoyilishidan mutlaqo qutilish mumkin emas. Maxsus filtrlarni qo'llab, uni kamaytirish mumkin. Bu filtrlar yoxud manba bilan nazorat qilinuvchi ob'yekt orasiga, yoki plyonka bilan ob'yekt orasiga joylashgan qalay (0,025mm) yoki qo'rg'oshin (0,075-0,15mm) zarqog'ozning yupqa qatlamidan iborat bo'ladi. Nurlanishning yoyilishini nurlanish yuzini qisqartirib kamaytirish mumkin. Nurlanish yuzini qisqartirishga yoxud nurlanish manbai yaqiniga joylashtiriladigan diafragma yordamida, yoki yoritiluvchi ob'yekt ustiga joylashtiriladigan teshikli qo'rg'oshin niqob (maska) yordamida erishiladi. Agar nazorat qilinayotgan ob'yektdan plyonkagacha masofa orttirilsa, u holda yoyilish kamayadi.

Materialning qalinligi. Sezgirlik ancha murakkab tarzda nazorat qilinayotgan materialning qalinligiga bog'liq bo'ladi (4.9-rasm).

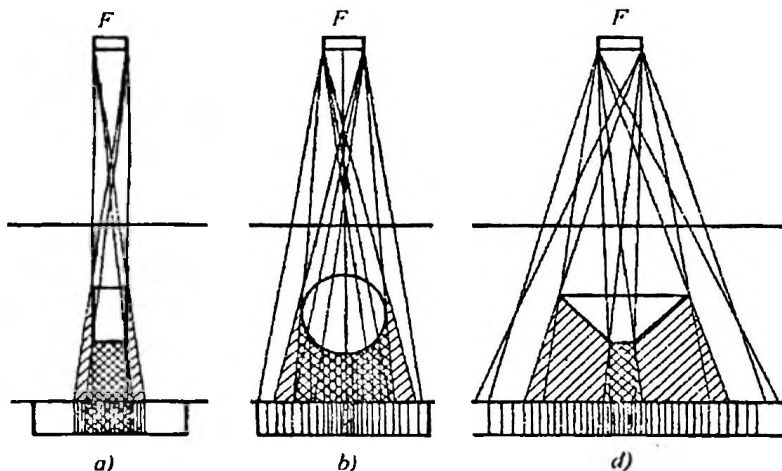
Avval materialning qalinligi ortishi bilan susayishning effektiv koeffitsienti kamayishi oqibatida sezgirlik ortadi. Nurlanishning yumshoq tashkil etuvchilari qattiq tashkil etuvchilariga qaraganda kuchliroq susayadi va keyingi qatlamlarga avvalgi qatlamlardan qisman filtrlanib o'tgan nurlanish tushadi.



4.9-rasm. Radiografik tekshirish sezgirligining tekshirayotgan birikmaning qalinligiga bog'liqligi.

Nurlanish moddadan o'tgan sari qattiqroq bo'lib boradi va bunda shu bilan bir vaqtda effektiv susayish koeffitsientini 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 usulining qo'llanish chegarasini ma'lum qalinlikkacha (100-150mm) belgilaydi.

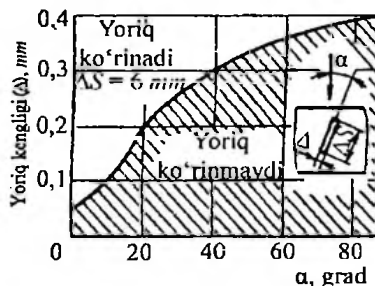
Nuqsonlarning shakli va ularning chokdagi o'rnini topish. To'g'ri chiziqli qirralarga ega, nurlanishning tarqalishi yo'nalishiga parallel joylashgan nuqsonlar (yaxshi payvandlanmay qolgan joylar) silindrik (shlakli qo'shilmalar) yoki shar (bo'shliqlar) yoki boshqa shakldagi (4.10- b, d rasm) nuqsonlarga qaraganda tasvir chegaralari (4.10- a rasm) juda aniq bo'lgani sababli ancha yaxshiroq aniqlanadi.



4.10-rasm. Nuqson shaklining uning tasviri aniqligiga ta'siri:

a - to'g'ri burchakli; *b* - sharsimon; *d* - trapetsiyasimon.

Haqiqatdan, yaxshi payvandlanmaganlik tushayotgan nurlanish dastasi kesishi bo'yicha o'zgarmas balandlikka (ΔS) ega, hajmiy nuqsonlarda esa bu balandlik o'zgaruvchan bo'ladi va shuning uchun bu holda tasvirning qorayish zichligi plyonkaning butun maydoni qorayishi zichligigacha, nuqson diametri bilan aniqlanadigan maksimum qiymatga asta sekin va bir tekis pasayadi.



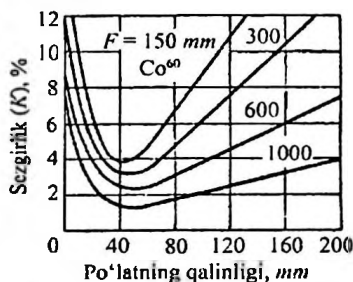
4.11-rasm. Yoriqning nurlanish yo'nalishga bog'liq holda aniqlanuvchanligi.

Buning natijasida tasvir aniq bo'lmaydi, binobarin, ko'z bilan ko'rilyotgan suratning aniqligi (kontrastligi) ham yomonlashadi.

Nurlanish nuqsonlar bo'ylab o'tganda, ya'ni α burchak (4.11-rasm) ga teng bo'lganda nuqsonlarni eng yaxshi aniqlash kuzatiladi.

Nuqsonni nurlanishning yo'nalishga ma'lum bir burchak ostida mo'ljall qilinganda (oriyentatsiyada) aniqlanuvchanlik yomonlashadi, bu holda nurlanish dastasi butun balandlik (ΔS) ni o'tmasdan, balki uning ma'lum bir qismini o'tadi. Bunda yoritish sezgirligi nuqsonni ochib berish kengligi (Δ) bilan aniqlanadi. Amalda balandligi yetarli katta (ΔS) bo'lgan nuqsonlarning ochilish kengliklari (Δ) 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, darzlar, tortishib qolgan neprovarlar, uchlar bo'yicha eritilmagan joylar kiradi. Bunga o'xshash nuqsonlarni aniqlash ehtimoli juda kichik (~35-40%). Listlarning parallel 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 energiyasiga o'xshash uni yanada yumshoq qiladi, buning oqibatida nazoratning sezgirligi yaxshilanadi.



4.12-rasm. Po'latni γ -nurlanish bilan turli F fokus masofalarda yoritganda sezgirlik.

Shuni ta'kidlash joizki, fokus masofa (F) yoritish vaqti (t) bilan quyidagi munosabat orqali bog'langan:

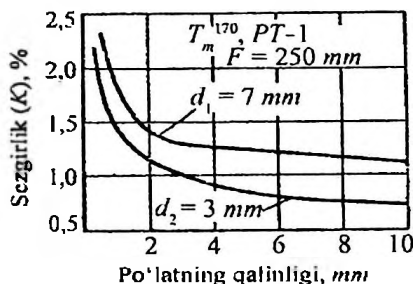
$$t/t_0 = (F/F_0)^2;$$

bu yerda:

t - tanlangan fokus masofa F sm dagi yoritish vaqti;

t_0 - nomogramma bo'yicha olingan fokus masofa F_0 sm dagi yoritish vaqti.

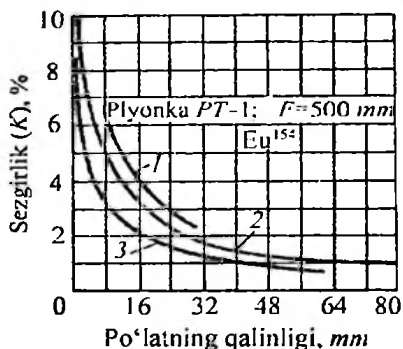
Fokus o'lchami qanchalik kichik bo'lsa, suratda nuqson tasvirining relyefi shunchalik aniq bo'ladi, yarim soya sohasi shunchalik kichik, nazorat sezgirligi shunchalik yuqori bo'ladi (4.13-rasm).



4.13-rasm. Fokus o'lchami (d) ning tekshirish sezgirligiga ta'siri.

Kuchaytiruvchi ekranlar. 4.14-rasmdan ko'rinadiki, metall ekranlardan foydalanish tekshirilayotgan materialning o'zi hisoblangan ikkilamchi nurlanish manbai ta'sirining kamayishi bilan shart qilingan sezgirlikning biroz oshishini ta'minlaydi.

Yoyilgan ikkilamchi nurlanish ob'yekt tasvirining aniqligini va kontrastligini kamaytiradi. Qo'rg'oshinga o'xshash og'ir elementlardan yoyiq nurlanish nisbatan uncha katta emas, ularga o'ziga xos filtr vazifasini bajaradi, ayniqsa, past energiyalarning birlamchi nurlanishlari uchun.



4.14-rasm. Kuchaytiruvchi ekranlarning po'latni γ -nurlari bilan yoritishda Eu^{154} radiografik usulining sezgirlikiga ta'siri:

1 - fluorestsent ekranlar, 2 - ekransiz; 3 - metall ekranlar (qo'rg'oshin 0,1mm)

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

4.2. Rentgen va gamma nurlari nazorati jihozlari

Apparatura va materiallar.

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

**Rentgen apparatlarini qo'llaganda radiografik usulning foydalanish
doirasi**

Yoritilayotgan metallning qalinligi,mm				Rentgen trubkasidagi kuchlanish, kV, dan yuqori emas
Temir	Titan	Alyuminiy	Magniy	
0,4	1	5	14	50
0,7	2	12	22	60
1,5	5	29	46	80
3	8	45	66	100
6	14	56	92	120
12	29	60	150	150
20	45	97	160	200
23	53	102	166	250
32	70	128	233	300
40	90	180	270	400
130	230	370	560	1000

**Rossiyada ishlab chiqariladigan impulsli rentgen apparatlarining texnik
tavsiflari**

Turi	Texnik parametrlar				
	Anod kuchlanishi, kV	Fokus dog'ining o'lchami, mm	Yoritilayotgan po'latning maksimal qalinligi,mm	Tarqatgich massasi, kg	Tarqatgich o'lchamlari, mm
АРИНА-02	160÷170	2,5÷3,0	20	4,5	420×180×110
АРИНА-3	200	2,0	20	6,0	110×220×460
АРИНА-4	70÷160	2,5÷3,0	25	18	
АРИНА-5	250	2,0	40	7,5	130×140×550
АРИНА-0,5	170÷180	2,5÷3,0	40	3,5	320×85×110
АРИНА-7	250	2,5	40	8,5	130×150×580
АРИНА-0,5- 2М	100÷160	2,0	40	5,5	110×220×430
ШМЕЛЬ- 250	250	2,0	45	8,4	451×112×226
ШМЕЛЬ- 350	350	2,0	54	10,2	481×124×220
САРМА-01	150	2,5	20	2,5	300×70×70
САРМА-02	200	2,5	30	2,5	300×70×70
САРМА-03	300	3,0	50	2,5	500×90×130
САРМА-04	500	3,0	85	6,0	620×350×700

Rossiyada ishlab chiqariladigan doimiy spektrli rentgen apparatlarining texnik tavsiflari

Parametrlar	Qimmatlar					
	PIJD-150	PIJD-180	PIJD-180II	PIJD-200	PIJD-200II	PIJD-250
Maksimal sarf qilinayotgan quvvat, W	220	650		1400		PIUJ-250II
Anoddagi maksimal quvvat, W	150	400		1000		
Anodda o'rnatiladigan kuchlanish diapazoni, kV	50 + 150	50 + 180		70 + 200		100 + 250
Yoritilayotgan po'latning maksimal qalinligi, mm	20	30		45	32	60
Anodda o'rnatiladigan tok diapazoni, mA	0,1 + 3,0	0,5 + 3,0		1,0 + 5,0		0,5 + 5,0
Nurlanish diagrammasi	60°x80°			40°x60°	40°x360°	40°x60°
Fokus dog'i (trubka pasporti bo'yicha), mm	0,8x0,8	40°x60°	40°x360°	2x2	3,5x1,5	3x3
Ishchi haroratlar diapazoni, °C	-10° C dan +40° C gacha (shimoliy: -30 °C dan +40 °C gacha)					3,5x1,5
1 sek qadami bilan ekspozitsiya o'rnatish diapazoni, s						
ta'mirlash-bir fazali o'zgaruvchan tok tarmog'i		220B-15%+10% chastotasi (50±1) Hz			220 B, 50 Hz	
Rentgen trubkasining turi		1,2 БПК 21-200	1 БПК 12-200	1,2 БПК 21-200	1 БПК 21-200	1,5 БПК 14-300
Gabarit o'lchamlari, mm /vazni, kg						
Monoblok (qo'rg'oshin himoyasiz)	470x130x110 / 4,9					

Monoblok (qo'1 ushlagichlari bilan)		850×220×200 / 13,5	890×208×196 / 19	913 / 16	Ø240×1090 / 26
Monoblok (qo'1 ushlagichlari)		760×138×138	Ø180×803	Ø180×806	Ø180 x 965
Ta'minlash va boshqarish bloki	414×345×180 / 7,0	415×345×180 / 7,0			470×405×215 / 7,0
Masofadan turib boshqarish pult	210×100×26 / 0,3	70×50×50 / 7,3			
Akkumulyator bloki	270×250×120 / 10,0				

To'xtovsiz ishlovchi monoblokli xorijiy rentgen apparatlari

Turi	Kuchlanishlar diapazoni, kV	Tok kuchi diapazoni, mA	Fokus dag'i o'lchami, mm	Nurlanish burchagi, gradus	Yoritilayotgan po'latning maksimal qalinligi, mm	Massasi, kg		Targatgich o'lchamlari, mm
						monoblok	Boshqarish pult	
ERESCO 42 MF2	20-200	0,5-10	1,5	40x60	42	24	13	Ø160
ERESCO 60 MF2	5-275	0,5-6,0	1,5	46x360	42	21	13	Ø160
ERESCO 32 MF2.2	20-300	0,5-10	0,3x3	38x360	32	24	13	Ø186
SMART- 160W	10-160	0,5-6,0	0,4x0,4	40	26	22,6	11	Ø295x606
SMART- 200	60-200	0,5-4,5	1,6x1,6	40x55	38	26	11	Ø295x670
SMART- 200E	60-200	0,5-4,5	1,6x1,6	40	39	23	10,5	Ø284x665
SMART - 200PC	50-200	0,5-4,5	0,4x0,4	40x360	35	35,5	11	Ø295x648
SMART - 225	70-225	0,5-4,0	1,6x1,6	40x55	45	27	11	Ø295x705
SITE - X C1603	50-160	1,0-3,0	Ø4x0,5	40x360	10	8	1	Ø124x530
SITE - X C2254	80-225	1,0-4,0	Ø5x0,5	40x360	39	25	14	Ø248x697
SITE - X C2257	80-225	1,0-7,0	Ø5x0,5	40x360	44 D=1,5	25	14	Ø346x771
SITE - X D2258	80-225	1,0-8,0	2,5x2,5	40x60	45 T=20min	26	14	Ø346x771
GFD - 165	160	3/5	1,5 x1,5	55	18	14	23	Ø269x628
GFC - 165	160	3/5	Ø4x0,9	40x360	14	14,3	23	Ø269x628
GFD - 208	200	5/8	2,5x2,5	60	35	26	23	Ø275x723
GFC - 205	200	3/5	Ø5x1,2	45x360	25	28	23	Ø275x751
GFD - 306	300	4/6	3,2x3,2	80	56	36	23	Ø310x823
GFC - 305	300	3/5	Ø5x1,3	40x360	48	38	23	Ø310x839
ISOVOLT 120 M2	10-120	1,0-13	Ø1,5	40x60	18	8,5	-	Ø100x351
ISOVOLT 225 M1	15-225	1,0-7	Ø1,5	40x60	45	11,6	-	Ø132x342

Rossiyada ishlab chiqariladigan gamma-defektoskoplarning texnik xarakteristiklari

Gamma-defektoskop turi	Radionuklid	Manba faol qismining o'lchami, mm		Radiatsion kallakning o'lchami, mm	Radiatsion kallakning massasi, kg	Foydalanish doirasi (po'lat), mm
		diametri	balandligi			
ГАММАРИД 170/400	Iridiy-192 Tuliy-170 Selen-75	0,5	0,5	212x135x78	6	5-80 2-10 5-20
		5,0	5,0			
		9,0	7,0			
		11,5	11,0			
		0,5	0,5			
ГАММАРИД 192/120	Iridiy-192 Seziy-137	1,0	1,0	240x110x110	16	5-80
		1,5	1,5			
		2,0	2,0			
		3,5	3,5			
		6,0	6,5			
РИД-Се-4P	Selen-75	1,0	1,0	224x100x175	7	5-30
		1,5	1,5			
		2,0	2,0			
		2,5	2,5			
		3,0	3,0			
РИД ИС/120	Selen-75	1,0	1,0	320x122x205	23	5-30

To'xtovsiz ishlovchi monoblokli xorijiy rentgen apparatlari

Turi	Kuchlanishlar diapazoni, kV	Tok kuchi diapazoni, mA	Fokus dog'i o'lchami, mm	Nurlanish burchagi, gradus	Yoritilayotgan po'latning maksimal qalinligi, mm	Massasi, kg		Tarqalgich o'lchamlari, mm
						monoblok	Boshqarish puliti	
ERESCO 42 MF2	20-200	0,5-10	1,5	40x60	42	24	13	Ø160
ERESCO 60 MF2	5-275	0,5-6,0	1,5	46x360	42	21	13	Ø160
ERESCO 32 MF2 C 2	20-300	0,5-10	0,3x3	38x360	32	24	13	Ø186
SMART-160W	10-160	0,5-6,0	0,4x0,4	40	26	22,6	11	Ø295x606
SMART-200	60-200	0,5-4,5	1,6x1,6	40x55	38	26	11	Ø295x670
SMART-200E	60-200	0,5-4,5	1,6x1,6	40	39	23	10,5	Ø284x665
SMART-200PC	50-200	0,5-4,5	0,4x0,4	40x360	35	35,5	11	Ø295x648
SMART-225	70-225	0,5-4,0	1,6x1,6	40x55	45	27	11	Ø295x705
SITE-X C1603	50-160	1,0-3,0	Ø4x0,5	40x360	10	8	1	Ø124x530
SITE-X C2254	80-225	1,0-4,0	Ø5x0,5	40x360	39	25	14	Ø248x697
SITE-X X2257	80-225	1,0-7,0	Ø5x0,5	40x360	44 D=1,5	25	14	Ø346x771
SITE-X D2258	80-225	1,0-8,0	2,5x2,5	40x60	45 T=20min	26	14	Ø346x771
GFD-165	160	3/5	1,5 x 1,5	55	18	14	23	Ø269x628
GFC-165	160	3/5	Ø4x0,9	40x360	14	14,3	23	Ø269x628
GFD-208	200	5/8	2,5x2,5	60	35	26	23	Ø275x723
GFC-205	200	3/5	Ø5x1,2	45x360	25	28	23	Ø275x751
GFD-306	300	4/6	3,2x3,2	80	56	36	23	Ø310x823
GFC-305	300	3/5	Ø5x1,3	40x360	48	38	23	Ø310x839
ISOVOLT 120 M2	10-120	1,0-13	Ø1,5	40x60	18	8,5	-	Ø100x351
ISOVOLT 225 M1	15-225	1,0-7	Ø1,5	40x60	45	11,6	-	Ø132x342

Texnik parametrlar

Rossiyada ishlab chiqariladigan gamma-defektoskoplarning texnik tavsiflari

Gamma-defektoskop turi	Radionuklid	Manba faol qismining o'lchami, mm		Radiatsion kallakning o'lchami, mm	Radiatsion kallakning massasi, kg	Foydalanish doirasi (po'lat), mm
		diametri	balandligi			
ГАММАРИД 170/400	Iridiy-192 Tully-170 Selen-75	0,5	0,5	212x135x78	6	5÷80
		5,0	5,0			2÷10
		9,0	7,0			5÷20
		11,5	11,0			
ГАММАРИД 192/120	Iridiy-192 Seziy-137	0,5	0,5	240x110x110	16	5÷80
		1,0	1,0			
		1,5	1,5			
		2,0	2,0			
		3,5	3,5			
		6,0	6,5			
РИД-Sc4P	Selen-75	1,0	1,0	224x100x175	7	5÷30
		1,5	1,5			
		2,0	2,0			
		2,5	2,5			
		3,0	3,0			
		3,5	3,5			
РИД ИС/120	Selen-75	1,0	1,0	320x122x205	23	5÷30

РИД-Ю/100	Iridiy-192	3,5	3,5	3,5		
		1,5	1,5	1,5		
		2,0	2,0	2,0		
		3,0	3,0	3,0		
СТАПЕЛЬ 5М	Kobalt-60	1,5	1,5	1,5	420x270x320 850x550x650	152 38
		2,0	2,0	2,0		
		2,5	2,5	2,5		
		3,0	3,0	3,0		
	Iridiy-192	0,5	0,5	0,5	155x118x100	7,0
		1,0	1,0	1,0		
		1,5	1,5	1,5		
						30÷200
						5÷80

Gamma-defektoskoplarni qo'llaganda radiografik usulning foydalanish doirasi

Yoritilayotgan metallning qalinligi, mm				Yopiq radioaktiv manba'lar
Temir	Titan	Alyuminiy	Magniy	
1-20	2-40	3-70	10-200	^{170}Tu
4-30	7-50	20-200	30-300	^{75}Se
3-100	10-120	40-350	70-450	^{192}Ir
10-120	20-150	50-350	100-500	^{137}Cs
30-200	60-300	200-500	300-700	^{60}Co

Metall kuchaytiruvchi ekranlarning qalinligini tanlash

Nurlanish manbai	Ekran qalinligi, mm	
	tavsiyalanadi	mumkin bo'lgan
Rentgen apparati, rentgen trubkasidagi kuchlanish 100 kV gacha bo'lganda	0,02 gacha	0,02-0,09
Rentgen apparati, rentgen trubkasidagi kuchlanish 100 kV dan 300 kV gacha bo'lganda	0,05-0,09	
Rentgen apparati, rentgen trubkasidagi kuchlanish 300 kV dan yuqori bo'lganda	0,09	
Tuliy-170	0,09	0,02-0,09
Selen-75	0,09-0,20	0,05-0,02
Iridiy-192	0,20-0,30	0,05-0,30
Seziy	0,30-0,50	0,09-0,50
Kobalt- 60	0,30-0,50	0,20-0,50

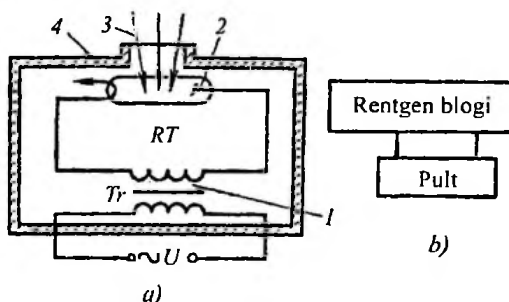
Rentgen apparatlari. Rentgen apparatlari. Umumiy ko'rinishda rentgen apparati himoya g'ilofidagi rentgen trubkasidan, yuqori voltli generatordan va boshqarish pultidan iborat. Yuqori voltli generator yuqori voltli transformator, trubkaning cho'g'lanma transformatori va to'g'rilagichdan iborat. Boshqarish

pultiga odatda avtotransformator, kuchlanish va tok regulyatori, o'lchov asboblari, signal sistemasi va boshqarish sitemasi kiradi.

Radiatsion defektoskopiya amaliyotida doimiy yuklanishli apparatlar va impulsli apparatlar qo'llaniladi (4.3-jadval). Doimiy (o'zgarmas) yuklanishli apparatlar o'z navbatida monobloklarga va kabel turidagi apparatlarga bo'linadi.

Rentgen trubkasi va yuqori voltli transformatori bo'lgan apparatlar-monobloklar moy quyilgan yoki gaz to'ldirilgan yagona blok-transformatorlarga montaj qilingan. Bunday apparatlarga asosiy talablar minimal gabarit o'lchamlari va massa.

Bunga erishish uchun nurlanish sifati va uzluksiz ishlash davomiyligi kabi tekshirish jarayonining bunday muhim ko'rsatkichlari hahridan o'tiladi. Bu hol quyidagilar bilan izohlanadi. Apparat-monobloklarda odatda eng oddiy sxema (4.16-rasm) qo'llaniladi, yarim to'liqlikni ventilsiz, unda to'g'irlagich sifatida rentgen trubkasining o'zi xizmat qiladi.



4.16-rasm. Rentgen apparati manbaini umumiy (a) va bloksxemalari (b):

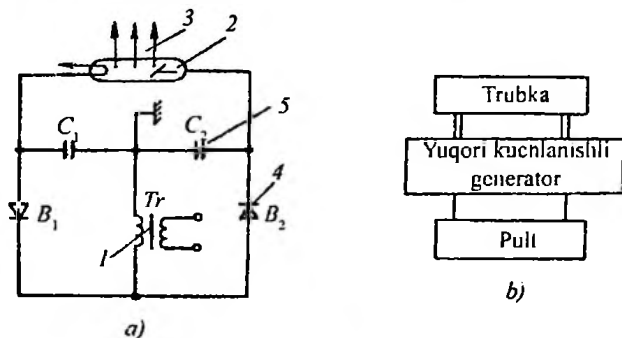
1 - transformator Tr, 2 - trubka RT, 3 - rentgen nurlanish, 4 - g'ilof.

Trubkaga tok bevosita yuqori kuchlanish transformatoridan uzatiladi, u birinchi yarimdavr mobaynida tokni faqat bir yo'nalishda o'tkazadi, keyin esa ikkinchi yarimdavr vaqtida tokni berkitib, to'g'irlagich sifatida ishlaydi. Bunday sxemaning qo'llanilishi trubkaning ishlash muddatini qisqartiradi.

Unifikatsiyalangan boshqarish pultlari bilan komplektlanuvchi monoblok apparatlarning umumiy qatori ishlab chiqarilgan. Bu apparatlarga dala va montaj sharoitlarida ishlash uchun ixcham kichik apparatlar ham, barqaror yuqori voltli apparatlar ham kiradi. Monobloklar ko'pincha nurlatgichni boshqarish pultidan katta masofaga (30m gacha va undan ortiq) uzoqlashtirish va nurlatgichning katta manevrli bo'lishiga erishish talab qilingan joylarda qo'llaniladi. Magistrал quvur o'tkazgichlarni tekshirish uchun maxsus mo'ljallangan apparatlar bunga mos misol bo'lishi mumkin.

Ular panoramali nurlanish maydonini hosil qiladi, bu esa apparatni quvur ichiga joylashtirganda bitta ekspozitsiyada quvurning halqali chokini yoritishga imkon beradi.

Kabel turidagi apparatlar mustaqil generator qurilmasidan, rentgen trubkasi va boshqarish pultidan iborat. Kabel turidagi apparatlarda odatda, ikkita to'g'rilagichli ikkilangan kuchlanishli sxemalar qo'llaniladi (4.17-rasm).



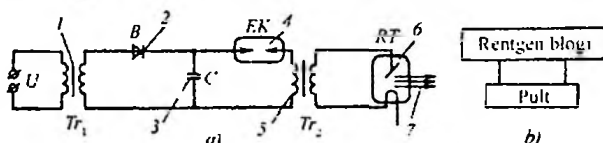
4.17-rasm. Kabel apparatning printsipal (umumiy) (a) va blok sxemalari (b):

1 - transformator, Tr, 2 - rentgen trubkasi, 3 - rentgen nurlanishi, 4 - to'g'rilagich, 5 - kondensatorlar.

Kuchlanishning manfiy yarimdavri vaqtida C_1 va C_2 kondensatorlar B_1 va B_2 to'g'rilagichlar orqali amplituda qiymatigacha zaryadlanadi. Musbat yarimdavr

kelishi bilan ular transformatorning ikkilamchi chulg'ami bilan ketma-ket ulangan bo'ladi va trubka anodidagi kuchlanish ikki marta ortadi. Rentgen nurlanishning chiqishi yarim davr mobaynida yuz beradi. Bunday turdagi apparatlar, odatda ko'chuvchi qilib chiqariladi va tsx hamda laboratoriya sharoitlarida ishlash uchun foydalaniladi. Bu sinfdagi apparatlarda rentgen trubkasining yengil (6 kg) himoya g'ilofi bilan ta'minlangan. Nurlanish blokining massasi kichikligi va yuqori voltli generatorni va boshqarish pultini rentgen trubkasidan uzoqroq (10 m gacha) masofaga o'rnatish mumkinligi apparatdan borish qiyin bo'lgan joylarni tekshirish uchun foydalanishga imkon beradi.

Impulsli rentgen apparatlar konstruktiv jihatdan ikki blokdan tuzilgan: boshqarish va rentgen bloklaridan iborat (4.18-rasm).



4.18-rasm. Impulsli rentgen apparatining printsipial (a) va blok-sxemalari (b):

1 - transformator Tr_1 , 2 - to'g'rilagich B , 3 - kondensator C , 4 - elektron kalit EK ; 5 - impulsli transformator Tr_2 , 6 - trubka RT , 7 - rentgen nurlanish.

Kondensator C transformator Tr_1 dan to'g'rilagich B orqali zaryadlanadi. Elektron kalit EK yordamida trubka zanjirida ko'taruvchi transformator Tr_2 ga kondensator zaryadsizlanadi.

Yuqori kuchlanishli impuls ta'sirida sovuq katodli rentgen trubkasida avtoelektron tok vujudga keladi. Buning natijasida katod qiziydi va uning sirtidan elektronlar plazma bulutini hosil qilib, elektronlar yuzadan ajraladi, plazma buluti trubka anodi tomon o'zgarmas tezlikda harakatlanadi. Natijada yuqori voltli transformatorning ikkilamchi chulg'amida vujudga kelgan yuqori kuchlanish (250-300 kV) harakatlanayotgan plazmaning oldingi fronti bilan anod o'rtasiga qo'yilgan bo'ladi. Bu holat anod tokining oshishiga va natijada rentgen

nurlanishning generatsiyalanishiga 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 ishlanganda 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 boshlanish kuchlanishi ortadi. Bu rentgen nurlanishning intensivlik va spektral tarkibi bo'yicha ulanishdan ulanishga nobarqarorlikka olib keladi. Impulsli trubkalar juda katta oliy quvvatga ega, ammo impulsning davomiyligi juda kichik (2-100 ns), ularning takrorlanishi erishgan chastotasi 50 Hz dan oshmaydi. Nurlanish dozasini quvvati 1m masofada 2 R/min dan oshmaydi, ayni chog'da katodi qizitilgan trubkalar shunday kuchlanishlarda (250-300 kV) 10 R/min gacha beradi. Impulsli trubkalaming ishlash resursi cho'lg'anma trubkalamikidan ancha kam: МИРА seriyasidagi apparatlarda $5 \cdot 10^6$ impuls gacha yetadi, bu 25 Hz chastotada cho'g'lanish trubkasining 500 soatli ishlashiga qaraganda jami 50 soat ishlashni ta'minlaydi.

Shuni ta'kidlash kerakki, impulsli apparatlarning uncha katta bo'lmagan gabarit o'lchamlari va kichik massasi ularning sanoatda keng qo'llanishiga sabab bo'ldi. Ular, asosan, magistrat quvur o'tkazgichlarni, kema qurish konstruksiyalarini tekshirishda va montaj qilishda qalinligi 30 mm bo'lgan birikmalarni tekshirish uchun foydalaniladi.

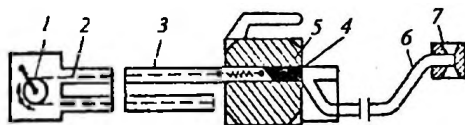
Impulsli rentgen apparatlarning asosiy kamchiligi – trubkaning ishlash muddati kamligi va odatdagi apparatlarga qaraganda sezgirligi ancha pastligi. Afzalligi massasi kamligi, ixchamligi va pastvoltli ta'minot manbalari bo'lgani (12 V).

Xorijiy apparatlardan eng ko'p tarqalganlari "Philips", "Zayfert" va boshqa firmalarning qurilmalaridir. Xorijiy apparatlarning MDH dagi bilan

taqqoslagandagi farq qiladigan jihatlari — ularning massasi kamligi va fokus dog'i o'lbamining kichikligi.

Gamma-apparatlar. Eng oddiy ko'rinishdagi radioizotopli defektoskop radioaktiv izotopli radioatsion kallakdan iborat bo'lib, unga manba uzatkichi, ampula-provod va boshqarish pulti kiradi. Ishlab chiqarilayotgan defektoskoplarning barcha turlarini (4.4-jadval) shartli ravishda umumsanoat vazifalarini bajaruvchi (universal shlangli defektoskopiya) va frontal hamda panoramali yoritish uchun (qulflanadigan turdagi) maxsus vazifalarni bajaruvchi qurilmalarga ajratish mumkin.

Universal shlangli defektoskopiya nurlanish manbai tekshirish 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 nisbatdan afzalliklari (universalligi va kichik gabaritli manbani 5-12 m masofaga uzatish mumkinligi) ularni nostatsionar sharoitlarda radiografik tekshirishda, ayniqsa, borish qiyin bo'lgan joylarda mavjud buyumlarni tekshirishda ustunlik qiladi. Bu turdagi qurilmalarda manbani radiatsion kallak 5 dan kollimatsiyalovchi kallak 7 ga uzatish (4.19-rasm) tishli uzatkich g'ildirak 1 bilan tishlangan egiluvchan tishli tros 2 yordamida egiluvchan yoki qattiq ampula-provod 6 bo'yicha amalga oshiriladi. Bu sinfdan "Таммарид" seriyasidagi defektoskoplar va boshqalar keng qo'llaniladi.



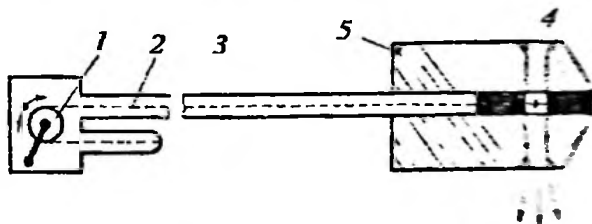
4.19-rasm. Shlangli defektoskoplarning kinematik sxemasi:

1 - uzatuvchi g'ildirak; 2 - uzatuvchi tros; 3 - tutashtiruvchi shlang; 4 - nurlanish manbaini tutqich; 5 - radiatsion kallak; 6 - ampula-provod; 7 - kollimatsiyalovchi kallak.

Frontal yoritish uchun gamma defektoskoplar radiatsion nurlanish zonalarini o'lchamlarining cheklanganligi tufayli universal shlangli defektoskoplarga qo'llanish mumkin bo'lmaganda dala, montaj qilish sharoitlarida, masofada, dokda yoki tsxda ishlash uchun mo'ljallangan. Frontal (yu'natirilgan) nurlanishli defektoskoplar neft va gaz quvurlarini o'tkazishda, kema qurish sharoitida va edda qalinlikdagi buyumlarni tekshirishda juda kam, mashinasozlikda qayraman birikmalarini tekshirish uchun keng qo'llaniladi.

Panoramali yoritish uchun gamma-qurilmalar majmua test-yaqin quvurlari, shar yoki silindr shakldagi yuqori bosim idishlari, sharoitda aylanish jismlari ko'rinishidagi boshqa buyumlar sifatini tekshirishda keng qo'llaniladi.

Shlangli turdagi defektoskoplardan farqli ravishda gamma-defektoskoplar nurlanish manbaini uzatish uchun (manba tutqichini radiatsion kalakani ko'chirish uchun) dastaki ham, elektromexanik uzatkich 1 dan ham foydalanish mumkin (4.20-rasm). Elektromexanik uzatkich kalakning quvur o'tkazgichi uzunligi 1,5 km gacha masofaga ko'chirishni ta'minlaydi.



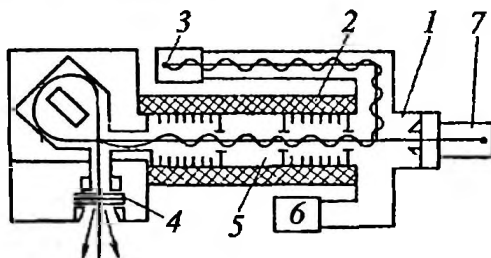
4.20-rasm. Frontal va panoramali yoritish uchun defektoskopning kinematik sxemasi:

1 - boshqarish uzatmasi; 2 - uzatuvchi tros; 3 - uzatuvchi shlang; 4 - nurlanish manbai-tutqichi; 5 - radiatsion kaliak.

Apparatlarda nurlanish manbai sifatida iridiy-192 ishtirok etadi. Mazkur apparatlarning o'ziga xos xususiyatlari - bu masofaning ancha uzunligi va ixchamligidir.

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

Chiziqli tezlatkich (4.21-rasm) silindr sirtida joylashtirilgan fokuslovchi elektromagnit 2 bo'lgan vakuumli silindrik tezlatkich kamera 1 ko'rinishda ishlangan. Yuqori chastotali generator 3 volnovod 5 da yuguruvchi elektr magnit to'lqinning hosil bo'lishni ta'minlaydi, bu to'lqinning 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 $(5 \div 75000) \cdot 10^{-5}$ K1/kg ekspozitsion dozali tormoz nurlanishi vujudga keladi.



4.21-rasm. Chiziqli tezlatkich sxemasi:

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

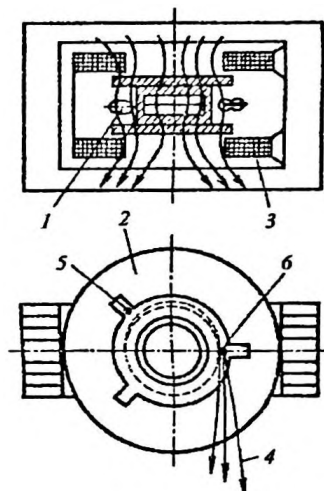
Chiziqli tezlatkichlarning afzalligi tormoz nurlanishning intensivligi katta bo'lishidan iborat. Masalan, 10-25 MeV energiyali chiziqli tezlatkichlar ekspozitsion dozasini quvvati nishondan 1 m masofada 2000-25000 R/min ni tashkil etgan tormoz nurlanishni vujudga keltiradi. Shu tufayli ular 400-500 mm qalinlikdagi payvand choklarini tekshirishda muvaffaqiyatli qo'llaniladi.

Tezlatkichlar nurlatgich va elektr ta'minot bloklari, issiqlik almashtirgichlar va boshqarish bloklaridan iborat ixcham qurilmadan iborat.

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

Masalan, chiziqli tezlatkichdan foydalanilgan nurlanish vaqti Co^{60} izotopiga nisbatan 15-20 marta qisqaradi, tekshirishning sezgirligi esa 0,8-1% ni tashkil etadi.

Radiatsion defektoskopiya elektronlarni 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'rinishda ishlangan. Elektron to'p 5 elektronlarni toroidal kameraga generatsiyalaydi, u yerda elektronlar o'zgaruvchan magnit maydon vujudga keltiradigan uyurmali elektr maydonda tezlashadi.



4.22-rasm. Betatron sxemasi:

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

Betatronlar chiziqli tezlatkichlarga qaraganda kichik nurlanish intensivligini ta'minlashiga qaramay, ular massasi kamligi, gabarit o'lchamlari uncha katta bo'lmagani, ekspluatatsion va iqtisodiy ko'rsatkichlari ancha yuqori bo'lgani tufayli defektoskopiyada juda keng qo'llaniladi.

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 (4.9-jadval): ekransizlar fluorestsent, ekranlarsiz yoki metall kuchaytiruvchi ekranlar bilan foydalanish uchun va ekranli plyonkalar, fluorestsent kuchaytiruvchi ekranlarni qo'llanib foydalaniladigan plyonkalar. Plyonkaning asosiy xarakteristikalari (4.23-rasm) spektral sezgirlik, kontrastlik va ajrata olish qobiliyati hisoblanadi.

4.9-jadval

«Structurix» radiografik plyonkasining asosiy texnik tavsiflari

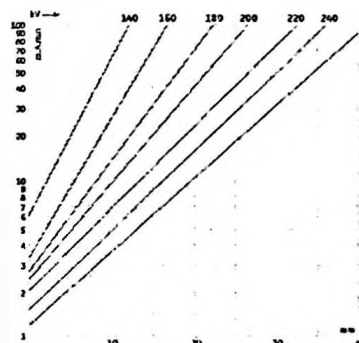
Plyonka turi	Sezgirlik, R^{-1}	Kontrastlik koefitsienti	Granulyarlik faktori sD	Signal/shovqin nisbati G/Ds	Yevropa va Amerika standartlariga mosligi		
					EN 584-1	ISO 11699-1	ASTM E 1815-96
Structurix D2	1 - 3	6	0,014	371	C1	T1	maxcyc
Structurix D3	2 - 4	5,5	0,016	294	C2	T1	I
Structurix D4	4 - 5	5,4	0,02	232	C3	T2	I
Structurix D5	6 - 7	5,4	0,026	169	C4	T2	I
Structurix D7	10 - 12	5,4	0,031	142	C5	T3	II
Structurix D8	16 - 20	4,6	0,035	115	C6	T4	III

4.23-rasmda mazkur turdagi plyonkalar uchun nomogrammlar ekspozitsiyalari keltirilgan. Zarur ekspozitsiyani tanlashda nomogrammlar ekspozitsiyalari nihoyatda qulay usul bo'lib xizmat qilishlari mumkin. Keltirilayotgan nomogrammlar ekspozitsiya muddatini aniqlashda nurlanish manbai parametrlariga va suratga tushirish sharoitlariga bog'liq holda imkon beradi:

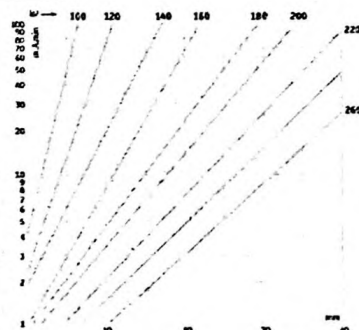
Radiografik plyonka turi / Anoddagi kuchlanish [kV] / Katoddagi tok kuchi [mA] / Rentgen nurida yoritilayotgan mahsulot qalinligi [mm] quyidagi standart sharoitlarda:

1. Fokusdan plyonkagacha bo'lgan masofa = 1 m
2. Plyonkaning qorayish zichligi $D = 2$.
3. Doimiy potentsialli rentgen apparat, qo'rg'oshinli kuchaytiruvchi ekranlardan foydalanilgan.

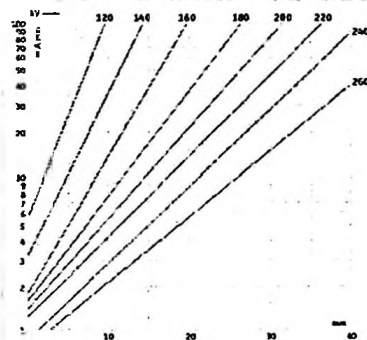
Struktur D2



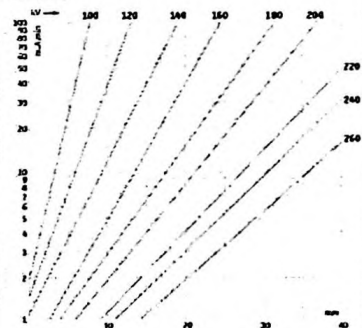
Struktur D4

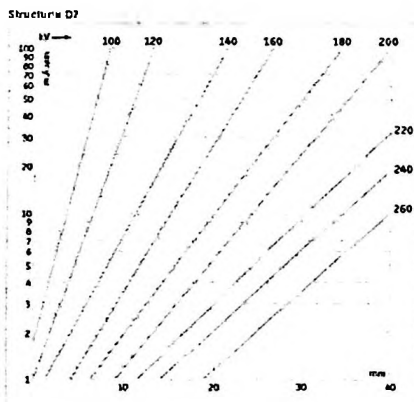


Struktur D3



Struktur D5





4.23- rasm. «Structurix» plenkalari uchun ekspozitsiyalar nomogrammalari

Plyonkaning spektral sezgirliги bir xil ekspozitsion doza bilan, turli xil energiya nurlanishlari bilan nurlantirgandan so'ng ochiltirilganda uning turli xil qorayish zichliklarini olish qobiliyati (Q) hilan belgilanadi. Amalda Q bir xil qorayish zichligini olish uchun zarur bo'lgan ionlovchi nurlanish dozasiga teskari kattalik bilan ifodalanadi:

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

Plyonkaning optimal spektral sezgirligiga rentgen trubkasidagi kuchlanish 50-110 kV bo'lganda erishiladi.

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

$$h_n: D = \lg(h_0/h_n);$$

Buyumlarni rentgen yoki gamma-nurlanish bilan nurlantirganda D ning eng optimal qiymatlari 1,8-2,2 oraliqda yotadi, ya'ni eng yaxshi spektral sezgirlikni D ning aynan shu qiymatlarida olish mumkin.

Kontrastlik γ_D qorayish zichligi ortirmasining nisbiy ekspozitsiya vaqti ortirmasiga nisbatidan iborat. Qorayish zichligining optimal (qulay) qiymatlarida ($D=1,2 \div 2,2$) ekranli plyonkalarining kontrastligi $2,5 \div 3$ oraliqda, ekransiz plyonkalarniki $2,5 \div 4,5$ oraliqda yotadi.

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

Tekshirish texnologiyasi. Payvand birikmalarni sinash uchun radiografik tekshirish usullari juda keng qo'llaniladi, bunda ionlovchi nurlanish-detektorlari sifatida radiografik plyonkalardan foydalaniladi.

Foydalanilayotgan nurlanish turiga bog'liq holda rentgen-gamma, va betatronli radiografiya farq qilinadi. Sanab o'tilgan usullarning har biri o'zining foydalanish sohasiga ega. Xususan, rentgenografiya, eng sezgir usul sifatida ko'pincha tsex sharoitida va kamdan-kam hollarda dala sharoitida, payvand birikmalar sifatini tekshirishga sezgirlik bo'yicha eng yuqori talablar qo'yilganda, qo'llaniladi. Gammagrafiya borishi qiyin bo'lgan joylarda joylashgan, dala va montaj qilish sharoitidagi payvand birikmalarini tekshirishda ustunlikka ega. Betatronli radiografiyadan ko'pincha tsex sharoitida katta qalinlikdagi payvand birikmalarning defektoskopiyasida foydalaniladi.

Payvand birikmalarni radiografiyalashda asosiy operatsiyalarni bajarishning quyidagi ketma-ketligiga rioya qilinadi: nurlanish manbai, radiografik plyonka tanlanadi va yoritishning optimal rejimlari belgilanadi; tekshirishlayotgan ob'yekt yoritishga tayyorlanadi; ob'yekt yoritiladi; suratlar foto ishlov beriladi; suratlar tahlil qilinadi; tekshirish natijalari rasmiylashtiriladi.

Nurlanish manbaini tanlash. Nurlanish manbaini tanlash texnik maqsadga muvofiqlik va iqtisodiy samaradorlikka bog'liq. Manbaini tanlashni belgilovchi asosiy omillar tekshirishning berilgan sezgirligi, tekshirishlayotgan buyum materialining zichligi va qalinligi; tekshirishning ish unumi; tekshirilayotgan detalning konfiguratsiyasi, uning tekshirishga qulayligi va boshqalar hisoblanadi.

Masalan, katta o'lchamdagi nuqsonlar yo'l qo'yiladigan buyumlarni tekshirishda kam vaqt yoritishni ta'minlovchi yuqori energiyali izotoplarni qo'llash eng maqsadga muvofiqdir. Ma'sul vazifalarni bajaruvchi buyumlar uchun rentgen nurlanishdan foydalaniladi va istisno sifatida imkoni boricha eng kam

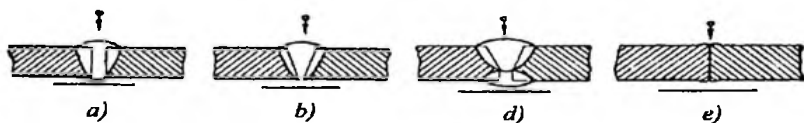
nurlanish energiyasiga ega, masalan, lg (4.5-jadval) bo'lgan izotoplarni qo'llanishiga ruxsat etiladi.

Radiografik plyonkani tanlash. Tanlash yoritilayotgan ob'yekt materialini qalinligi va zichligi bo'yicha, shuningdek, tekshirishning talab qilinayotgan ish umumi va sezgirligi bo'yicha amalga oshiriladi.

Structurix D8 plyonkasi, asosan, katta qalinlikdagi payvand birikmalarni tekshirish uchun foydalaniladi, chunki u yuqori kontrastlik va nurlanish sezgirligiga ega. D6 universal ekran plyonkasi turlicha qalinlikdagi detallarni yoritishda qo'llaniladi, bunda yoritish vaqti plyonkalarni boshqa turlariga nisbatan eng kamdir. Alyuminiyli qotishmalar va qalinligi uncha katta bo'lmagan qora metallar qotishmasidan yasalgan buyumlarni tekshirish uchun yuqori kontrastli D3 va D4 plyonkalardan foydalanish mumkin.

Mas'ul birikmalarni nazorat qilishda D2 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 tekshirishda ekspozitsiya vaqtining ortishiga olib keladi. Radiografik plyonkani taxminan tanlashni nomogrammalar bo'yicha (4.23-rasm) amalga oshirish maqsadga muvofiqdir.

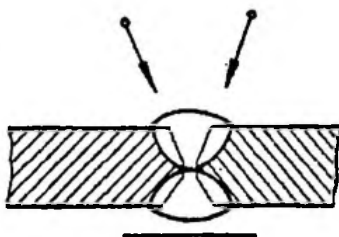
Yoritish sxemasi va parametrlarini tanlash. Payvand birikmalarni yoritish sxemasi buyum uchun belgilangan normalarda yo'l qo'yib bo'lmaydigan nuqsonlarni aniqlashni ta'minlashi kerak. 4.24 – 4.33-rasmlarda yoyli, kontaktli va boshqa turdagi payvandlash usullarida bajarilgan uchma-uch birikmalarni yoritish sxemalari ko'rsatilgan. Ionlovchi nurlanishning ishchi dastasi payvandlanayotgan elementlarning tekisligiga perpendikulyar holda yo'naltirilishi kerak (4.24-rasm).



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

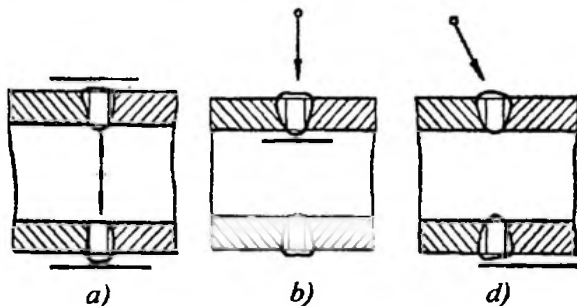
a-chetlarni kesmasdan; *b*-bir tomonlama payvandlashda chetlarini ishlab;
d-ikki tomonlama payvandlashda; *e*-kontaktli payvandlashda.

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'lganda uni yoritish yo'nalishni teskarisiga o'zgartirib, qarama-qarshi tomondan ham joylashtirish mumkin.



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

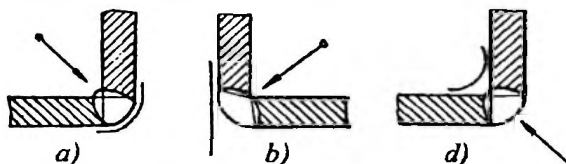
Masalan, rezervuarlar, payvandlanuvchi quvurlar va boshqa silindrik buyumlarning halqali va bo'ylama uchma-uch birikmalari nurlanish manbaini buyum ichiga joylashtirib (4.26- a rasm-panoramali yoritish) yoki tashqaridan ishchi dastaning o'qini chokka perpendikulyar yo'naltirib yoritiladi (4.26- b rasm).



4.26-rasm. Silindrik yoki sferik konstruksiyada halqali chokni yoritib ko'rish.

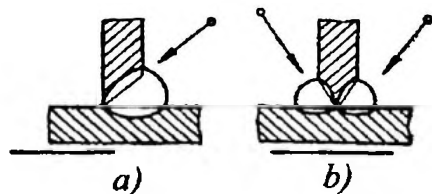
Agar konstruksiyaning ichiga plyonkali kassetani yoki nurlanish manbaini joylashtirishning imkoniy bo'lmaydigan bo'lsa, u holda qarama-qarshi tashqi tomonlarga nurlanish manbai va plyonkani joylashtirib (4.26- d rasm) ikki devor orqali yoritiladi. Ishchi dastaning o'qi chok joylashgan tekislikka burchak ostida yo'naltirilgan bo'lishi kerak.

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 rasm).



4.27-rasm. Burchakli birikmalarni yoritib ko'rish.

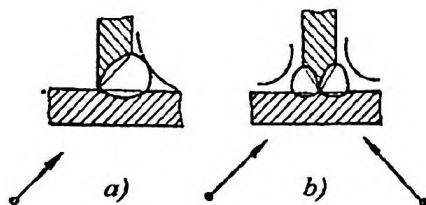
Shuningdek, nurlanishning teskari yo'nalishda bo'lishi va plyonkani chokning boshqa tomoniga joylashishiga yo'l qo'yiladi (4.27- d rasm). Chetlari bir tomonli va ikki tomonli kesikli tavrli birikmalar (4.28, 4.29-rasm) tavr polkasiga 45° burchak ostida yoritiladi.



4.28-rasm. Ichki tomondan kirish imkoniy bo'lganda tavrli birikmalarni yoritib ko'rish:

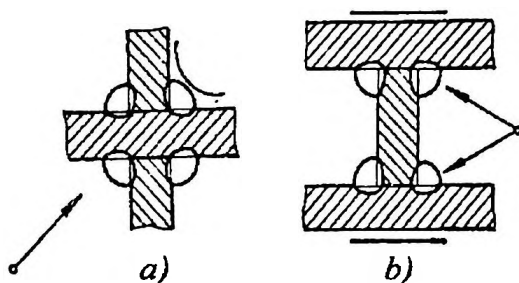
a - bir tomonlama payvandlashda; b - ikki tomonlama payvandlashda.

Ayrim hollarda bu choklarni markaziy nurni chetlarning kesiklari bo'ylab yo'naltirib ham yoritish mumkin. Ikki tavrli va xochsimon konstruksiyalarning choklari ham shunga o'xshash yoritiladi (4.29-rasm).



4.29-rasm. Tashqi tomondan yondashish mumkin bo'lganda tavrli birikmalarni yoritib ko'rish:

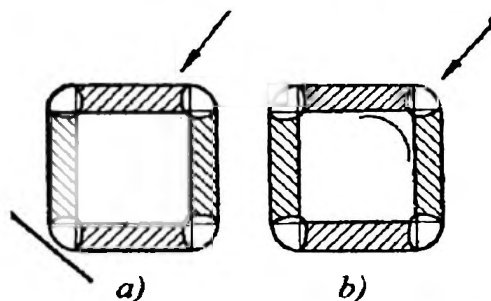
a - bir tomonlama payvandlashda; *b* - ikki tomonlama payvandlashda.



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

a - xochsimon; *b* - ikki tavrli

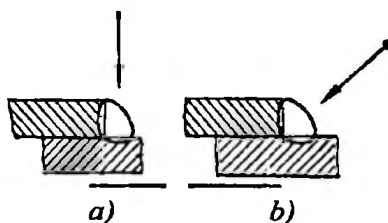
Ichiga plyonkali kassetani yoki nurlanish manbaini joylashtirish imkonini bermaydigan shaklga ega bo'lgan qutisimon konstruksiyalarning choklari buyum o'qiga burchak ostida ikki devor orqali chokning tashqi tomonidan plyonka o'rnatilganda yoritiladi (4.31-rasm).



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

Agar kassetani qutisimon konstruksiyaning ichiga kiritish mumkin bo'lsa, yoritish bitta devor orqali chokka perpendikulyar holda olib boriladi (4.32-brasm).

Ustma-ust qo'yib biriktirishlar listlar tekisligiga perpendikulyar (4.32- a rasm) va 45° burchak ostida yoritiladi.

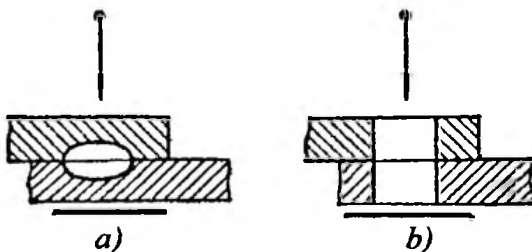


4.32-rasm. Yoyli payvandlash bilan bajarilgan usma-ust birikmalarni yoritib ko'rish:

a - payvandlanayotgan listning tekisligiga o'tkazilgan normal bo'yicha;

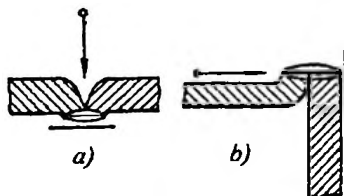
b - list tekisligiga burchak ostida.

Nuqtali va chokli birikmalar payvandlanayotgan listlarning tekisligiga normal bo'yicha yoritiladi (4.33-rasm).



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

Ikki cheti bortovkalangan uchma-uch birikmalar chokka perpendikulyar (tik) holda yoritiladi (4.34- a rasm).



4.34-rasm. Chetlarni bortovkali payvand birikmalarni yoritib ko'rish.

Bortovkali burchakli birikmalar markaziy nurni payvandlanayotgan chetlarning tekisligi bo'yicha yo'naltirib yoritiladi (4.34- b rasm).

Radiatsion tekshirishda sifat ko'rsatkichlari bo'yicha nuqsonlarni belgilash va payvand choklarni tasniflash. Payvand konstruksiyalarni yetkazib berishda korxonalar o'rtasidagi kooperatsiyalashni yengillashtirish maqsadida birikmalarni nuqsonlarni tartibga soluvchi hujjatlar ishlab chiqilgan. Xalqaro payvandlash institutining (XPI) nuqsonlarning oltita guruhini (darzlar, rakovinalar, qo'shilmalar, neprovarlar, tashqi nuqsonlar va 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 XPI ning rentgen-atlasi keng tarqaldi. Aytib o'tilgan hujjatlar

nuqsonlarni ko'rsatish uchun ishlab chiqilgan va operatorlarni o'qitishda, ayniqsa, foydalidir.

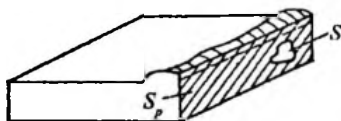
IHI (Iqtisodiy Hamkorlik Ittifoqi) ga a'zo mamlakatlarda qabul qilingan payvand birikmalar choklari tasnifi keltirilgan. Choklar ko'rinishi, kengligi (neprovarlar uchun chuqurligi) va nuqsonlarning yalpi emasligiga bog'liq holda 5 ta sinfga bo'linadi. Mamlakatimizda radiografik uslubda aniqlangan bo'shliqlar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

Aniq payvand konstruksiyasi uchun yo'l qo'yish mumkin bo'ladigan nuqsonlar standartlar, tekshirish qoidalari va boshqa tarmoq hujjatlarida ko'rsatiladi.

Nuqsonlikning asosiy ko'rsatkichi sifatida:

$$q=S/S_p;$$

parametri qabul qilingan, bu yerda S_p , S - mos ravishda hisobdagi kesimning va nuqsonning yuzlari (4.35-rasm).



4.35-rasm. Payvand chokining qirgimi.

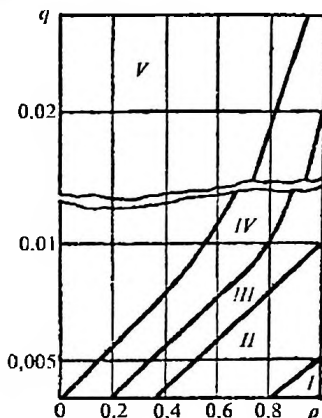
Bu parametrning son qiymatini buyumning tavsifi sifatida foydalanish payvand choklarning beshta sinfga bo'linishini aniqlashtirishga imkon berdi. Birinchi sinfga $q = 0-0,005$ dagi payvand choklar, ikkinchisiga $0,005-0,01$ payvand choklar kiradi; uchinchi beshinchigacha bo'lgan sinflarga o'tish mos ravishda $q = 0,02, 0,04, 0,05$ bo'lganda amalga oshiriladi. q parametri nuqsonning real (haqiqiy) xavfliligi o'lchovi hisoblanadi.

Nuqsonning turini aniqlash uchun uning eng kichik chiziqli o'lchamli a va eng katta chiziqli o'lchamli b ning nisbatidan foydalanish mumkin. O'lchamlari nisbati $a/b < 0,2$ 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'riladi, bunda $a_1 < a_2 < a_3$ koordinata o'qlari bo'yicha nuqsonning o'lchamlaridir.

Aylanish ellipsoidi uchun olingan natijalarni umumlashtirish uchun a/b nisbatni nuqsonning minimal chiziqli o'lchamining maksimal chiziqli o'lchamiga nisbati sifatida talqin qilish lozim: $a/b = a_1/a_3 = \rho$;

bu yerda: ρ - parametri nuqsonning potentsial xavfliligi o'lchovi sifatida qabul qilingan. O'tkazilgan tadqiqotlar asosida payvand birikmalar nuqsonligining umumiy lashtirilgan tasnifi yasalgan (4.36-rasm).



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

Tekshirilayotgan ob'yektni yoritib ko'rishga tayyorlash. Tekshirishdan avval buyum sinchiklab ko'zdan kechirilishi va zarur bo'lganda shlakdan, iflosliklardan tozalanishi kerak. Tashqi nuqsonlarni yo'qotish zarur, chunki ularning suratlardagi tasviri ichki nuqsonlarni tasvirini qoraytirib, ko'rsatmay qo'yishi mumkin. Payvand birikma tekshirish uchastkalariga bo'linib, ular yoritib

ko'rilgandan so'ng aniqlangan ichki nuqsonlarning joylashuvini aniq ko'rsatish mumkin bo'lishi uchun markalanadi (belgilanadi).

Kassetalar va unga joylanadigan radiografik plyonkalar tekshirilayotgan tegishli uchastkalar kabi tartibda markalanishlari kerak. Tanlangan plyonka kassetaga joylanadi, shundan so'ng kasseta buyumga mahkamlanadi, nurlanish manbai tomonidan esa sezgirlik etaloni o'rnatiladi. Bunday o'rnatish imkonini 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 bajarilgandan va xavfsiz ishlash sharoitlari ta'minlangandan so'ng buyumni yoritib ko'rishga kirishiladi. Bunda nurlanish manbaini shunday o'rnatish kerakki, yoritib ko'rish vaqtida u titramasligi yoki o'rmdan siljimasligi kerak, aks holda plyonkadagi tasvir surkalib ketgandek bo'lib chiqadi. Yoritib ko'rish vaqti o'tgandan 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, tasvimi fiksatsiya qilish, oqadigan suvda yuvish, yakuniy yuvish va plyonkani quritish. Ochiltirishda bromli kumush kristallarning metalli kumushga tiklanishi yuz beradi. Plyonka maxsus eritma— ochiltirgichda ochiltiriladi. Ochiltirish vaqti plyonka va eritmaning o'rov qutilarida ko'rsatilgan bo'ladi. Ochiltirishdan so'ng, plyonka suv solingan idishda chayiladi. Bunday oraliq yuvish ochiltirgichning fiksatsiyalovchi eritma — fiksajga tushishini oldini oladi. Fiksajda bromli kumushning ochilmagan donachalari eriydi, tiklangan metalli kumush esa o'zgarishlar sezmaydi.

Fiksatsiyadan so'ng plyonka oqadigan suvda yuvilib, keyin undan olinadi. Keyin plyonka fiksatsiyadan so'ng unda qolib ketgan kimyoviy reaktivlarni yo'qotish uchun 20-30 daqiqa mobaynida vannada oqar suvda yuviladi. Plyonka yuvilgandan so'ng uni 3-4 soat quritiladi. Quritish harorati 35 °C dan ortiq bo'lmasligi kerak.

Suratlarni o'qish (tahlil qilish) fotoishlov berish ishlarini o'tkazishda eng ma'suliyatli 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 chizg'ichidan foydalanib o'lchash tavsiya etiladi. Suratlarni tahlil qilishda plyonkaning sifati yomonligi yoki fotoishlov berish jarayonida unga noto'g'ri ishlov berish sababli vujudga kelgan nuqsonlarni tekshirilayotgan materialning nuqsonlaridan farqlay olish kerak. Shubhali holatlarda tekshirilayotgan material takroriy yoritib ko'rilishi kerak.

Tekshirishdan o'tkazilgan payvand birikmaning sifati to'g'risidagi xulosa texnik shartlarga muvofiq buyumni tayyorlash va qabul qilish uchun beriladi. Bunda buyumning sifatini baholash faqat suratning o'zi bo'yicha amalga oshiriladi, bunda 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, timalgan joylar, barmoq izlari, plyonkaning yomon yuvilishi oqibatidagi va u bilan noto'g'ri muomala qilish natijasida hosil bo'lgan oqmalar bo'lmasligi; suratda etalonlarning tasvirlari aniq ko'rinishi kerak. Aks holda buyum takroran yoritib ko'riladi.

Tekshirish natijalarini rasmiylashtirish. Tekshirish natijalarini yozishni qisqartirish uchun suratda ko'rilgan nuqsonlarning qisqa belgilaridan foydalaniladi: T-darzarlar, H-neprovar, П-bo'shliqlar, Ш-shlakli qo'shilmalar, B-volframli qo'shilmalar, Пд-kesik, СМ - chetlarning surilishi, P-devorlarning har xilliligi; O-chok ildizining bo'shligi (kuchsizligi).

Taqsimlanish xarakteriga ko'ra nuqsonlar quyidagi guruhlarga birlashtiriladi: alohida nuqsonlar, nuqsonlar zanjiri, nuqsonlar to'pi. Nuqsonlar zanjiriga kamida uchta bo'lib, 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'lib, ular orasidagi masofa nuqsonning uch karra kattaligiga yoki undan kichik kattaligiga teng, to'p bo'lib joylashgan nuqsonlar kiradi. Nuqsonning o'lchami deb, 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.

4.3. Radiatsion defektoskopiyaning zamonaviy usullari

Radioskopiya. Tekshirishning bu usuli tekshirishlayotgan ob'yektlarni rentgen nurlari bilan yoritib ko'rishga, ob'jektning radiatsion tasvirini yorug'lik-soya yoki elektron tasviriga 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 tekshirishning maqsadga muvofiqligi radioskopik usulning nuqsonlarga sezgirliги radiografiyaga nisbatan taxminan 2 marta past, unumdorligi esa 3-5 marta yuqoriligini hisobga olgan holda belgilanadi. Bu usul tekshirilayotgan buyumning ichki tuzilishini uning kirish ekraniga nisbatan 0,3 m/min dan 1,5 m/min gacha tezlikda ko'chishi jarayonida o'zgartgichning 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, stintillyatsion kristall, elektron-optik o'zgartgich va kamdan-kam hollarda elektrlyuminestent ekran xizmat qiladi. Ob'jektning rentgen tasvirini axborotni yo'qotmasdan bevosita videosignalga almashtiruvchi rentgen-ko'rsatkich (vidikon) alohida o'rinni egallaydi.

Fluoroskopik ekranlar karton asosga fluorestant modda (lyuminofor) ni surib tayyorlanadi, bu modda, masalan, rux sulfidi (ZnS) va kumush bilan aktivlashtirilgan kadmiy sulfidi (CdS) kristallari aralashmasidan iborat. Rentgen va gamma-nurlarining lyuminofor moddasi bilan o'zaro ta'sirlashuvi jarayonlari natijasida ko'rinadigan spektrning zangori yoki sariq-zangori qismida yoritilishi bilan lyuminestsentsiya vujudga keladi. Uning tekshirish sezgirliги

radiografiyadagiga qaraganda 3-6 marta past bo'lar ekan. Bunday ekranlar elektronlarni, protonlarni, α - zarrachalarni qayd etish uchun xizmat qiladi, shuningdek, ular rentgenli elektron-optik o'zgartgichlar (EOO') ning kirish elementlari va fluorografiyada foydalanilishi mumkin.

Stintillyatsion kristallar turli xil aktivatorli, kelib chiqishi noorganik (ishqor-galloydli) va organik (antratsen) bo'lgan monokristallardan iborat. Taliy (Tl) bilan aktivlangan yodli natriy (NaI), yodli kaliy (KI), yodli seziy (CsI) asosidagi birinchi turdagi monokristallar eng ko'p tarqalgan. Stintillyatsion kristallarni ishlash printsiplari lyuminozorlarning qisqa muddatli chaqnashlari bilan yoritishi qobiliyatiga (100 mks – 1 ns tartibida) asoslangan. CsI kristallari NaI kristallariga qaraganda ularga bir energiya ning bir xil nurlanish dozasi da ta'sir ko'rsatganda yoritish ravshanligi kamroq bo'ladi. Biroq NaI kristallarining gigroskopligi yuqori bo'lganligi sahabli CsI kristallari ko'proq qo'llaniladi.

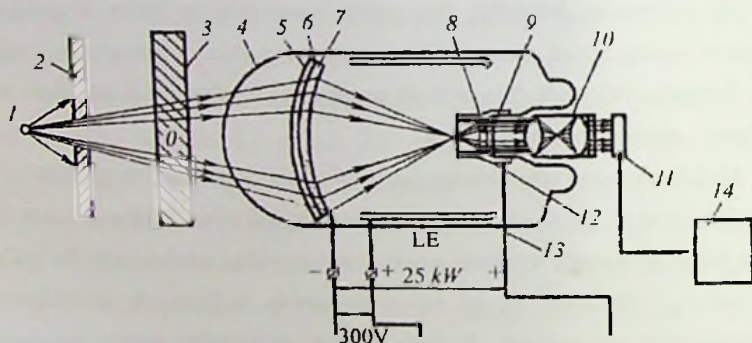
Stintillyatsion kristallar bir qator parametrlarga ko'ra fluoroskopik ekranlardan ustun turadi, xususan CsI kristallarining ajrata olish qobiliyati 10-12 chiziq/mm ni tashkil etadi, fluoroskopik ekranlardan foydalanishda esa ajrata olish qobiliyati 3 chiziq/mm dan oshmaydi.

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 oraligi (10^{-5} – 10^{-8} s), bu tasvirning paydo bo'lishi va yo'qolishining noinertsionligini ta'minlaydi; kristall yoritish spektrining tasvir ravshanligi kuchaytirgichlari fotokatodlarning spektral xarakteristikasi bilan qoniqarli tarzda mos tushishi; modda zichligini kattaligi va xususiy nurlanish uchun shaffofligi; katta o'lchamdagi (230 mm gacha) monokristallarni olish imkoniyati.

Elektrlyuminescent ekranlar ba'zi bir lyuminozorlarning o'zgaruvchan elektr maydoni ta'sirida yoritishga asoslangan. Ular quyidagi printsipl bo'yicha ishlaydi. Ekranga o'tkazuvchi qoplamlar bo'lgan joylarda yuqori kuchlanish (600-800 V) ulangan bo'lib, u yuqori elektr qarshiligi tufayli fotoo'tkazgichda pasayadi, ayni paytda lyuminozor qatlamiga tushayotgan kuchlanishning juda oz qismi

to'g'ri keladi. Nurlantirishda fotoo'tkazgichning qarshiligi keskin tushadi, lyuminoformda esa ortadi, bu esa uning yoritishini vujudga keltiradi. Elektrolyuminescent ekranlarning kamchiliklariga quyidagilarni kiritish lozim: yoritishlar orasidagi vaqtning juda kichikligi, shuningdek kuchlanish berilganda dastlabki fonning vujudga kelishiga olib keluvchi lyuminoforming yoritishi, bu hosil bo'ladigan tasvirning kontrastligini pasaytiradi. Uzgartgichlar sifatida foydalaniladigan elektrolyuminescent ekranlar yoritish ravshanligini 100 marta orttiradi. Biroq ular yuqorida ta'kidlab o'tilgan kamchiliklar tufayli payvand choklarni tekshirishda kam qo'llaniladi.

Bevosita kuzatishda fluoroskopik ekran va stintillyatsion monokristall rasshifrovka (tahlil qilish) uchun tasvir ravshanligini ta'minlay olmaydi. Bunday tasvirlarni yaratish uchun rentgen tasvirini maxsus kuchaytirgichlari – **rentgen elektron-optik o'zgartkichlari REOO'** (4.37-rasm) qo'llaniladi.



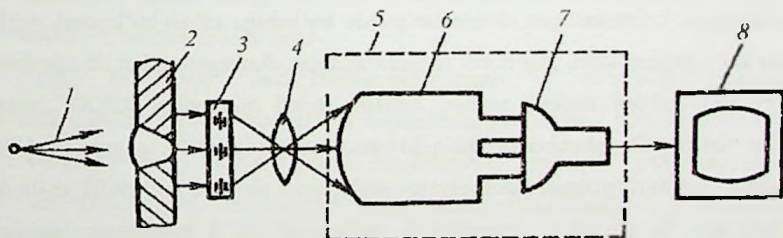
4.37-rasm. Elektron-optik o'zgartgichning sxemasi:

1 - nurlanish manbai; 2 - qo'rg'oshinli diafragma; 3 - yoritib ko'riladigan ob'yekt; 4 - shisha vakuum kelha; 5 - alyuminiy ostqo'yima; 6 - fluoroskopik ekran; 7 - fotokatod; 8, 9 - chiqish ekranlari; 10 - optika; 11 - uzatuvchi telekamera; 12 - anod; 13 - metallashtirilgan qoplama; 14 - televizor ekrani.

REOO' da asosan, fluoroskopik ekran 6 (radiatsion tasvirni optik tasvirga o'zgartiruvchi) va fotokatod 7 (optik tasvirni elektron tasvirga o'zgartiruvchi)

birga joylashtirilgan. Yarimshaffof surmali-seziyli fotokatod rentgen nurlanish bilan vujudga keltiriladigan lyuminozor yoritishining ta'sirida yorug'lik intensivligiga mutanosib miqdorda elektronlar chiqaradi. Energiyasi bo'yicha 10^4 marta (potentsiallar ayirmasi 25kV) tezlashtirilgan elektronlar chiqish ekranlari 8 va 9 da fokuslanadi, u yerda lyuminozor yordamida elektron tasvir optik tasvirga aylantiriladi. Tasvir ravshanligini kuchaytirishga, bir tomondan, chiqish ekranida yorug'lik oqimini tezlashtiruvchi kuchlanish tufayli 100 marta o'rttirish bilan va ikkinchi tomondan, elektron-optik tasvirni 4 marta kamaytirish natijasida chiqish ekranini yoritilganligini taxminan 16 marta o'rtirib erishiladi. Chiqish ekranidagi tasvir optika 10 yordamida ko'rib chiqiladi yoki uzatuvchi telekamera 11 yordamida videotekshirish qurilmasi 14 ga uzatiladi.

Ba'zi qurilmalarda bir kanalli EOO' va uzatuvchi televizion trubka (4.38-rasm) bilan qo'shilgan monokristalldan foydalanilgan. Qurilma usulning nisbiy sezgirligi 6-4 % bo'lganda 70 mm qalinlikgacha bo'lgan po'lat buyumlarni tekshirishga imkon beradi.



4.38-rasm. Monokristall qurilmaning blok sxemasi:

1 - nurlanish; 2 - payvand birikma; 3 - monokristall; 4 - ob'yektiv; 5 - uzatuvchi blok; 6 - EOO'; 7 - televizion trubka; 8 - axborot beruvchi televizion sistema.

Zamonaviy rentgen televizion qurilmalar iqtisodiyotning turli sohalarida (energetika, metallurgiya, aviatsiya, kimyo, avtomobil sanoatlarida) qo'llaniladi. Aeroportlarda yuklar va odamlarni tekshirishdan tashqari, mazkur turdagi rentgen

qurilmalari borgan sari faolroq sanoat radioskopiyasi va radiografiyada qo'llanilmoqda.

«Филин» rengen qurilmasi.

Sanoat radioskopiyasi va radiografiya uchun universal avtomatlashtirilgan «Филин» rengen qurilmasi.

Sanoat maxsulotining ishonchligini tekshirish xozirgi davrda dolzarb muammo bo'lib borayapti. Yorituvchi rentgen vositasi orqali, rentgen qurilmalaridan foydalanib, ob'yekt xaqida imkoni boricha to'la ma'lumot olishni ta'minlab beradi. Rentgen tekshiruvidan foydalanish, ommaviy maxsulotlarni tekshirishida ham, tadqiqotlar va texnologiyalarni ishlab chiqishda ham o'zini oqlaydi.

Ushbu rentgen qurilmasi, bir necha ko'rinishi bo'lgani uchun, xozirgi vaqtda sanoatning turli sohalarida qo'llanilayapti, shu jumladan metallurgiya, atom, aviatsiya, avtomobil, kimyo va boshqalarda. Rentgen qurilmasining asosiy konstruksiyalarini takomillashtirish turlicha, buyurtmachining aniq talablarini qoniqtiradigan, ixtisoslashgan sistemalar paydo bo'lishiga sabab bo'layapti. 4.38-rasmda ko'rsatilgani kabi, ular nurni chegaralaydigan diafragma bilan jihozlangan. To'g'ri nurlanishdan saqlash uchun, tasviri qabul qilayotgan REO, yassi detektor, fosfomatika plastinasini ikkinchi tomondan joylashtirib, maxsus pardalar qo'shiladi. Tekshirilayotgan manipulyator joylashgan ob'yekt ko'pchilik xollarda 5 o'qqa ega, bu ob'yektni engashtirish, aylantirish va 3 koordinata tekisligi bo'yicha siljitish imkonini beradi. Natijada monitorga chiqariladigan tasvir, o'zgartirilgan soya tasviri bo'ladi, u detektor ekranida nurlanishni ob'yektdan o'tishi oqibatida shakllanadi. Manipulyator katta gabaritli ob'yektlar tekshirilganda ham bebaho, ularni kerakli proyeksiyalarda ko'rish uchun nurlantirgich va qabul qiluvchining xolatlarini o'zgartirish orqali erishiladi.

“Филин-1хх” qurilmasi har qanday materialdan bo'lgan, har turdagi buyumlarni tekshirish imkonini beradi. Rentgendan ximoyalangan kabina trubkani vertikal xolatda o'zgartirish mexanizmi 700 mm balandlikka ega stolchadan

tashkil topgan. Buyumlar o'lchami faqat stolchaning o'lchamlari bilan chegaralangan.

"АРТИКОН РАЛ" kompleksi. Dvigatellar silindrlari blokini umumli tekshirishga mo'ljallangan. Rentgen qurilmasi tarkibiga "Isovolt 160" rentgen apparati, tasvirni kompyuter orqali o'zgartirish imkonini beradigan, 9 dyumli "Контраст 215" rengen televizion sistemasiga REOO' va ob'yekt manipulyatori kiradi.

"Omnia 160/225" rentgen televizion qurilmasi. Sistema rangli va cho'yan quymalarini putur yetkazmasdan tekshirish orqali ichki nuqsonlarni aniqlashga mo'ljallangan. Tekshirish ob'ektlari bo'lib radiatsion qalinligi 100 mm dan 200 mm gacha bo'lgan alyumin, mis, sink qotishmalari va radiatsion qalinligi 20 mm dan 40 mm gacha bo'lgan cho'yan quymalari xizmat qiladi.

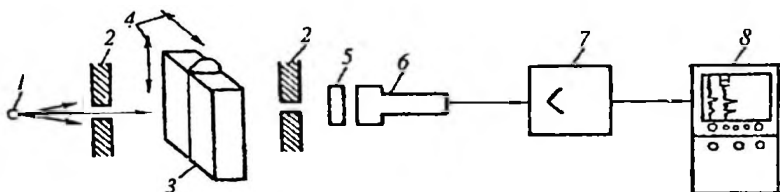
X-Cube. X-Cube – bu kuchlanishi 225 kV bo'lgan universal radioskopik majmuadir, u turli ob'ektlarning kichikroq partiyalarini tanlab tekshirish uchun mo'ljallangan. Bular yengil metallardan quymalar, po'lat buyumlar, plasmassa, keramika va maxsus qotishmalar.

"DP 435 Vario". Real vaqtda ishlaydigan "DP 435 Vario" radiografik sistemasi, uning modul sistemasi va mexanizatsiyalashgan 7 o'qi bo'lgani uchun, defektoskopiyaning g'ayri oddiy masalalarini bajarish imkonini beradi. Mexanizatsiyalangan uzatish orqali korpus tashqarisidan katta og'ir namunalarni yuklash imkoniyati mavjud. Majmua inspeksiylarini bajarish va natijalarni qaytarishni ta'minlash uchun programmalashtirilgan versiyasi bor.

Nuqsonlarni aniqlash bo'yicha tekshirishning radioskopik usuli texnik shartlar talablarini qanoatlantiradigan hollarda u radiografik usul o'miga kiritilishi mumkin. Agar tekshirishning radioskopik usuli texnik shartlar talablarini qanoatlantirmasa, u radiografik usul bilan birga foydalanilishi va dastlabki tekshirish uchun qo'llanilishi mumkin.

Radiometrik usul. Bu usul o'tgan nurlanishning spektral tarkibi yoki oqimi zichligini proportsional (mutanosib) yoki elektr signalga almashtirib, buyumlar ionlovchi nurlanish bilan yoritib ko'rishga asoslangan. Radiometrik tekshirishning

istagan sistemasida nurlanish manbai, detektor, axborotga ishlov berish va qayd etish sxemasi mavjud (4.39-rasm). Nurlanish manbalari sifatida asosan gamma-izotoplar, tezlatgichlar va kamdan-kam rentgen apparatlari qo'llaniladi. Nurlanish detektorlari sifatida asosan, fotoelektron ko'paytirgichli (FEK) stintillyatsion kristallardan, kamroq kameralar va gazrazryadli schyotchikliklar (hisoblagichlar) dan foydalaniladi.



4.39-rasm. Tekshirishning ionizatsion usuli sxemasi:

1 - nurlanish manbai, 2 - kollimatorlar, 3 - tekshirilayotgan buyum; 4 - ko'chish yo'nalishlari; 5 - stintillyatsion kristall; 6 - fotoelektron ko'paytirgich; 7 - kuchaytirgich; 8 - qayd qiluvchi (o'zi yozar) asbob.

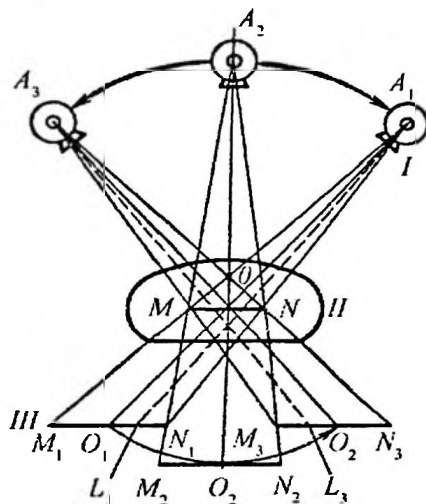
Stintillyatorlar sifatida rux sulfidi (ZnS), kumushi bilan aktivlashtirilgan kadmiy sulfidi (CdS), kaltsiy volframati ($CaWO_4$), kadmiy volframati ($CdWO_4$), yodli sezii (CsI) yodli natriy (NaI) va boshqa lyuminoforlardan foydalaniladi.

Ionlovchi nurlanishning tor (kollimatsiyalangan) dastasi (4.39-rasmga qarang) tekshirilayotgan ob'ekt bo'ylab uning barcha hududlarini ketma-ket yoritib borib, ko'chadi. Ob'ekt orqali o'tgan nurlanish hisoblagichda qayd etiladi, hisoblagichning chiqishda tushayotgan nurlanish intensivligiga proporsional kattalik bilan elektr signal hosil bo'ladi. Kuchaytirgichdan o'tgan elektr signal qurilmada qayd etiladi, bu qurilma o'ziyozar, ostsillograf, milliampmetr va hokazo bo'lishi mumkin. Chokda nuqson mavjud bo'lganda qayd etuvchi qurilma intensivlikning o'sishini ko'rsatadi.

Radiometriyaning afzalliklari: sezgirligi yuqori (0,3-3,0 %); kontaktisiz tekshirishning mumkinligi, radiografiyaga nisbatan unumdorligi yuqori.

Kamchiliklari: manba va detektorning ob'ektdan turli tomon bo'ylab bir hil masofada va bir vaqtda ko'chishi zarurligi; nuqsonning shakli va chuqurligini aniqlashning imkoniyati yo'qligi. Sanoatda qalinligi 20 dan 100 mm gacha bo'lgan po'lat buyumlarni tekshirishda bu qurilmalar qo'llaniladi.

Tomografiya. Bu usulning mohiyati ob'ektning 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, (4.40-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.



4.40-rasm. Tomografik tasvirning paydo bo'lish sxemasi:

1 - rentgen trubkasi; 2 - tekshirish ob'yekti; 3 - plyonkali kasseta.

Natijada tebranish markazi orqali o'tuvchi tekislikda joylashgan ajratilgan MN qatlamning tasviri hosil qilinadi. Bu tasvir ajratilgan qatlamning geometrik nuqtalari o'rnidan iborat bo'lib, ularning soylari plyonkaga nisbatan xarakatsizdir. Shunday qilib, tomografiyada tasvirning dinamik noaniqliligi

effektidan foydalaniladi. Bu usulda nurlanish manbai va plyonkaning obektga nisbatan sinxron xarakati 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 nuqsonning emini (tasvir tekisligidagi diametрни) tahminan ikki barobarini tashkil etadi va 1,5 mm ga teng. Tasvirni standart qayd etuvchisi sifatida kuchaytiruvchi lyuministsent ekran bilan qo'shilgan ekran plyonkasi hizmat qiladi.

Hozirgi paytda raqamli tomografiyadan keng foydalaniladi. Uning ishlash ob'yektini kollimatsiyalangan nurlanish dastasi bilan qatlamlab ko'ndalang skanerlashda bu nurlanishni ob'yekt orqasida detektorlar bilan o'lchashda, tanlangan qatlamlarga tegishli o'lchov ma'lumotlari yig'indisi displey ekranidagi yarimtonli tasvir bo'yicha tahlil qilishida va yasashda tasvir olish printsiipiga asoslangan.

Agar ob'yektни skanerlash ob'yektни to'liq yopib turuvchi yelpig'ichsimon shakldagi dasta bilan amalga oshirilsa, u xolda nurlatgich-detektorlar sistemasi ob'yekt atrofida 360° ga uzluksiz aylanadi. Nurlanish 1-5 mks uzunlikdagi impulsar orqali uzatiladi, 250-500 ta detektor bilan o'lchanadi. Detektorlardan axborotlar analogli-raqamli almashtirishlardan so'ng mini EXM ga uzatiladi. Raqamli tomografiyaning odatdagi soyali usuldan printsiipial farqi shundan iboratki, bunda tadqiqot natijalari miqdoriy shaklda taqdim etiladi; hosil qilinayotgan tasvir yarim soyalarga ega emas; o'lchash aniqligi yuqori bo'lgani tufayli tomogrammada mavjud axborot hajmi, boshqa teng sharoitlarda, odatdagi rentgenogrammadagidan tahminan 100 marta ko'p. Tomografiyaning muhim afzalligi zichlik bo'yicha ajrata olishi yuqori 0,2 % gacha. Radiografiya uchun bu ko'rsatkich 10-20% ga teng.

Radiatsion defektoskopiyaдagi xavfsizlik talablari. Radiatsion defektoskopiya ni amalga oshirish paytida ionlovchi nurlanishdan himoyalaniш chora tadbirlari ko'rilmog'i lozim. Ionlovchi nurlanish tirik organizmga 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'dagi havfsizlik talablari amaldagi "Radioaktiv moddalar va ionlovchi nurlanish manbalari bilan ishlashning asosiy sanitariya qoidalari" (SanPiN-№0193-06) ga, hamda hamda "Radiatsion havfsizlik meyorlari" (HPB-2006) ga rioya qilish orqali bajariladi.

(HPB-2006) ga muvofiq chekli joiz nurlanish dozalari va doza chegaralari belgilangan. Chekli joiz doza (ChJD) deb, hodimlar nurlanishining yillik miqdorini aytiladi. Bu miqdor doza 50 yil mobaynida bir tekis to'planib borganda ishchining o'zining va avlodlarining sog'lig'ida nohush 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 ob'ektlari bilan radioaktiv ifloslanganlik darajasi bo'yicha tekshiriladi. Amaldagi me'yorlar va qoidalariga ko'ra, nurlanadigan shaxslarning quyidagi toifalari belgilangan: A toifa - xodimlar, B toifa - aholining ayrim shaxslari va D toifa - umuman aholi.

B toifaga A toifadagi hodimlar ishlaydigan xonalar bilan yonma-yon joylashgan 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 Rem/yilga, D toifadagi shaxslar uchun doza chegarasi 0,5 Rem/yilga teng. Ber (rentgenning biologik ekvivalenti) deb 1 g to'qimaga singigan energiya shunday miqdorini aytiladiki, bunda singigan 1 rad/R va γ -nurlanish dozasida kuzatiladigan ekvivalent biologik effekt kuzatiladi. rad - 1g istalgan moddaga singigan 100 erg energiya tizimdan tashkari birligi.

A toifadagi kishilar ichidan ikki guruh shaxslar ajratib ko'rsatilgan: 1-nurlanish dozalari yillik ChJD ning 0,3 qismidan ortib ketishi mumkin bo'lgan sharoitda ishlaydigan shaxslar; 2-nurlanish dozalari ChJD ning 0,3 qismidan oshmaydigan sharoitda ishlovchi shaxslar.

2-guruxga sanitariya-himoya zonasida ishlaydigan katta yoshdagi odamlar, shuningdek nazorat qilinadigan zonaga vaqt-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 berganda tashqi nurlanishni va odam organizmiga radioaktiv moddalar kirishini kamaytirish uchun hamma amaliy chora-tadbirlar ko'rilmog'i zarur. Zararsizlantirishning yuksak samaradorligini ta'minlash radioaktiv manbalarni saqlashga, gamma qurilmalarni zaryadlash hamda qayta zaryadlashga mo'ljallangan xonalar devorlari moybo'yoq yoki boshqa moy yig'uvchi material bilan qoplanadi. Bu xonalarning poliga plastik yoki limoleum qoplanadi.

Radioaktiv moddalar ishlatiladigan korxonalar va qurilish maydonchalarida falokat natijasida hodimlarning nurlanishi bamda tashqi muhitning ifloslanishi bilan bog'liq falokat va yonginlarni hartaraf etish yuzasidan yo'riqnoma ishlab chiqilib, Mahalliy Sanepidxizmat (SES) va Davyong'innazorat organlari bilan kelishilmog'i lozim. Ushbu yo'riqnoma radioaktiv manbalar bilan ishlaydigan hamma shaxslar uchun majburiy hujjat bo'lishi kerak. Nitrosellyuloza asosidagi radiografik plyonkalar o'z-o'zidan yonib ketmasligini, ammo olovdan alanga olib, bo'g'uvchi va zaharli gazlar ajratib chiqarishini yodda tutish zarur. Tekshirish olib boriladigan xonalarda eski havoni chiqarib, yangi havo kiritadigan shamollatish qurilmasi va kunduzgi yoritgichlar bo'lmog'i darkor.

Tekshirish olib boriladigan joylarda ionlovchi nurlanishdan himoyalani sh uchun nurlanishdan himoyalash chora tadbirlari nazarda tutilishi kerak. Ionlovchi nurlanishdan himoyalani shning eng keng tarqalgan usuli ekranlash, yani nurlanishni og'ir material qatlami bilan susaytirishdir. Bu maqsadda xonalarning devorlari, pollar ora yopmasi og'ir metallar bilan himoyalani shadi, shuningdek eshiklar, eshiklar o'rni, kuzatish darchasi ning himoyalani shi ta'minlanadi. Nurlanish manbalari - izotoplar va rentgen trubkalarining o'zi maxsus g'iloflarga

joylanadi, radioaktiv moddalar bilan zaryadlash va qayta zaryadlash ishlari esa maxsus omborlarda 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 ishlangan himoya qatlamining ekvivalent qalinligi topiladi. Himoya ish o'rinlarida dozaning 2,8 m Rem/soatgacha kamayishini ta'minlamog'i lozim. Qo'shni xonalarda nurlanish dozasi 0,28 m Rem/soatdan oshmasligi dardkor.

y-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 havfsizlik qoidalari" (ТБТПБ-73 №1139-73) talablariga rioya qilinmog'ilozim. Defektoskopni ikki kishi tashishi kerak.

Ionlovchi nurlanish manbalari bo'lgan defektoskoplar maxsus jihozlangan xona-omborda saqlanmog'i zarur. Ish tugagandan keyin, zaryadlangan defektoskoplarni duch kelgan xonalarda qoldirish taqiqlanadi. Defektoskoplarni saqlash, berish tartibi va butligi zavod yo'riqnomalariga muvofiq belgilanadi.

Nurlanishdan himoyalalanishning yuqorida aytilgan chora tadbirlaridan tashqari, chekli joiz dozalarini kamaytirishga ionlovchi nurlanishlarning ta'sir zonasida bo'lish vaqtini qisqartirish, yoki operator bilan nurlanish manbai o'rtasidagi oraliqni oshirish yo'li bilan ham erishish mumkin.

Radiatsion defektoskopiya ishlarining behatar bajarilishi ularning turli tashkil etilishi va ish sharoiti o'z vaqtida nazorat qilib turilishiga ko'p darajada bog'lik. Bu masalada, ionlovchi nurlanish manbalari bilan ishlayotganda dozimetrik nazorat amalga oshiriladi. Bunday nazorat himoyaning ishonchiligidini va defektoskopik laboratoriya hodimlari oladigan nurlanish dozasini aniqlash imkonini beradi. Nurlanish dozalarining qiymati va quvvati dozimetr, radiometr va

hokazolar bilan o'lchanadi. Ayni asboblarning vazifasiga ko'ra ikki guruhga: yakka tartibda dozimetrik nazorat qilish asboblari va nurlanish dozalari quvvatini o'lchash asboblari bo'linadi.

Yakka tartibda nazorat qilish asboblari hodim ish kuni yoki ish haftasi mobaynida oladigan jami nurlanish dozasi o'lchash uchun foydalaniladi. Ish kuni yoki haftasi o'rtasida hodimning yakka tartibdagi dozimetri bilan to'plangan doza o'lchanib, mahsus daftarda kiritiladi. Amaliyotda ko'pincha yakka tartibdagi КИД-2, ИФКУ-1, ДК-0,2 va boshqa dozimetrlar ishlatiladi. Xonalar КУРА-1 turidagi asboblarning dozimetrik nazorat qilinadi. Bokslar, kameralar va ish xonalari masofadan boshqariladigan УСИТ-2 signal o'lchash asboblari bilan jihozlanadi, ular tekshirilayotgan joyda, dozalarning chekli joiz quvvatlari oshib ketganligi haqida signal beradi (ogohlantiradi).

Nazorat savollari

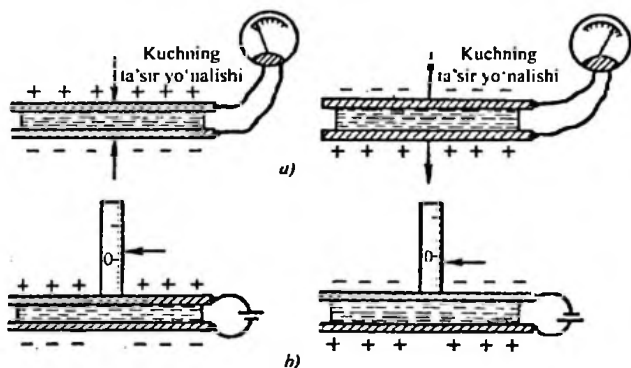
1. Rentgen va gamma-nurlanishlarning hosil bo'lish jarayonini tushuntiring.
2. Ionlovchi nurlanishning tarqalishi sabablarini izohlang.
3. Ionlovchi nurlanishda nuqsonlarni aniqlash nimaga asoslangan?
4. Radiografiyada sezgirlikka qanday omillar ta'sir ko'rsatadi?
5. Impulsli apparatlarning issitiladigan katodli apparatlaridan qanday farqi bor?
6. Rentgen plyonkalarining turlarini va ularning asosiy xarakteristikalarini ayting.
7. Ekranlarning vazifasi nimada va kuchaytirish printsiplari nimaga asoslangan?
8. Yoritib ko'rishda qanday etalonlardan foydalaniladi?

5-BOB. ULTRATOVUSH YORDAMIDA NAZORAT QILISH

5.1. Fizik asoslari

Ultratovush to'liqlarining tarqalishi. Ultratovush tebranishlari deb chastotasi inson qulog'ining eshitish bo'sag'asidan tashqarida yotuvchi, yani 20000 Hz (20 KHz) bo'lgan qayishqoq tebranishlarning mexanik tebranishini aytiladi. Ultratovush yordamida nazorat qilish uchun 0,5-10 MHz chastotali tebranishlardan foydalaniladi.

Ultratovush nurlatgichlari va priyomniklari (qabul qilgichlari) sifatida pyezoelektrik keramika yoki pyezokvartsdan tayyorlangan pyezoplastinalar ishlatiladi. Ultratovush to'liqlari nurlatgichlari va qabul qilgichlari pyezoo'tkazgichlar deyiladi. Pyezoplastinaga elektr kuchlanishi berilganda teskari pyezoelektrik effekt tasirida plastinaning qalinligi o'zgaradi. Agar kuchlanishning ishorasi o'zgaruvchan bo'lsa, u holda plastina ana shu o'zgarishlar bilan bir taktida tebranib, atrof muhitda qayishqoq tebranishlar hosil qiladi. Bunda plastina nurlatgich kabi ishlaydi. (5.1- a rasm) va aksincha, basharti pyezoelektrik plastina bosim impulsini qabul qilsa (qaytarilgan ultratovush to'liqini), u holda to'g'ridan-to'g'ri pyezoelektrik effekt tasirida uning qoplamalarida elektr zaryadlari paydo bo'lib, ularning qiymatlarini o'lchash mumkin. Bu holda pyezoplastina qabul qilgich singari ishlaydi (5.1- b rasm).

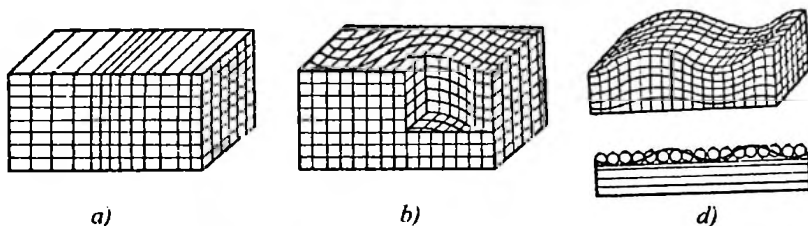


5.1-rasm. Ultratovush nurlanayotganda (a) va qabul qilinayotganda (b) pyezoplastinaning ishlash sxemasi.

Elektr maydonini qo'yish va olish uchun pyezoplastinaning qarama qarshi yuzalariga kumush elektrodlar qoplangan.

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

Zarralarning tebranish yo'nalishiga qarab to'liqlarning bir necha turi bo'ladi. Agar muhit zarralari to'liqinning tarqalish yo'nalishi bo'ylab tebransa, u holda bunday to'liqlar (5.2- *a* rasm) bo'ylama to'liqlar (cho'zilish-siqilish to'liqlari) deyiladi.



5.2-rasm. To'liqin turlarining sxematik tasviri.

a - bo'ylama to'liqin; *b* - ko'ndalang to'liqin; *d* - yuzadagi to'liqin.

Basharti muhit zarralari to'liqinning tarqalish yo'nalishiga perpendikulyar tarzda tebransa, u holda bunday to'liqlar (5.2- *b* rasm) ko'ndalang to'liqlar (siljish to'liqlari) deb ataladi. Ko'ndalang to'liqlar siljish qarshiligiga ega bo'lgan muhitdagina paydo bo'lishi mumkin. Shu bois suyuq va gazsimon muhitda faqat bo'ylama to'liqlar yuzaga keladi. Qattiq muhitda ham bo'ylama, ham ko'ndalang to'liqlar paydo bo'lishi mumkin. Metallarda ko'ndalang to'liqin tezligi C , taxminan bo'ylama to'liqin tezligi C ning 0,55 ini tashkil etadi.

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) xisoblanadi. Qutblanish tekisligi, ya'ni muhit zarralari tebranadigan tekislik, ularda yuzaga perpendikulyar bo'ladi. Ushbu to'lqinlarning jismda tarqalish chuqurligi taxminan to'lqin uzunligiga, tarqalish tezligi esa $0,9 C_L$ ga teng (5.2-rasm, d , 5.1-jadval). Qalinligi to'lqin uzunligi bilan o'lchovdosh bo'lgan qoplama bimetall qatlamlarida normal to'lqinlar, yoki ba'zan Lemb to'lqinlari deb ham ataladigan to'lqinlar tarqaladi. Ular plastinaning butun qalinligini to'ldiradi. Bimetall listlarning qoplama qatlamlari gorizontal qutblanishli sirtiy to'lqinlar (Lyav to'lqinlari) tarqalishi mumkin.

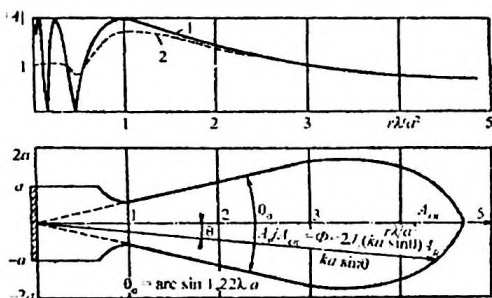
Ultratovush tebranishlarining kalta (zondlovchi) impulslarining muhitda o'tish jarayonini qarab chiqamiz. Diametri $2a$ ga teng dumaloq disk ko'rinishidagi pyezoelement (5.4-rasm) bir vaqtning o'zida ultratovush nurlatgichi va qabul qilgichi bo'lib hizmat qiladi. Pyezoelement ultratovush tebranishlari (UTT) impulsini nurlantirganda muhitda ultratovushli nurlanish maydoni yuzaga keladi, uning muayyan fazoviy chegaralari bo'ladi va tovush bosimi dasta ichida taqsimlanadi.

5.1-jadval

Ultratovush to'lqinlarining turli muhitlarda tarqalish tezligi

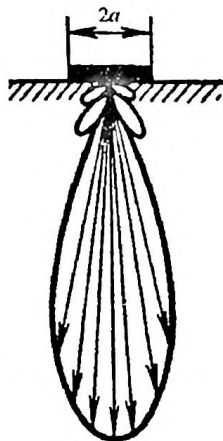
Tarqalish muhiti	Tarqalish tezligi, m/s		
	bo'ylama to'lqinlar	ko'ndalang to'lqinlar	sirtiy to'lqinlar
Havo	335	—	—
Transformator moyi	1400	—	—
Organik shisha	2670	1300	1050
Suv	1490	—	—
Po'lat (Ст3)	5860	3230	3000
Titan	6000	3500	2790
Alyuminiy	6205	3080	2800

Yaqin zona deb ataladigan zonada nurlatgich yaqinida (5.3-rasm) ultratovush dastasi deyarli tarqalmaydi va silindr shaklida bo'ladi. Bu joyning uzunligi $r_0 = a^2/\lambda = (a^2 f)/C$ ga teng bo'ladi. **Uzoq zonada** ultratovush to'liqini asta sekin tarqala boshlaydi va dasta kesik konus shaklini oladi (5.3-rasm).



5.3-rasm. Nurlatgichning ultratovush maydoni tuzilmasi.

Ushbu konusning ko'ndalang kesimida energiyaning taqsimlanishi bir tekis emas: eng katta nurlanish jadalligi dasta o'qi bo'ylab, eng kichigi esa konus atrofi bo'ylab kuzatiladi. Qutb koordinatalarida grafik ko'rinishida berilgan uzoq zonada nurlanish jadalligining taqsimlanishi yo'nalish diagrammasi deyiladi (5.4-rasm).



5.4-rasm. Ultratovush maydonning yo'nalish diagrammasi.

Nurlanish radiusi a ning nurlanayotgan tebranishlar chastotasi f ga ko'paytmasi qancha katta bo'lsa, ultratovush maydonining yo'nalish diagrammasi shuncha o'tkir bo'ladi.

Ultratovush to'liqlari manbadan tarqalganda nurlanish jadalligi pasayadi. Bunga dastaning konus ho'ylab tarqalishigina emas, balki tebranishlarning so'nishi ham sabab bo'ladi. Ultratovush tebranishlarning dasta o'qi bo'ylab so'nishi eksponentsial qonun bo'yicha sodir bo'ladi:

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

bu yerda: A - nurlatgichdan narida ultratovush amplitudasi; A_0 - zondlovchi impuls amplitudasi; δ - so'nish koeffitsienti; e - natural logarifmlar asosi.

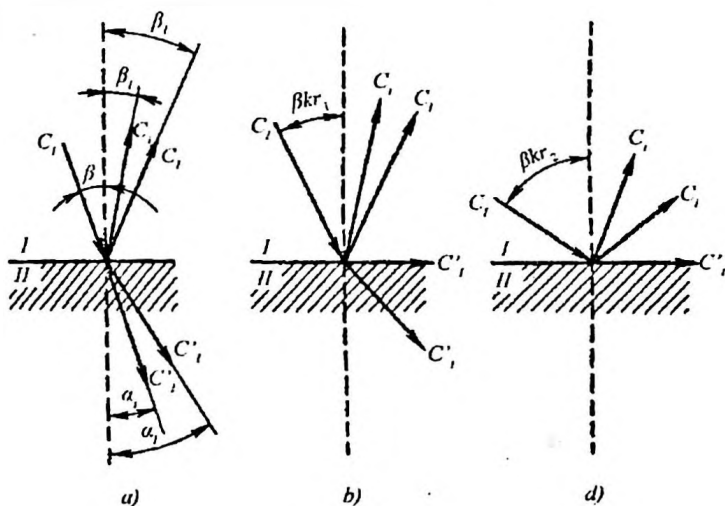
Metallarda so'nish koeffitsienti asosan zarraning o'rtacha qiymati D bilan ultratovush to'liqin uzunligi λ o'rtasidagi nisbatga bog'liq. Agar $\lambda > 10 D$ bo'lsa, u holda so'nish kam bo'ladi va 10 mm gacha qalinlikdagi buyumni tekshirish mumkin bo'ladi. Mabodo metall zarrasining o'lchamlari to'liqin uzunligi λ bilan o'lchovdosh yoki undan katta bo'lsa, u holda ultratovush sezilarli darajada so'nganligi uchun ultratovush bilan tekshirish juda qiyin bo'ladi yoki umuman tekshirib bo'lmaydi. Shu sababli, masalan, quyma detallarning payvand choklarini, termik ishlov berilmasdan elektrshlak usulida payvandlab hosil qilingan choklarni hamda austenitli (zanglamaydigan) po'latlar choklarini tekshirish juda qiyin bo'ladi, yoxud hatto tekshirib bo'lmaydi.

Ultratovush tebranishlari tarqaladigan muhitning muhim tavsifi uning akustik qarshiligi $z = \rho C$ dir bunda: ρ – muhitning zichligi; C – berilgan muhitda ultratovushning tarqalish tezligi. Ultratovush bir muhitdan boshqasiga o'tganda to'liqin energiyasining bir qismi muhitlarning ajralish chegarasidan qaytariladi. Ultratovushning qaytarilish koeffitsienti R va o'tish koeffitsienti D ikki muhitning akustik qarshiliklari nisbatiga bog'liq. Akustik qarshiliklar z_1 va z_2 ning farqi qancha katta bo'lsa, ultratovushning qaytarilish koeffitsienti R shuncha katta bo'ladi. Shu bois ultratovushning o'tish koeffitsientini kattalashtirish uchun, tekshiriladigan buyumning sirtiga akustik qarshiligi tekshiriladigan metallning hamda pyezoo'zgartgich prizmasi materialining akustik qarshiligidan ancha katta

bo'lgan kontakt suyuqligi (suv, moy, glitserin va boshqalar) surtiladi. O'zgartgich bilan buyum sirti o'rtasida havo tirqishi mavjud bo'lganda, ultratovush metall ichiga deyarli kirmaydi.

Agar ikki muhit (masalan, nuqson) ning ajralish maydonchasi o'lchamlari dastanining ko'ndalang o'lchamlaridan kichik va to'lqinning uzunligi bilan o'lchovdosh bo'lsa, u holda difraktsiya (to'lqinning to'siqni aylanib o'tish hodisasi) yuz beradi, natijada nuqson qaytargan energiyaning ulushi kamayadi. Ultratovush to'lqinlari difraktsiyasining 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 (β burchak ostida) o'tsa, ajralish chegarasida qaytarilish, sinish va transformatsiya (to'lqinning parchalanishi) sodir bo'ladi.



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

Umumiy holda (5.5- *a* rasm) to'rtta: ikkita singan (bo'ylama C_1 va ko'ndalang C_2) va ikkita qaytarilgan (bo'ylama C_1 va ko'ndalang C_2) to'liq yuzaga keladi.

To'liqlarning qaytarilish va sinish burchaklari pasayish burchagi bilan Snellius ifodasi bo'yicha bog'langan:

$$\sin \beta / C_1 = \sin \beta_1 / C_1 = \sin \beta_1 / C_1 = \sin \alpha / C_1 = \sin \alpha / C_1;$$

bunda: C_1 , C_2 – bo'ylama va ko'ndalang to'liqlarning birinchi muhitda tarqalish tezliklari; C_1 , C_2 – bo'ylama hamda ko'ndalang to'liqlarning ikkinchi muhitda tarqalish tezliklari.

Ultratovushning sinish yoki qaytarilish jarayonida to'liqlarning u yohud bu turlari yo'qoladigan burchaklar kritik burchaklar deyiladi (5.5- *b* va *d* rasm). Pasayish burchagi β kattalashganda birinchi kritik burchak deb ataluvchi β_{k1} ning qandaydir qiymatidan boshlab singan bo'ylama to'liq yo'qoladi:

$$C_1 (\alpha_1 = 90^\circ)$$

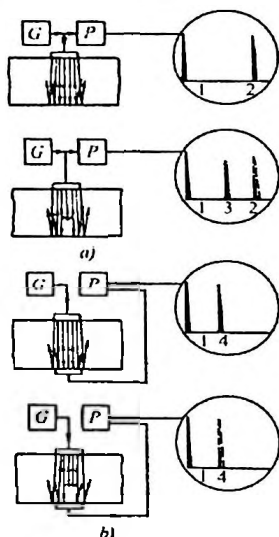
β burchak yanada kattalashganda shunday payt boshlanadiki, bunda ko'ndalang to'liq yo'qoladi: $C_2 (\alpha_2 = 90^\circ)$. Bu hodisa ikkinchi kritik burchak β_{k2} ra mos keladi.

Pasayish burchaklari ikkinchi kritik burchakdan kichik va birinchi kritik burchakdan katta bo'lganda ikkinchi muhitda faqat qo'ndalang to'liq yuzaga keladi.

Organik shisha-po'lat tizimi uchun hisoblab topiladigan kritik burchaklar mos ravishda 27° va 56° ga teng. Qayd etilgan hossa katta amaliy ahamiyatga ega. Xususan, agar nurlatgich organik shishadan yasalgan prizmada joylashtirilib, β burchak 30° - 55° doirasida tanlansa, u holda po'lat buyumda faqat bitta ko'ndalang to'liq tarqaladi, bu esa tekshirish natijalarini deshifrovka qilishni ancha soddalashtiradi.

Ultratovush bilan tekshirish usullari. Ultratovushli defektoskopiya (UTD) ultratovush to'liqlarining muhitlarda muayyan yo'nalishda tarqalishi va muhitlar chegarasidan yoki boshqa akustik qarshilikka ega bo'lgan nuqsonlardan

(yaxlitlik buzilgan joylardan) qaytarilishi xossasiga asoslangan. Payvand birikmalar sifatini tekshirish amaliyotida asosan aks-sado-impuls (yohud aks-sado-lokatsiya) usulidan foydalaniladi. U buyumni ultratovushning qisqa impuls-lari I bilan tovush yordamida tekshirish va nuqsondan qabul qilgichga qaytarilgan aks-sado-signallar 3 ni qayd qilishdan iborat. Defektoskop ekranida aks-sado-signal (impuls) 3 ning paydo bo'lishi nuqson belgisi hisoblanadi (5.6- *a* rasm).



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

G – zondlovchi impuls-lar generatori, P – priyomnik (qabul qilgich).

5.2. Ultratovush bilan soya usuli mohiyati

Ayrim hollarda ultratovush bilan tekshirishni soya (5.6- *b* rasm) yoki ko'zgu-soya usulida amalga oshirish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Soya usulida nurlatgichdan 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

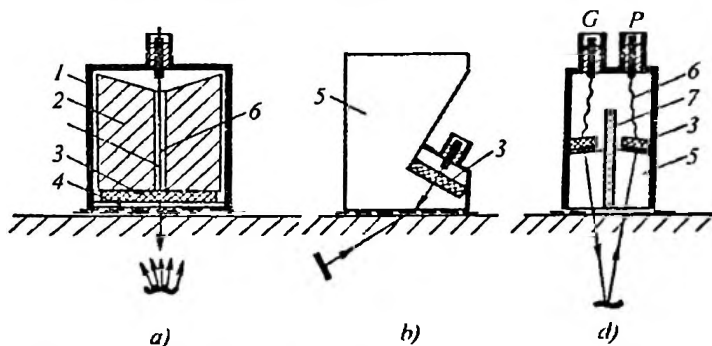
amplitudasining kamayishi (5.6- *a* rasm) oyna-soya usulidagi nuqson belgisi hisoblanadi.

Ultratovushli defektoskopiyaning asosiy afzalliklariga apparatlarning sezgirligi va ixchamligi, natijalar tez olinishi, tekshirish qiymatining pastligi, radiatsion havf 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 tekshirishning asosiy usuli sanaladi.

5.3. Ultratovush nazorati jihozlari

Ultratovush bilan tekshirish apparatlari ultratovush tebranishlarini nurlantirish va qabul qilish uchun pyezoelementi bo'lgan pyezoo'zgartgichdan, elektron blok (defektoskopning o'zi) va har xil yordamchi qurilmalardan tuzilgan.

O'zgartgichlar. Ular uch asosiy turga (5.7-rasm): to'g'ri (*a*), qiya (*b*) va birlashtirilgan alohida-alohida (*d*) o'zgartkichlarga bo'linadi.



5.7-rasm. Ultratovushli o'zgartkichlar:

a - to'g'ri, *b* - qiya, (prizmasimon), *d* - birlashtirilgan alohida-alohida;

1 - korpus; 2 - dempfer; 3 - pezoplastina; 4 - himoya tubi (protektor); 5 - prizma; 6 - tok keltirgich; 7 - akustik ekran.

To'g'ri o'zgartgichlar buyumga bo'ylama to'liqinni tegish yuzasiga (UTT ni kiritish yuzasiga) perpendikulyar 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 perpendikulyar bo'lgan tekislikka nisbatan 5° - 10° burchak ostida kiritilishini taminlaydi. Pyezoo'zgartgichning asosiy elementi qalinligi nurlanayotgan ultratovush tebranishlari to'liqini uzunligining yarmiga teng bo'lgan disk yoki to'rtburchak plastina ko'rinishidagi pyezoelementdan iborat.

To'g'ri pyezoo'zgartgichlarning 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, yani qisqa zondlovchi impulsar olishga yordam beradi. To'g'ri o'zgartgich po'lat korpus 1 ichiga joylangan.

Qiya va birlashtirilgan alohida-alohida o'zgartgichlarda 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'liqlarni tekshirilayotgan buyumga katta (90° gacha) burchak ostida kiritish imkonini beradi. Ultratovushning prizmada yuqori darajada so'nishi tekshirilayotgan metall bilan bo'lgan chegaradan qaytarilgan ultratovush tebranishlarining tez so'nishini taminlaydi.

To'g'ri va qiya o'zgartgichlar asosan qo'shilgan sxema bo'yicha ishlaydi, ya'ni birgina pyezoelementning o'zi ultratovush tebranishlari nurlatgichi va qabul qilgichi bo'lib hizmat qiladi.

Birlashtirilgan alohida alohida o'zgartgichlarda bir plastina elektrik tebranishlar generatoriga ulangan bo'lib, UTT nurlatgichi 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'zgartgichlar kontaktli, tirqishli va immersion o'zgartgichlarga ajratiladi. Kontaktli o'zgartgichlarda suyuqlik qatlami ultratovush to'liqini uzunligidan ancha kichik bo'ladi; tirqishli o'zgartgichlarda suyuqlik qatlamining qalinligi to'liqinning uzunligi bilan o'lichovdoshdir; immersion o'zgartgichlarda kontakt qatlami ancha qalin bo'ladi. O'zgartgich turini akustik kontakt hosil qilish usuliga ko'ra tanlash tekshiriladigan buyum yuzasining sifatiga bog'liq. Masalan, yuzasi dag'al (chunonchi, qum uloqtirib ishlov berilgandan keyin) buyumlarni tekshirish uchun tirqishli o'zgartgichdan foydalangan ma'qul.

Protektori elastik material, masalan, poliuretandan yasalgan yoki rezinka qobiqli gidravlik yostiq (mahalliy immersion vanna) ko'rinishida ishlangan o'zgartgichlardan ham samaradordir; rezinka qobiq akustik kontakt (tegish) ishonchli bo'lishini taminlaydi.

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

Payvand choklarni nazorat qilish uchun UD defektoskoplari ishlatiladi. Defektoskop quyidagicha ishlaydi. Takt impulsleri sinxronizatoridan zondlovchi impulsler generatoriga kelib, uni ishga tushiradi. Ishga tushiruvchi impulsler uzatilganda induktivlik, sig'im, pyezoplastinalar va to'plovchi kondensatoridan tuzilgan konturda qisqa vaqtli erkin radiochastotali tebranishlar (zondlovchi impulsler) yuzaga keladi. Zondlovchi impulsler pyezoplastinada tegishli chastotadagi ultratovush 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 tekshirish uchun yoyilma tezligi rostlanishi mumkin.

Nuqsondan qaytarilgan qayishqoq tebranishlar impulsleri pyezoplastinaga keladi va undan elektr signallarga aylanadi. Bu signallar kuchaytirgichda kuchaytiriladi, keyin ENT ekraniga uzatiladi.

ENT ning gorizontaal yoyilmasi vaqt yoyilmasi hisoblanadi. Yoyilma bo'yicha zondlovchi impulsdan qabul qilingan signalgacha bo'lgan oraliq impulsning pezoplastinadan nuqsongacha o'tish va orqaga qaytish vaqtiga mutanosibdir. Shunday qilib, ultratovush tezligi va nurlanish oqimining harakat yo'nalishi malum bo'lsa, nuqsonlar koordinatalarini yoki buyumning qalinligini ana shu vaqtini strob-impuls deb ataluvchi chuqurlik o'lchagichning Π – simon surilma belgisi yordamida o'lchash orqali aniqlash mumkin. Koordinatalarni o'lchash hatosi 2 mm dan oshmaydi.

ENT da numing vertikal yo'nalishida og'ishi (impuls balandligi) qabul qilingan signal amplitudasini tavsiflaydi va nuqsonning kattaligiga mutanosibir. Amplitudani o'lchash uchun defektoskoplarda darajalarga bo'lingan maxsus asbob - attenyuator bor.

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

Ayrim defektoskoplarda qo'shimcha bloklar bo'ladi, ular operator mehnatini osonlashtiradi va ultratovush bilan tekshirish imkoniyatlarini kengaytiradi. Masalan, sezgirlikni vaqt bo'yicha rostlash (SVR) bloki chuqurlikda yotgan har xil nuqsonlardan keladigan aks-sado-signalarning bir hil amplitudasi olinishini ta'minlaydi. SVR nuqsonlarni aniqlash ishonchlilikini va ularni o'lchash aniqligini ancha oshirishga imkon beradi.

Hisoblashni tezlashtirish va aniqligini oshirish uchun nuqsonlar kattaligini va koordinatalarini o'lchash jarayoni avtomatlashtiriladi.

Hozirgi vaqtda mikroprotessorli defektoskoplardan foydalanilmoqda, ular qaytarilgan signalni ko'p parametrlar bo'yicha ishlash imkonini beradi, bu esa tekshirish natijasida olinadigan ma'lumotlarni ko'paytiradi.

Zamonaviy ultratovush defektoskoplari: Пеленг-415, А1212 Мастер, УСД-60, УДЗ-71, EPROCH 4 Plus, USN 60/60L. Ultratovush qalinlik o'lchagichlari: PosiTestor UTG, DM 5E Basic, DL 38 Plus.

Ultratovush fazalashtirilgan panjarali defektoskoplari: STARMANS DIO 1000PA, Phasor XS, OMNISCAN, ISONIC 2009 Upa-Scop, EPROCH 1000i. Ultratovush tomograflari: A1550 Introvisor, A1040 MIRA.

Defektoskoplarning yordamchi qurilmalari jumlasiga koordinatali chizg'ichlar va har xil andozalar ham kiradi. ular buyumlarning yuzalari to'ppa to'g'ri va egri bo'lganda nuqsonlar koordinatalarini 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 tekshirish uchun kerak bo'ladi va hokazo.

5.4. Ultratovush yordamida nazorat texnikasi

Nuqsonlarning kattaligini o'lchash va turini baholash. Amaliyotda aniqlangan nuqsonning kattaligi va turini baholash uchun nuqsonning istalgan sharoitida 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 perpendiklyar bo'lgan tekislikka proektsiyasiga mutanosib bo'ladi.

2. Shartli uzunlik, u o'zgartgichning chok bo'ylab siljish zonasi 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, uni chok o'qiga nisbatan perpendikulyar tarzda siljitib o'lishadi. Qiya o'zgartgichning chekka holatlarida 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, yani H – 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 chuqurlikni 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 H va X ni aniqlash mumkin.

Ultratovushli defektoskopiya aks-sado-signal amplitudasi nuqsondan kelayotgan aks-sado-signali o'sha o'zgartkichning o'zi malum kattalikdagi va geometrik shakldagi tayanch qaytargichdan olgan qandaydir tayanch signal bilan solishtirishdan iborat bo'lgan usul bilan o'lishadi.

Qanday turdagi nuqson aniqlanganligi oldindan ma'lum bo'lganda 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.

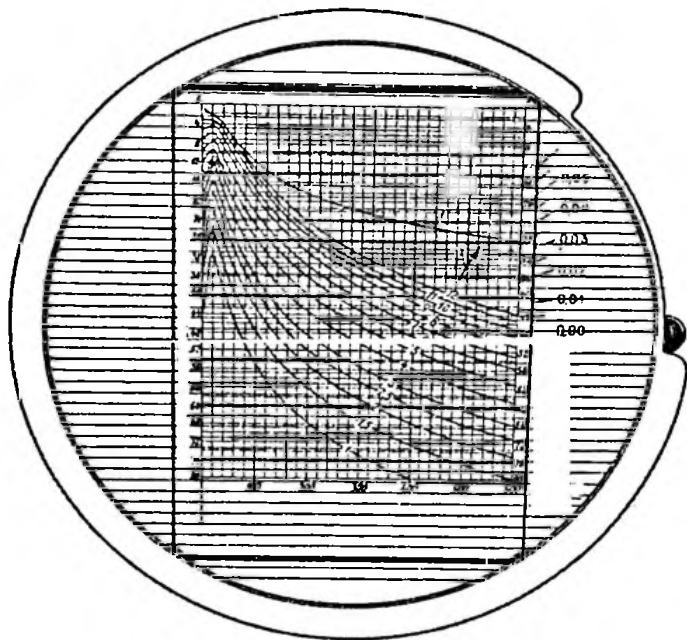
Shu bois aks-sado-signal amplitudasini o'lchashni bir hillashtirish maqsadida nuqsonning ekvivalent yuzi (yoki ekvivalent diametr) tushunchasi joriy etilgan.

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'zgartgich bilan aniqlashda yassi tubli teshikning o'qi dastaning akustik o'qiga o'qdossh bo'ladi, BA-izlagichlar bilan o'lchashda esa teshikning o'qi yuzaga perpendikulyar bo'ladi.

Nuqsonlarning ekvivalent o'lchamini o'lchashning ikki usuli: test - namunalar yordamida va ARD-diagrammalar bo'yicha o'lchash 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 tekshiriladigan buyumning ayni nushasidan 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 oddiyligi va qulayligi kiradi. Ammo yassi tubli qaytargichlarning diametri va joylashish chuqurligi bo'yicha keng to'plamli namunalarini ko'p miqdorda tayyorlash zarurligi usulning kamchiligi hisoblanadi. Bundan tashqari, test-namuna yuzasining sifatini va akustik xossalarini tekshiriladigan buyumga to'la to'kis mos bo'lishi kerak.

Ekvivalent o'lchamini o'lchashning boshqa usulini Yermolov I.N. va Krautkremer I. ishlab chiqqan bo'lib, u ilmiy tajriba yoki hisoblab chiqarish orqali olingan maxsus ARD-diagrammalardan foydalanishga asoslanadi. Ular ushbu o'zgartgich uchun aks-sado-signal amplitudasi, yassi tubli qaytargichning ekvivalent o'lchami va ungacha bo'lgan masofani o'zaro grafik tarzda bog'laydilar (5.8-rasm).



5.8-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.

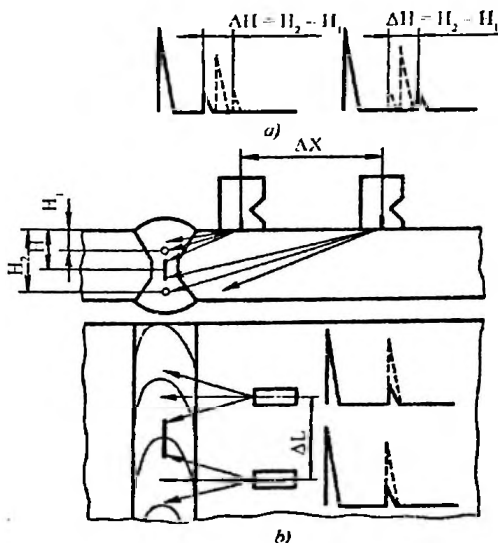
ARD-diagramma ordinalari o'qiga manfiy detsibeldagi aks-sado-signalning nisbiy amplitudasi, abstsissalar o'qiga esa nuqsonlarning yotish chuqurligi o'lchab qo'yilgan. Koordinata to'riining qiyalik burchagi ultratovushning buyumda so'nish qiymatiga qarab tanlanadi. ARD-diagramma yaxshi ishlangan va universal 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 hil tuzilishdagi ARD-chizg'ichlar ishlab chiqilgan va qo'llanilmoqda.

Real nuqsonlar o'lchamlarini ilmiy tajriba asosida aniqlangan aniqlanuvchanlik koeffitsientini K_a yordamida taxminan baholash mumkin. Bu koeffitsient nuqsonning ekvivalent yuzi S_e ni uning ochish yo'li bilan topilgan haqiqiy yuzi S_h ga nisbatidan iborat

$$K_a = S_e / S_h;$$

Masalan, prokatdagi qatlamlarga ajralgan joylar (nuqsonlar) uchun $K_a = 0,70-0,85$. Payvand choklardagi nuqsonning haqiqiy o'lchamini baholash juda qiyin, chunki payvand choklar nuqsonlarining turlari, yo'nalishi va joylashgan o'ri har xilligi shunga olib keladiki, ular uchun K_a qiymati juda katta farq qiladi (0,5 dan 1,5 gacha).

Ultartovush bilan tekshirish amaliyotida nuqsonlar kattaligini ularning buyum yuzasidagi shartli o'lchamlarini o'lchash yo'li bilan baholash usuli ham keng qo'llaniladi.



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

Ushbu usulning mohiyati shundan iboratki, o'zgartgichni buyum yuzasidagi nuqson bo'ylab siljitib, uning defektoskopni berilgan sezgirlik darajasida nuqsondan keladigan aks-sado-signalлар ekrandan yo'qoladigan holatlari o'rtasidagi oraliq o'lchanadi.

Nuqsonning shartli uzunligi ΔL va balandligi ΔH ni qiya o'zgartgich bilan o'lchash sxeniasi 5.9-rasmda tasvirlangan. Rasmdan ko'rinib turibdiki, ultratovush dastasining eni ancha kattaligi hisobiga nuqsonning shartli o'lchamlari haqiqiy o'lchamlaridan katta ekan. Dastaning eni masofaga qarab kattalashadi, shu bois tekshirilayotgan buyumning turli yuzalaridan tovush yordamida birgina nuqsonning o'zida ΔL qiymati uning chok kesimida joylashgan o'rniga qarab har xil bo'lishi mumkin.

Ta'kidlash joizki, pyezoelement bilan taqqoslanganda uncha katta bo'lmagan nuqsonlarning shartli balandligini aniqlash o'lchashdagi katta hatoliklar 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 muvofiqdir.

Lekin u juda sermehnat bo'lib, operatorlarning yuqori malakali bo'lishini talab qiladi. Yuzaga chiqib turgan darzlarning chuqurligi sirtiy to'lqinning nurlatgichdan qabul qilgichga kelish vaqti bo'yicha baholanadi. Mazkur usul sirtiy to'lqin darz chetlari bo'yab tarqalishi mumkinligiga va o'zgartgichlar orasidagi tanlangan bazada uning kechikish darjasi darzning chuqurligini ifodalashiga asoslangan.

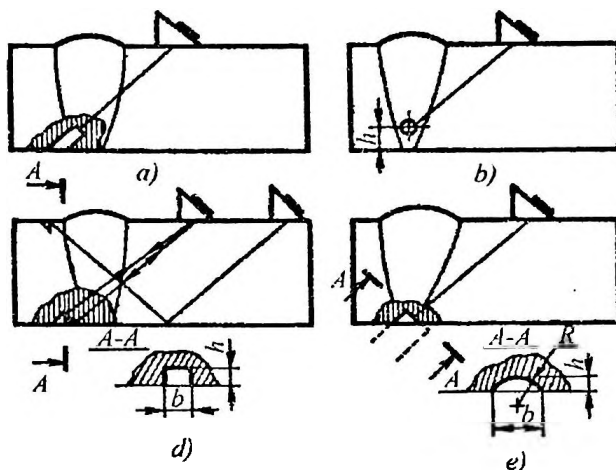
Defektoskop sezgirligining ixtiyoriy darajasida tekshirish beixtiyor mayda nuqsonlardan yoki tuzilmaviy bir jinslimasliklardan kelayotgan aks-sado-signalлар qayd qilinishiga, yoxud havfli nuqsonlar o'tkazib yuborilishiga olib kelishi mumkin. Shu sababli nuqsonlar sezgirlikning muayyan aniq darajasida aniqlanmog'i darkor. Defektoskop sezgirligining chekli (yoki nazoratbop) darajasini belgilash uchun u payvand chokning ayni nus'hasidan 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 14782-86): yassi tubli teshik (*a*), silindrsimon yonlama qaytargich (*b*), burchak qaytargich (*d*) hamda segment qaytargichi (*e*) (5.10-rasm).

Bu qaytargichlar namunalarda nisbatan oson tayyorlanadi, geometrik shakli oddiy va eng muhimi, qaytargichlardan keladigan aks-sado-signalning qiymati ularning yuzasiga mutanosib bo'ladi.



5.10-rasm. Etalon qaytargichlar:

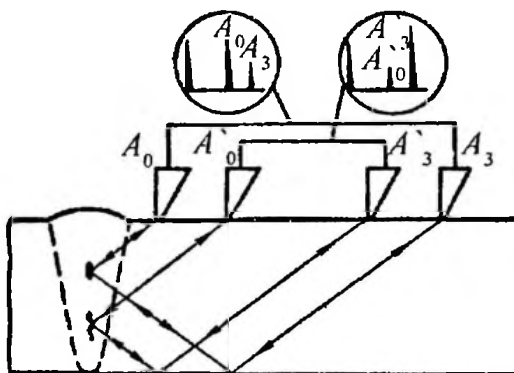
a - yassi tubli teshik; *b* - silindrsimon yonlama qaytargich; *d* - burchak qaytargichi; *e* - segment qaytargichi.

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 haflidir. Shu bois defektoskopiyaning istalgan usulidan nuqson turini aniqlash talab qilinadi.

Ultratovush bilan tekshirishda 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 majmuini tahlil qilish orqali amalga oshirish mumkin.

Nuqsonlar turini aniqlashda eng ishonchli natijalarga nuqsonning shakl koeffitsienti K_{sh} o'lganganda erishilgan (usulni Sherbinskiy V.G. va Beliy V.E. 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" sxemasida ulangan o'zgartgichga qo'sh ko'zgu qaytarishga duchor bo'lgan signal amplitudasi (5.11-rasm).



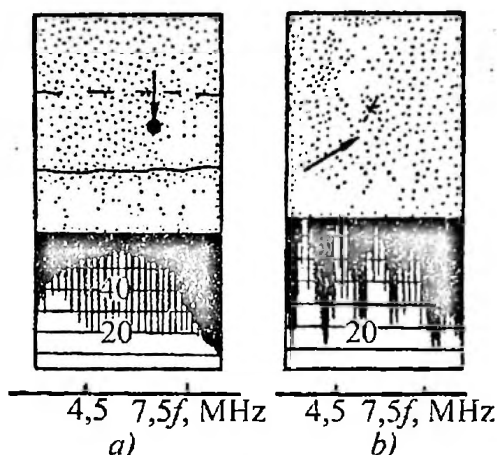
5.11-rasm. Nuqsonning turini "tandem" sxemasi bo'yicha tovush yordamida tekshirilgan holda shakl koeffitsientiga qarab aniqlash.

Tekis nuqsonlarda (darzlar, payvandlanmay qolgan joylarda) $K_{sh} < 1$ bo'lishi, hajmiy nuqsonlarda (g'ovaklar, qo'shilmalarda) esa $K_{sh} > 1$ bo'lishi 0,95 ehtimollik bilan aniqlangan. Qalinligi kichik payvand choklarda K_{sh} o'zgartgichlarni birbiriga gorizontal tekislikka nisbatan burchak ostida joylashtirilgan holda o'lganadi.

Buyum yuzasida o'lgangan teskari ochilish indikatriyasi ham eng ko'p foydalaniladigan axborot belgi xisoblaniladi. Tekis nuqsonlarning qaytarish hossalari bir tomonga yo'nalgan bo'lgani uchun ular berilgan indikatriza tor (30° 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 bokazolar 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-signalning spektrini tadqiq qilishga (tekshirishga) asoslangan.



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

Bunday tovush yordamida tekshirish qabul qilingan aks-sado-signalning ishlantiradi va spektral analizator ekranida alohida impuls ko'rinishida aks ettiriladi. Bu impulsning balandligi aks-sado-signalning amplitudasiga,

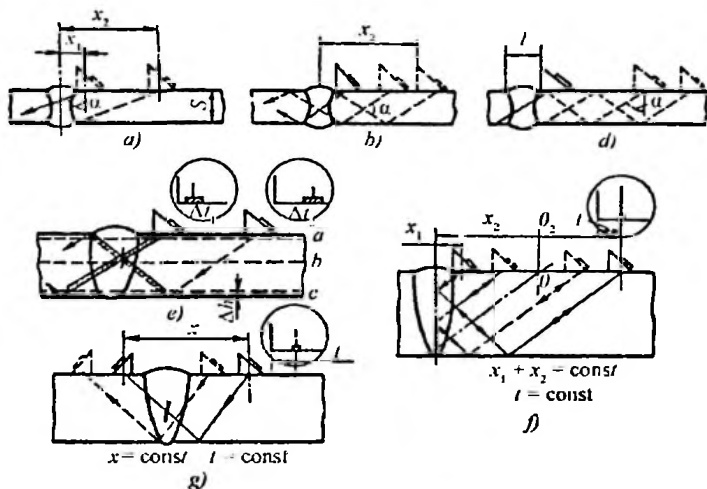
yoyilmadagi holat esa chastotaga mutanosib bo'ladi. Hajmiy nuqsonlarda spektr bir tusli bo'ladi, tekis nuqsonlarda esa ketma-ket keladigan maksimumlari va minimumlari bo'lgan taroqsimon bo'ladi (5.12-rasm).

Tovush yordamida tekshirish usuli. Ultratovush bilan tekshirish uchun qo'llaniladigan usul 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'zgartirishning turi, tekshirish 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 muvofiq belgilanadi.

Masalan, turli zonalarda uchraydigan nuqsonlarning chok kesimida taqsimlanishini tahlil qilish juda sinchiklab tekshirishni talab etuvchi zonalarni aniqlash imkonini beradi. Bundan tashqari, bunday tahlil defektoskopiya bopligini oshirish, ya'ni chokning butun metallini tovush yordamida tekshirishni ta'minlash maqsadida buyumning tuzilishini o'zgartirish yuzasidan tavsiyalar berishga imkoniyat yaratadi. Bunday yondoshuv, ya'ni real nuqsonlar tavsiflarini o'rganishdan tekshirish uslubini ishlab chiqishga o'tish, eng to'g'ri hisoblanadi va tekshirish natijalari yuqori darajada ishonchli bo'lishini ta'minlaydi.

Payvand choklarini tekshirish 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 tekshirishda foydalaniladi.

To'g'ri nur bilan tovush yordamida tekshirishda (5.13- a rasm), o'zgartirish chok yaqinidagi zonada chok kuchaytirgichi bilan chokdan $X_2 = \delta \operatorname{tg} \alpha + l/2$ ga teng oraliqda joylashgan (bunda δ va l - mos ravishda chokning qalinligi va eni) nuqtalari orasida siljiriladi.



5.13-rasm. Uchma-uch payvand choklarini quyidagi usullar bilan tovush yordamida tekshirish 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-ko'zgu-soya usuli bilan.

Ushbu usul halaqitlarga eng turg'un bo'lib, undan foydalanilganda birikish joyidagi konstruksiyaning qandaydir qismlari (payvandlangan kosinkalar, yoki shtutserlar, frezalangan joylar, kuchaytirish valiklari va boshqalar) dan keladigan soxta aks-sado-signallar imkon qadar kamayadi. O'zgartgich chok kuchaytirgichiga tiralib qolishi tufayli "o'lik zona" mavjud bo'lishi usulning kamchiligidir.

"O'lik zonani" kamaytirish uchun chokning yuqori qismini ultratovushni kiritish burchaklari katta bo'lgan o'zgartgichlar bilan tovush yordamida tekshirish maqsadga muvofiqdir. Ayni usul eritish yo'li bilan bir tomonlama payvandlab hosil qilingan, nuqsonlari chok tagida joylashadigan 3,5-10 mm qalinlikdagi

choklarni tovush yordamida tekshirish uchun yakkayu yagona yaroqli usul sanaladi.

To'g'ri va bir marta qaytarilgan nur bilan tekshirish (5.15- b rasm)
o'zgartgichni chok yaqinidagi zonada siljitib amalga oshiriladi. Ushbu usul buyumning bir tomonidan tekshirish, shuningdek "o'lik zonani" tovush yordamida tekshirish imkonini beradi. To'g'ri va bir marta qaytarilgan nurlar bilan tovush yordamida tekshirish vaqtida o'zgartgich chok o'qidan $X_2 = 2 \cdot \delta \cdot \operatorname{tg} \alpha / 2$ ga teng oraliqda turgan chiziqqacha siljiriladi.

Ko'p marta qaytarilgan nur bilan tekshirishda chok kuchaytirgichdan
ko'p miqdorda soxta signallar keladi va bu usul halaqitlarga 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 (5.13- d rasm).

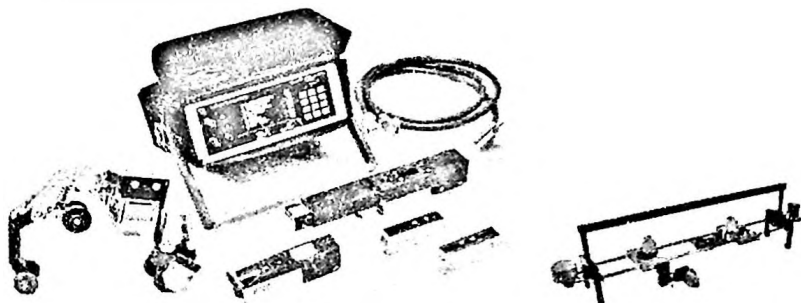
Qatlam-qatlam tekshirish eng ishonchlidir. Ammo uni 40 mm qalinlikdan boshlab qo'llash tavsiya etiladi. Bu usul shundan iboratki, garchi tovush yordamida tekshirish yuqorida aytilgan usullarning istalgan biri bilan amalga oshirilsada, ammo aks-sado-signallar yoyilmaning faqat muayyan bir ish qismida qayd qilinadi. (5.15- e rasm). Masalan, agar yoyilmaning Δ_1 qismi ajratib olinsa, u holda tovush yordamida tekshirish vaqtida unga faqat $a - b$ qatlamda yotgan nuqsonlar, bosharti Δ_2 qism tanlab olinsa, u holda $b - c$ qatlamdan kelgan aks-sado-signallar tushadi.

Tekshirishning 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'zgartgich bilan chokni tovush yordamida tekshirishdan iborat (5.13- f rasm). O'zgartgichlarning bunday harakatlanishida chok o'qidan boshlangan oraliqlar yig'indisi $X_1 + X_2$ hamda nuqsonlardan va buyumning ichki yuzasidan ko'zgudagidek qaytarilgan signallarning kelish vaqti t chokning berilgan qalinligi δ uchun o'zgarmasdir (doimiydir). Bu hol tekshirishni ancha yengillashtiradi, chunki har qanday nuqsondan kelayotgan aks-sado-signal yoyilmaning qayd etilgan qismida turadi.

Bu qismga ASD blokining strob-impulsini o'rnatish va bu bilan nuqsonning tovushli indikatsiyasini olish mumkin bo'ladi. O'zgartgichlar alohida yoki alohida-qo'shilgan sxema bo'yicha ulanishi mumkin. Keyingi holda har bir o'zgartgichning o'ziga qaytarilgan aks-sado-signallar qo'shimcha ravishda qayd qilinadi.

"Tandem" sxemasi bo'yicha skanerlashni osonlashtirish uchun hozirgi davrda maxsus o'zgartkich va moslamalar ishlab chiqilgan (5.14-rasm). Bu moslamalarda (b) o'zgartgichlar (a) kinematik tarzda shunday bog'langanki, ulardan biri siljirilganda ikkinchisi sinxron tarzda qarama-qarshi tomonga harakatlanadi.

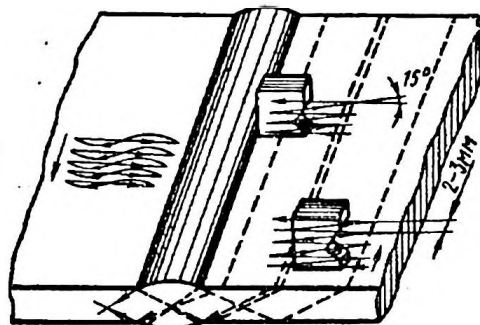
Ko'zgu-soya va soya usullari faqat nisbatan dag'al nuqsonlarni aniqlash uchun tavsiya etilishi mumkin. Tovush yordamida tekshirish alohida sxema bo'yicha ulangan ikkita o'zgartgich bilan amalga oshiriladi. O'zgartgichlar chokning ikkala tomoniga bir-birining ro'parasiga o'rnatilib, bir xil X oraliqda biron-bir moslama yordamida mahkamlangan. Nuqson borligi hakida strob-impulsda signal yo'qolishiga qarab fikr yuritiladi (5.15- g rasm). Usul ishqalab payvandlab yoki kontakt usulida bosim bilan payvandlab hosil qilingan choklarni tekshirish uchun qo'llaniladi.



5.14-rasm. Tandem usuli moslamasi.

Tekshirishni o'ziga xos xususiyatlari. Payvand choklar asosan ikkala tomonidan, bir tomonidan (qalinligi 50 mm gacha bo'lganda) yoki birikmaning

ikkala yuzasidan tekshiriladi. Tekshirish buyum tashqi tomonidan ko'zdan kechirilib, bunda aniqlangan yo'l qo'yib bo'lmaydigan yuza nuqsonlari bartaraf etilgandan keyin bajariladi. Tekshirishdan oldin, chok yaqinidagi zonaning tayyorlab qo'yilgan yuzasi latta bilan yaxshilab artiladi va kontakt moyi qatlami bilan qoplanadi. Bu maqsadda mineral moylar (avtollar, kompression moylar va boshqalar) dan foydalanish eng maqsadga muvofiq hisoblanadi.



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

Chokdagi nuqsonlar bir muncha oshirilgan sezgirlikda, o'zgartgichni tekshirilayotgan zona bo'ylab avval bir tomondan, keyin esa ikkinchi tomondan bo'ylama-ko'ndalang siljitish yo'li bilan izlanadi (5.15-rasm).

O'zgartgichni bo'ylama siljitish qadami pezelement diametrining yarmidan ortiq bo'lmashligi kerak. Qiya o'zgartgichni siljitish jarayonida turlicha joylashgan nuqsonlarni aniqlash uchun uni o'z o'qi atrofida $\pm 15^\circ$ ga uzluksiz burib turish lozim. O'zgartgich tekshirilayotgan buyum yuzasiga uni qo'l bilan yengilgina bosgan holda tekkizilmog'i darkor.

Yoyilmaning ish qismida nuqsondan qaytarilgan aks-sado-signallar paydo bo'lganda o'zgartgichni siljitish zonasi qisqartiriladi va axborot tavsiflar: aks-sado-signal koordinatalari, amplitudasi, nuqsonlarning shartli balandligi, shartli

uzunligi, shakl koeffitsienti K_{sh} bamda chokning standart qismidagi nuqsonlar soni o'lanadi.

Har qaysi payvand birikma turining sifatini baholash me'yorlari ultratovush bilan tekshirishda olinadigan axborotning o'ziga xos tomonlarini inobatga olingan holda, "Sanoatgeokonteksnazorat" DI qoidalari, QMQ me'yorlari va buyum sifatini belgilaydigan amaldagi boshqa me'yoriy hujjatlar asosida ishlab chiqiladi. Yupqaroq (15 mm gacha) uglerodli va kam legirlangan po'latlardan ishlangan buyumlardagi payvand choklarni ultratovush bilan tekshirishda prizmasining burchaklari katta ($\beta=53^\circ-56^\circ$, $f=5\text{MHz}$) bo'lgan o'zgartgichlardan foydalanish eng yuqori samara beradi. Masalan, RSMP turidagi BA o'zgartgichning signal-halaqit nisbati yuqori bo'lib, 0,7mm va bundan katta o'lchamli dumaloq nuqsonlarning ishonchli aniqlanishini ta'minlaydi.

Bir tomonlama payvandlab hosil qilingan 16-30 mm qalinlikdagi choklar bitta o'zgartgich yordamida, to'g'ri va bir marta qaytarilgan nur bilan bir galda tekshiriladi. Standart o'zgartgich ($\beta = 50^\circ$, $f = 2,5\text{ MHz}$) eng samaradordir. Agar solqilanish tufayli bunday choklarda sohta aks-sado-signallar yuzaga kelsa, u holda ishonchlilikni va halaqitga turg'unlikni oshirish maqsadida tekshirish chokning tagida va boshqa qismida alohida-alohida olib borilgani maqul. Bunda chokning yuqori qismi $\beta = 40^\circ$ bo'lgan o'zgartgich bilan tekshirishi afzalroqdir.

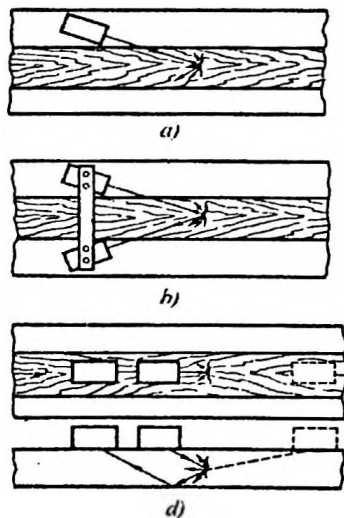
Listdan yasalgan konstruksiyalarni tagini payvandlamasdan hosil qilingan bir tomonlama payvand choklari sifati juda qoniqarsiz bo'ladi. Payvandlash paytida chok tagida anchagina katta (3-5 mm) solqiliklar va menisklar yuzaga keladi. Bunday choklarning tag zonasining undagi barcha notekisliklar jilvirlash mashinasi bilan yo'qotilgandan keyingina tekshirish mumkin.

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

Eng hafli nuqsonlar - darzlar va payvandlanmay qolgan joylar asosan vertikal tekislikda joylashgan bo'ladi. Chok kesimida joylashgan bunday choklar bir o'zgartgichli tovush yordamida tekshirish sxemasida yomon aniqlanadi. Darzlarni aniqlash uchun "tandem" sxemasidan foydalanish zarur.

200 mm dan qalin payvand choklar pasaytirilgan (1,0-1,25 MHz) chastotada tekshirilmog'i lozim. Qalin devorli choklarni tekshirishda, agar texnologiyada nazarda tutilgan bo'lsa, termik ishlovdan keyin topshirish tekshirishi o'tkazilishi juda muhim talab hisoblanadi. Termik ishlov donlarni maydalashtiradi va tuzilnani bir jinsliroq qiladi, bu esa chokda va chok yaqinidagi zonada ultratovushning so'nishini kamaytiradi hamda tekshirishning ishonchligini oshiradi. Masalan, termik ishlovdan keyin choklar tekshirilganda, aniqlangan nuqsonlar miqdori 20-25 % ortadi. Termik ishlovdan oldin ham tekshirish mumkin, ammo shart emas.

Ultratovush bilan tekshirishning juda o'ziga xos vazifasi payvand choklardagi ko'ndalang darzlarni aniqlashdan iborat. Bunday darzlar payvandlash texnologiyasi qo'pol ravishda buzilganda darz ketishiga moyil po'latlarda paydo bo'ladi. Ko'ndalang darzlar erigan metallda va termik tasir zonasida vertikal tekislikda chokka ko'ndalang yo'nalishda joylashadi. Ko'ndalang darzlar ko'pincha qizdirmasdan ikki tomonlama payvandlab hosil qilingan choklarning tag qismida paydo bo'ladi. Ko'ndalang darzlar yuzasining g'adir budurligi kichik bo'lib, ulardan ultratovushning qaytarilishi odatda ko'zgu xarakterida bo'ladi, bu esa ularni aniqlashni qiyinlashtiradi (5.16-rasm). Bitta o'zgartgich bilan tovush yordamida tekshirish sxemasi eng sodda va ishonchligi eng past bo'lib, uncha qalin bo'lmagan (20 mm gacha) choklarni tekshirish uchun qo'llaniladi.



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

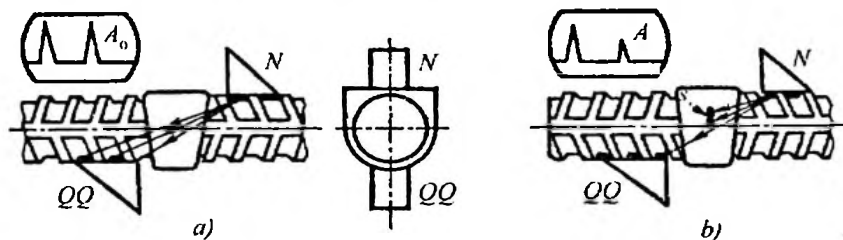
a - bitta izlagich bilan; *b* - ikkita izlagich bilan; *d* - chok kuchaytirgichini olib tashlagan holda bitta izlagich yoki ikkita izlagich bilan.

Chokka burchak ostida joylashgan ikkita o'zgartgichdan foydalanilganda (5.16- *b* rasm) sezgirlikning ancha yuqori darajasiga erishiladi. Ularning bunday joylashuvi amplitudasi eng katta ko'zgu signallarini qayd qilishga yordam beradi. Bundan qalinroq choklarni tekshirishda o'zgartgichlarni chok kuchaytirgichining ikkala tomonidan joylashtirgan holda, aks-sado-ko'zgu usulida tovush yordamida tekshirishdan ("tandem") foydalanish mumkin.

Ushbu usullarning hammasi chok kuchaytirgichini olib tashlamadan tekshirishga imkon beradi, bu esa ularning afzalligi hisoblanadi, ammo bunda o'zgartgichlarni 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 kuchaytirgichni olib

tashlangandan keyin bitta o'zgartgich (5.16- d rasm) yoki bitta tekislikda joylashtirilgan ikkita o'zgartgich bilan tekshiriladi.

Ultratovushdan turli konstruksiyalar, masalan, kema zanjirlari bo'g'inlarining, temir-beton konstruksiyalar va hokazolarning uchma-uch choklarini tekshirish uchun foydalaniladi. Tovush yordamida tekshirish usuli konstruksiyaning shakli, joylashuviga qarab tanlanadi. Masalan, zanjir bo'g'inlarining choklari o'zgartgichlarni chokning bir tomonidan bo'g'in o'qiga simmetrik tarzda joylashtirgan holda "tandem" sxemasi bo'yicha tekshiriladi. Armatura sterjenining profili davriy bo'ladi. Bu hol ularning aks-sado-impuls usulida tekshirishni ancha qiyinlashtiradi, chunki bunda akustik kontakt keskin yomonlashadi va soxta signallar darajasi (miqdori) ortadi. Shu bois armatura choklari soya usulida tekshiriladi (5.17-rasm).



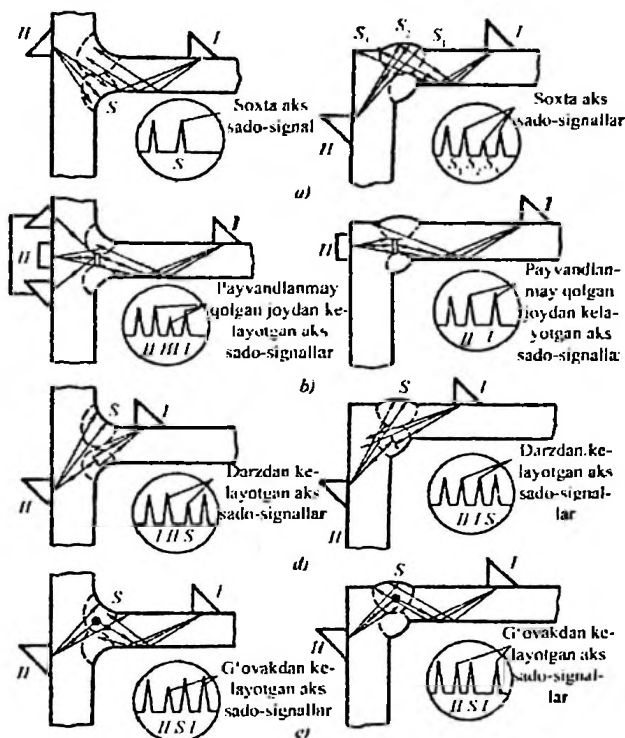
5.17-rasm. Armatura chokini nazorat qilish:

N – nurlagich; QQ – qabul qilgich.

Nuqsonning borligi va kattaligi haqida undan qaytarilgan aks-sado-signal amplitudasi A ning kamayishiga qarab fikr yuritiladi (5.17- b rasm). Amplitudaning bo'shashish qiymati A_0 (5.17- b rasm) nuqsonning yuzi S_n ga mutanosibdir.

Tavrsimon va burchakli birikmalarni tekshirishning asosiy sxemalari 5.18-rasm, a, b, d, e da tasvirlangan. Soxta signallar ultratovush chok kuchaytirgichining dag'al notekisliklaridan, burchak choklarida esa konstruksiya qismining burchagidan qaytarilganda paydo bo'ladi. Soxta signallarni nuqson

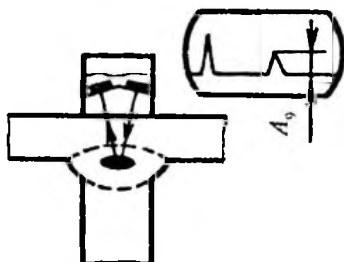
signallaridan ularni kelish vaqti bo'yicha selektrlash orqali farqlash mumkin. Burchakli va tavrSimon birikmalarning payvandlanmay qolgan joylarini aniqlash uchun, agar ularga vertikal list tomondan yaqinlashish oson bo'lsa (5.19-rasm), ko'pincha to'g'ri yoki BA-o'zgartgichardan foydalaniladi. TavrSimon birikmalarni tekshirish uchun qiya qo'sh o'zgartgichlar ham ishlatiladi.



5.18-rasm. TavrSimon va burchakli birikmalarni tekshirish sxemalari:

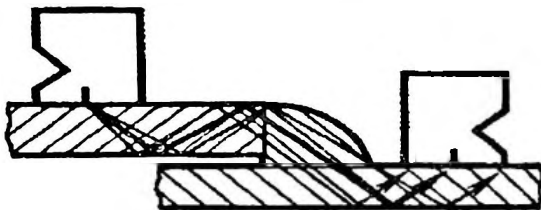
a - soxta aks-sado-signal, 1a soxta aks-sado-signallar; *b* - payvandlanmay qolgan joydan kelayotgan aks-sado-signal; *d* - darzdan kelayotgan aks-sado-signallar; *e* - g'ovakdan kelayotgan aks-sado-signallar.

Sterjenni plastinaga uchma-uch payvandlash tavsimon birikmaning bir turidir. Bunday quyma detallar qurilish industriyasida keng qo'llaniladi.



5.19-rasm. *Quyma detal chokni nazorat qilish.*

Bauman nomidagi MVTU da ularni tekshirish uslubi ishlab chiqilib, temir-beton konstruktsiyalar zavodlarida joriy etilgan. Nazorat BA-o'zgartgichlarni detalida qotirib qo'yish uchun maxsus moslamadan foydalanishga asoslangan.

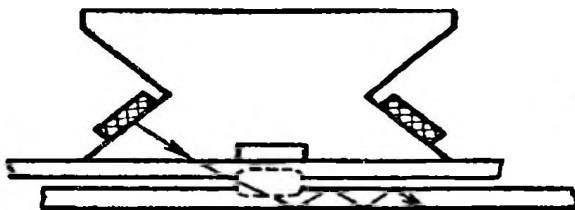


5.20-rasm. *Ustma-ust choklarni ikkita izlagich bilan nazorat qilish.*

Ustma ust birikmalar ko'zgu-soya usulida, 5.20-rasmda tasvirlangan sxema bo'yicha tekshiriladi. Nuqson bo'lmasa, ultratovush nurlatgichdan 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 tekshirish uchun maxsus moslamalar kerak bo'ladi, ular yordamida o'zgartgichlar biriktirilgan qismlarining qalinligiga qarab bir biridan muayyan oraliqda mahkamlab qo'yiladi.

Ultratovush bilan tekshirish usuli tekkizib (kontakt) payvandlangan choklarni tekshirishda tobora keng qo'llanilmoqda. Bu choklarning oksid pardalari deb ataladigan asosiy nuqsonlari ultratovush yordamida yomon aniqlanadi. Ushbu nuqsonlar juda tor ($0,5 - 3 \text{ mkm}$) 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'zgartgich vositasida aks-sado-impuls usulida ishonchli aniqlanadi. Issiqlik elektr stantsiyalaridagi qozon agregatlari quvurlarining uchma-uch birikmalari aks-sado-ko'zgu usulida tekshirilsa, yaxshi natijalarga erishiladi.

Ultratovushli usul payvand nuqtalarni tekshirishda kam qo'llaniladi. Payvandlash tugallangandan so'ng payvand nuqtalar ko'zgu-soya usulida tekshiriladi (5.21-rasm).



5.21-rasm. Payvand nuqtani nazorat qilish.

Listlar orasida payvandlanmay qolgan joylar borligini birinchi listdan qabul qiluvchi o'zgartgichga tub signali kelishidan bilish mumkin. Payvand nuqta o'lchamlarini list yuzasida o'zgartgichning 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.

Bu nuqson bo'lmasligi uchun tekshirish bevosita payvandlash jarayonida 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 tekshirishning kelajagi eng porloqdir. Bunda nurlanuvchi va qabul qiluvchi o'zgartgichlar payvandlash mashinasining elektrodleri ichiga o'matilgan bo'ladi. Payvandlanadigan listlar elektrodlar bilan siqilganda uzluksiz ultratovush tebranishlari nurlanadi. Metall erigan paytda ultratovush unga kuchli yutiladi va o'tgan signalning amplitudasi kamayadi. Metall sovib qotgandan keyin signal amplitudasi ortadi. Amplitudalarning o'zgarishiga qarab listlarning birikish sifati haqida fikr yuritiladi. Bunday tekshirishda ko'ndalang to'lqinlardan foydalanish eng samaralidir, chunki ular suyuq metallardan mutlaqo o'tmaydi va shu bois amplitudalarning o'zgarishi, binobarin, usulning aniqligi eng yuqori bo'ladi.

Yuqorida uglerodli va kam legirlangan po'latlardan tayyorlangan buyumlarning payvand choklarini tekshirish masalalari ko'rib chiqilgan edi. Ammo ultratovush bilan tekshirishi o'ziga hos xususiyatlarga ega bo'lgan alyuminiy qotishmalari, yuqori legirlangan po'latlar, mis qotishmalari va boshqa konstruksion materiallardan foydalanish yildan yilga ortib bormoqda.

Alyuminiy qotishmalarida ultratovush kam so'nadi. Bu esa ularni oddiy usullarda tekshirishga imkon beradi. Yuqori legirlangan po'latlar, mis qotishmalaridan iborat birikmalarini tekshirish 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 soxta qaytarilishlar bo'ladi. Bunday choklarni tekshirish 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 tekshirishni oddiy defektoskop bilan amalga oshirish mumkin bo'lmaydi. Hozir yirik donli materiallarni tekshirish uchun maxsus defektoskoplar yaratish yuzasidan ish olib borilmoqda. Bunday tekshirish nuqsondagi kelayotgan foydali signallarni va tuzilmadagi kelayotgan soxta signallarni statistik tahlil qilishga asoslanadi.

5.5. Ultratovush bilan tekshirishni mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish

Ultratovush bilan qo'lda tekshirish qator oddiy va murakkab operatsiyalardan iborat. Operator o'zgartgichni chok yaqinidagi zonada murakkab traektoriya bo'yicha xarakalantiradi. Traektoriyaning 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, chok sifatini baholashga doir mantiqiy operatsiyalarni bajaradi. Bu tarzda zo'riqib ishlash operatorning jismonan tez toliqishi va nuqsonlarni o'tkazib yuborishga olib keladi. Tekshirishni avtomatlashtirib, uning unumdorligi va ishonchliligini ancha oshirish mumkin. Ishonchlilikning oshishiga nuqsonlar operator tomonidan ko'z bilan emas, balki biron bir qayd qiluvchi qurilma yordamida qog'oz tasmada defektogramma olish hisobiga qayd etilishi imkon beradi.

Agar operator bajaradigan hamma vazifalar tekshirish qurilmasiga o'tkaziladigan bo'lsa, u holda qurilma quyidagi asosiy uzellar: o'zgartgichlar 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-signalini qabul qilish uchun elektron blokni; kontakt suyuqligini berish va to'plash tizimini; nuqson haqidagi axborotni mantiqiy ishlash uchun elektron blok, shu jumladan, EXM ni; axborotni defektogrammada analog yoki raqamlar shaklida

qayd qilish qurilmasi (registrator) ni; nuqson haqidagi axborotga qarab skanerlash traektoriyasi 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-yo'qligiga ko'ra aniqlanadi. Agar ana shu tizimlar qurilmaning konstruksiyasiga kirsam, u holda hamma tekshirish operatsiyalari avtomatlashtirilishiga erishiladi. Bunday qurilmalar avtomatik stendlar (liniyalar) deyiladi. Stendlar nihoyatda murakkab, katta va qimmatbaho uskunalar bo'lgani bois ishlab chiqarishda avtomatik liniyadan foydalanish hamma vaqt ham maqsadga muvofiq bo'lavermaydi.

Umuman olganda, ayrim hollarda ba'zi tekshirish operatsiyalarini, masalan, nuqsonlarni izlash va qayd qilish operatsiyalarini tekshirish qurilmasiga o'tkazib, mexanizatsiyalash (qisman avtomatlashtirish) maqsadga muvofiqdir. Bunday qurilmalar tuzilishi jihatidan uncha murakkab emas va kichik gabaritli defektoskoplar ko'rinishida ishlanishi mumkin.

Bu soddalashtirilgan qurilmalardan foydalanish tekshirishning ishonchligiga tasir qilmasligi kerakligi mutlaqo ravshan. Shu bois qurilmaning tuzilishini va avtomatik tekshirish parametrlarining eng maqbullarini tanlashda payvand choklarda nuqsonlarning statistik taqsimlanish qonunlarini: nuqsonlarning joylashgan o'rni, yo'nalishi, turi, kattaligi va boshqa belgilari bo'yicha tahlil qilish natijalariga asoslanmog'i zarur.

Buzmaydigan tekshirish usullarining samaradorligi eng yuqori bo'lishi uchun ular buyumlar tayyorlashning texnik zanjiri bilan yaxshi uyg'unlashgan bo'lishi kerak. Shu sababli avtomatlashtirish darajasi qator ishlab chiqarish omillariga bog'liq holda tanlanadi (5.2-jadval).

5.2-jadvaldan ko'rinishida turibdiki, quvur va idishlarning uzun choklarini tekshirishning avtomatlashtirilishi maqsadga muvofiq bo'lsa, patruboklarning burchakli payvand choklarini tekshirishning avtomatlashtirilishi maqsadga muvofiq emas ekan.

Payvand birikmalarini avtomatlashtirilgan tarzda ultratovush bilan tekshirish vositalari holatini tahlili, mamlakatimiz va chet elda devorning qalinligi

kichik bo'lgan bo'ylama chokli va hamda spiralsimon chokli quvurlarni tekshirishda eng katta yutuqqa erishilganini tasdiqlaydi.

5.2-jadval

Tekshirish usulini tanlash

Tekshirish ob'yekting tavsifi	Ishlab chiqarish omillari	Avtomatlashtirish darajasi		
		to'liq avtomatlashtirish	mexanizatsiyalash	qo'l nazorati
	Bir turdagi buyurlar oqimining kattaligi	Katta	O'rtacha	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-sonligi	300-350 mm	Cheklangan	Cheklangan
Tekshirish sharoiti (maxsus joyning mavjudligi)		Bor	Yo'q	Yo'q
Buzmaydigan tekshirish usullari hizmati malakasining umumiy saviyasi		Yuqori	O'rtacha	O'rtacha

Uskunalar. Bo'ylama va spiralsimon payvand choklarni avtomatik tekshirish uchun xorijiy firmalarda qator qurilmalar ishlab chiqariladi, ularda asosiy etibor o'zgartgichlarning o'zaro joylashuviga, ularning ish rejimini tanlashga, akustik trakt sifatini tekshirishiga va butun chok kesimini tovush yordamida tekshirishning taminlanishiga qaratiladi.

Diametri 400-2000 mm va devorning qalinligi 6-15 mm bo'lgan quvurlarning payvand chokini tekshirish uchun eng keng tarqalgan qurilmalardan biri "Krautkramer" firmasining (Germaniya) SNUP qurilmasidir. Tekshirish chokining ikkala tomonida joylashgan ikkita o'zgartgich yordamida olib boriladi. Tekshirish tezligi 3 m/min. Qurilma modifikatsiyasida to'rtta o'zgartgich bor; ularning ikkinchi juftligi chokni 45° burchak ostida tovush yordamida tekshiradi.

Katta o'Ichamli payvand choklarni avtomatik tekshirish borasida to'plangan tajriba nihoyatda kam, chunki katta qalinlikdagi payvand choklarni avtomatik tekshirish vositalarini yaratishda muayyan qiyinchiliklarga duch kelinadi: nuqsonlarning tur-o'Ichamlariga, yo'nalishi va joylashgan o'miga ko'ra juda xilma xilligi; katta hajmdagi erigan metallni tovush yordamida tekshirish zarurligi; choklarning nisbatan kattaligi shular jumlasidandir.

Bunday sharoitda ishonchli va takrorlasa bo'ladigan avtomatik tekshirishni taminlash vazifasi nihoyatda murakkab mexanik, akustik hamda elektron tizimlar yaratish zaruriyatini keltirib chiqaradi. Bu esa, o'z navbatida, ergonomik omillarni yomonlashtiradi, xususan, qurilmaning gabarit o'Ichamlari va og'irligini oshiradi, uni ishlatish sharoitini yomonlashtiradi, hamda yordamchi operatsiyalar vaqtini uzaytirdi. Shunga qaramay, hozirgi davrda kimyo hamda energetika sanoati uchun turbinalar rotorlari va yuqori bosimli qalin devorli (300 mm gacha) idishlarning payvand choklarini avtomatik tekshirish qurilmalari yaratilgan. Chunonchi, idish va apparatlar uchun nuqsonlarning avtomatik skanerlanishi va qayd qilinishini taminlovchi UKSA qurilmalaridan foydalaniladi. Bunday qurilmalardan foydalanilganda, tekshirish unumdorligi qo'lda tekshirishdagidan 5-10 barobar ortadi va eng muhimi, defektogramma ko'rinishidagi xolis tekshirish hujjati olinishini ta'minlaydi.

Ultratovush yordamida nazorat qilishda xavfsizlik talablari.

Ultratovushli defektoskoplar, asboblari 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 kamida 2,5 mm² kesimli mis sim vositasida yerga ishonchli ulanganligiga ishonch hosil qilishi zarur. Defektoskoplar kam yuklangan elektr liniyalariga (yoritish tarmoqlariga) ulanmog'i dardkor. Bunday imkoniyat bo'lmaganda esa defektoskop tarmoqqa stabilizator orqali ulanishi kerak. Ish o'rmda rozetkalar bo'lmaganda defektoskopni elektr tarmog'iga ulash va uzish ishlarini navbatchi elektrik

bajarmog'i lozim. Operatorlarning olinadigan mexanizmlar tagida, noturg'un konstruksiyalar ustida va defektsokoplarni elektr bilan ta'minlovchi simlar shikastlangan bo'lishi mumkin bo'lgan joylarda ishlashi qat'iy qat'iy taqiqlanadi. Tekshirish jarayonida defektoskopni ochish va ta'mirlash man etiladi. Operator foydalanadigan jihozlar, maydonlar, artish materiallari, lattalar metall qutilarda saqlanishi zarur. Tekshirishjoylari amaldagi sanoat korxonalarini loyihalashning sanitariya me'yorlariga muvofiq tashkil etilmog'i dardkor.

Tekshirish joyi payvandlash postidan yiroqda va nur energiyasi tushishidan himoyalangan bo'lmog'i lozim. Tekshirilayotgan konstruksiyada defektoskopiya amalga oshirilayotgan vaqtda tebranishga sabab bo'ladigan mexanik ishlar bajarilmasligi zarur. Kunduzi yoki kuchli sun'iy yorug'likda ochiq joyda tekshirishda defektoskop ekranini qorong'ilashtirish choralari ko'rilmog'i dardkor. Ultratovush bilan tekshiriladigan MTX va operatorlarning zarur ish sharoitini yaratishga doir talablar ma'muriyat tomonidan majburiy tartibda bajarilishi kerak.

Nazorat savollari

1. Qattiq jismlarda ultratovush to'liqlari tarqalishining o'ziga xos xususiyatlarini ayting.
2. Ultratovushli defektoskopning asosiy qismlarini sanab bering.
3. Nuqson o'lchanadigan tavsiflari bo'yicha qanday baholanadi?
4. Nuqsonning ekvivalent o'lchami deganda nima tushuniladi?
5. Har xil qalinlikdagi payvand choklarni ultratovush bilan tekshirishning o'ziga xos tomonlari nimalardan iborat?
6. Avtomatik tekshirish qurilmalari qaysi asosiy konstruktiv qismlarni o'z ichiga oladi?

6-BOB. MAGNIT USULDA NAZORAT QILISH

6.1. Magnit usulining fizik asoslari

Magnit yordamida tekshirish usullari turli nuqsonlar mavjud bo'lganda ferromagnit materiallardan tayyorlangan magnitlangan buyumlarda yuzaga keluvchi sochilish magnit oqimini aniqlashga asoslangan. Bir jinsli magnit maydonidagi magnit chiziqlariga perpendikulyar joylashgan maydoncha S orqali o'tuvchi magnit oqimi F magnit induktsiyasi B ning maydoncha S ga ko'paytmasiga teng ($F=BS$).

Magnit oqimi veber (Wb) da ifodalanadi. Magnit induktsiyasi tesla (T) da ifodalanadi. Detallar materialining magnitlanish qobiliyati mutlaq magnit o'tkazuvchanlik μ_m bilan tavsiflanadi.

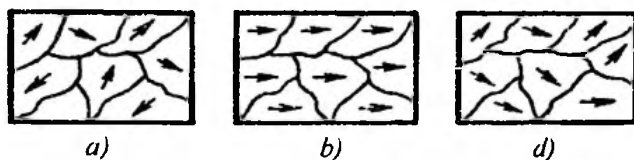
Material mutlaq magnit o'tkazuvchanligi vakuumning magnit o'tkazuvchanligi μ_0 ga nisbati nisbiy magnit o'tkazuvchanlik deb ataladi:

$$\mu = \mu_m / \mu_0;$$

Son jihatidan, magnit o'tkazuvchanlik μ magnitlangan muhitdagi natijalovchi maydon ana shu tokning o'zi vakuumda hosil qiladigan maydondan necha barobar kuchliligini ko'rsatadi. Magnit o'tkazuvchanlik μ o'lchamsiz kattalikdir. Uning qiymatiga qarab hamma materiallar uch guruhga ajratiladi: diamagnit materiallar, ularda μ birdan bir necha million yoki ming ulushida kichik bo'ladi (mis, ruh, kumush va boshqalar); paramagnit materiallar, ularda μ birdan bir necha million yohud ming ulushidan katta bo'ladi (marganets, platina, alyuminij); ferromagnit materiallar, ularda μ 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 molekulyar toklar bilan, asosan elektronlarning o'z o'q'i atrofida aylanishi bilan bog'liq.

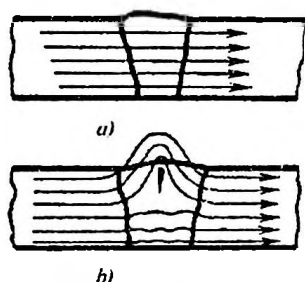
Domenlar deb ataluvchi elementar sohalarining kichik (tahminan 10^{-8} - 10^{-3} sm³) kichik hajmlari doirasida molekulyar toklarning magnit oqimlarini domenning natijalalovchi maydoni hosil qiladi. Tashqi magnit maydoni bo'lmaganda domenlar maydonlari ixtiyoriy yo'nalgan bo'ladi va birbirini kompensatsiyalaydi. Bu holda domenlarning yig'indi maydoni nolga teng bo'ladi, va detal magnitsizlanib qoladi (6.1- a rasm).



6.1-rasm. Ferromagnit materialda domenlarning joylashuvi:

a - detal magnitsizlantirilgan; *b* - detal to'yinish induktsiyasigacha magnitlangan; *d* - detal qoldik magnitlanganlikkacha magnitlangan.

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 magnitlanganda domenlarning magnit maydoni tekshirilayotgan detaldagi tashqi magnit maydoni ustiga tushadi.



6.2-rasm. Magnit oqimining siflatli chok (a) va nuqsonli payvand chokda (b) taqsimlanishi.

Magnit maydonining mohiyati. Magnit maydoni buyum bo'yicha tarqalar va o'z yo'lida nuqsonga duch kelar ekan, nuqsonning 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 perpendikulyar yoki qiya joylashgan o'sha nuqsonning o'zi ancha katta sochilish oqimini hosil qiladi.

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

6.2. Magnit induktsiya usulining fizik mohiyati

Nuqsonlarni aniqlashda induktsiya usuli texnologiyasi elektrmagnit induktsiyasining fizik qonunlariga asoslangan. Bu texnologiya bo'yicha induktsion chulg'amlar yordamida elektr yurituvchi kuchni xosil qilinadi. Nuqson xaqidagi signalni aniqlash ushuncha chulg'am kuzatuvchi qurilma (masalan, galvanometr yoki signal lampasi) bilan bog'langan bo'ladi.

Nuqsolarni aniqlash jarayoni nazorat qilinayotgan buyumni induksion chulg'amga nisbatan xarakatlantirish bilan amalga oshiriladi. Bunda payvandlangan detalni xarakatlantirish yoki induksion defektometrni xarakatlantirib amalga oshiriladi. Nuqson aniqlangan xududda magnit kuch chiziqlarini o'zgarishi oqibatida induksiya elektrurituvchi kuchni xosil qiladi. Buyumlarni induksion nazorat qilish usuli ichki nuqsolarni aniqlashga mo'ljallangan va buyum yuzasidagi nuqsonlarni aniqlash darajasi past, shuning uchun bu nazorat usuli boshqa usullar bilan qoshimcha qo'llaniladi.

Qo'llaniladigan jihozlar:

1. Induksion defektoskop
2. Galvanometr
3. Yuza qatlam o'lchagich

6.3. Magnit kukuni usuli

Magnit kukunli usulning mohiyati shundan iboratki, bunda magnitlangan detalning sirtiga kerosinli, moyli, sovun eritmali suspenziya ko'rinishidagi yoki magnit aerizoli ko'rinishidagi 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.

Tekshirish uslubi. Magnit kukunli usul quyidagi operatsiyalarni o'z ichiga oladi:

1. Tekshirishdan 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. Tekshirilayotgan yuzaga magnitlanadi.
4. Suspenziya yoki kukun tekshirilayotgan yuzaga qoplanadi.

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

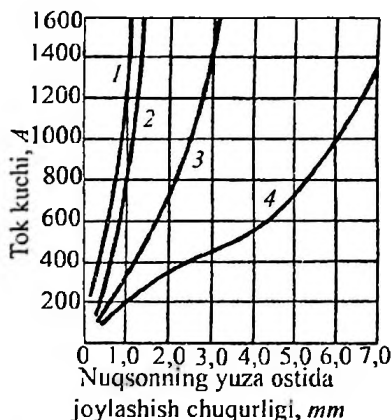
6. Yuza magnitsizlantiriladi.

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

Nazoratning sezgirliги. Magnit kukunli usulning sezgirliги 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 ("xo'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 koeffitsienti kichik bo'lgan pigment bilan qoplansa, ularning harakatchanligi ortadi.

O'zgarmas yoki o'zgaruvchan tok bilan magnitlash, shuningdek kukunni "quruq" yohud "xo'l" usulda qoplash yuzadagi nuqsonlarni aniqlashga jiddiy ta'sir qilmaydi (6.3-rasm).



6.3-rasm. Magnit kukunli usul sezgirlikini 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" usuli; 4 - o'zgarmas tok, "quruq" usul.

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 tekshirishdan keyin magnitsizlantirib bo'lmaydi. O'zgaruvchan tok bilan magnitlanganda skin-effekt tufayli tokning zichligi, binobarin, magnit oqimining zichligi ham magnitlangan buyunning sirtidan katta bo'ladi. Shu sababli o'zgaruvchan tok bilan magnitlashda faqat yuzadagi nuqsonlar yaxshiroq aniqlanadi.

"Quruq" tekshirish usuli yuzadagi nuqsonlarni aniqlashda "ho'l" usuldan afzalroq hisoblanadi (6.3-rasm). Bunga sabab shuki, suspenziya muayyan qovushoqlikka ega buladi 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 induktsiyasiga yetgunga qadar (6.1- b rasm), usulning sezgirligi oshadi.

Magnitli usullar bilan tekshirishda 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 qo'shilmalari, bo'shliqlar) yetarli darajadagi sochilish oqimini hosil qila olmaydi va odatda tekshirishda 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 bundan ortiq bo'lgan darzlar topilishi aniqlangan.

Yuza ostida 5-6 mm chuqurlikda yotuvchi 2-3 mm² dan katta kesimli nisbatan yirik nuqsonlar (payvandlanmay qolgan joylar, g'ovaklar, shlak qo'shilmalari) aniqlanishi mumkin. Tekislikdagi nuqsonlar detal sirtiga 20° dan katta (ko'pi bilan 90°) burchak ostida joylashgan hollardagina aniqlanishi mumkin. Nuqsonlarning yotish chuqurligi ortishi bilan magnit kukunlarining to'planish tezligi pasayadi, bu esa nuqsonlarni topish va ularning turini aniqlashni qiyinlashtiradi.

Tekshirishning sezgirligi suspenziya yoki kukun qoplanadigan yuzaning sifatiga ko'p darajada bog'liq. Magnit kukuni yordamida tekshiriladigan detallar yuzasi eng maqbul g'adir-budurligi R_a parametri bo'yicha 2,5 - 12,5 mkm ni tashkil etadi. Bunday yuzada tekshirishning sezgirligi eng yuqori bo'lishi mumkin. Yuzaning g'adir-budurligi ortishi tekshirishning sezgirligi kamayishiga sabab bo'ladi, masalan, tekshirish qilindigan buyumning g'adir-budurligi $R_z = 20$ mkm bo'lgan yuzasiga ishlov berish shunga olib keladiki, ingichka (eni 0,001 mm) nuqsonlar aniqlanishini ta'minlovchi rejimlarda tekshirish qiyinlashadi, chunki bunda magnit kukunidan fon paydo bo'ladi. Bu xol magnitlovchi maydonning kuchlanganligini kamaytirish zaruriyatini keltirib chiqaradi va binobarin,

tekshirishning 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 yoritilganda, ularni ko'zdan kechirish va yaroqsizga chiqarish qiyin bo'ladi. Jilvirlangan yuzalarni tekshirishda ularni sochilgan yorug'likda ko'zdan kechirgan yoki yaltiroqlikni yo'qotuvchi bo'yoq, masalan, HTC-25 nitroemalining yupqa (ko'pi bilan 15 ml) qatlami bilan qoplangani ma'qul.

Agar tekshirilayotgan detalning yuzasida keskin o'tishlar (chunonchi, payvand chokning kuchayishi, tangachadorlik, kesiklar) yoki yirik mikronotekisliklar 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 tekshirishda ichki nuqsonlar borligi haqida bir ma'noli fikr yuritish mumkin emas.

6.4. Magnit usulda nazorati texnikasi va jihozlari

Magnitlash usullari. Magnit yordamida tekshirishni 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 tekshiriladigan detallar, o'lchamlari kattaligi bois defektoskopning quvvati butun detalni magnitlashga imkon bermaydigan detallar uchun qo'llaniladi.

Qo'yilgan magnit maydonida tekshirish sezgirlik qoldiq magnitlanganlikda tekshirishdagidan yuqori bo'lishini hamma vaqt ham ta'minlayvermaydi.

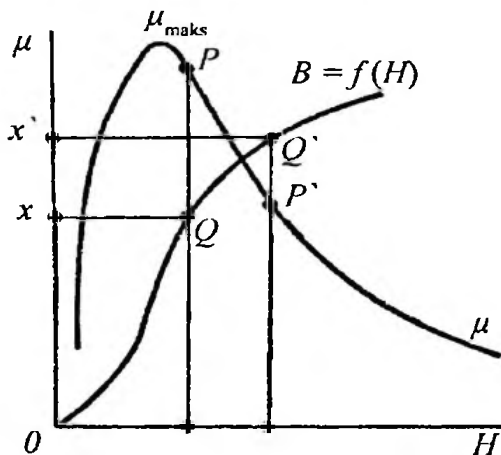
Qoldiq magnitlanganlikda tekshirishda detal avval magnitlantiriladi, keyin esa, magnitlovchi maydon olingandan so'ng, uning sirtiga magnit suspenziyasi yoki kukuni qoplanadi. Detailarning qoldiq magnitlanganligi yetarlicha katta bo'lgandagina qoldiq magnitlanganlikda tekshirish mumkin. Shuning uchun bu

usul koertsitiv kuch qiymati $H_k > 800$ A/m bo'lgan magnit jihatidan qattiq materiallardan ishlangan detallarni tekshirish uchun qo'llaniladi. Basharti detal $H_k < 800$ 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 vaqt (0,1-0,5 s), o'lashlar orasida 1-2 soniya bilan o'tkaziladi.

Magnit yordamida tekshirish amaliyotida buyumlarni magnitlashning aralash, sirkulyar va qutbiy magnitlash usullari mavjud (6.1-jadval). Aralash magnitlash usuli faqat qo'yilgan magnit maydonida amalga oshiriladi. Sirkulyar 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 ob'yektning hamma qismlari orqali turli yo'nalish burchaklari ostida o'tadi, bu esa har xil tarzda joylashgan nuqsonlarning aniqlanishini oshirish imkonini beradi. Sirkulyar magnitlash usulidan darzlar, payvandlanmay qolgan joylar, cho'zilgan shlak qo'shilmalarini aniqlashda foydalaniladi. Buning uchun tekshiriladigan detal yoki detal teshigidagi o'tkazgich orqali tok o'tkaziladi. Silindrsimon detallarni tekshirishda sirkulyar magnitlash eng yuqori samara beradi. Silindrsimon detaldan tok o'tkazish orqali sirkulyar magnitlash uchun amperdagi tok kuchi $I = H\pi D$ formula yordamida hisoblab topiladi, bunda: H - maydonning kuchlanganligi, A/cm; D - detalning diametri, sm.

H qiymatini tanlashda quyidagini nazarda tutmoq lozim (6.4-rasm).



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

Agar metallni dastlabki magnitlashda P nuqta magnit o'tkazuvchanlikning egri chizig'idagi $\mu_{\max}$ nuqtadan chap tomonda bo'lsa, u holda nuqson hisobiga metallning ko'ndalang kesimi kichiklashishi magnit induktsiyasi kattalashishiga sabab bo'ladi, shuningdek magnit 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 ishlanganda, 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. Konstruktsion po'latlardan tayyorlangan detallar yuzasidagi nuqsonlarning aksariyatini aniqlash uchun huyum sirtidagi magnit maydonning eng maqbul kuchlanganligi qoldiq magnitlanganlikda tekshirishda 8000-16000 A/m ni tashkil etishi darkor.

Asosiy magnitlash usullari

Usulning nomi	Magnitlash vositasi	Magnitlanishning grafik sxemasi
Bo'ylama (qutbiy) usul	Doimiy magnet bilan	
	Elektromagnet bilan	
	Solenoid bilan	
Sirkulyar usul	Detaldan tok o'tkazish bilan	
	Detal teshigiga tiqiladigan tokli sim bilan	
	Detalga o'rnatiladigan kontaktlar yordamida	
	Detal ichida tokni induktsiyalash bilan	
Aralash usul	Detaldan tok o'tkazish bilan va elektromagnet bilan	
	Detaldan o'zaro perpendikulyar yo'nalishda faza bo'yicha siljigan ikkita, yoki undan ortiq toklarni o'tkazish bilan	
	Detal ichida tokni induktsiyalash bilan va detal teshigiga joylashtiriladigan simdan o'tuvchi tok bilan	

Plastinalarni sirkulyar usulda magnitlash uchun zarur bo'ladigan amperdagi tok $I = 2H(b+S)$ formuladan aniqlanadi, bunda: b - plastinaning eni, sm; S - plastinaning qalinligi, sm; H - kuchlanganlik, A/sm.

Agar $H=800$ 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 $20-30^\circ$ burchak ostida joylashgan ko'ndalang nuqsonlarni aniqlash uchun qo'llaniladi. Ko'ndalang magnitlashda magnit maydonining kuchlanganlik vektori yo'nalishi chokning bo'ylama o'qiga perpendikulyar bo'ladi. Normal magnitlash bo'ylama va ko'ndalang magnitlashning xususiy holdir.

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

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

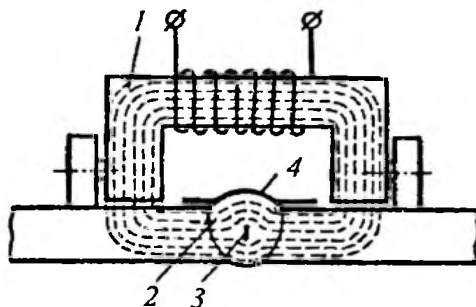
Ko'chmas universal defektoskoplardan turli detallar yirik turkumlab ishlab chiqariladigan korxonalarda keng foydalaniladi. Bunday qurilmalarda har xil shakldagi detallarni (yoki detallar turkumini) soatiga o'ntadan to bir necha yuztagacha detalga teng unumdorlik bilan tekshirish mumkin. Ko'chmas universal qurilmalarda barcha ma'lum usullar (bo'ylama, ko'ndalang, aralash usullar) da magnitlash mumkin.

Ko'chma defektoskoplar guruxidagi ПМД-70 va МД-50П defektoskoplari turkumlab ishlab chiqariladi. Magnitli ko'chma ПМД-70 defektoskopi payvand choklarni dala sharoitida magnit yordamida tekshirishga mo'ljallangan. Unda qutbiy bo'ylama va sirkulyar magnitlash usullari qo'llaniladi. Ko'chma МД-50П defektoskopi yirik gabaritli katta buyumlarni qismlari bo'yicha tekshirish uchun mo'ljallangan.

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 prokatlashda hosil bo'ladigan toza temir kuyundisi, shuningdek po'lat buyumlarni jilvirlashda chiqadigan po'lat qipiqdari 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 litr suyuqlik hisobiga 50-60 g kukun bo'ladigan moy-kerosin aralashmasidan (moy va kerosinning nisbati 1:1) foydalaniladi. Suvdagi suspenziyalar masalan, tarkibida 1 litr suv hisobiga 5-6 g sovun, 1 g suyuq shisha va 25-30 g magnit kukuni bo'ladigan sovun-suv aralashmasi ham ishlatiladi.

Magnitografik usul. Ushbu usulning mohiyati payvand chokning tekshiriladigan qismini va chok atrofini magnitlash va ayni paytda magnit maydonini magnit tasмага yozib borish (6.5-rasm) hamda keyin olingan axborotni undan magnitografik defektoskoplarning maxsus qurilmalari yordamida o'qishdan iborat.



6.5-rasm. Magnitografik tekshirish sxemasi:

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

Tekshirish uslubi. Magnitografik tekshirish texnologiyasi quyidagi operatsiyalarni o'z ichiga oladi (DSt 25225-82):

1. Tekshirilayotgan buyumning yuzasini ko'zdan kechirish va tayyorlash. Bunda tekshirilayotgan 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 qisib qo'yiladi. Quvurlar, idishlar va boshqa buyumlarning halqasimon choklarini tekshirishda magnit tasma chok yuzasiga elastik rezinka belbog' vositasida butun perimetri ho'yicha qisib qo'yiladi.

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

4. Tekshirish 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 tekshirish uchun va birinchi navbatda, asosiy o'tkazgich

quvurlarni defektoskopiyalashda qo'llaniladi. Bu usul bilan qalinligi 20-25 mm gacha bo'lgan payvand buyum va konstruksiyalarni tekshirish mumkin.

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

Magnitografik tekshirishning 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% ni tashkil etuvchi tekis nuqsonlar ishonchli aniqlanishi amaliyotda aniqlangan. Chokning kuchaytirgichi olib tashlanganda tekshirishning ushbu nuqsonlarga nisbatan sezgirligi 5 % ga yetadi. Dumaloq ichki nuqsonlar ularning balandligi buyum qalinligining 20 % idan kam bo'lganda aniqlanadi. Magnitografik usulning yuzadagi nuqsonlarga nisbatan sezgirligi taxminan magnit kukunli usulidagidekdir yoki undan birmuncha yomondir. 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 % ga 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 oshmaydigan, ammo 1 mm dan ortiq bo'lmaydigan bo'lsin. Tangachadorligi dag'al bo'lgan choklarni

tekshirishda avval chok tozalanmog'i lozim. Uchma-uch biriktiriladigan qismlarining chetlari siljib qolgan payvand choklarni tekshirishga ruxsat etilmaydi. Avtomatik usulda payvandlangan choklar tekshirilganda natijalar eng yaxshi bo'ladi.

Usulning sezgirligini magnit tasmlar sezgirligini oshirish va tekshirish natijalarini magnit tasmadan o'quvchi apparatlarni tanlash hisobiga oshirish mumkin.

Nazorat savollari

1. Magnit va elektromagnit yordamida tekshirish usullarida nuqsonlarni aniqlash nimaga asoslangan?
2. Magnitli va elektromagnitli tekshirish usullarining sezgirligiga qanday omillar ta'sir qiladi.
3. Magnitli usullarda tekshirishda qo'llaniladigan magnitlash sxemalarini aytib bering.
4. Magnit yordamida tekshirishning turli usullaridan qanday buyumlar uchun foydalanish mumkin?

7-BOB. RANGLI SIFAT NAZORATI VA LYUMINESTSENT NAZORATI.

7.1. Rangli sifat nazorati va lyuminestsent nazorati usulining fizik mohiyati

Rangli sifat nazorati va lyuminestsent nazorati metallar va nometallardan tayyorlangan buyumlarni sirtqi qatlamlaridagi yaxlitlikning buzilishini aniqlash uchun mo'ljallangan.

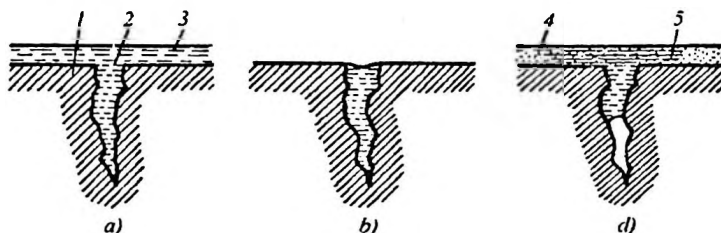
Ko'p hollarda, texnik talablarga ko'ra, oddiy ko'z bilan tekshirib aniqlashning imkoni bo'lmaydigan juda mayda nuqsonlarni topish zarur bo'ladi. Optik asboblari, masalan, lupa yoki mikroskopdan foydalanib esa yuzidagi nuqsonlarni aniqlashning iloji bo'lmaydi, chunki metall fonida nuqson tasvirining farqi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

Nuqson va fon tasvirlarining farqi nisbatini ikki usul bilan o'zgartirish mumkin. Birinchi usul tekshirilayotgan buyumning yuzasini jilvirlab, keyin unga kislotalar bilan ishlov berish (xurushlash) dan iborat. Bunday ishlov berilganda 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 tekshirishda foydalanib bo'lmaydi. Xurushlash usuli ko'pincha metall buyumlarning ayrim mahalliy shubhali qismlarini tekshirish uchun qo'llaniladi.

Ikkinchi usul nuqsonlarning yorug'lik berishini ularning yuzasini yorug'lik va rang jihatidan keskin farq qiluvchi maxsus indikator suyuqliklar-penetrantlar bilan to'ldirib o'zgartirishdan iborat. Agar penetrant tarkibida lyuminestsentlanuvchi moddalar, ya'ni ultrabinafsha rang yorug'lik bilan nurlantirilganda yorqin yorug'lanish beradigan modda bo'lsa, bunday suyuqliklar

lyuminesstent suyuqliklar deb, tekshirish usuli esa lyuminesstent usuli (lyuminesstent defektoskopiya - LD) deb ataladi. Basharti penetrantning asosi kunduzgi yorug'likda ko'rinadigan bo'yovchi moddalardan iborat bo'lsa, nazorat usuli rangli usul deyiladi (rangli defektoskopiya - RD). Rangli defektoskopiya yorqin qizil bo'yovchi moddalardan foydalaniladi.

Kapillyar defektoskopiyaning mohiyati quyidagilardan iborat. Buyumning yuzasi kir, chang, yog'li iflosliklar, flyus qoldiqlari, lok-bo'yoq qoplamalar va hokazolardan tozalanadi. Tozalangandan, yog'sizlantirilgandan va quritilgandan keyin, tekshirilayotgan 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 aniqlashini oshirish uchun, buyumning yuzasi penetrantdan tozalangandan so'ng unga tez quriydigan suspenziya ko'rinishdagi maxsus ochiltiruvchi material (chunonki 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 shaklimi 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.



7.1- rasm. Ochiltirgichdan foydalanib, detallarni rangli va lyuminescent usulda tekshirish sxemasi:

a - darz bo'shlig'iga kiruvchi suyuqlik bilan to'lgan; *b* - detal yuzasidan suyuqlik yuqotilgan; *d* - detalga ochiltirgich surtilgan va detaildagi darz aniqlangan;

1 - nazorat yuzasi; *2* - darz bo'shlig'i; *3* - kiruvchi suyuqlik; *4* - ochiltirgich; *5* - darzning indikator izi.

Kapilyar aktivlik hodisasi, ya'ni suyuqlikning juda mayda farron teshiklarga va bir tomoni ochiq kanallarga tortilish qobiliyati kapilyar defektoskopiya usullarining fizik asosi bo'lib xizmat qiladi. Suyuqlik kapilyar kanalga kirganda, uning yuzasi qiyshayib, menisk hosil qiladi. Sirtqi taranglik kuchlari meniskning bo'sh chegaralari kattaligini kichraytirishga intiladi va natijada kapilyarda qo'shimcha kuch ishlay boshlab, ho'llovchi suyuqlikning so'rilishiga sabab bo'ladi. Suyuqlikning kapilyarga kirib borish chuqurligi suyuqlikning sirtqi taranglik koeffitsientiga to'g'ri mutanosib va kapilyarning radiusiga teskari mutanosibdir. Boshqacha aytganda, kapilyar (nuqson) ning radiusi qancha kichik va materialning ho'llanuvchanligi qancha yaxshi bo'lsa, suyuqlik kapilyarga shuncha tez hamda chuqur kirib boradi.

7.2. Rangli sifat nazorati va lyuminescent nazorati texnikasi va jihozlari

Rangli sifat nazorati va lyuminescent nazorati usullarda tekshirish jarayoni ushbu texnologik operatsiyalardan tashkil topadi: buyumni tekshirishga hozirlash, unga defektoskopik materiallar bilan ishlov berish, nuqsonlarini aniqlash va buyumni uzil-kesil tozalash.

Buyumni hozirlash. Bunda tekshiriladigan 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 paydo qilinmaydigan bo'lsin. Payvand choklarga va choklar yaqinidagi joylarga avval abraziv doira bilan, keyin esa turli yiriklikdagi 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 berilgandan so'ng nuqsonlar bo'shliqlarini ochish uchun yuziga kislotalar bilan ishlov berilmog'i lozim.

Ta'kidlash joizki, yuzani yaxshilab tozalash tekshirishning sezgiriligini 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 nuqsonlar bo'shliqlarini indikator suyuqlik bilan to'ldirish, uning ortiqchasini olib tashlash va ochiltirgich surtishdan iborat.

Asosī suv bo'lgan penetrantlar tarkibiga lyuminescentlovchi moddalar yoki bo'yovchi moddalar, shuningdek ingibitorlar, ya'ni oksidlash jarayonlarini to'xtatuvchi moddalar kiradi. Penetrantlar eng texnologiyabob, bexatar, alanga olmaydi va yuzadan oddiy yuvish orqali osongina ketkaziladigan moddalardir. Ammo osongina yuvib ketkazilishi ularning asosiy kamchiligidir, chunki bunda suyuqlikning bir qismi nuqsonlar bo'shliqlaridan ham chiqib ketadi, bu esa tekshirishning sezgiriligini 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 sezgiriligi yuqori bo'lishini ta'minlaydi.

Penetrantni pulverizator yoki yumshoq mo'yqalam yordamida qoplash eng maqsadga muvofiqdir. Bunda tutib turish vaqti, hosil bo'lgan nuqsonlarning kattaligidan qat'iy nazar, 5 daqiqadan oshmasligi kerak.

Nuqsonlarni aniqlash. Kapillyar 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.

"Xo'l" usul kontsentrangan suspenziya, ya'ni uchuvchan erituvchilar (kerosin, benzol va boshqalar), suv yoki ularning aralashmasida qorilgan (disperslangan) oq kukun kurinishidagi ochiltirgichdan foydalanishga asoslangan.

Metalga 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,

tekshirishlayotgan yuzadan nuqsonning indikator qatlami bilan osongina ajralib chiqadi. Tasmasimon ochiltirgich texnologiyabop va eng muhimi, defektogramma olish, uni buyumdan alohida tahlil qilish (tekshirish) hamda tekshirishning ob'yektiv hujjati sifatida saqlash imkonini beradi.

O'z-o'zidan ochiltirish usulining ikki varianti bo'ladi. Kukunsiz (kristall-fluorofor) variantda detal lyuminoforming organik kristallarining uchuvchan erituvchidagi eritmasiga botiriladi, keyin indikator suyuqlikdan chiqarib olinadi. Erituvchi tezda bug'lanib ketadi, lyuminofor kristallari esa nuqsonning chetlariga o'tiradi. Bu kristallar ultratovush nurlanishi ta'sirida yorqin lyuminesstentlanadi. Butun detalning fonida yorug'lanishni bartaraf qilish uchun unga maxsus ingibitor eritmasi bilan ishlov beriladi, bu eritma yuzadagi lyuminesstentsiyani o'chiradi, ammo nuqsonning kapillyar ho'shliqlariga kirib borgan lyuminoformga deyarli ta'sir ko'rsatmaydi.

Ushbu ochiltirish usulining yana bir turi o'zo'zidan ochiltiradigan variantdir. Bunda shimdirish va tozalashdan keyin detal qizdiriladi, bu esa ochiltirishning o'rmini bosadi. Detal qizdirilganda maxsus indikator suyuqlik nuqsonning bo'shlig'idan chiqib, qotadi va ultrabinafsha rang nurlanish ta'sirida lyuminesstentlovchi indikator izini hosil qiladi.

Keng ko'lamda foydalanish uchun tavsiya etiluvchi defektoskopik materiallar to'plamlari.

Rangli diagnostika (RD) uchun to'plam (penetrant, tozalagich, ochiltirgich) - 350-450 ml li aerosollar shaklida:

“Mega Check”

“Клевеп”

“AEROPEN Red”

“Sherwin”

“MAGNAFLUX SK3-S Kit”

Элитест

Ultrabinafsha (lyuminesstent) usul uchun to'plam (penetrant, tozalagich, ochiltirgich)-350-450 ml li aerosollar shaklida:

“AEROPEN UV”

“Элитест П10”, П81, ПР20

“MAGNAFLUX ZL” (ZL15B, 19, 56, 60C, 60D)

1 litr penetrantga defektoskopiya materiallarining sarfi:

Penetrant 100 m² ga 7 l

Emulgator 100 m² ga 1 l

“Quruq” ochiltirgich: suv bilan yuviladigan penetrant uchun 40 g, keyinchalik emulsifikatsiyalanadigan penetrant uchun 40-50 g.

“Хо‘л” ochiltirgich: suv bilan yuviladigan penetrant uchun 175 g, keyinchalik emulsifikatsiyalanadigan penetrant uchun 143 – 175 g.

1 m² tekshirilayotgan yuza uchun Rossiyada ishlab chiqariladigan defektoskopiya materiallarining taxminiy sarflari normalari, litrda:

Yuvadigan eritmalar	2
Etil spirti (yog'sizlantirish uchun)	0,1
Penetrant	0,6
Tozalagich	0,45
Ochiltirgich	0,55

7.1-jadval

1 m² tekshirilayotgan yuza uchun xorijda ishlab chiqariladigan defektoskopiya materiallarining taxminiy sarflari normalari

Tekshirish usuli	Defektoskopiya materiali	1 m ² yuzaga sarfi, ml	1 m payvand birikmasi uzunligiga, ml
aerozol	Penetrant	500 - 600	50 - 70
	Ochiltirgich	250 - 350	20 - 40
	Tozalagich	800 - 1000	80 - 100
qo'lda	Penetrant	600 - 800	60 - 80
	Ochiltirgich	300 - 500	30 - 50
	Tozalagich	1000 - 1500	100 - 150

Izoh: To'pponcha-bo'yoq sepuvchi ishlatilganda defektoskopiya materiallarining sarfi taxminan aerosol usulga teng bo'ladi.

Defektoskopiya materiallarining taxminiy sarfi

Texnologik operatsiyalar	Defektoskopiya materiallari	1 m ² tekshirilayotgan yuza uchun defektoskopiya materiallarining taxminiy sarflari normalari, litrda	
		Qo'l usulida	Aerozol usulida
Yuzani tekshirishga tayyorlash	atseton, spirt va h.k.	0,2	0,2
Indikatorli penetrant bilan ishlov berish	И213; И103 «СИМ»; «СИМ-ЛЮМ»	0,3	O'ramida ko'rsatilgan
Indikatorli penetrantni yo'qotish	M101	8-10	8-10
Ochiltirgichni surtish	П101; П104 «СИМ»; «СИМ-ЛЮМ»	0,2	O'ramida ko'rsatilgan

Indikatorli penetrantlarni tayyorlash.

1. Indikatorli penetrant*: to'q-qizil yog'da eriydigan bo'yovchi (5 g) "Ж" ni (500 ml) skipidarda 60 °C haroratida 30 minut davomida suv hammomida eritiladi; qizil rangli, yog'da eriydigan bo'yovchi (5 g) "С" ni (200 ml) kerosin va (300 ml) benzinda 60 °C haroratida 30 minut davomida suv hammomida eritiladi. Olingan eritmalar atrof-muhit haroratigacha sovutilib, aralashtiriladi. Hosil bo'lgan penetrantni bir necha qavat doka yoki mayda elak orqali filtrlab, tayyorlanganidan so'ng bir sutkadan keyin ishlatiladi.

2. Indikatorli penetrant*: "СИМ" to'plami tarkibida chiqariladi.

3. ЛЖ - 18НВ indikatorli penetranti quyish yo'li bilan chiqariladi, tozalagich ОЖ-7А va ПП- 15А ochiltirgich bilan komplektda.

“AEROPEN UV”

“Элитест П10”, П81, ПР20

“MAGNAFLUX ZL” (ZL15B, 19, 56, 60C, 60D)

1 litr penetrantga defektoskopiya materiallarining sarfi:

Penetrant 100 m² ga 7 l

Emulgator 100 m² ga 1 l

“Quruq” ochiltirgich: suv bilan yuviladigan penetrant uchun 40 g, keyinchalik emulsifikatsiyalanadigan penetrant uchun 40-50 g.

“Xo‘l” ochiltirgich: suv bilan yuviladigan penetrant uchun 175 g, keyinchalik emulsifikatsiyalanadigan penetrant uchun 143 – 175 g.

1 m² tekshirilayotgan yuza uchun Rossiyada ishlab chiqariladigan defektoskopiya materiallarining taxminiy sarflari normalari, litrda:

Yuvadigan eritmalar	2
Etil spirti (yog‘sizlantirish uchun)	0,1
Penetrant	0,6
Tozalagich	0,45
Ochiltirgich	0,55

7.1-jadval

1 m² tekshirilayotgan yuza uchun xorijda ishlab chiqariladigan defektoskopiya materiallarining taxminiy sarflari normalari

Tekshirish usuli	Defektoskopiya materiali	1 m ² yuzaga sarfi, ml	1 m payvand birikmasi uzunligiga, ml
aerozol	Penetrant	500 - 600	50 - 70
	Ochiltirgich	250 - 350	20 - 40
	Tozalagich	800 - 1000	80 - 100
qo‘lda	Penetrant	600 - 800	60 - 80
	Ochiltirgich	300 - 500	30 - 50
	Tozalagich	1000 - 1500	100 - 150

Izoh: To‘pponcha-bo‘yoq sepuvchi ishlatilganda defektoskopiya materiallarining sarfi taxminan aerosol usulga teng bo‘ladi.

Defektoskopiya materiallarining taxminiy sarfi

Texnologik operatsiyalar	Defektoskopiya materiallari	1 m ² tekshirilayotgan yuza uchun defektoskopiya materiallarining taxminiy sarflari normalari, litrda	
		Qo'! usulida	Aerozol usulida
Yuzani tekshirishga tayyorlash	atseton, spirt va h.k.	0,2	0,2
Indikatorli penetrant bilan ishlov berish	И213; И103 «СММ»; «СММ-ЛЮМ»	0,3	O'ramida ko'rsatilgan
Indikatorli penetrantni yo'qotish	M101	8-10	8-10
Ochiltirgichni surtish	П101; П104 «СММ»; «СММ-ЛЮМ»	0,2	O'ramida ko'rsatilgan

Indikatorli penetrantlarni tayyorlash.

1. Indikatorli penetrant*: to'q-qizil yog'da eriydigan bo'yovchi (5 g) "Ж" ni (500 ml) skipidarda 60 °C haroratida 30 minut davomida suv hammomida eritiladi; qizil rangli, yog'da eriydigan bo'yovchi (5 g) "С" ni (200 ml) kerosin va (300 ml) benzinda 60 °C haroratida 30 minut davomida suv hammomida eritiladi. Olingan eritmalar atrof-muhit haroratigacha sovutilib, aralashtiriladi. Hosil bo'lgan penetrantni bir necha qavat doka yoki mayda elak orqali filtrlab, tayyorlanganidan so'ng bir sutkadan keyin ishlatiladi.

2. Indikatorli penetrant*: "СММ" to'plami tarkibida chiqariladi.

3. ЛЖ - 18HB indikatorli penetranti quyish yo'li bilan chiqariladi, tozalagich ОЖ-7А va ГП- 15А ochiltirgich bilan komplektda.

4. JДK-6A indikatorli penetranti quyish yo'li bilan chiqariladi, tozalagich OЖ-1M va ПП-1 ochiltirgich bilan komplektda.

5. Indikatorli penetrant "qizil sizib o'tuvchi suyuqlik "K" quyish yo'li bilan chiqariladi, ЛМ-15B bilan komplektda.

6. Indikatorli penetrant JДK-20B quyish yo'li bilan chiqariladi, tozalagich OЖ-7A va ПП-15A ochiltirgich bilan komplektda.

7. Indikatorli penetrant JДK-27C quyish yo'li bilan chiqariladi, tozalagich OЖ-7A va ПП-15A ochiltirgich bilan komplektda.

Tozalagichlarni tayyorlash.

1. Tozalagich*: har qanday rusumli kukunsimon sintetik yuvish vositasi (5 g) 1000 ml suvda eritiladi.

2. Tozalagich*: etil spirti.

3. Tozalagich*: atseton.

4. Tozalagich OЖ-7A quyish yo'li bilan chiqariladi.

5. Tozalagich OЖ-1M quyish yo'li bilan chiqariladi.

Ochiltirgichlarni tayyorlash.

1. Ochiltirgich*: 250 g kaolinga 1000 ml spirt qo'shib, bir xil massa xolatigacha aralashtiriladi.

2. Ochiltirgich*: 250 g kaolinga 20 g suvsizlantirilgan natriy karbonati (kaltsinirlangan soda) va 1000 ml spirt qo'shib, bir xil massa xolatigacha aralashtiriladi.

3. Ochiltirgich*: quyish yo'li bilan chiqariladi.

4. Ochiltirgich ПП - 15 quyish yo'li bilan chiqariladi. (Ochiltirgich ПП-15 yuzadan tozalagich*, yoki uch foizli АФ-9-12 neonolning suvdagi eritmasi va suv bilan yo'qotiladi).

5. Ochiltirgich ПП-1 quyish yo'li bilan chiqariladi.

6. Ochiltirgich "Oq ochiltiruvchi bo'yoq M" quyish yo'li bilan chiqariladi.

Indikatorli penetrantlarni laboratoriyalarda havo tortuvchi shkalalarda, yoki boshqa, zarur qurilma bilan jixozlangan va texnika xavfsizligi qoidalariga amal qilib, maxsus ajratilgan honada tayyorlash tavsiya etiladi.

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

RD da asosan suspenziyalar ko'rinishidagi kukunsimon sorbentlar va ochiltiruvchi oq loklar ishlatiladi. Lok ochiltirgichlarning sezgirligi yuqoridir.

Aniqlanadigan nuqsonlarning o'lchamiga qarab DSt18442-80 da sezgirlikning to'rtta shartli darajasi belgilab qo'yilgan. Sezgirlikning shartli darajasini baholash uchun tabiiy yoki sun'iy nuqsonli test-namunalardan foydalaniladi. Silliqlash rejimi noto'g'ri bo'lganda yuzaga kelgan darzlari bo'lgan namunalardan test-namunalar sifatida eng ko'p foydalaniladi.

7.3-jadval

Sezgirlikning shartli darajalari

Sezgirlikning shartli darajasi	Nuqsonning o'lchamlari, μm		
	eni	chuqurligi	uzunligi
I	<1	≤ 10	$\leq 0,1$
II	≤ 10	≤ 100	≤ 1
III	≤ 100	≤ 1000	≤ 10
IV	100 va undan ortiq	1000 va undan ortiq	10 va undan ortiq

Yuzaga ochiltirgich qoplangandan so'ng u iliq havo oqimi bilan quritilib, keyin buyumning yuzasi ko'zdan kechiriladi. Ko'zdan kechirish ikki marta ochiltirgich qoplangandan keyin 5 va 20 daqiqa o'tgandan so'ng amalga oshiriladi. LD da buyum ultrabinafsha rang nurlanish bilan yoritilgan holda ko'zdan kechiriladi. RD da ko'zdan kechirish elektr va kunduzgi yorug'likda olib boriladi. Ish o'rmining yoritilganlik darajasi 500 lux dan kam bo'lmisligi lozim.

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

Indikator izlarining rasmi va joylashish topografiyasi nuqsonning turi haqida ancha ishonch bilan fikr bildirishga imkon beradi. Masalan, har qanday darzlar, qilsimon yoriqlar, ezilgan, payvandlanmay, kavsharlanmay qolgan joylar, oksid pardalari turli shakldagi aniq, ba'zan esa uzuq-uzuq, bo'yalgan yoki lyuminesentshtanuvchi 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'lar, yuvilib ketgan tilimlar ko'rinishida namoyon bo'ladi. G'ovaklar, yarasimon korroziya, kristallitlararo korroziyaning ayrim o'choqlari, erroziyadan 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 mumkin. Nazoratchining vazifasi bu sohta 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. Tekshirib bo'lingandan so'ng buyum yuzasi erituvchilar bilan artib, yuvib va boshqa usullar bilan ochiltirgichdan tozalanadi.

Nazorat qilish chog'ida endigina paydo bo'layotgan, yo'qolib boradigan darajada ingichka mikrodarzlarni aniqlashga katta e'tibor qaratiladi. Bunday mikrodarzlar gabsorbtion usulda aniqlanishi mumkin. Yuzasidagi nuqsonlar bo'shliqlarini havo molekulalaridan holil qilish uchun buyum vakuum kamerasiga joylanadi. Keyin kamera radioaktiv kripton-85 gazi kiritiladi. Bunda yuzadagi nuqsonlar gaz molekulalarini yutib oladi. Keyin buyum kameradan olinib, yuzasiga nurlanish detektori (masalan, yuqori daraja sezgir radioaktiv yoki fotoplyonka) qo'yiladi. Radioaktiv gaz to'plangan joylarda, ya'ni nuqsonlarda

plyonka yorishadi, va unga fotoishlov berilganda suratda yuzadagi nuqsonlarning vizual tasviri paydo bo'ladi. Kelajakda ushbu usul yordamida, mahalliy vakuum kameralaridan foydalanib, yirik buyumlarning uzun payvand birikmalarini tekshirish mumkin.

Apparatlar. Sanoatda har xil turdagi ko'chma va ko'chmas (statsionar) defektoskoplar ishlab chiqariladi. Ko'chma КД-40ЛЛ aerosol komplektining kelajagi eng porloqdir. U buyumlarni dala, sex va laboratoriya sharoitida rangli, lyuminestsent va lyuminestsent-rangli usullarda tekshirishga mo'ljallangan. Komplektga qismlarga ajraladigan aerosol ballonlari kiradi, ularni komplektga kiruvchi zaryadlash stendida defektoskopik materiallar bilan ko'p marta to'ldirish mumkin. Ballonlar uch to'plamga butlangan bo'lib, ulardan bittasi elektr yordamida qizdiriladi, bu esa atrof-muhit harorati 50-40 °C bo'lganda ham tekshirishga imkon beradi. Komplektga КД-33Л ultrabinafsha rang nurlatgichi ham kiradi.

RD uchun, ishlar hajmi kichik bo'lganda, ДМК-4, ДАК-2Л ko'chma defektoskoplaridan foydalaniladi. ДМК-4 jomadon ko'rinishida yasalgan bo'lib, unda uyalar va bo'lmalar bor bo'lib, ularga ishlatiladigan erituvchilar, bo'yoq va suyuqlik solingan idishlarni tekshirish uchun kerakli 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 laboratoriyalar stendlarida tekshirish uchun qator operatsiyalarni avtomatlashtirish va mexanizatsiyalashtirishga imkon beruvchi ko'chmas defektoskoplardan keng ko'lamda foydalaniladi. Mazkur defektoskoplar rolganglar, buyumlarni tekshirishga mexanizatsiyalashtirilgan usulda uzatish uchun transportyorlar, purkash kameralari, kuchli yoritgichlar va boshqa qurilmalar bilan ta'minlangan.

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

Rangli va lyuminestsent nazorati usullaridagi havfsizlik talablari

Kapillyar defektoskopiyanı amalga oshirish paytida tekshiruvchilar zaharli va yonuvchi moddalarga tegishadi, bu moddalar nafas olish organlari va teri orqali organizmga kirib, salbiy oqibatlarğa olib kelishi mumkin. Bunga yo'l qo'ymaslik uchun buyumlarni rangli usulda tekshirish ishlari jomakor: xalat, bosh kiyimi va tibbiy rezinka qo'lqop kiyib bajarilmog'i lozim. Qo'llarni ochiltiruvchi lokdan himoyalash uchun ular havoda parda hosil qiluvchi pastalar bilan qoplanadi. Ish tugandan so'ng bu "biologik" qo'lqop suv bilan yuvib ketkaziladi. Defektoskopik suyuqliklar, masalan, purkagich bilan sepish vaqtida operatorning yuzi va ko'zlariga tushmasligi kerak.

Kapillyar usullar bilan tekshirishga mo'ljallangan ish o'rinlari havoni bir soatda kamida 3 marta almashtiradigan umumiy va mahalliy shamollatish qurilmalari bilan jihazlanmog'i darkor. Ish o'rnida sovuq va issiq suv hamda siqilgan havo bo'lishi kerak. Yopiq konstruksiyalarning ichki yuzalarini tekshirish chog'ida erituvchilar bug'lari ko'p miqdorda to'planib qolmasligi uchun, tekshirilayotgan ob'yektning ichiga toza havo uzluksiz yuborib turilmog'i lozim.

Lyuminestsent defektoskopiyasida ultrabinafsharang nurlanish zararli ta'siming qo'shimcha manbai hisoblanadi, u odam terisiga yutilganda unda bioximik va biofizik o'zgarishlarni keltirib chiqaradi. Bundan tashqari, ultrabinafsha rang nurlanish ko'z muhiti fluorestsentsiyalanishiga 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 havfsizligini ta'minlash uchun ultrabinafsharang yoritgichlar korpuslari yerga ulanmog'i darkor.

Kapillyar defektoskopiyanı o'tkazishda yong'in havfsizligi 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 harcha 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. Kapillyar defektoskopiya uchun mo'ljallangan, freon bilan to'ldirilgan aerosol ballonlari yong'in va juda zaharlilik jihatidan muayyan darajada havfli hisoblanadi. Garchi bu gazning o'zi zaharli bo'lmasa ham, havodagi miqdori ko'p bo'lganda operatorlarda bo'g'ilish alomatlarini kuzatiladi, freon ayrim qizigan metallar bilan kontaktga kirishganda esa zaharli gazlar yuzaga keladi. Bunday hollarda nafas olish yo'llari respiratorlar yoki protivogazlar bilan himoyalinishi darkor. Zararli moddalarning chekli joiz miqdori "Sanaot korxonalarini loyihalashning sanitariya me'yorlari" da keltirilgan.

Nazorat olib borilayotgan joy yaqinida ovqatlanish man etiladi. Ovqatlanishdan oldin va ish tugagandan keyin qo'llar iliq suv bilan sovunlab yuvilmog'i lozim. Qo'lni yuvish uchun kerosin, benzin va boshqa organik erituvchilardan foydalanish taqiqlanadi. Kapillyar defektosopiya olib boriladigan xonalarga elektr bilan qizdirish asboblari o'rnatish mumkin emas.

Nazorat savollar

1. Rangli sifat nazorati va lyuminestsent nazorati usullari qanday fizik xodisaga asoslangan?
2. Defektoskopik materiallarning tarkibi va vazifasini ayting.
3. Rangli sifat nazorati va lyuminestsent nazoratining asosiy texnologik operatsiyalarini sanab bering.
4. Rangli sifat nazorati va lyuminestsent nazorati uchun mo'ljallangan uskunalarini sanab o'ting.

8-BOB. GERMETIKLIGINI NAZORAT QILISH

8.1. O'tkazuvchanlika sinash

Tutash turdagi buyumlar (idishlar, o'tkazgich quvurlar) 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 farron nuqsonlar orqali osongina kiradigan va ko'z bilan yoki asboblal orqali sizishni izlagichlar, hamda boshqa qayd qilish vositalari yordamida yaxshi farq qilinadigan sinov moddalarl (suyuqlik yoki gazlar) dan foydalanib, amalga oshiriladi.

Sizishni izlash hilan nazorat qilish payvand birikmalardagi va buyunining asosiy metallidagi darzlar, payvandlanmay qolgan joylar, gazli g'ovaklar, teshiklar, kuygan joylar va shu kabi farron nuqsonlarni aniqlashga imkon beradi. Farron 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 izlasb bilan tekshirish DSt 18353-73 ga muvofiq kapillyar, kompression va vakuum usullariga tasniflanadi, hu usullar esa, o'z navbatida, sinov moddasini indikatsiyalash turi va usullari, apparatlar turi hamda qo'llanilish hususiyatlariga ko'ra 8.1-jadvalda keltirilgan xillarga ajratiladi.

Sizishni izlashning qaysi usulini tanlash kerakligi sinaladigan ob'yektlarning zichligi darajasiga qo'yiladigan talablarga, qobiqqa gazdan tushadigan ish yuki (nagruzka) ning yo'nalishi va qiymatiga, ishlatishga ruxsat etiladigan sinov moddalariga qarab aniqlanadi.

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

Germetiklik sinflari

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

Kapilyar usullar. Kapilyar tekshirish usullari xo'llash qobiliyati yuqori bo'lgan suyuqlikning farron nuqsonlarga kapilyar kirishi hodisasiga asoslangan. Tekshirishda buyumning iflosliklardan tozalangan bir yuzasiga kirib boradigan suyuqlik surtiladi ikkinchi yuzasiga esa tarkibida suvoq ko'rinishidagi shimiluvchi qoplama qoplanadi.

8.2. Kerosin, siqilgan havo va sovun pufaklari bilan sinash

Kerosin bilan sinash usuli. Nazorat qilinayotgan yuzaga yani payvand chokiga kerosin mo'l qilib surtiladi, ikkinchi yuzasiga esa tarkibida 1 l suv hisobiga 350-480 g yanchilgan bo'r (yoki kaolin) bo'lgan bo'r suvoq ko'rinishidagi shimiluvchi qoplama qoplanadi. Shu holatda ma'lum vaqt tutib

turilgandan so'ng, nazorat qilinayotgan birikma ko'zdan kechirilib, bo'r suvoqdagi sariq kerosin dog'lari bo'yicha farron nuqsonlar aniqlanadi. Kerosin dog'lari aniqlanishini yaxshilash uchun ko'pincha yorqin qizil bo'yovchi moddalar (masalan, 1 l kerosinga 2,5 g hisobida "Цытан-III") yoki lyuminesstenlanuvchi moddalar qo'shiladi. Kerosin bilan sinash usuli diametri 0,1 mm dan katta bo'lgan farron nuqsonlarni samarali aniqlash imkonini beradi. Ba'zan tekshirishning sezgirligi va unumdorligini oshirish uchun sinalayotgan buyumning yuzasi kerosin bilan ho'llangandan so'ng 0,3-0,4 MPa bosim ostida siqilgan havo bilan puflanadi. Bunday ortiqcha bosim ostida kerosin nuqsonning bo'shliqlariga osonroq va tezroq kiradi.

Kerosin bilan sinash usuli suyuqlik solinadigan idishlar, neft rezervuarlari, sistemalar va payvand choklariga ikkala tomondan yaqinlashish mumkin bo'lgan boshqa buyumlarning payvand birikmalarini tekshirishda qo'llaniladi.

Sizishni izlashning boshqa kapillyar usullari penetrantlar - bo'yovchi moddalar (rangli usul) yoki lyuminoforlardan (lyuminescent usuli) foydalanishga asoslangan.

Kompression usullar

Kompression tekshirish 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 tekshirishda majburiy usul sifatida qo'llaniladi. Tekshirilayotgan 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 tekshirish 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 tekshirilmog'i zarur.

Lyuminestsent-gidravlik usul kompression usulning bir turidir. Uning farqi shundaki, sinov moddasining tarkibiga lyuminofofor 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 lyuminestsent modda, masalan, suv tekanda lyuminestsentlanadigan fluorestsinning dinatriyli tuzi va suvni uzoq vaqt ushlab turuvchi sorbent (kraxmal) bo'ladi. Bunday qoplamada farron nuqsonli joy ultrabinafsharang yorug'likda yashil yorug'lanish ko'rinishida namoyon 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 tekshirishda maxsus sinov stendlaridan foydalaniladi.

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 tekshiriladi.

Gaz bilan sizishni izlash usullari. Bu usullar suyuqlik bilan izlash usullariga nisbatan sezgirroqdir, chunki sinov moddalari - gazlar farron nuqsonlar orqali osonroq o'tadi. Tekshirishning gazli usullari faqat tutash (berk) idishlarni sinash uchun qo'llaniladi.

Sovun pufaklari bilan sinash. Gazli usullarning eng oddiyi 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).

turilgandan so'ng, nazorat qilinayotgan birikma ko'zdan kechirilib, bo'r suvoqdagi sariq kerosin dog'lari bo'yicha farron nuqsonlar aniqlanadi. Kerosin dog'lari aniqlanishini yaxshilash uchun ko'pincha yorqin qizil bo'yovchi moddalar (masalan, 1 l kerosinga 2,5 g hisobida "Судан-III") yoki lyuminestsentlanuvchi moddalar qo'shiladi. Kerosin bilan sinash usuli diametri 0,1 mm dan katta bo'lgan farron nuqsonlarni samarali aniqlash imkonini beradi. Ba'zan tekshirishning sezgirligi va unumdorligini oshirish uchun sinalayotgan buyumning yuzasi kerosin bilan ho'llangandan so'ng 0,3-0,4 MPa bosim ostida siqilgan havo bilan puflanadi. Bunday ortiqcha bosim ostida kerosin nuqsonning bo'shliqlariga osonroq va tezroq kiradi.

Kerosin bilan sinash usuli suyuqlik solinadigan idishlar, neft rezervuarlari, sisternalar va payvand choklariga ikkala tomondan yaqinlashish mumkin bo'lgan boshqa buyumlarning payvand birikmalarini tekshirishda qo'llaniladi.

Sizishni izlashning boshqa kapillyar usullari penetrantlar - bo'yovchi moddalar (rangli usul) yoki lyuminoforlardan (lyuminestsent usuli) foydalanishga asoslangan.

Kompression usullar

Kompression tekshirish 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 tekshirishda majburiy usul sifatida qo'llaniladi. Tekshirilayotgan 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 tekshirish 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 tekshirilinmogi zarur.

Lyuminescent-gidravlik usul kompression usulning bir turidir. Uning farqi shundaki, sinov moddasining tarkibiga lyuminofor qo'shiladi va buyumning tashqi yuzasi ultrabinafsharang yorug'likda ko'zdan kechiriladi.

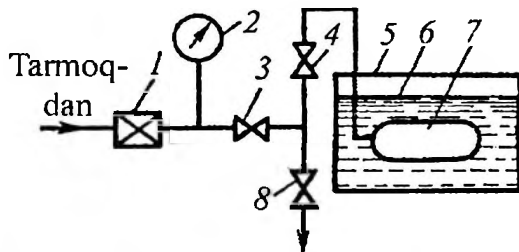
Gidravlik nazorat usulida nuqsonlar yaxshiroq aniqlanishi uchun ba'zan buyumning tashqi yuzasiga indikator qatlam qoplanadi, bu qatlamning tarkibida lyuminescent modda, masalan, suv tekkanda lyuminescentlanadigan fluorestsinning dinatriyli tuzi va suvni uzoq vaqt ushlab turuvchi sorbent (kraxmal) bo'ladi. Bunday qoplamada farron nuqsonli joy ultrabinafsharang yorug'likda yashil yorug'lanish ko'rinishida namoyon 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 tekshirishda maxsus sinov stendlaridan foydalaniladi.

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 tekshiriladi.

Gaz bilan sizishni izlash usullari. Bu usullar suyuqlik bilan izlash usullariga nisbatan sezgirroqdir, chunki sinov moddalari - gazlar farron nuqsonlar orqali osonroq o'tadi. Tekshirishning gazli usullari faqat tutash (berk) idishlarni sinash uchun qo'llaniladi.

Sovun pufaklari bilan sinash. 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).



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

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

Agar buyum katta bo'lsa va vannaga sig'masa, u holda buyumning tashqi yuzasiga ko'pik hosil qiluvchi modda (sovun eritmasi) 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 diametrli ancha mayda sizish joylarini aniqlashga imkon beradi.

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

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

Sinov moddasi sifatida CO_2 dan foydalanilganda chokning tashqi yuzasiga qog'oz tasma o'rniqa quyidagi tarkibli indikator massa qoplanadi (massa qismida): distillyat - 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-lyuminestsent usulida tekshirish juda texnologiyabopdir. Idish sinov gazi, masalan CO_2 va ammiak bilan to'yingan, tuzsizlantirilgan suv bilan to'ldiriladi. Tekshirilayotgan buyumning tashqi yuzasiga shimiluvchi indikator qoplama surtiladi, qoplamaning tarkibida sinov gazi bilan to'qnash kelganda yangi indikatorni hosil qiluvchi kimyoviy moddalar bor bo'lib, bu indikator ultrabinafsharang nurlanishda fluorestsentsiyalaydi.

Kompression tekshirish usullarining eng oddiysi manometrik usuldir. Mazkur usul idishning zichligi buzilganda uning ichida sodir bo'luvchi bosim o'zgarishini manometrlar yordamida muayyan vaqt mobaynida qayd qilishdan iborat. Usul zichlikning tahminiy bahosini beradi, ammo bosim ostida ishlaydigan foydalanilayotgan uskunalarni hech qanday qo'shimcha operatsiyalarsiz vaqt-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.

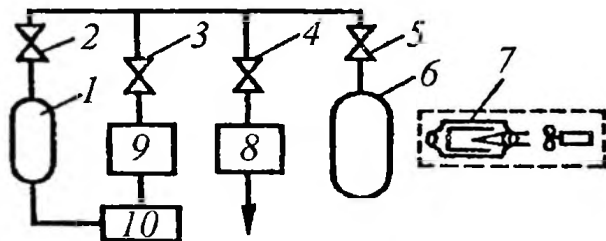
Galoid bilan izlash usulida sinov gazi sifatida freon-12 (florning galoidli elementi asosidagi kimyoviy birikma) dan foydalaniladi. Uning kirib borish qobiliyati yuqoridir. Sizishni galoid bilan izlashda indikator vazifasini elektron asbob o'taydi. Uning tarkibida platina diod ko'rinishidagi sezgir element bo'lib, elementning zondi va kollektori $800-900\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha qizdirilgan va bir-biridan havo yoki vakuumdan iborat oraliq bilan ajratilgan bo'ladi.

Ana shu oraliqqa freon molekullari tushganda, diod orqali o'tayotgan elektr toki keskin ortadi, buni strelkali asbob qayd kiladi. Sanoatda ГТН-6 va БГТН-5 turidagi galoid bilan sizishni izlagichlar ishlab chiqariladi, ular bir biridan konstruksion ijrosi bilan farq qiladi. Keyingi paytda 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 indikator (telefon) bo'lgan o'lchash blokidan tuzilgan. Asbobda asosiy atmosfera datchikidan tashqari, vakuum datchigi, oqimi rostlanadigan chiqarma puflagich va qayd qiluvchi blok bor.

БГТИ-5 turidagi sizishni izlagich akkumulyatorlar 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).



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 - tekshirilayotgan buyum; 7 - galogen bilan sizishni izlashda ishlatiladigan atmosfera datchigi bo'lgan shchup; 8 - mexanik vakuum nasosi; 9 – kompressor; 10 - kondensator.

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 molekulyar massasi kichik va binobarin, juda mayda nozichliklardan kirish qobiliyati yaxshi bo'lgan

geliy **gazi** o'taydi. Gaz mass-spektrometr vositasida indikatsiyalanadi. Sinalayotgan buyumdagi farron 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 korpus ichiga joylangan katod, ionizator, diafragma va kollektordan tuzilgan. Mass-spektrometr ga tushayotgan gaz molekulalari qizigan katoddan 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 indikator (sirena bilan) qayd qiladi. Mass-spektrometr tekshirilayotgan buyumdagi nozichliklar orqali o'tib, asbobga tushgan juda ham kam miqdordagi geliy atomlarini qayd qilish imkonini beradi. Zichlikni geliyli shchup bilan tekshirish sezgirliги $10^{-6} \text{ mm}^3 \text{ MPa/s}$ 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. Sezgirliги (qayd qiladigan eng kam geliy oqimi) $6,5 \cdot 10^{-9} \text{ mm}^3 \text{ MPa/s}$ bo'lgan ITT-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 press-spektrometr kamerasiga o'tishiga to'sqinlik qiladi. Hozirgi vaqtda sezgirliги anchagina yuqori bo'lgan geliy bilan sizishni izlagichlar (ITT-10) dan tobora keng foydalanilmoqda. Unda elektron avtomatik potentsiometr ga chiqish simi bor. Sizishni izlagich kalibrlangan geliy sizmalari bilan ta'minlangan bo'lib, ular uni sozlash uchun hizmat qiladi.

Gazli infraqizil sizishni izlagichlarning kelajagi porloqdir. Ularda tahlil qilinadigan komponent infraqizil nurlanishining tanlab yutilishiga asoslangan

gazlarni indikatsiyalash usullaridan foydalaniladi. Har hil 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 angidrid gazi zararlari 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.

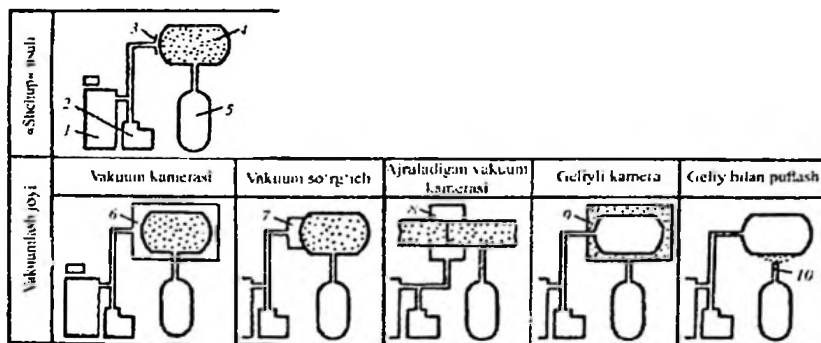
ТП-7102 turidagi katarometrik (gaz-analitik) sizishni izlagich sinov gazlari (vodorod, geliy) ning atmosferaga sirqiyotganini indikator muhitning issiqlik o'tkazuvchanligi o'zgarishiga qarab qayd qiladi. U ikkita yelkasiga ikkita sezgir element ulangan Uitson ko'prigi sxemasiga muvofiq yig'ilgan bo'lib,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

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

8.3. Nazoratning vakuum usuli

Vakuum bo'yicha sizishni izlash usuli nazorat qilinadigan buyumning tutash hajmida vakuumning pasayishini, yoki ana shu hajmda paydo bo'lgan sinov gazi molekulalarini 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 xollarda esa yaltiraguncha silliqiladi.

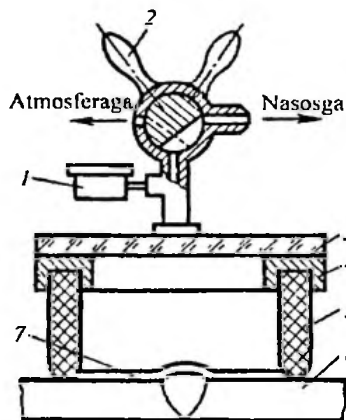
Buyumning tuzilishi va shakliga qarab tekshirishning bir necha printsiplial sxemalari qo'llaniladi (8.4-rasm).



8.4-rasm. Vakuum yordamida sizishni izlashning printsiptial sxemalari:

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

Geliyli kamera va vakuumli so'rg'ichlar bilan nazorat qilish eng keng tarqalgan. Birinchi holda nazorat qilinadigan buyum geliy bilan to'ldirilgan kamerga joylanib, zarur bosimgacha vakuum hosil qilinadi va zichligi buzilgan buyum ichida geliy ionlari 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).



8.5-rasm. Zichlikni vakuum kamerasi yordamida tekshirish sxemasi:

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

Kamerada geliy ionlari paydo bo'lishi geliy bilan sizishni izlagich yordamida qayd qilinadi. Nazorat qilish usuli konstruktor aniqlaydigan 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 izlash 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 tekshirish yuqori darajada unumdor va ishonchli bo'lishini ta'minlovchi avtomatlashtirilgan stendlar yaratilib, amalda qo'llanilayapti.

Mamalakatimizda avtomatlashtirilgan qurilmalarning ikki turi mass-spektrometrik va manometrik qurilmalar keng ko'lamda qo'llaniladi. Bunday qurilmalar o'lchash majmui, shu jumladan sizishni izlagich, dastur bloki, yaroqsizga (brakka) chiqarish uzeli, yuklash qurilmasi va boshqalardan tashkil topadi. Masalan, avtomatlashtirilgan mass-spektrometrik YKTM-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 umumli avtomatlashtirilgan qurilmalar buyumlarning zichligini tekshirish uchun yangi usullar va asboblar yaratilishini talab qiladi.

Lazerli gaz-analitik usullar, golografik interferometriya, elektron ushlash detektorlari, yupqa plyonkali yarim o'tkazgichli detektorlar va boshqalardan foydalanilmoqda.

Sizishni izlash bilan sinashdagi havfsizlik talablari. Zichlikka sinashda, nazorat qilinayotgan buyum ichida ortiqcha bosim hosil qilinishi bilan bog'liq, bu usullar juda muhim hisoblanadi. Bunday usullar jumlasiga pnevmatik va gidravlik sinovlar kiradi. Sinovlarni o'tkazish jarayonida amaldagi "Bosim ostida ishlovchi idishlarni o'rnatish va ishlatish qoidalariga" amal qilinmog'i kerak. Ushbu koidalarga muvofiq sinovlarning quyidagi majburiy tartibi nazarda tutilgan: payvand va boshqa birikmalarni defektoskopik tekshirish; gidravlik yoki pnevmatik sinov; shundan so'ng buyumning boshqa turdagi sinovlari o'tkazilishi, shu jumladan zichligi tekshirilishi mumkin. Agar defektoskopiya qilish jarayonida nuqsonlar aniqlansa, ular bartaraf qilinmog'i lozim. Shundan keyin gidravlik yoki pnevmatik sinov (siqilgan havo yuborish) amalga oshiriladi. Gidravlik yoki pnevmatik sinov o'tkazilgandan va bosim kerakli darajagacha pasaygandan so'ng buyumning zichligi tekshirishi mumkin. Bunda ham yuqorida keltirilgan qoidalar talablariga rioya etilishi zarur. Siqilgan havo bilan zichlikni tekshirish jarayonida

ham gidravlik va pnevmatik sinovlar chog'ida bo'lgani kabi, buyumning taqillatib ko'rish taqiqlanadi. Buyumning zichligi buzilgan joylarini tuzatish va boshqa maromiga yetkazish ishlari undagi bosim pasaytirilgandan, hamda undan nazorat qilinayotgan yoki ish moddasi olib qo'yilgandan keyingina amalga oshirilmog'i darkor.

Geliy yoki galoid yordamida sizishni izlagichlar bilan ishlaganda birinchi navbatda ular yerga ulanishi va biriktiruvchi elektr kabellarini izolyatsiyasining sifati tekshirilishi kerak. Sinalayotgan qismlardagi zaglushkalar (so'ndirgichlar) puhta mahkamlangan va tashqi nuqsonlarsiz bo'lishi zarur. Galoid yordamida sizishni izlagichlar bilan tekshirish joyida qizigan yuzalar va ochiq alanga bo'lmasligi lozim, chunki ular mavjudligida freon parchalanib, xlorli va fluorli vodorod hamda fosgen hosil qiladi. Sizishni izlagichlar bilan nazorat qilish paytida tekshirish joyidan 5 m dan kam masofada payvandlash ishlari bajarilmasligi darkor. Sinov tugallangan zahoti gazli ballonlar yopib qo'yilmog'i lozim.

Nazorat savollari

1. Zichlikni nazorat qilishning asosiy usullarini ayting.
2. Usullarning sezgirligini foydalaniladigan sinov moddalari va indikatorga bog'liq holda o'zaro taqqoslang.
3. Kapillyar defekteskopiya amalga oshiriladigan ish o'rinlariga qanday talablar qo'yiladi?
4. Gidravlik va pnevmatik sinovlarni o'tkazish tartibini bayon qiling.

9-BOB. BUZIB NAZORAT QILISH USULLARI

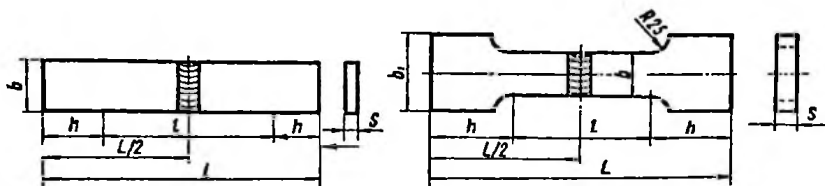
9.1. Mexanik sinovlar

Mexanik sinovlar payvandlangan birikmalarning mustaxkamligi va ishonchlilikini ko'rsatadi. Payvandlangan birikma va uning alohida xududlarini mexanik xossalarini aniqlashning asosiy usullari DST 6996-66 tomonidan belgilanadi. Bu standart bo'yicha normal, ba'zi hollarda esa past yoki yuqori haroratlarda statik va zarbiy sinovlarini o'tkazish belgilab qo'yilgan.

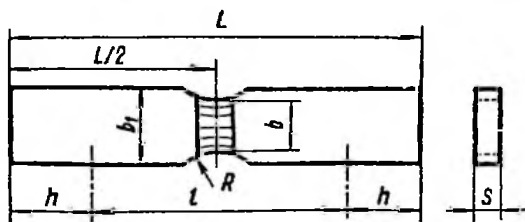
Yuqori mustaxkamlikka ega materiallardan tayyorlangan yoki past harorat va tebranuvchi yuklanish sharoitida ishlashga mo'ljallangan mas'uliyatli konstruksiyalarning payvand birikmalari uchun qo'shimcha ravishda mo'rt sinishga chidamlilik va toliqish mustaxkamligi bo'yicha sinovlar o'tkaziladi. Yuklanish xususiyati bo'yicha mexanik sinovlar quyidagi turlarga bo'linadi: statik sinov – unda kuch asta sekin ravishda oshadi yoki uzoq vaqt davomida doimiy bo'lib qoladi; dinamik sinov – unda kuch bir zumda oshadi va qisqa vaqt davomida ta'sir ko'rsatadi; toliqish sinovi – unda yuklanish qiymati va belgisi ko'p marotaba (o'nlab va millionlab sikllar) o'zgaradi.

Statik sinovlar. Statik sinovlarda uchma-uch birikmani cho'zishga sinash, eritib qoplangan metallni cho'zishga sinash, uchma-uch birikmani bukish, cho'ziluvchanlikka (polzuchest) sinash, qattqlikni aniqlash va boshqa sinovlar amalga oshiriladi.

Cho'zishga sinoshda vaqtinchalik qarshilik (σ_n), oquvchanlik chegarasi ($\sigma_{0.2}$) va nisbiy uzaish (δ) aniqlanadi. Payvand birikmaning vaqtinchalik qarshiligini (σ_n) ikki turdagi namunalarni cho'zish bilan aniqlanadi: chok balandligining olib tashlamasdan asosiy metall bilan taqqoslaganda chokning σ_n nisbiy qiymatini aniqlash uchun namuna (9.1-rasm); σ_n ning absolyut qiymatini chok balandligining olib tashlab aniqlash uchun namuna, bu buzilish joyini oldindan belgilab beradi (9.2-rasm).

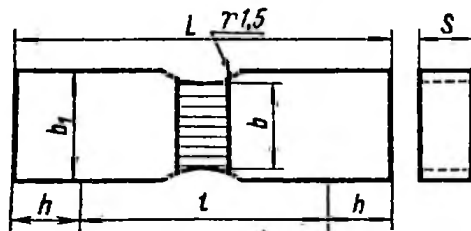


9.1-rasm. Chokning nisbiy mustaxkamligini aniqlash uchun namunalar



9.2-rasm. Chokning absolyut mustaxkamligini aniqlash uchun namuna

Agar payvandlangan birikmaning mustaxkamligi asosiy metallning mustaxkamligidan kam bo'lsa, u xolda yassi va uzunligi bo'yicha aylana qirgimga ega namunalardan foydalanishga ruxsat beriladi. Katta qalinlikga ega (30 mm dan ortiq) uchma-uch bikmalarning choklarini sinovdan o'tkazishda 9.3-rasmda keltirilgan namunalar qo'llaniladi. Payvandlangan birikma va eritib qoplangan metallning hududlarini sinash uchun ishchi qismi diametri 3-10 mm bo'lgan aylana shaklga ega namunalar ko'p qavatli eritib qoplangan birikmadan payvand chok uzunligi bo'ylab kesib olinadi va sinaladi.



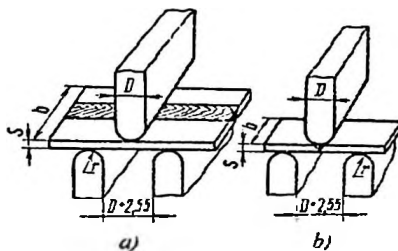
9.3-rasm. Katta qalinlikga ega choklarini sinovdan o'tkazish uchun namuna

Buzilishdagi vaqtinchalik qarshilik (σ_n) - bu namunaning buzilishdan oldingi eng yuqori yuklanishga mos keladigan kuchlanish qiymatini ifoda qiladi.

Oquvchanlik chegarasi ($\sigma_{0,2}$) namunani dastlabki uzunligini 0,2 % ga teng bo'lgan deformatsiyani xosil bo'lishidagi kuchlanish qiymati deb tushuniladi.

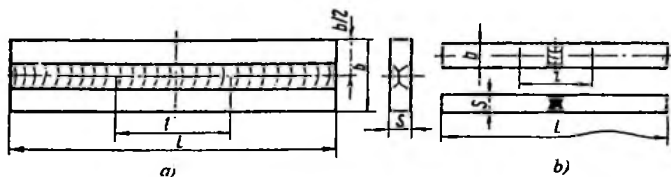
Namunaning nisbiy cho'zilishi (δ) - namunaning mutloq qoldiq cho'zilishining birlamchi uzunligiga nisbati sifatida aniqlanadi.

Birikmani bukib sinash, payvandlangan birikmaning egiluvchanligini aniqlash uchun ishlatiladi. Uchma-uch payvand birikmaning plastikligi namunani bukishga sinalganda birinchi xosil bo'lgan yoriq vaqtidagi namunaning egilish burchagi bilan aniqlanadi. Payvand choki bo'ylama va ko'ndalang joylashgan namunalarni sinov sxemasi 9.4-rasm. Sinov uchun namuna shakllari 9.5-rasmda keltirilgan. Amalda ko'p xollarda yassi namunalar o'rniqa quvursimon shaklga ega namunalar qo'llaniladi. Cho'zilgan zonada bir tomonlama choklarni sinovdan o'tkazishda metallning yuqori qatlami va ko'p qatlamli payvandlashda oxirgi payvandlangan chok joylashgan bo'lishi kerak. Mas'uliyatli konstruksiyalar uchun bukish burchagi 120-180° bo'lishi qoniqarli hisoblanadi. Yoriqlar bo'lmagan taqdirda, sinov yon tomonlari parallel bo'lguncha namunani egish bilan tugaydi.



9.4-rasm. Choklarni bukishga sinash sxemasi:

a - bo'ylama; b - ko'ndalang.



9.5-rasm. Egishga sinash uchun namunalar:

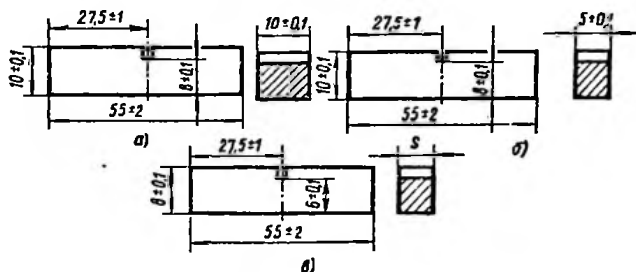
a - bo'ylama chokli; *b* - ko'ndalang chokli.

Qattqlikni o'lchash. Payvand choki va termik ta'sir zonasi tuzilishini aniqlash uchun, shuningdek payvandlangan birikma zonalar toblanish darajasi va notekis mexanik xususiyatlarini baholash uchun payvand chokining qattqligi o'lchanadi. Qattqlik, odatda, metallografik tahlil uchun tayyorlangan shliflarda uch xil usulda o'lchanadi: 1) 1,568 mm diametrli toblangan po'latdan tayyorlangan sharchani yoki eng yuqori qismi burchagi 120° ga teng olmos konusni yuzaga botirish bilan (Rokvell usuli); 2) asosi kvadrat to'rt qirrali va qarama-qarshi qirralar orasidagi burchak 136° li olmos piramida yuzaga botirilib (Vickers usuli); 3) ma'lum bir diametrdagi standart toblangan po'latdan ishlangan sharchani botirish bilan (Brinell usuli). Payvand chokning ko'ndalang kesimi bo'ylab qattqlikni o'lchash ikki yo'nalishda amalga oshiriladi: uchma-uch payvand birikmalar uchun chok markazi o'qidan bo'ylab asosgacha va chok markazidan asosiy metallgacha.

9.2. Termik ta'siri hududini va metall chokning zarbga sinalishi

Dinamik sinovlar. Dinamik sinovlarda namunalar zarb bilan bukish va toliqishga sinash bilan tekshiriladi. Zarb bilan bukish sinovlari ma'lum bir haroratda zarbiy qovushqoqligini aniqlash uchun amalga oshiriladi. Bukish sinovlari uchun namunalar DSt bo'yicha tanlanadi (9.6-rasm). Sinovning maqsadiga qarab, kesik payvand chokning o'qi bo'ylab, asosiy metall va chok

zonasi chegarasiga yoki termik ta'sir zonasiga joylashtiriladi. Sinovdan so'ng payvand chokdagi nuqsonlarni aniqlash namunadagi siniq tuzilishi tekshiriladi.



9.6-rasm. Zarbga sinash uchun namunalar.

Namunani toliqishga (chidamlilik) sinashda metallning egilish, cho'zilish va buralishda o'zgaruvchan yuklanishning ta'siriga qarshilik ko'rsatish qobiliyatini aniqlaydi. O'zgaruvchan yuklanishlar o'zgaruvchan kuchlanishlar amplitudasi bilan tavsiflanadi va bunga bog'liq xolda simmetrik, asimmetrik va pulsatsiyalanuvchi sikllarga ega bo'lishi mumkin. Sinovlar payvand birikma uzunligi bo'yicha kesilgan maxsus silindrsimon yoki yassi shakldagi va o'lchamdagi namunalarda o'tkaziladi va yuklanish o'q bo'ylab yo'naltiriladi. Bunday ko'rinishdagi sinovlarda chidamlilik chegarasi aniqlanadi; payvandlangan namuna buzilishigacha o'tgan sikllar soni toliqish mustaxkamligini miqdoriy bahosi xisoblanadi.

DSt 6996-66 tomonidan belgilangan sinovlardan tashqari, ba'zida boshqa mustaxkamlik xususiyatlarini aniqlash uchun qo'shimcha sinovlarni qo'llash kerak bo'ladi. Odatda, bu holda, ular sinov paytida namunalarni yuklash va ishlatish uchun, ular tuzilishi ishlab chiqilganlari bilan bir xil sharoitlarni yaratishga xarakat qilinadi.

9.3. Korroziyabardoshlikka sinov va kimyo tahlili

Korroziyabardoshlikka sinov. Korroziyaga sinashlar payvand birikma yoki uning alohida zonalarining turli xil muhitda ishlaganda korroziyaga chidamliligini aniqlash uchun o'tkaziladi. Umumiy (bir xil yoki bir xil bo'lmagan) va mahalliy (kristallararo) korroziya uchun sinovlar amalga oshiriladi.

Umumiy korroziya - bu agressiv muhitda metallning erishidir. O'zining tabiati bo'yicha umumiy korroziya bir tekis bo'lishi mumkin, unda asosiy metall va payvand chok bir xilda parchalanadi; notekis korroziyada payvand chok nisbatan tezroq, ayrim xolda asosiy metall va chok bilan asosiy metall chegarasi bo'yicha parchalanadi. Ushbu korroziya uglerodli va kam legirlangan po'latlar uchun xosdir. Metallning korroziyaga chidamliligini baholashning asosiy usullari quyidagilar:

- 1) vazn bo'yicha - sinovdan oldin va keyin namunalarni tortish va vazn yo'qotishini aniqlash ($\text{g/m}^2 \cdot \text{yil}$);
- 2) profilografik - profilni o'lchash;
- 3) elektrokimyoviy - elektrod potentsiallarini o'lchash;
- 4) cho'zish va bukish orqali mexanik sinovlar.

Vazn usul uchun sinovlar quyidagicha amalga oshiriladi. 50x200 mm o'lchamdagi ikkita plastina payvandlanadi, so'ng eni 15 mm bo'lgan polosalar kesiladi. Namunalar kuyindidan va qirralari tozalaniib so'ng qaynoq nitrat kislota solingan idishga yoki har xil konsentratsiyadagi oltingugurt va xlorid kislotalari eritmasiga solinadi. Muayyan vaqtdan so'ng (material va kislota kontsentratsiyasiga qarab 6-48 soat) namunalar olinadi va tortiladi.

Profilografik usul shundan iboratki, payvandlangan birikmalarning korroziya darajasi har bir namuna uchun agressiv muhit metalliga ta'sir qilishdan oldin va keyin oxirgi sirt profilini profil ko'rsatkichi bilan o'lchash asosida qurilgan profilogrammalar bilan aniqlanadi, natijada o'lchov natijalarini taqqoslanadi.

Korroziyaga chidamliligini aniqlashning elektrokimyoviy usuli ma'lum bir korroziya muhitda payvand chokining alohida zonalar orasidagi potentsial farqini aniqlashdan iborat.

Namunalarni cho'zish va bukish mexanik sinash usuli korroziya sinovlaridan oldin va keyin mustahkamligi va plastik xususiyatlarini taqqoslashdan iborat.

Mahalliy korroziya asosiy metallning issiqlik ta'sir qiladigan zonasida, payvandlash joyidan bir oz masofada, asosiy metallni payvandlash metalli bilan birlashma chizig'i bo'ylab (pichoq korroziyasi deb ataladi) va payvandlash metallida rivojlanishi mumkin. Mahalliy korroziya chokning alohida zonalar metallini ma'lum haroratgacha qizdirish natijasida yuzaga keladi. Ushbu turdagi korroziyaga austenit va austenit-ferrit po'latlari sezgir xisoblanadi. Mahalliy korroziyani baholash uchun DSt 6032-2017 tomonidan tartibga solinadigan bir necha usullar mavjud.

A usuli bo'yicha namunalar 110 g mis sulfat, 55 ml sulfat kislota va 1 litr suvdan iborat eritmada 24-72 soat davomida qaynatiladi. Qaynatilgandan keyin namunalar yuviladi va quritiladi, so'ngra 90° ga bukiladi. Bukilish joyida yoriqlar tarmog'ining mavjudligi payvandlangan birikmaning mahalliy korroziyaga moyilligini aniqlanadi.

AM usuli bo'yicha 24 soat davomida 160 g mis sulfat, 100 ml sulfat kislota va 1 l suv o'z ichiga olgan qaynoq eritmada olib boriladi. Ushbu eritmaga mis qirindisi qo'shiladi. Namunalar, 90° bukib sinovdan o'tkaziladi.

B usuli uchun A usuli bilan bir xil eritmadan foydalaniladi, ammo eritmaga 5 g rux kukuni qo'shiladi. Namunalar 144 soat davomida qaynatiladi so'gra 90° gacha bukiladi.

Γ usuli uchun ishlatiladigan eritma 10 % li azot kislotasidan va natriy floridning 2% eritmasidan iborat. Namunalar eritmada 80°C da 1 soat ushlab turiladi, shundan keyin eritma almashtiriladi va yana 1 soat saqlanadi. Yuvib bo'lgandan keyin namunalar 90° ga bukilib sinovdan o'tkaziladi.

Д usuli bo'yicha namunalar azot kislotasining 65% eritmasida har biri 48 soatlik uch siklda qaynatiladi. Har sikldan keyin eritma o'zgaradi. Korroziyaga chidamliligi har bir sinov sikli uchun $g/(m^2 \cdot soat)$ korroziya tezligi bilan belgilanadi.

Hozirgi vaqtda mahalliy kristallararo va pichoq korroziyasini baholash uchun ma'lum vaqt oralig'ida shliflarni makro- va mikrotekshiruvni o'tkazilib va yorilish xarakteri qayd etiladi.

Kimyo tahlili. Kimyoviy tahlil materiallarni tarkibi bo'yicha sifatini aniqlash, shuningdek payvand birikmadagi nuqsonlarning xosil bo'lish sabablarini aniqlash uchun qo'llaniladi. Payvandlangan birikmalarni tekshirishda odatda asosiy, qo'shimcha materiallar (elektrodlar va payvandlash simi) va eritilgan metallning kimyoviy tahlili amalga oshiriladi.

Chok metallini tahlil qilishda uglerod, kremniy, manganets va legirolovchi elementlar ma'lum bir payvandlash rejimi uchun tavsiya etilgan miqdorlarga mosligi. Bundan tashqari, po'lat tarkibidagi zararli elementlarning (oltingugurt, fosfor va boshqalar) ruxsat etilgan chegaralardan oshmasligini aniqlash zarur. Ba'zi hollarda, ayniqsa, yangi qoplama tarkibini yoki payvandlash texnologiyasini ishlab chiqishda, payvand chokining azot, kislorod va vodorod miqdori bo'yicha tahlil qilinadi.

Kimyoviy tahlil uchun namunalar DSt 7122-92 bo'yicha qirindi shaklida olinadi, shunda tarkibida asosiy metall miqdori bo'lmamligi zarur. Ba'zan qirindi mexanik sinov uchun mo'ljallangan namunalardan olinadi. Tahlil qilish uchun zarur bo'lgan qirindi massasi tahlil qilinadigan elementlar soniga qarab belgilanadi. Uglerodni tahlil qilish uchun 3-5 g, azot va kislorodni aniqlash uchun 50-60 g, to'liq tahlil qilish uchun esa 50 g qirindi etarli. Qirindi spirt yoki efir bilan yog'sizlantirilishi zarur. Kislorod va azot miqdori issiq ekstraksiya, metallni maxsus qurilmada vakuumda eritib aniqlanadi. Agar berilgan namunani kimyoviy tahlil qilishda shubhali natijalarga erishilsa, yana kamida ikkita namuna olinadi.

Namuna olish qiyin bo'lganda, payvand chokining kimyoviy tarkibi spektral analiz bilan aniqlanadi, bu esa payvandlash metallini tashkil etuvchi

elementlarning miqdoriy tarkibini yuqori aniqlik bilan aniqlashga imkon beradi. Spektral analizda namuna yuzasida yoy xosil qilinadi. Yoyga tushgan metall bug'lari analitik chiziqlarga ajraladigan o'z spektrini beradi. Ushbu liniyalar etalonlar bilan taqqoslanib, qotishmadagi elementlarning miqdoriy va sifat tarkibi aniqlanadi.

Metallarning strukturasi o'rganish usullaridan biri bu radioaktiv izotoplar qo'llash usulidir. Ko'pincha oltingugurt va fosfor izotoplari payvand chok metall tarkibini tahlil qilish uchun qo'llaniladi. Radioaktiv izotoplar payvand chokiga sim yoki asosiy metall orqali kiritiladi. Radioaktiv izotoplarni o'z ichiga olgan chokdan shliflar hosil qilinadi, ular fotografiya plyonkasiga yoki fotografik qog'ozga tushiriladi. Shlif izi izotoplarning tarqalish xususiyatini ko'rsatadi. Plyonka maksimal qorayishi izotoplarning eng yuqori konsentratsiyasiga to'g'ri keladi. Izotoplarning tarqalish xususiyatini bilib, payvandlash metallining tarkibidagi mos kladigan elementning taqsimlanishini va chokka o'tishda ushbu elementlarning kuyishini kuzatish mumkin.

9.4. Metallografik tadqiqoti

Metallografik tekshirishlar payvand chokning tuzilishini aniqlash uchun o'tkaziladi. Payvand birikma metallining tuzilishini o'rganib, payvandlash rejimlarini tanlashning to'g'riligini, payvand chok sifatini belgilaydigan elektrodlar, flyuslar, qo'shimcha metall va boshqa omillarni aniqlash, shuningdek payvandlash nuqsonlarini aniqlash va ularning paydo bo'lish sabablarini aniqlash mumkin. Payvandlangan birikmaning to'liq metallografik tahlili payvandlangan metallning makro- va mikrostrukturasi, termik ta'sir zonani va asosiy metallning tuzilishini aniqlashni o'rganishdan iborat bo'lishi kerak.

Payvand birikmaning makrostrukturasi o'rganish. Makrostrukturaviy tahlil – ma'lum bir payvandlash usuli bilan bajarilgan payvand birikmaning sifatini dastlabki baholashdir. Payvandlangan birikmalarning makrostrukturasi ko'z bilan kuzatish yoki shu birikmalardan kesilgan va tayyorlangan makroshliflar

yuzasini o'ttiz marta kattalashtirib tekshiriladi. Payvandlangan birikmalarning makrostrukturasi mexanik sinovlardan so'ng payvandlangan namunalarning siniqlarida ham o'rganish mumkin. Makrotekshiruv yordamida chokning shakli va o'lchamlarini, uning tuzilishini, xamda chok va asosiy metallda turli erimay qolgan joylar, yoriqlar, shlak qo'shilmalari, gaz g'ovaklari va boshqa nuqsonlarning mavjudligini aniqlash mumkin.

Makrostrukturani o'rganishda, payvand birikma chokining ko'ndalang kesim tekisligidanidan templeta kesib olinib undan shlif ishlanadi. Ba'zan, payvandlash vannasida chok kristallanishining xususiyatini aniqlash uchun, chokning bo'ylama o'qi bo'ylab shlif olinadi. Shlif o'lchamlari shunday bo'lishi kerakki, uning yuzasi payvand chokining qirqimini to'liq o'z ichiga olishi kerak. Shliflar uchun namunalar chok boshidan yoki oxiridan 20-30 mm qismida kesib olinadi. Qattiq metallardan (po'latdan) tayyorlangan templeta yuzasi kislotada kuydirilishidan oldin tekislanadi va silliqilanadi. Yumshoq materiallarning yuzasi arra bilan qirqib tayyorlanadi, so'ngra qumqog'ozda silliqilanadi.

Kimyoviy kuydirish uchun kislotalar, tuzlar va ishqorlarning eritmalari ishlatiladi. Makroshlifni kimyoviy kuydirish natijasida payvand choki va asosiy metall o'rtaidagi, termik ta'sir hududi bilan termik ta'sir etmagan qolgan hudud orasidagi, ko'p qatlamli payvandlashdagi alohida qatlamlar orasidagi chegaralar aniq ko'rinishi kerak. Katta makroshliflarni kuydirish maxsus shkaflarda yuzasiga reagent bilan, kichiklari esa eritmaga botirish orqali amalga oshiriladi. Makrostrukturani o'rganishda kislotalar, kislota aralashmasi yoki kislotani xlor tuzlari bilan aralashmalarida chuqur singdirish orqali yaxshi natijalar olish mumkin. Anorganik kislotalardan nitrat kislota eng universal hisoblanadi. Uglerodli po'latdan tayyorlangan payvandlangan birikmalarni chuqur kuydirish uchun azot kislotasining 50 % suvli eritmasi ishlatiladi. Ushbu reaktiv tarkibida nikel bo'lgan po'latlar uchun ishlatiladi. Xrom bo'lgan po'latlarni kuydirish uchun xlorid kislotaning 50 % suvli eritmasidan foydalanish kerak. Har xil po'latlarni kuydirish uchun eng yaxshi universal reaktivlardan biri bu nitrat kislota va xlor tuzlari aralashmasidan iborat bo'lgan reaktiv qo'llaniladi.

Kam uglerodli, kam va o'rta legirlangan po'latlarda kristallanish qatlamlarini aniqlash uchun oltingugurt, xrom yoki pikrin kislota eritmalarida foydalaniladi.

Chuqur kuydirish xususiyatiga ega reaktivlardan tashqari, har xil kimyoviy nobirjinslikni aniqlash uchun mis ionlarini o'z ichiga olgan sirtni qayta ishlash reagentlari ishlatiladi. Mis bilan qoplangan reagentlar oltingugurt va fosforغا boy joylarni aniq ajratib turadi. Odatda ular yuzasi boshqa yuzalardan ajralib turadi.

Metall tarkibidagi oltingugurt va fosforni aniqlash uchun iz qoldirish usuli qo'llaniladi, bu usul quyidagicha amalga oshiriladi. Tayyorlangan makroshlifga avvaldan tayyorlangan sulfat kislotaning 5 % suvli eritmasida 8-10 daqiqa ushlab turilgan kumush bromidli fotografik qog'oz siqib turiladi. 3-5 daqiqadan so'ng, qog'oz ehtiyotkorlik bilan olib tashlanadi va fiksatsiya qilinadi. Oltingugurt qo'shimchalari bilan ta'sir qiladigan joylarda qog'oz jigarrang rangga kirib o'zgaradi. Qog'oz o'miga fotografik plyonkadan foydalanish mumkin, bu esa olingan natijani ko'paytirishga imkon beradi.

Fotosurat qog'ozga bosib chiqarish usullaridan foydalangan holda, metall tarkibiga oltingugurt, fosfor va temir oksidlarini aniqlabgina qolmay, balki chokning qo'pol nuqsonlari - darzlar va erimay qolgan joylarni ham aniqlash mumkin. Shlifdagi chuqur kuydirilgan naqshni tipografik usulda tezda qog'ozga o'tkazish mumkin. Buning uchun rezina tiqini yordamida yupqa bosma siyoh qatlami bilan qoplanadi va qavariq joylardan bo'yoqlarni quruq mato bilan artib tashlanadi. Keyin nam oq qog'oz rezina ustiga qo'yilib, tayyorlangan qism ustiga oldindan tayyorlanga shlifni joylab pressda qisiladi.

Makrostrukturani payvand chok buzilish joylaridan xam ko'rish mumkin. Payvand choklarining buzilish joylari namunalarning mexanik va texnologik sinovlaridan so'ng, shuningdek payvandlangan detallarning buzilishdan keyin tekshiriladi. Chokning ajralgan qismiga qarab - plastik yoki mo'rtligi xarakterini, shuningdek payvandlash nuqsonlari — g'ovaklar, bo'shliqlar, nometall qo'shimchalar, erimay qolgan joylar va darzlarni aniqlash mumkin. Yaltiroq bo'lmagan tolali kulrang xarakter yuqori plastiklik va zarbiy qovushqoqlikni,

yaltiroq yirik donli sinish esa zarbiy qovushqoqligi past bo'lgan mo'rt metallni tavsiflaydi. Sinishdagi yorug' dog'lari (oksidli pardalar) ham nuqson hisoblanib ma'lum fizik tekshiruv usullarining deyarli hech biri tomonidan aniqlanmaydi.

Payvandlangan birikmalarning mikrostrukturasini o'rganish. Mikrostrukturani o'rganish, makrostrukturani o'rganishga qaraganda, payvandlangan birikmaning tuzilishini yanada chuqur o'rganish imkonini beradi. Payvand chokining mikrostrukturasidan quyidagilarni aniqlash mumkin: 1) eritilgan metallning tuzilishi, yuqori xarorat ta'sir qiladigan zona tuzilishi; 2) eritilgan, asosiy metallda shuningdek payvand chokining turli hududlarida uglerodning taxminiy miqdori; 3) payvand choki va termik ta'sir zonani taxminiy payvandlash rejimi va sovutish tezligi; 4) payvand chokining qatlamlari soni, chok va tuzilishdagi nuqsonlar.

Payvand choklarning mikrostrukturasini o'rganish uchun namunalarni kesish makroanalizda bo'lgani kabi amalga oshiriladi. Mikroshlif yuzasining o'lchamlari 20x20 mm dan oshmasligi kerak. Namunalarning mikrostrukturasini o'rganish ko'pincha optik mikroskoplar yordamida amalga oshiriladi. Tekshiriladigan sirt juda ehtiyotkorlik bilan tayyorlanishi kerak — ya'ni silliqlangan bo'ladi. Yuzani tayyorlash bir necha ketma-ket bosqichlardan iborat: sirtni silliqlash mashinasida yoki qum toshida qo'lda ishlov berish, o'lchami kichik bo'lgan silliqlash qog'ozi bilan ishlov berish va yakuniy ishlov — yuzaga mato yordamida xrom oksidi yoki alyuminiy oksidi eritmasi bilan ishlov berish.

Mikrostrukturani ko'rish uchun yuza oz miqdorda kuydiriladi, natijada ishlov berilgan yuza qatlamining chuqurligi 10 mikrondan oshmaydi. Mikrostrukturani kimyoviy kuydirish bilan aniqlash tamoyillari, makrostruktura bilan bir xil bo'ladi. Mikrostruktura optik mikroskoplarda 50-2000 barobar kattalashtirib va elektron mikroskoplarda 100000 barobargacha kattalashtirib o'rganiladi, shu sababli kislota bilan ishlov berish natijasida olingan relyef chuqurligi juda kichik bo'lishi kerak. Shuning uchun strukturani ko'rishda faolligi past reaktivlardan foydalaniladi, ular asta-sekin juda yupqa qatlamlarni emiradi. Kam uglerodli, uglerodli, past va o'rta legirlangan po'latlar yuzasini ishlov

berishda ko'p xollarda kislotalarning spirt eritmasidan foydalaniladi. Eng keng tarqalgan eritma - etil spirtidagi 2-5 % azot kislotasidir.

Yuzaga kislota bilan ishlov berish quyidagi tarzda amalga oshiriladi. Ehtiyotkorlik bilan silliqlangan va spirt bilan tozalangan namuna yuzasi reagentga botiriladi va kerakli vaqt davomida ushlab turiladi. Ushlab turish muddati, birinchi navbatda, metallning kimyoviy tarkibiga bog'liq. Metall tarkibidagi legirlovchi elementlar ko'p bo'lsa, u holda vaqt uzoqroq bo'ladi. Metallning strukturaviy holati ham katta ahamiyatga ega. Troostit va troostosorbit tezroq, ferrit va martensit sekinroq kuydiriladi. Strukturaning tashkil etuvchilarini yuqori kattalashtirishda o'rganish uchun shlif yuzasi sifatli kuydirilishi lozim, bunda pikrin kislotasining eritmalaridan foydalaniladi. Alyuminiy qotishmalarining payvand birikmalari mikrostrukturasini o'rganishda, reagent sifatida plavik kislotaning 0,5 % suvli eritmasi qo'llaniladi.

Zanglamaydigan po'latlarning payvand birikmalarini mikrostrukturalarini tahlili uchun elektr bilan ishlov berish keng tarqalgan; bu holda, mikrostrukturaga an'anaviy ishlov berishdan ko'ra ancha ravon tarzda ochiladi.

Odatda mikrostrukturani tahlil qilish ushbu ketma-ketlikda amalga oshiriladi. Silliqlangandan so'ng, gaz g'ovaklari, oksidli plyonkalar bilan ifloslanishini va chokda mikrodarzar mavjudligini aniqlash uchun 100-500 barobar kattalashtiruvchi mikroskop ostida tekshiriladi. Mikroshlif oq fonida nometall qo'shilmalar qora dog'lar ko'rinishida bo'ladi. Mikrodarzar ingichka qora egri chiziqlar shaklida ko'rinadi. Kislota bilan ishlov berilgandan so'ng mikroshlif mikroskop ostida tekshiriladi va butun ko'ndalang hudud bo'ylab payvandlash strukturasi aniqlanadi (strukturaviy tarkibiy qismlarning turi va nisbati, karbidlar, nitridlar, sulfidlar va oksid qo'shimchalarining mavjudligi va tarqalishi).

Nazorat savollari

1. Mexanik sinovlarning turlarini sanab o'ting.
2. Makro va mikroanalizning o'ziga xos xususiyatlarini ko'rsating.
3. Kimyoviy tahlil va korrozion sinovlar o'tkazishdan maqsadi nima?

GLOSSARIY

Bo'ylama to'liqlar – muhit zarralari to'liqning tarqalish yo'nalishi bo'ylab tebransa, bo'ylama to'liqlar deyiladi.

Darzlar – payvand birikma yoki chokidagi uzilish ko'rinishidagi qisman mahalliy nuqsonlardir.

Dinamik sinovlar – namunalar zarb bilan bukish va toliqishga sinash bilan tekshiriladigan sinovlardir.

Eritib payvandlash – bu payvandlash jarayoni hisoblanib, bunda biriktirilayotgan metall suyuq holatda ya'ni erish xaroratidan yuqori xaroratda bo'ladi.

Elektron blok – yuqori chastotali kuchlanishning zondlovchi impulslarini yuzaga keltirish, nuqsondan qaytarilgan aks-sado signallarini kuchaytirish va o'zgartirish, hamda aks-sado signallarining amplituda-vaqt tavsiflarini elektron-nur trubkada yaqqol aks ettirish uchun mo'ljallangan qurilma.

Gamma-nurlanish – to'liq uzunligi $10^{-13} \div 4 \cdot 10^{-12}$ m bo'lgan elektromagnit tabiatiga ega radioaktiv elementlar yadrolarining (izotoplarning) yemirilishi natijasida paydo bo'ladigan nurlanish.

Kapillyar usullar – xo'llash qobiliyati yuqori bo'lgan suyuqlikning farron nuqsonlarga kapillyar kirishi hodisasiga asoslangan usullardir.

Kesmalar – asosiy metallda chokning chetlari bo'ylab ketuvchi chuqurliklardan (ariqchalardan) iborat bo'lgan nuqsonlar.

Kompression usullar – sinalayotgan buyumda sinov moddasining ortiqcha bosimini hosil qilish va buyumning tashqi yuzasida sinov moddasi sizayotgan joylarni qayd qilishga asoslangan usullardir.

Krater – payvandlash qo'qqisidan to'xtatilganda chok oxirida paydo bo'ladigan chuqurlik.

Kuyindilar – payvand chokida farron teshik ko'rinishdagi nuqsonlar.

Ko'ndalang to'liqlar – muhit zarralari to'liqning tarqalish yo'nalishiga perpendikulyar tarzda tebransa ko'ndalang to'liqlar deyiladi.

Lyuminestsentlanuvchi moddalar – ultrabinafsba yorug'lik bilan nurlantirilganda yorqin yorug'lanish beradigan moddalarga aytiladi.

Magnit usullari – ferromagnit materiallardan tayyorlangan magnitlangan buyumlarda yuzaga keluvchi sochilish magnit oqimini aniqlashga asoslangan usullardir.

Magnitografik usul – payvand chokning tekshiriladigan qismini va chok atrofini magnitlash va ayni paytda magnit maydonini magnit tasmaga yozib borish hamda keyin olingan axborotni undan magnitografik defektoskoplarning maxsus qurilmalari yordamida o'qishdan iborat bo'lgan usul.

Makrostruktura – metall namuna yuzasini ko'z bilan yoki o'ttiz marta kattalashtirib kuzatilganda ko'rinadigan tuzilishdir.

Mikrostruktura – metall namuna yuzasini bir necha marotaba (100 dan boshlab) kattalashtirib kuzatilganda ko'rinadigan tuzilishdir.

Nuqson – payvand choki yoki birikmasining normativ hujjatlar talablariga mos kelmasligi.

Neprovarlar (yaxshi pishmaganlar) – bu payvand birikmasida chetlarning to'liq erimasligi yoki avval bajarilgan valiklarning to'liq erimasligi oqibatida mahalliy erimaslik ko'rinishidagi nuqson.

Oqmalar – elektrodning erigan metalli erimagan asosiy metall ustiga oqib tushganda, yoki oldin bajarilgan valikka u bilan qorishmasdan oqib tushishi natijasida vujudga kelgan nuqsonlar.

Payvand birikma – payvand choki, birikish hududi va termik ta'sir hududidan tashkil topgan birikma.

Payvand chok – payvand birikmanig suyuqlanib keyinchalik kristallangan qismi.

Payvandlash flyusi – payvand yoyi va vannasini havodan himoya qilish xamda metallurgik jarayonlarda ishtrok etish uchun payvandlash zonasiga qo'shiladigan maxsus material.

Rentgen nurlanish – to'lqin uzunligi $6 \cdot 10^{-13} \div 10^{-9}$ m bo'lgan elektromagnit tabiatiga ega maxsus rentgen trubkasida xosil bo'ladigan nurlanish.

Ruxsat etilgan nuqson – payvand chokini mexanik va ekspluatatsion xossalarga ta'sir ko'rsatmaydigan va normativ-texnik hujjatlarda ruxsat etilgan nuqsonlar.

Ruxsat etilmagan nuqson – normativ-texnik hujjatlarda qat'iy ta'qiq etilgan nuqson.

Sifat nazorati – payvand birikmalari va buyumlarini normativ hujjatlar talablariga mos kelishligini tekshirish jarayoni.

Statik sinovlar – uchma-uch birikmani cho'zishga sinash, bukish, cho'ziluvchanlikka (polzuchest) sinash, qattqlikni aniqlash va boshqa sinovlarni amalga oshirilishiga aytiladi.

Shlakli qo'shilmalar – bu nometall moddalar (shlaklar, oksidlar) bilan to'ldirilgan uncha katta hajmga ega bo'lmagan nuqsonlar.

Termik ta'sir hudud – payvandlash jarayonida asosiy metall 1350 - 2000 °C ga qiziganda strukturasini va mexanik xossalari o'zgargan hudud.

To'liq uzunligi – bir xil tarzda (bir xil fazada) tebranayotgan eng yaqin zarralar o'rtasidagi oraliq tushuniladi.

Ultratovush to'liqlari – chastotasi inson qulog'ining eshitish bo'sag'asidan tashqarida yotuvchi, ya'ni 20000 Hz (20 KHz) bo'lgan qayishqoq tebranishlarning mexanik tebranishini aytiladi.

Ultratovush chastotasini – fazaning berilgan nuqtasidan xar soniyada o'tadigan to'liqlar soniga aytiladi.

Vakuum usuli – nazorat qilinayotgan buyumning tutash hajmida vakuumning pasayishini, yoki ana shu hajmda paydo bo'lgan sinov gazi molekulalarini qayd qilishga asoslangan usuldir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Edward R. Bohnart. Welding: Principles and Practices - American Welding Society - Connect Learn Success, 2012.
2. Weman K. Welding processes handbook. – Cambridge: Woodhead publishing limited, 2003.
3. Klein R. Welding: processes, quality, and applications. – New York: Nova Science Publishers, Inc, 2011.
4. Messler R. Principles of welding. - London: Wiley – Interscience, 2005.
5. Abralov M.M., Abralov M.A. Payvand birikmalari defektoskopiyasi. O'quv qo'llanma – T.: "NOSHIR", 2017 - 241b.
6. Abralov M.A., Dunyashin N.S., Abralov M.M., Ermatov Z.D. Eritib payvandlash texnologiyasi va jihozlari – T.: Voris, 2007.
7. Abralov M.A., Ermatov Z.D., Dunyashin N.S. Qo'lda yoyli payvandlash jihozlari – T.: O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti, 2012.
8. Абралов М.А., Дунышин Н.С., Эрматов З.Д., Абралов М.М. Технология и оборудование сварки плавлением - Т., 2014.
9. Колганов Л.А. Сварочные работы – М.: «Дашков и К», 2004.
10. Куркин С.А., Николаев Г.А. Сварные конструкции. Технология изготовления, механизация, автоматизация и контроль качества в сварочном производстве: Учебник– М.: Высш. шк., 2001.
11. Юхин Н.А. Дефекты сварных швов и соединений. М.: Союзлло, 2017.
12. www.welding.com

MUNDARIJA

Kirish.....	3
1-BOB. Payvand birikmalardagi nuqsonlar.....	4
1.1. Nuqsonlarning turlari va ko'rinishlari.....	4
1.2. Payvandlashdagi nuqsonlarning konstruksiyalar ish unumiga ta'siri.....	16
1.3. Nuqsonlarni tuzatish usullari.....	19
2-BOB. Payvandlashda dastlabki va joriy nazorat.....	22
2.1. Materiallarni dastlabki nazorat qilish.....	22
2.2. Qurilma va jihozlarni nazorat qilish.....	23
2.3. Texnologiyani nazorat qilish.....	24
2.4. Payvandchilar malakasini nazorat qilish.....	26
2.5. Payvand birikmalarni nazorat qilish usullari.....	27
3-BOB. Tashqi nazorat va vizual nazorat qilish.....	33
3.1. Tashqi nazorat va vizual nazorat afzalliklari.....	33
3.2. Zagotovka va yig'ilgan payvand detallarni nazorat qilish.....	33
3.3. Payvandlash jarayonini nazorat qilish.....	34
3.4. Tayyor birikmalarni nazorat qilish.....	34
4-BOB. Rentgen va gamma nurlari bilan nazorat qilish.....	37
4.1. Rentgen va gamma nurlari nazorati afzalliklari va xususiyatlari.....	37
4.2. Rentgen va gamma nurlari nazorati jihozlari.....	55
4.3. Radiatsion defektoskopiyaning zamonaviy usullari.....	86
5-BOB. Ultratovush yordamida nazorat qilish.....	99
5.1. Fizik asoslari.....	99
5.2. Soya usuli mohiyati.....	106
5.3. Ultratovush nazorati jihozlari.....	107
5.4. Ultratovush yordamida nazorat texnikasi.....	111

5.5. Ultratovush bilan tekshirishni mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish.....	133
6-BOB. Magnit usulda nazorat qilish.....	138
6.1. Magnit usulining fizik asoslari.....	138
6.2. Magnit induksiya usulining fizik mohiyati.....	140
6.3. Magnit kukuni usuli.....	141
6.4. Magnit usulda nazorati texnikasi va jihozlari.....	145
7-BOB. Rangli sifat nazorati va lyuminesstent nazorati.....	154
7.1. Rangli sifat nazorati va lyuminesstent nazorati usulining fizik mohiyati.....	154
7.2. Rangli sifat nazorati va lyuminesstent nazorati texnikasi va jihozlari.....	157
8-BOB. Germetikligini nazorat qilish.....	168
8.1. O'tkazuvchanlikka sinash.....	168
8.2. Kerosin, siqilgan havo va sovun pufaklari bilan sinash.....	169
8.3. Nazoratning vakuum usuli.....	176
9-BOB. Buzib nazorat qilish usullari.....	181
9.1. Mexanik sinovlar.....	181
9.2. Termik ta'siri muhitini va metall chokning zarbga sinalishi.....	184
9.3. Korroziyabardoshlik sinov va kimyo tahlili.....	186
9.4. Metallografik tadqiqoti.....	189
Glossariy	194
Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.....	197

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
ГЛАВА 1. Дефекты в сварных соединениях.....	4
1.1. Классификация дефектов.....	4
1.2. Влияние дефектов на производительность конструкций при сварных.....	16
1.3. Способы исправления дефектов.....	19
ГЛАВА 2. Предварительный и текущий контроль при сварке.....	22
2.1. Осуществление предварительного контроля материалов.....	22
2.2. Контроль оборудования и приспособлений.....	23
2.3. Контроль технологии.....	24
2.4. Контроль квалификации сварщиков.....	26
2.5. Способы контроля сварных соединений.....	27
ГЛАВА 3. Внешний и визуальный осмотр.....	33
3.1. Преимущества внешнего и визуального осмотра.....	33
3.2. Контроль заготовок и собранных под сварку деталей.....	33
3.3. Контроль процесса сварки.....	34
3.4. Контроль готовых сварных соединений.....	34
ГЛАВА 4. Контроль с помощью рентген и гамма – излучения.....	37
4.1. Преимущество и характеристика контроля рентгеном и гамма излучением.....	37
4.2. Оборудование для контроля рентгеном и гамма излучением.....	55
4.3. Современные методы радиационной дефектоскопии.....	86
ГЛАВА 5. Ультразвуковой контроль качества.....	99
5.1. Физические основы.....	99
5.2. Теневой метод ультразвукового контроля качества.....	106
5.3. Оборудование для ультразвукового контроля.....	107

5.4. Техника определения дефектов ультразвукового контроля...	111
5.5. Механизация и автоматизация ультразвукового контроля...	133
ГЛАВА 6. Магнитные способы контроля качества.....	138
6.1. Физические основы магнитных способов контроля.....	138
6.2. Физическая сущность магнитного индукционного способа контроля.....	140
6.3. Магнито-порошковый метод контроля.....	141
6.4. Методы выявления дефектов и оборудование магнитных способов контроля качества.....	145
ГЛАВА 7. Люминесцентный и цветной методы контроля качества.....	154
7.1. Физическая сущность люминесцентного и цветного метода контроля качества.....	154
7.2. Методы выявления дефектов и оборудование люминесцентного и цветного методов контроля качества.....	157
ГЛАВА 8. Контроль качества на герметичность.....	168
8.1. Контроль на непроницаемость.....	168
8.2. Контроль керосином, сжатым воздухом и мыльными пузырями.....	169
8.3. Вакуумный метод контроля.....	176
ГЛАВА 9. Разрушающие методы контроля	181
9.1. Механические испытания	181
9.2. Испытания зоны термического влияния и сварного шва на ударные нагрузки	184
9.3. Испытания на коррозионную стойкость и химический анализ.....	186
9.4. Металлографический анализ.....	189
Глоссарий.....	197
Список использованной литературы.....	197

THE CONTENTS

Introduction.....	3
CHAPTER 1. Defects in welded connections.....	4
1.1. Classification of defects.....	4
1.2. Influence of defects on productivity of designs at the welded.....	16
1.3. Ways of correction of defects.....	19
CHAPTER 2. Preliminary and flowing the control at welding.....	22
2.1. Realisation of the preliminary control of materials.....	22
2.2. The control of the equipment and adaptations.....	23
2.3. The technology control.....	24
2.4. The control of qualification of welders.....	26
2.5. The control of qualification of weld joint.....	27
CHAPTER 3. External and visual survey.....	33
3.1. Advantages of external and visual survey.....	33
3.2. The control of preparations and the details collected under welding.....	33
3.3. The control of process of welding.....	34
3.4. The control of ready welded connections.....	34
CHAPTER 4. The control by means of a X-ray and radiation scale.....	37
4.1. Advantage and the control characteristic X-ray and scale radiation.....	37
4.2. The equipment for the control a X-ray and scale radiation.....	55
4.3. Modern methods radiating defectoscopy.....	86
CHAPTER 5. Ultrasonic quality assurance.....	99
5.1. Physical bases.....	99
5.2. A shadow quality monitoring of quality.....	106
5.3. The equipment for the ultrasonic control.....	107

5.4. Technics of definition of defects of the ultrasonic the control.....	111
5.5. Mechanisation and automation of the ultrasonic the control.....	133
CHAPTER 6. Magnetic ways of quality assurance	138
6.1. Physical bases of magnetic ways of the control.....	138
6.2. Physical essence of the magnetic induction way of the control.....	140
6.3. The Magnito-powder quality monitoring.....	141
6.4. Methods of revealing of defects and the equipment magnetic ways of quality assurance.....	145
CHAPTER 7. Luminescent and colour methods quality assurance.....	154
7.1. Physical essence luminescent and colour quality quality monitoring.....	154
7.2. Methods of revealing of defects and the equipment luminescent and colour quality monitoring of quality.....	157
CHAPTER 8. Quality assurance on tightness.....	168
8.1. The control on tightness.....	168
8.2. The control the kerosene compressed by air and soap bubbles.....	169
8.3. A vacuum quality monitoring.....	176
CHAPTER 9. A destroying quality monitoring.....	181
9.1. Mechanical tests.....	181
9.2. Tests of a zone of thermal influence and a welded seam on shock loadings.....	184
9.3. Tests for corrosion firmness and the chemical analysis.....	186
9.4. The metallographic analysis.....	189
Glossary.....	194
The list of the used literature.....	197

Muzaffar Maxmudovich Abralov

Nikolay Sergeyevich Dunyashin

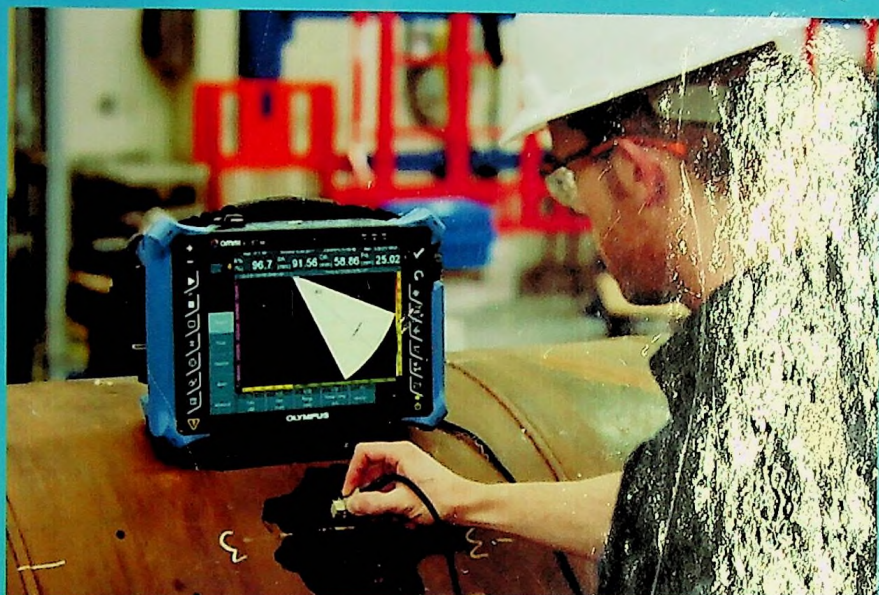
PAYVAND BIRIKMALARNING SIFAT NAZORATI

**5314800 – Payvandlash texnologiyasi va jihozlari ta'lim yo'nalishi
uchun darslik**

Muharrir A.M.Xuseynov

Bosishga ruxsat etildi 15.07.2021y. Bichimi 60X84 $\frac{1}{16}$.
Bosma tabog'i 12,75. Shartli bosma tabog'i 12,75. Adadi 50 nusxa.
Buyurtma №101. Bahosi kelishilgan narxda.
«Universitet» nashriyoti. Toshkent, Talabalar shaharchasi,
O'zMU ma'muriy binosi.
O'zbekiston Milliy universiteti bosmaxonasida bosildi.
Toshkent, Talabalar shaharchasi, O'zMU.

PAYVAND BIRIKMALARNING SIFAT NAZORATI



ISBN 978-9943-6917-2-8



9 789943 691728