



4.7 NEARDOMIEJI BANDYMO BŪDAI

Paruošė: I. Višniakas

Vilnius
2007

4.7	NEARDOMIEJI BANDYMO BŪDAI	IWT
-----	---------------------------	-----

Turinys

1. Defektų rūšys ir jų susidarymo priežastys	3
2. Gaminių paruošimo ir surinkimo defektai	3
3. Siūlių formos defektai	4
4. Išoriniai ir vidiniai makroskopiniai defektai	5
5. Defektų įvertinimas	11
6. Neardomieji kokybės kontrolės metodai	12
7. Vizualus kontrolės būdas	12
8. Kapiliariniai (prasiskverbimo) kontrolės būdai	16
9. Magnetiniai kontrolės būdai	19
10. Ultragarsiniai kontrolės būdai	22
11. Radiaciniai (rentgeno, gama spinduliais) kontrolės būdai	28
12. Hermetiškumo testavimas	40
13. Vamzdinų ir indų bandymas slėgiu	44
14. Neardomosios kontrolės metodo parinkimas	47
LITERATŪRA	51

1. Defektų rūšys ir jų susidarymo priežastys

Suvirinimo defektai ir jų atsiradimo priežastys suvirintuose sujungimuose yra labai įvairūs ir skiriasi priklausomai nuo metalo ir sujungimo būdo. Defektų buvimas suvirintuose sujungimuose gali būti jų suirimo priežastimi. Naudojant skirtingus kontrolės metodus, galima aptikti defektus ir vėliau juos pašalinti. Suvirintųjų sujungimų defektus galima sąlyginai suskirstyti į kelias pagrindines grupes:

- a) gaminių paruošimo ir surinkimo suvirinimui defektai;
- b) siūlių formos defektai;
- c) išoriniai ir vidiniai makroskopiniai defektai;
- d) sujungimo mikrostruktūros defektai.

Pagal standartą **EN ISO 6520-1:1998** defektai klasifikuojami į šešias grupes:

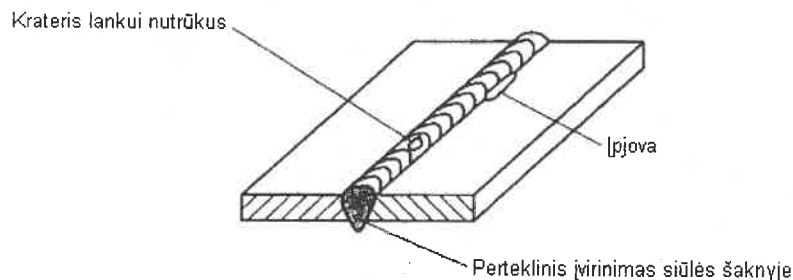
- 1 grupė. Plyšiai (100). Pastaba: trečias ir ketvirtas žymėjimo skaičiai rodo tikslesnį defekto apibūdinimą.
- 2 grupė. Tuštumos (200).
- 3 grupė. Kietieji intarpai (300).
- 4 grupė. Nesulydymas ir neįvirinimas (400).
- 5 grupė. Formos ir matmenų defektai (500).
- 6 grupė. Įvairūs defektai (600).

2. Gaminių paruošimo ir surinkimo defektai

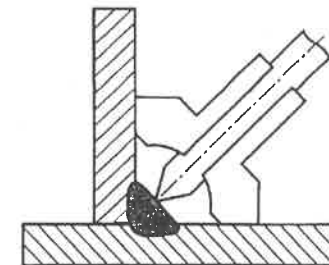
Gaminių paruošimo ir surinkimo suvirinimui lydant charakteringi defektai: neteisingai nusklembtos briaunos sandūrinėse siūlėse su V-, X- ir U- pavidalo briaunų paruošimu; nepastovus pagal siūlės ilgį briaunų nusklembimo kampas; šlakų intarpai ir nešvarumai metalo briaunose; per didelis, arba keičiantis tarpas pagal ilgį tarp briaunų, sandūros elementų nesutapimas pagal plokštumą ir kiti.

Šių defektų priežastimi gali būti staklių, kuriuose buvo apdirbamos paruošos, gedimai; medžiagų bloga kokybė; klaidos konstrukcijos brėžiniuose; žema surinkėjų kvalifikacija ir darbo kultūra.

Gaminių paruošimo surinkimui ir suvirinimui kontrolė atliekama vizualiai stebint ir matuojant instrumentais ir šablonais (pav.2.1 ir 2.2).



2.1 pav. Suvirintųjų siūlių vizuali kontrolė



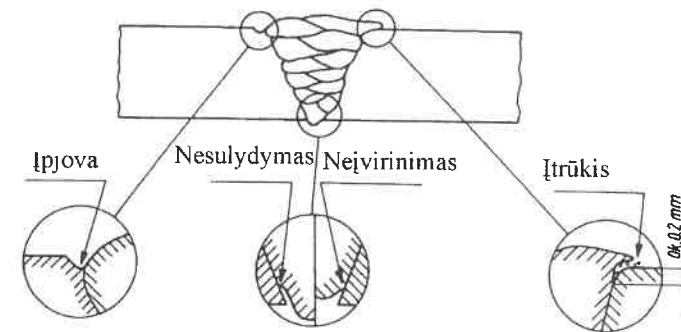
2.2 pav. Suvirintųjų siūlių matavimai

3. Siūlių formos defektai

Suvirinimo siūlių forma ir matmenys nustatomi techninių reikalavimų, nurodomi brėžiniuose ir reglamentuojami specifikacijomis ir standartais.

Atliktų siūlių neatitikimas užduotiems matmenims gali sumažinti suvirintųjų konstrukcijų stiprumą.

Bet kokių būdu lydant gauti suvirinimo sujungimai gali turėti nevienodą pagal ilgį plotį, aukštį, pakylimus arba aukščio sumažėjimą, per didelį šaknies įvirinimą ir pan. Kai kurie siūlių formos defektai pavaizduoti 3.1 pav.

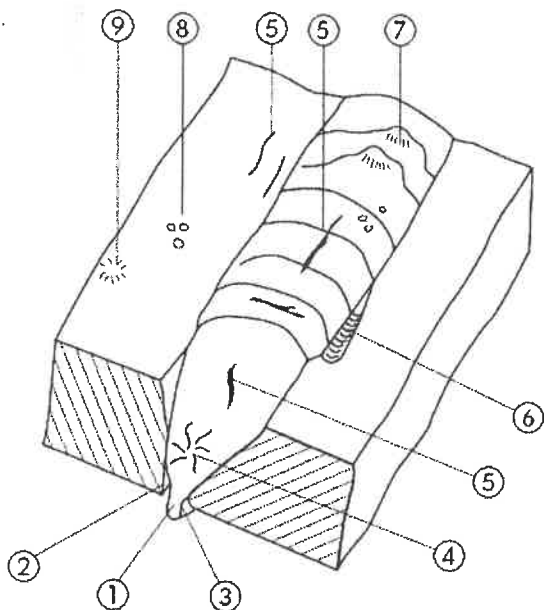


3.1 pav. Įpjova, nesulydymas ir neįvirinimas šaknyje, įtrūkis prie siūlės apdailos sluoksnio

Nurodyti siūlės formos defektai blogina siūlės išorinį vaizdą, gali sumažinti konstrukcijos stiprumą ir būti įtrūkių atsiradimo židinių. Suvirintųjų siūlių formos defektų priežastimi dažniausiai būna technologijos pažeidimai, žema suvirintojų kvalifikacija ir darbo kultūra, rečiau netinkamai parinktos suvirinimo medžiagos. Siūlių formos defektų buvimas rodo, kad siūlės viduje gali taip pat būti defektų.

4. Išoriniai ir vidiniai makroskopiniai defektai

Išoriniams priskiriami tokie defektai, kaip nelygus siūlės metalo paviršius ir siūlės matmenys, įpjovos, siūlės šaknies neįvirinimas, paviršiniai ir vidiniai plyšiai, pagrindinio metalo pradeginimas, neužvirinti krateriai, perteklinis įvirinimas, pusrslai ir t.t. Kai kurie išoriniai defektai pavaizduoti 4.1 pav.



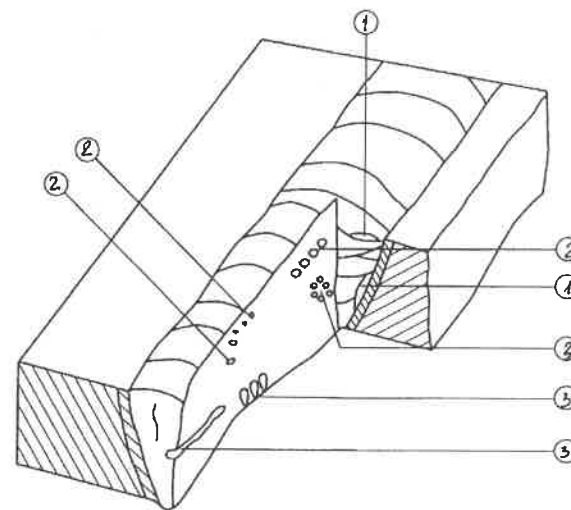
4.1 pav. Siūlių su V-pavidalo briaunų paruošimu išoriniai defektai: 1 – perteklinis įvirinimas; 2 – šaknies neįvirinimas; 3 – įpjova siūlės šaknyje; 4 – plyšiai neužvirintame kraterioje; 5 – plyšiai; 6 – įpjova; 7 – padidintas siūlės aukštis; 8 – metalo ištaškymas; 9 – lanko uždegimo vieta

Vidiniams defektams priskiriami: prilijdyto metalo poringumas, kietieji (šlakų) intarpai, metalo perkaitinimas, oksidų intarpai, vidiniai plyšiai, nesulydymai ir neįvirinimai. 4.2 pav. pateikti kai kurių vidinių defektų išsidėstymas siūlėje.

Nelygus siūlės metalo paviršius ir siūlės matmenys būna, kai virina nepatyręs suvirintojas. Elektrodo nevienodu greičiu perstumiamas suvirinimo krypties link, taip pat nevienodai paduodamas į suvirinimo zoną. Dėl to siūlės aukštis ir plotis pagal siūlės ilgį bus nevienodi, siūlės skerspjūvis neatitiks technologijoje nurodytų reikšmių. Taip pat siūlės metalo paviršius bus nelygus (padidintas žvynuotumas), kai prastai paruoštos briaunos suvirinimui. Tokios siūlės greičiau rūdija ir turi mažesnę stiprumą.

Įpjovos – netaisyklingi grioveliai ėjimo siūlės pakraščiuose pagrindiniame metalo arba anksčiau prilijdytame metalo. Įpjovos dažnai pasitaiko suvirinant per didelę srovę arba per ilgą lanką ir netinkamai pakreiptais elektrodais. Taip pat įpjovų atsiradimui turi įtaka srovės rūšis, elektrodo markė, sujungimo rūšis, suvirinimo padėtis ir t.t. Įpjovos dažniau pasitaiko suvirinant kampinės, tėjinės, horizontalės ir vertikalės siūlės, rečiau – suvirinant žemutinėje padėtyje.

Įpjovos sudaro vidinių įtempių vietinę koncentraciją, dėl ko gali vėliau atsirasti plyšiai. Tai ypač aktualu suvirinant gausiai legiruotus plienus. Svarbiuose konstrukcijose, kai įpjovų gylis viršija 0.5 mm, jie turi būti nušlifuoti.



4.2 pav. Siūlių su V-pavidalo briaunų paruošimu vidiniai defektai: 1 – neįvirinimas, 2 – poros; 3 – šlakų intarpai

Nesulydymas – nepakankamas siūlės ir pagrindinio metalo arba atskirų siūlės sluoksnių ryšys. **Neįvirinimas** – skirtumas tarp faktiškojo ir nominalaus įvirinimo. Nesulydymai yra pavojingi, sunkiai nustatomi defektai. Jie sumažina siūlės darbinį pjūvį, yra įtempių koncentratoriais, sumažina siūlės korozinį atsparumą, gali būti plyšių atsiradimo priežastimi. Neįvirinimai dažniau pasitaiko siūlės šaknyje (4.3 pav.). Pasitaiko, kai naudojami per didelio skersmens elektrodai, arba per mažas srovės stiprumas. Taip pat, kai briaunos blogai nuvalytos nuo šlakų, oksidų ir kitų nešvarumų.

Nesulydymai ir neįvirinimai svarbiuose konstrukcijose yra neleistini defektai ir būtinai turi būti ištaisyti. Defektuota vieta dažniausiai nušlifuojama ir užvirinama iš naujo.

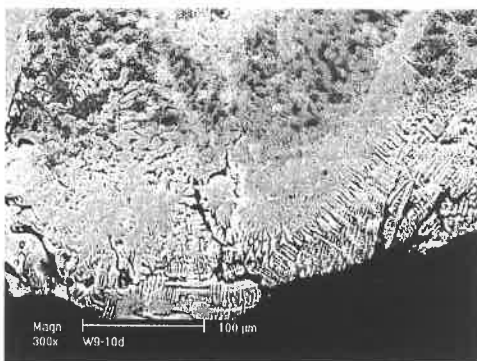
Plyšiai – nevientisumai, atsirandantis irstant tam tikrai kieto metalo vietai aušimo metu arba veikiant įtempiams. Plyšiai gali būti makroskopiniai ir mikroskopiniai. Mikroskopinis plyšys matomas tik per mikroskopą (4.4 pav.). Veikiant darbo ir liekamiesiems įtempiams plyšių augimas gali būti labai greitas. Dėl to konstrukcijos trapus suirimas gali įvykti labai greitai ir dėl to šie plyšiai labai pavojingi. Priklausomai nuo temperatūros, kurioje susidaro plyšiai skiria karštieji plyšiai ir šaltieji plyšiai. Karštieji plyšiai susidaro kristalizuojantis metalui, veikiant tempimo įtempiams. Įtempiai atsiranda dėl nelaisvo siūlės metalo ir šalia siūlinės įkaitintos srities nusėdimo. Karštųjų plyšių charakteringas suirimas yra tarpkristalinis pagal grūdelių briaunas arba pagal skysto metalo, esančio tarp grūdelių, išsidėstymą.

Karštieji plyšiai gali atsirasti siūlėje, terminio poveikio srityje ir rečiau pagrindiniame metalo. Jie gali būti išilginiai, skersiniai, spinduliniai ir kraterio. Karštųjų plyšių atsiradimo tikimybė priklauso nuo cheminės siūlės metalo sudėties, tempimo įtempių didžio ir augimo

greičio, suvirinimo siūlės ir vonios formos ir dydžio, pradinių kristalų dydžio. Plyšiai dažnai atsiranda, kai yra pagrindiniame ir pridėtiniame metalė padidintas anglies ir sieros kiekiai, greitai aušinant metalą po suvirinimo, kada detalės suvirinimo metu kietai įtvirtintos ir siūlės metalas turi mažą plastiškumą. Siera sudaro su geležimi junginį FeS, kurio lydymosi temperatūra apie 930°C, tuo tarpu plieno lydymosi temperatūra – apie 1250 - 1400°C. Kuo suvirinamo metalo suvirinamumas yra prastesnis, tuo didesne tikimybe atsirasti plyšiams. 8 pav. pateiktos vietos, kur dažniausiai susidaro karštieji plyšiai.



4.3 pav. Nesulydymas tarp siūlės ir pagrindinio metalo



4.4 pav. Mikroskopinių defektų susikaupimas ir plyšys siūlės metalė

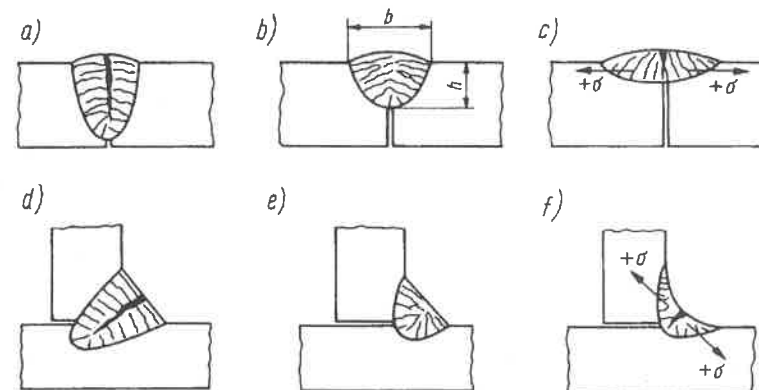
Kad neatsirastų karštieji plyšiai, rekomenduojama naudoti elektrodus su padidintu siūlės metalo plastiškumu. Taip pat suvirinant metalus, kurie linkę grūdintis, rekomenduojama prieš suvirinant jas pakaitinti. Svarbiausia, reikia griežtai laikytis technologijos, suvirinimo režimų ir darbų atlikimo nuoseklumo.

Šaltieji plyšiai dažniau atsiranda sulydymo ir terminio poveikio srityje, rečiau siūlės metalė, suvirinant legiruotus ir gausiai legiruotus plienus. Šaltųjų plyšių atsiradimas priklauso nuo daugelio priežasčių. Vienas iš jų yra didelių vidinių įtempių atsiradimas dėl turinio efekto

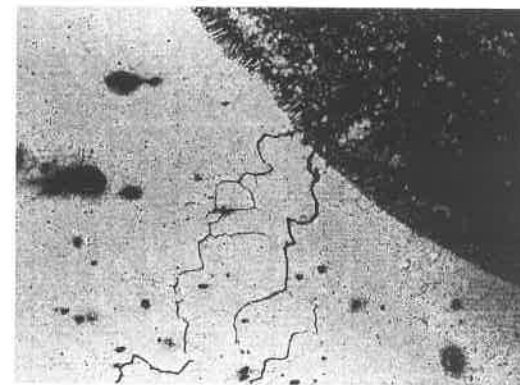
ryšium su martensitiniu virsmu. Martensitas užima didžiausią tūrį, austenitas – mažiausia. Kita priežastis – padidintas vandenilio kiekis siūlės metalė ir terminio poveikio srityje. Atominis vandenilis susidaręs suvirinimo metu dėl mažo tūrio laisvai keliauja per metalą. Vidiniuose defektuose, kaip poros, šlakų tarpai, mikroplyšiai, jis kaupiasi ir virsta molekulinio vandeniliu, tuo labai padidindamas tūrį ir slėgį. Kai slėgis pasiekia kritinę reikšmę, įvyksta vietinis metalo suirimas ir atsiranda mikroplyšys kuris vėliau gali tapti plyšiu ir skatinti konstrukcijos suirimą. 4.6 pav. pateiktas plyšys, susidaręs suvirinant terminio poveikio srityje. 10 pav. pateikti šaltųjų plyšių susidarymo vietos suvirinimo siūlės srityje.

Kad neatsirastų šaltieji plyšiai, suvirinimo medžiagos prieš suvirinant iškaitinamos, kad būtų kuo mažiau juose drėgmės; suvirinamos briaunos valomos nuo nešvarumų ir riebalų, suvirinimo vieta apsaugoma nuo lietaus, suvirinamas metalas pakaitinamas.

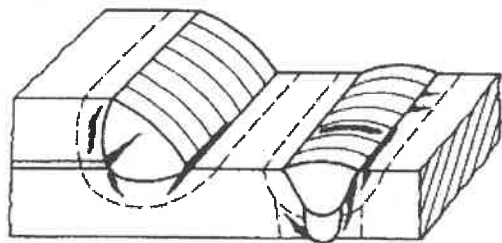
Plyšiai yra neleistini defektai ir jie turi būti pašalinti. Defektuota vieta nušlifuojama ir užvirinama pakartotinai. Jei pakartotinai suvirinus, vėl atsiranda defektai (plyšiai), reikia keisti technologiją arba suvirinimo medžiagas.



4.5 pav. Karštųjų plyšių susidarymas, priklausomai nuo siūlės formos



4.6 pav. Plyšys terminio poveikio srityje



4.7 pav. Šaltųjų plyšių susidarymo vietos suvirinant

Pradega – siūlės kiaurymė, atsiradusi išbėgus metalui iš suvirinimo vonelės. Dažniausiai pradeginimai būna suvirinant plonesnes konstrukcijas. Pradeginimai atsiranda, kai naudojamas didesnio skersmens elektrodas, nei to reikalauja suvirinimo technologija; esant per didelei suvirinimo srovei; esant netinkamai elektrodo valdymo technikai (per lėtas elektrodo judėjimas suvirinimo link, elektrodas ne pakreiptas prie suvirinamo paviršiaus).

Esant pradeginimui, reikia gerai nuvalyti susidariusios skylės kraštus, vėliau padėjus po pradega raudonojo vario plokštelę, užvirinti skylę sumažinus prieš tai suvirinimo srovę.

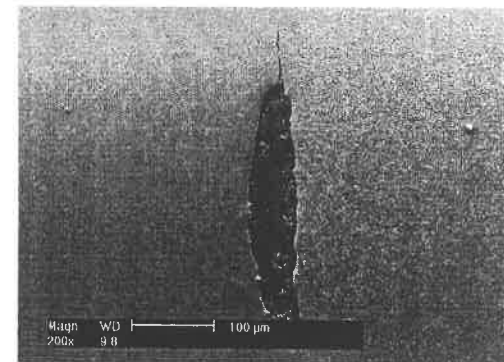
Neužvirintas krateris (pabaigos kraterinis subėgimas) – virinimo pabaigoje atsiradusi atvira subėgimo tuštuma, sumažinanti siūlės skerspjūvį. Atsiranda dažniausiai esant žemai suvirintojo darbo kultūrai ir kvalifikacijai. Kraterio vietoje siūlės metalas užterštas oksidais, šlakų intarpais ir dažnai perkaitintas. Todėl neužvirinti krateriai gali būti kraterio plyšių atsiradimo priežastimi ir vėliau, esant dinaminei apkrovai, siūlių suirimo priežastimi.

Neužvirinto kraterio metalas turi būti nušlifuotas ir pilnai užvirintas.

Užlaja – siūlės metalo perteklius, užtekėjęs ant pagrindinio metalo paviršiaus, bet su juo nesusilydęs. Priežastimi gali būti mažai įkaitintas briaunų metalas, dėl netinkamai parinktos srovės, labai greitas elektrodo lydymasis, suvirinimas žemuose temperatūrose, kai aplinkos temperatūra žemesnė nei -20°C , suvirinimo lanko nestabilumas. Užlajos rodo, kad suvirinimo siūlėje gali būti pavojingesni defektai – nesulydymai.

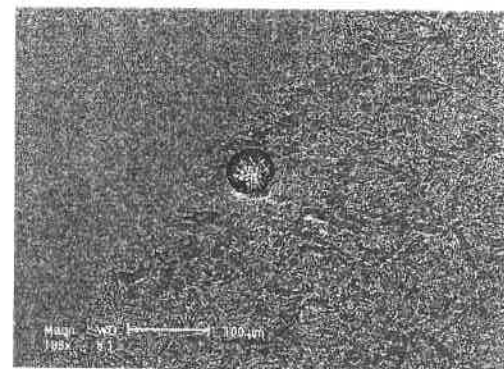
Užlajos paprastai nušlifuojamos, vėliau nušlifuota vieta apvirinama.

Poros – tuštumos, atsiradusios nespėjus pasišalinti iš skysto metalo dujoms. Jie gali būti įvairių formų, bet dažniausia būna apvalios formos (4.9 pav.). Porų matmenys svyruoja nuo mikroskopinių iki 2-3 mm skersmens ir kada yra metale vandenilio, jie gali dar augti. Skiria atskiros poros, tolygiai išsidėsčiusios poros, porų sankaupos, paviršinės poros ir pan.



4.8 pav. Šlako intarpas ir plyšio pradžia

Suvirintųjų siūlių poringumas susidaro, kai dujos esančios skystame metalė, nespėja pasišalinti iš greitai stingstančio metalo. Poringumas gali būti taip pat metalė, kai po suvirinimo susidaro subėgimo tuštumos. Siūlės metalo poringumas paprastai atsiranda, kai suvirinamos konstrukcijos briaunos užterštos tepalais, dažais; naudojami neiškaitinti elektrodai, netinkamo švarumo dujos, drėgnas flusas; kai prasta suvirinimo siūlės apsauga (mažas dujų tekimas, per mažai fluso, ar jis nubirėjo).



4.9 pav. Pora sulydymo zonoje

Suvirinimo siūlės greitas aušinimas būna, kai naudojami dideli suvirinimo greičiai ir sumažintas srovės stiprumas. Dėl to skystas metalas greitai aušta, sudarydamas paviršiuje apvalkalą, kuris neleidžia dujoms dar esančioms skystame metalė pasišalinti. Tai charakteringa suvirinimo elektrodams su plonu glaistu. Suvirinant metalus, kuriuose gali būti poros, reikia skirti didesni dėmesį briaunų valymui prieš suvirinimą (briaunos valomos spiritu, ar kitu tirpikliu nuo riebalų, dažų ir kitų nešvarumų); reikia mažinti suvirinimo srovę ir greitį.

Svarbiuose konstrukcijose poros nušlifuojamos ir nušlifuota vieta užvirinama iš naujo, laikantis visų technologijos reikalavimų. Nesvarbiuose konstrukcijose vidinės apvalios formos poros gali būti paliktos, jei jie neturi didelės įtakos siūlės patikimumui.

Kietieji tarpai – kietos pašalinės medžiagos, įsiterpusios į siūlės metalą. Skiria: šlako tarpai, flusos tarpai, oksido tarpai ir metaliniai (W, Cu ir kitų metalų) tarpai. Kietieji tarpai sudaro suvirinimo siūlėje įtempių koncentratorius ir gali būti įtrūkių atsiradimo priežastimi.

Suvirinto metalo užteršimas oksidais ir šlakais būna, kai suvirinamos briaunos užterštos rūdimis, nešvarumais, šlakų likučiais, metalo purlais nuo kito suvirinimo ir t.t. Užteršimas sumažėja, kai skysto metalo aušinimo greitis mažinamas, naudojant elektrodus su storu glaistu (susidaro paviršiuje storas šlakų sluoksnis, kuris mažina siūlės aušinimo greitį); elektrodo galo pastovus judėjimas, leidžiantis gerai ir vienodai įkaitinti suvirinimo vonią.

Užteršimas oksido plėvelėmis dažniau pasitaiko suvirinant spalvotus metalus (Al, Ti ir kitus). Oksidai Al_2O_3 , TiO_2 ir kiti turi labai didelę lydymosi temperatūrą ir blogai tirpsta skystame metalo. Jie pasiskirsto paprastai plėvelių pavidalų ir gali būti pavojingesni, nei šlakų tarpai.

Nustačius siūlės metalo kietuosius tarpus kiekvienu konkrečiu atveju priimamas sprendimas, bet visada atkreipiamas suvirintojo dėmesys į technologinio proceso nesilaikymą ir žema darbo kultūrą.

Siūlės ir pagrindinio metalo perkaitinimas – priveda prie netinkamų (stambiagrūdžių, dalinai grūdėlių aplydyti, grūdėlių paviršiuje gali būti padidintas karbidų kiekis) struktūrų susidarymo. Tai mažina metalo mechaninės savybės, ypač plastiškumą ir smūginį tįsumą. Tai dažnai pasitaiko suvirinant nelydžiu (W) elektrodu, arba neužvirinus kraterius.

Rekomenduojama perkaitintą metalą nušlifuoti ir užvirinti tą vietą iš naujo griežtai laikantis technologinio proceso.

5. Defektų įvertinimas

Defektų charakteristikų tikslų yra gaminamos produkcijos kokybė. Defektų įvertinimas yra gamybos proceso sudėtinė dalis, kada naudojamas atitinkamas suvirinimo metodas ir patyręs suvirintojas.

Visus defektus galima suskirstyti į tris charakteringas grupes:

- B – kai suvirinimo siūlei keliami aukšti reikalavimai;
- C – kai suvirinimo siūlei keliami vidutiniai reikalavimai;
- D – kai suvirinimo siūlei keliami žemi reikalavimai.

Pavyzdžiui, esant tokiems defektams, kaip poros, įpjovos, nevienodi siūlės matmenys, briaunų nesutapimas grupei B priskiriami labai nedideli defektai, grupei D atvirkščiai pakankamai dideli defektai. Pvz., porų sankaupos grupė D leidžia 4 mm, grupė B – 2 mm; briaunų nesutapimas virinant vamzdžius, grupė D – 4 mm, grupė B – 2 mm.

Pavojingi defektai ne priskiriami B ir C grupėms, arba jokiai grupei. Pvz. Nepakankamas įvirinimas neleistinas B grupei, nesulydimas neleistini B ir C grupėms, plyšiai neleistini visoms B, C, D grupėms.

6. Neardomieji kokybės kontrolės metodai

Neišardomųjų kokybės metodų panaudojimas priklauso nuo sekančių faktorių:

- detalės, konstrukcijos geometrinių matmenų (storis, prieinamumas ir t.t.);
- kontroliuojamos medžiagos (anglinis plienas, feritinis arba austenitinis plienas, aliuminis, varis ir t.t.) ir numatomų defektų, taip pat jų matmenų.

Todėl specifikacijos ne numato kada ir kokį kontrolės būdą naudoti. Tai priklauso visų pirma nuo kontrolės svarbumo ir darbuotojų (operatorių) patirties. Dažnai naudojamos kelios

kontrolės būdų kombinacijos. Visus suvirintųjų sujungimų kontrolės būdus galima sąlyginai suskirstyti į dvi grupes:

1. Paviršinių defektų nustatymo būdai:

- vizualus (apžiūrint iš išorės) kontrolės būdas;
- kapiliariniai (prasiskverbimo) kontrolės būdai;
- magnetiniai (magnetinėmis dalelėmis, kontrolė sūkurinėmis srovėmis ir kiti) kontrolės būdai.

2. Vidinių defektų nustatymo būdai:

- ultragarsinis kontrolės būdas;
- radiaciniai (rentgeno, gama spinduliais) kontrolės būdai.

Be minėtų yra ir kiti (elektriniai, hidrauliniai, suspaustu oru ir kiti) kontrolės būdai, bet jie naudojami rečiau. Bendrosios taisyklės metalinėms medžiagoms, atliekant suvirintųjų siūlių neardomoji kontrolė reglamentuoja standartas LST EN 12062.

7. Vizualus kontrolės būdas

VT ISO 17637 (įvertinimas) ISO 5817

Visi suvirinti sujungimai tikrinami vizualiu būdu, vėliau jie gali būti (priklausomai nuo konstrukcijos svarbumo) tikrinami ir kitais kontrolės būdais. Suvirinta siūlė tikrinama apžiūrint išorinę pusę (gali būti naudojama lupa, didinanti iki 10 kartų) ir matuojant šablonais bei instrumentais. Vizuali kontrolė padeda įvertinti objekto sunkiai pasiekiamas vietas, naudojant endoskopus. Vizuali kontrolė šablonais padeda nustatyti siūlės geometrinius matmenis, perteklinį įvirinimą, taip pat įvertinamas siūlės paviršiaus nelygumai, įpjovos, ištaškymas ir pan. Papildomų įrenginių ir šablonų tikslumas turi atitikti keliamiems reikalavimams. Kontrolėrių rengėjimas turi atitikti keliamus reikalavimus, o kontroliojamas paviršius pakankamai apšviestas. Fono spalvos, atliekant vizualią kontrolę, turi didelę reikšmę, nes jos užtikrina kontrastiškumą.

Reikalavimai rengėjimui gali būti nustatyti Džeger testu (linija I testo serijos turi būti perskaitoma atstumu 30,5 cm). Tikrinama taip pat galimybė skirti spalvas.

Dažnai priklausomai nuo defekto matmenų, formos ir padėties reikia:

- vizualią kontrolę papildyti vienu iš neardomosios kontrolės būdu ir/arba
- jungties vieta padaroma riškesnė, pavyzdžiui šlifuojant.

Suvirintųjų sujungimų išorinę apžiūrą galima suskirstyti į tris fazes:

- briaunų paruošimo išorinė apžiūra;
- išorinė apžiūra suvirinimo metu;
- atliktos suvirinimo siūlės apžiūra.

Briaunų paruošimo forma ir matmenys turi atitikti keliamus reikalavimus (pvz. EN 29692). Suvirinimo briaunos ir šalia esantis plotas turi būti nuvalyti nuo nešvarumų ir riebalų, sujungiami elementai tvirtinami pagal brėžinių reikalavimus.

Suvirinimo metu turi būti kontroliuojamas šlako nuvalymas suvirinant daugiasluoksnės siūlės. Jei vizualiai pastebėti plyšiai paviršiuje, atviros poros ir kiti panašūs defektai, procesas turi būti sustabdytas. Reikia išaiškinti defektų priežastį ir jį pašalinti.

Atlikus suvirinimą, siūlė turi atitikti priėmimo normoms (pvz. EN 25817). Be to, svarbu, kad sujungimas atitiktų supratimą kaip „paviršius paruoštas kontrolei“. Tai reikalinga atliekant papildomą kontrolę kitų neardomosios kontrolės būdų.

Suvirinant lydimu matuojama: siūlės plotis b , siūlės sustiprinimo aukštis h ir įvirinimo aukštis h_1 . Tėjinams ir užleistiniams sujungimams reglamentuojama siūlės statinis k ir darbinio pjūvio aukštis h . Siūlės gali būti nevienodo pločio pagal ilgį, nevienodo aukščio, gali pasitaikyti iškilimų, aplydymų, įdubimų, gali būti netolygus statinių dydis kampinėse siūlėse ir sujungimuose. Siūlių formos defektai atsiranda dėl nukrypimų suvirinimo technologijoje.

Vizualių kontrolės būdu (išorinė apžiūra) taip pat nustatomi tokie defektai:

Įpjovos (pagilėjimai pagrindiniame metalo daigiau kaip 0,5 mm) išsidėstę pakraščiuose.

Neužvirinti krateriai, kurie dažnai tampa įtrūkių židiniu.

Pradeginimai, kurie susidaro dėl per didelės išilginės energijos ir kitų faktorių.

Atviros poros (išdubos) – išsivysto iš kanalinių porų ir kiaurai išeina į paviršių.

Įtrūkiai laikomi pavojingiausiais suvirinimo defektais. Jie gali būti makro- ir mikroskopiniai, išilginiai ir skersiniai, siūlės metalo ir terminio poveikio srityje.

Vizualioji kontrolė iki suvirinimo, suvirinimo metu ir po suvirinimo reglamentuoja standartas LST EN 970. Tikrinimo rezultatai surašomi į protokolą ir pagal gautus rezultatus priimamas sprendimas.

Vizualių būdu išaiškinami defektai dažniausiai susidaro suvirinant sekančiais būdais (lentelė 7.1).

Lentelė 7.1. Ryšys tarp suvirinimo metodu ir atsirandantis defektais

Defektas	G	E	MIG	TIG
Neįvirinimas siūlės šaknyje	+	+	+	+
Plyšiai neužvirintame krateriye	+	+	+	+
Įpjovos		+	+	+
Plyšiai (grūdinimo, dėl vidinių įtempių)		+	+	+
Metalo ištaškimas		+	+	
Lanko sužadinimo vietos		+	+	

Defektai sumažina suvirintųjų jungčių darbinį skerspjūvį. Taip pat jie gali pabloginti siūlių korozinį atsparumą, elektros laidumą, šilumos laidumą ir kitus rodiklius. Defektų įtaka objekto darbui priklauso nuo konstrukcijos, jos apkrovimo (statinė apkrova, dinaminė apkrova, smūginė apkrova) būdo, naudojamų medžiagų.

Esant statinei apkrovai, defektai padidina trapiumo tikimybę. Ypač pavojingi yra plyšiai ir įtrūkiai. Defektų pavojingumas didėja, didėjant anglies ir vandenilio kiekiui metalo, taip pat prie minusinių temperatūrų.

Esant kintamai apkrovai, defektai mažina atsparumą nuovargiui. Ypač pavojingi defektai su aštriais kampais, bet ir poros gali įtakoti nuovargio suirimui. Porų matmenys mažiau įtakoja suirimui, nei vieta, kur jos yra. Porų pavojingumas didėja, kai siūlės metalo yra papildomi įtempių koncentratoriai.

Defektai, ypač esant dinaminei apkrovai, gali sukelti sunkias avarijas. Jie dažniausiai pasitaiko suvirinant sekančiais būdais (lentelė 7.2).

Lentelė 7.2. Ryšys tarp suvirinimo būdo ir atsirandantis defektais

Defektas	G	E	MIG	TIG	Išaiškinami		
					suirimu	Rentgeno būdu	ultragarsu
Neįvirinimas	+	+		+	+	+	+
Poros /atviros poros		+	+			+	+
Šlakas		+	+			+	+
Metaliniai intarpai		+		+		+	

Briaunų išorinė apžiūra

Briaunų paruošimo forma ir matmenys turi atitikti keliamiems reikalavimams. Suvirinimo vieta turi būti nuvalyta nuo riebalų ir nešvarumų, o elementai sutvirtinti pagal reikalavimus pateiktus brėžiniuose.

Išorinė apžiūra suvirinant

Suvirinant daugiassiūlės jungtis, kiekviena siūle turi būti nuvalyta metaliniu šepetiu, arba šlifavimo mašinelė.

Jeigu vizualiai pastebimi plyšiai, tuštumos ir kiti defektai, procesas turi būti sustabdytas ir koreguojama suvirinimo technologija.

Atliktų suvirinimo siūlių išorinė apžiūra

Prieš tikrinant, siūlės paviršius nuvalomas nuo šlakų ir kitų nešvarumų. Plyšiai, atviros poros yra neleistini defektai. Jei reikalingas siūlės mechaninis apdirbimas (pavyzdžiui, šlifavimas), tai jį turi būti atlikta be įpjovų ir vietinio metalo perkaitinimo.

Matmenų išlaikymas

Siūlės geometriniai matmenys turi atitikti priėmimo normoms. Siūlės paviršius turi būti be grubaus žvynotumo ir įpjovų.

Siūlės plotis turi būti vienodas pagal ilgį ir būti ne per didelis. Esant dideliui pločiui gali atsirasti nesulydimas. Labai svarbi yra išraiška "paviršius paruoštas kontrolei", ypač, kai po vizualės kontrolės naudojamas dar vienas neardomosios kontrolės būdas. Duota išraiška priklauso nuo numatomo defekto, jo matmenų ir padėties.

Siūlės šaknis

Reglamentuojami tokie defektai, kaip įpjovos siūlės šaknyje, nepakankamas įvirinimas, perteklinis įvirinimas.

Terminis apdorojimas

Po terminio apdorojimo ir paviršiaus nuvalymo dažnai pastebimi įtrūkiai ir kiti paviršiniai defektai, todėl reikalinga papildoma kontrolė.

Išorinė apžiūra po remonto suvirinimo

Čia labai svarbu teisingai pašalinti defektuotą metalą. Kada yra sisteminiai (pakartotini) defektai, reikia atkreipti dėmesį į briaunų paruošimą, ar jie paruošti pagal pirminius reikalavimus. Jei pagrindinis metalas buvo perkaitintas, jis turi būti pašalintas. Remontinė siūlė turi tenkinti tokius pat reikalavimus, kaip ir pirminė siūlė.

Vizualės kontrolės ataskaita

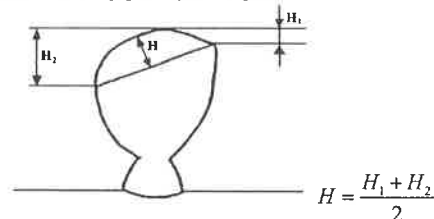
Ataskaita reikalinga tam, kad patvirtinti, kas šiame etape buvo kontroliuojama. Ataskaitoje turi būti:

- kontroliojančios įstaigos pavadinimas;
- duomenys apie kontroliojamą objektą;
- medžiaga;
- sujungimo tipas;
- storis;
- suvirinimo būdas;
- priėmimo kriterijai;
- defektai, kurie neįeina į priėmimo kriterijus;
- brėžinių kontrolės apimtis;
- kontrolei naudojami instrumentai;
- kontrolės rezultatas pagal priėmimo kriterijus;
- kontrolieriaus vardas ir pavardė, data.

Jei reikia, po kontrolės siūlės gali būti markiruojamos.

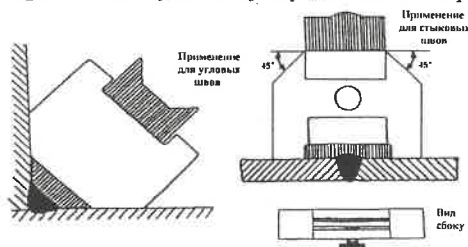
Suvirintųjų siūlių matavimo būdai

Siūlės sustiprinimas nustatomas kaip parodyta 7.1 pav.



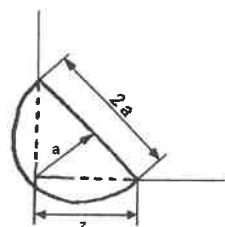
7.1 pav. Siūlės sustiprinimo matavimas, kai suvirinami nevienodo storio lakštai

Suvirinimo siūlės forma gali būti nustatyta, naudojant profilio matavimo prietaisą.



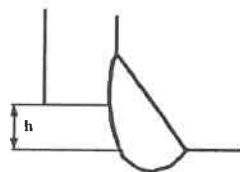
7.2 pav. Suvirinimo siūlės profilio matavimo prietaisas

Kampinėse siūlėse svarbus santikis tarp siūlės storio ir jo statinio. Ataskaitai parenkama mažiausias siūlės storis.



7.3 pav. Santikis tarp siūlės storio ir statinio $z = \sqrt{2} \cdot a$

Briaunų perstumimas tejiniose sujungimuose matuojamas specialiu šablonu. Matavima atliekami po briaunų sukabinimo ir pirmos siūlės suvirinimo.



7.4 pav. Briaunų perstumimas T – pavidalo siūlėse

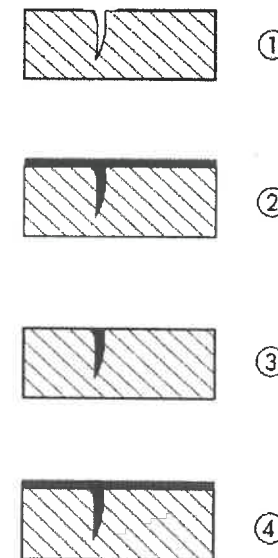
8. Kapiliariniai (prasiskverbimo) kontrolės būdai

PT ISO 3452

Kapiliariniai kontrolės būdai tinka visoms medžiagoms ir neribojami konstrukcijos storio. Jų panaudojimą aprašo standartas LST EN 571: Neardomasis bandymas. Bandymas skvarbiaisiais dažais.

Kapiliariniais kontrolės būdais gali nustatyti plyšius, kurių skersinis matmuo 0,1 - 500 mkm. Dažniausiai kapiliariniai kontrolės būdai naudojami metalinių medžiagų kontrolei, bet gali būti panaudotas kitų medžiagų kontrolei. Skvarbiaisiais dažais padengamas kontrolės objekto paviršius. Dėl savo savybių, kurie parenkami pagal dažų fizikines savybes (paviršinis įtempis, klampumas, tankis), jie, kapiliarinių savybių veikiami, patenka į mažiausius defektus, kurie išeina į paviršių. Ryškalas, kuris užnešamas į kontrolės objekto paviršių po to kai nuvalyti dažai, tirpina defekto viduje esančius dažus ir difuzijos deka "išraukia" jos į paviršių. Esantis defektai matomi pakankamai kontrastiškai. Indikatoriniai pėsakai linijų pavidalu rodo į esančius įtrukius ir įbrėžimus, atskiri taškai – į poras. Būdo efektyvumas priklauso nuo paviršiaus nuvalymo, skvarbiųjų dažų, medžiagos, randamų defektų ir kontrolės proceso sąlygų.

Kapiliariniais kontrolės būdais galima nustatyti tik tokius defektus, kurie išeina į paviršių. Dėl to keliama papildomi reikalavimai paviršiaus švarumui, pavyzdžiui, oksidų, nešvarumų, riebalų nebuvimui ir pan. Būdas rodo ne realųjį defektą, bet defekto ryškinimą kaip laiko funkcija. Smulkiųjų defektų nustatymui (korozinis sutrūkinėjimas) reikalingas didesnis ryškinimo laikas. Stipresnis defekto vietos ryškumas – tai ne defekto gylio rodiklis, nes didesnis defekto ryškumas priklauso nuo defekto tūrio. Būdas priklauso nuo aplinkos temperatūros ir paprastai naudojamas esant temperatūroms nuo 5 iki 50°C. Būdo naudojimą riboja ryškalų utilizavimas. 8.1 pav. parodyti kapiliarinio būdo etapai.



8.1 pav. Kapiliarinio kontrolės būdo etapai: 1 – plyšys, paviršius nuvalytas; 2 – plyšys ir paviršius padengti skverbimosi skysčiu; 3 – paviršius nuvalytas, skverbimosi skystis lieka plyšyje; 4 – ryškalas paviršiuje ties plyšiu keičia spalvą ir rodo defektą

8.1. Skirtingų skėdiklių naudojimas šalinant nešvarumus

Nešvarumas	Valymas garu	Skėdiklis	Valymas vandeniu	Rudžių pašalinimas	Lako pašalinimas
Tepalas	X	X			
Riebalai	X	X			
Emulsija gežimui	X		X		
Emulsija šlifavimui	X	X	X		
Dulkes			X		
Metiline drožlė			X		
Lakas					X
Rudis				X	
Geležies oksidai				X	

Defektų nustatymo būdą sąlyginai galima suskirstyti į 5 etapus:

1 etapas – paviršiaus išanstinis valymas.

Išankstinis valymas leidžia dažams patekti į defektų ertmę, todėl riebalai, taukai, rudis ir panašūs nešvarumai turi būti pašalinti. Reikia vengti valyti metalą su smėliasrove arba kitų panašių būdų.

Mechaniškai valant (šlifavimas, valymas metaliniu šepetiu, kaitinant dujų liepsna) galimi defektai užkimšti nešvarumais. Taip pat reikia esdinti paviršių, pakankamai išplauti ir išdžiovinti. Po valymo defekto ertmėje neturi būti vandens arba kito ploviklio. Chemiškai valant nešvarumai šalinami sekančiais skėdikliais (lentelė 8.1).

Temperatūra, valant paviršių turi būti tarp +5 ir +50°C. Po to paviršius džiovinamas.

2 etapas – paviršiaus padengimas dažais.

Dažai, paprastai raudonos spalvos, užnešami apipurškiant, teptuku arba panardinant objektą į vonią. Temperatūra, paprastai buna tarp +5 ir +50°C. Proceso laikas – apie 5–30 min.

3 etapas – dažų perteklių pašalinimas.

Dažų perteklis pašalinamas valant sarvetele, arba plaunant vandeniu. Dažai turi būti pašalinti nuo paviršiaus, bet ne iš defektų ertmės.

4 etapas – paviršiaus padengimas ryškumu.

Po džiovinimo, ant objekto paviršiaus užnešamas ryškalas. Jis dažnai būna baltos spalvos. Suvirintųjų jungčių kontrolei dažnai naudojamas skystas ryškalas, pagamintas iš baltų miltelių ir skėdiklio. Skėdiklis išgaruodavo ir milteliai lygiu sluoksniu pagengdavo paviršių. Čia labai svarbu teisingai parinkti sluoksnio storį, nes priešingu atveju gausime nerišką vaizdą.

5 etapas – kontrolė

Objekto kontrolės inspekcija. Prasideda iš karto po ryškinimo proceso, bet ne vėliau kaip už 30 min. Dažų intensyvumas sako apie defekto gylį, kuo spalva mažiau ryški, tuo defektas mažesnis.

Atliekant kontrolę, apšvietimas paviršiuje turi būti ne mažiau kaip 500 liuksai. Dienos šviesa lauke visuomet užtikrina šią sąlygą.

Kapiliarinės kontrolės privalumai:

- Didelis jautrumas defektų nustatymui;
- Kontroluojamų medžiagų didelis spektras;
- Galima tikrinti sudėtingos geometrinės formos detales;
- Galimybė naudoti skirtingas metodikas su skirtingu jautrumu;
- Didelis rezultatų patikimumas;
- Kontrolės atlikimo paprastumas ir pigumas;

- Didelis našumas, esant sriautinei kontrolei.
- **Kapiliarinės kontrolės trūkumai:**
- Išaiškinami tik paviršiniai defektai;
- Negalima naudoti pemzos tipo medžiagoms;
- Kontroluojamas paviršius turi būti nuvalytas nuo nešvarumų;
- Negalima naudoti po padengimo gruntu;
- Neigiamos temperatūros mažina metodo jautrumą;
- Dideli defektai blogai išaiškinami;
- Mažinant kontrolės laiką, mažėja defektų išaiškinimas;
- Kontrolės kokybė labai priklauso nuo kontrolieriaus kvalifikacijos;
- Reikalauja individualių apsaugos priemonių.

9. Magnetiniai kontrolės būdai

Magnetiniais kontrolės būdais galima kontroliuoti įsiamagnetinančias medžiagas. Šiais būdais dažniausiai nustatomi paviršiniai plyšiai ir vidiniai plyšiai, kurie yra iki 4 mm (didesni iki 6 mm) nuo paviršiaus.

Magnetinis miltelinis neardomosios kontrolės būdas naudojamas ieškant paviršinių ir netoli paviršiaus esančių defektus detalėse ir konstrukcijose iš feromagnetinių medžiagų. Šuo tikslu gaminių dengia magnetiniais milteliais, kurie nuseda defektų zonoje, formuodami matomus defektų „pėdsakus“.

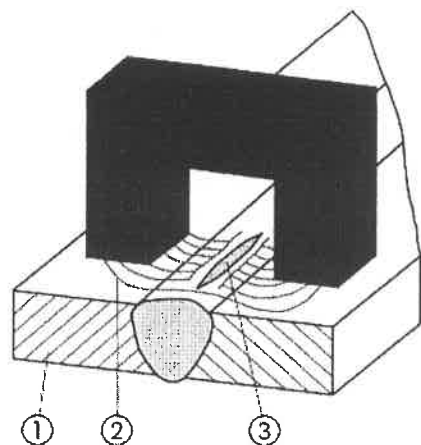
Esant magnetomiltelinei kontrolei detalės paviršius dengiamas feromagnetiniais suspensijos pavidalo milteliais. Šalia defektų esančios magnetinės dalelės prisitraukia prie defektinių vietų ir sudaro sankaupos kelis kartus platesnius, nei pats defektas. Pagal miltelių nusedimo būdą (volelių matmenis ir forma) galima spręsti apie defekto ilgį, kartai ir apie defekto tipą.

Šis metodas leidžia nustatyti plonus, nematomus plika akimi, defektus plyšio tipo (grūdinimo, suvirinimo, šlifavimo, nuovargio, šlampavimo, liejimo ir kt.), išsisluoksniavimų, įtrūkių ir pan. Fiksuojami įtrūkiai, kurių skersinis matmuo 0,05 mm, gylis 0,1 mm ir daugiau.

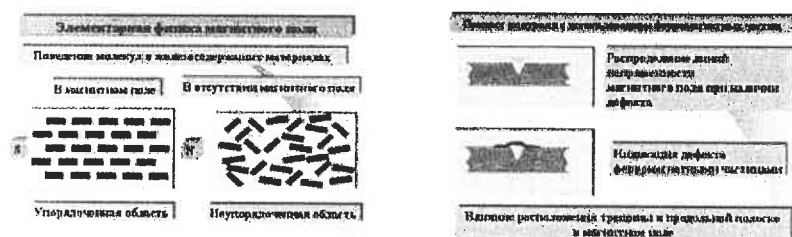
Pradžioje feromagnetinės medžiagos elementarus ploteliai nesuvienodinti. Veikiant magnetiniam laukui nesuvienodinti ploteliai pradeda orientuotis viena kryptimi. Kada magnetine indukcija B pasiekia maksimalią reikšmę, įvyksta visų plotelių pilna orientacija. Toliau didinant magnetinio lauko stiprumą H indukcija B beveik nedidėja. Kontrolės objekto reikalingas įsiamagnetinimas priklauso nuo medžiagos ir magnetinio lauko stiprumo.

Analogiškai kaip šviesai pereinant iš vienos terpės į kitą, magnetinės linijos skirtingai praeina įvairias magnetinės kliūtis. Praktinė reikšmė turi perėjimas nuo geležies iki oro. Esant defektams kaip tik yra toks perėjimas. Geležies ir oro magnetinio skvarbumo didelis skirtumas, iššaukia virš defekto magnetinį sklaidos lauką, kuris gali būti užfiksuotas. Jei kontroliuojamame paviršiuje patalpinti magnetinių medžiagų miltelius, jie pradeda kauptis virš defektų. Naudojamas „šlapias“ būdas, kai magnetiniai milteliai yra skystyje, ir sausas. Metodo tikslumui labai didelę reikšmę turi magnetinių miltelių dydis. Dažniausiai naudoja geležies ir geležies oksidų miltelius, kurių skersmuo 10–15 mkm. Suvirintųjų sujungimų magnetinėmis dalelėmis kontrolę reglamentuoja sekantis standartai: LST EN 1290: 1998/A1(A2) – Neardomoji virintinių siūlių kontrolė. Siūlių bandymas magnetinėmis dalelėmis. LST EN 1290: 2000/A1(A2): Neardomoji virintinių siūlių kontrolė. Siūlių bandymas magnetinėmis dalelėmis. Priėmimo lygmenys.

9.1 pav. sąlyginai pavaizduotas magnetinėmis dalelėmis kontrolės būdas. Reikia pažymėti, kad feritas ir austenitas turi skirtingus magnetinius skvarbumus. Todėl kontroliuojant chromonikelinius ir ypač Duplex plienus gali būti fiksuojami netikri defektai dėl skirtingų metalo struktūrų.



9.1 pav. Magnetinėmis dalelėmis kontrolės būdas: 1 – gaminys tarp magneto polių; 2 – magnetinės linijos praeina per medžiagą; 3 – defekto vietoje magnetinio srauto vientisumas pažeidžiamas ir prie defekto pradeda kauptis milteliai



9.2 pav. Magnetinio lauko poveikis, atliekant magneto-miltelinę kontrolę

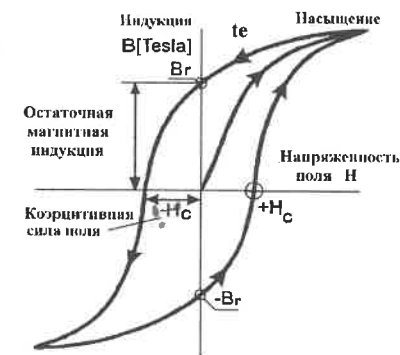
Magneto-milteline defektoskopija susideda iš sekančių etapų:

- Kontroluojamo paviršiaus paruošimas;
- Plieno įmagnetinimas;
- Plieno paviršiaus padengimas suspensija arba sausais milteliais;
- Detalės paviršiaus apžiūra;
- Detalės išmagnetinimas.

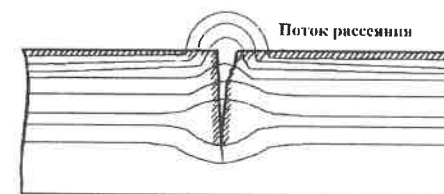
Magneto-miltelinės defektoskopijos jautrumas priklauso nuo kontroluojamo objekto medžiagų charakteristikų (magnetinės indukcijos (B), liekamųjų įmagnetinimų (B_r), maksimalio magnetinio skvarbumo ($\mu_{\max}$), ir koercitinės jėgos (H_0), kontrolės objekto paviršiaus

šiurkštumo, įmagnetinančio lauko didžio, jo orientacijos defekto atžvilgiu, defektoskopinių priemonių kokybės ir kontroliuojamo paviršiaus apšvietimo.

Feromagnetinių medžiagų charakteristikos aprašomos feromagnetine kreive (9.3 pav.).



9.3 pav. Plieno įmagnetinimo kreivė



9.4 pav. Magnetinių jėgos linijų elgesis, esant defektui

Magnetinės jėgos linijos, kurios kerta kontroliojamą objektą, keičia formą defekto vietoje. Didesnė linijų dalis apeina defektą ir tik mažesnė linijų dalis kerta defektą. Mažiausia linijų dalis apeina defektą per orą. Toks magnetinių linijų išėjimas į paviršių vadinamas sklaidos sriautu. Tokiu būdu magnetiniai milteliai registruoja didesnę vietą, nei esantis defektas. Todėl magnetiniais milteliais galima nustatyti defektus, kurių plotis apie 1 mkm.

Defektų nustatymas priklauso nuo jų geometrijos. Svarbiausia reikšmę turi santykis tarp pločio ir gylio. Kitas faktorius, įtakojantis defektų nustatymą, yra magnetinių linijų kampas defekto atžvilgiu (jo orientavimas). Optimalu sriautą gauna tik tuo atveju, kai magnetinės linijos kerta defektą statmenai. Defekto plokštuma linijų atžvilgiu neturi būti mažesne, nei 30° , nes priešingu atžvilgiu proceso jautrumas sumažėja 50%.

Jei turi būti nustatyti defektai skirtingai orientuoti kontrolės objekte, įmagnetinimą reikia atlikti skirtingomis kryptimis, statmenai vienas kitam. Paviršiniai defektai, žymiai daugiau įtakoja magnetinį sriautą, nei vidiniai defektai.

Naudojami standartai (normos)

EN 473

Personalo kvalifikacija ir sertifikacija NDT (Neardomoji kontrolė).
Bendrieji principai.

EN 1290

Suvirintųjų jungčių neardomoji kontrolė
Suvirintųjų jungčių magnetomiltelinė kontrolė
Būdai

EN 1291

Suvirintųjų jungčių neardomoji kontrolė
Suvirintųjų jungčių magnetomiltelinė kontrolė
Panaudojimo ribos ir kriterijai

EN 1956

Neardomoji kontrolė
Skverbemoji ir magnetomiltelinė kontrolė
Stebėjimo sąlygos

EN 12062

Suvirintųjų jungčių neardomieji bandymai
Bendros taisyklės

Problemos, atliekant magnetomiltelinę kontrolę

Atliekant magnetomiltelinę kontrolę, gali atsirasti netikslūs parodymai:

- klaidos dėl paviršinių įpjovų,
- klaidos dėl skirtingos atskirų plieno sudedamųjų magnetinio skvarbumo (pvz. ferito ir austenito).

10. Ultragarasiniai kontrolės būdai

UT ISO 17640

Žmogus girdi garsą dažnių diapozone 40 Hz-12 kHz. Virpesiai virš 12 000Hz vadinami ultragarsu.

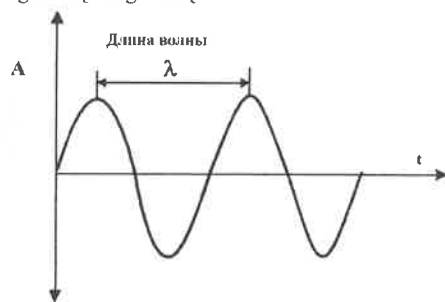
Virpesiai – periodiniai signalo keitimai. Maksimalus atsilenkimas nuo nulinės padėties vadinamas amplitudė. Dažnis – tai virpesių kiekis per sekundę (1/s)=(Hz).

Bangos gali būti išilginės ir skersinės. Kada virpesiai ir bangos judėjimo kryptys lygiagrečios – tai išilginė banga, kada statmeni vienas kitai – skersiniai. Išilginės bangos gali būti kietuose, skystuose ir dujiniuose medžiaguose, o skersinės tik kietuose medžiaguose.

Garso greitis [m/s] ore yra 360 m/s, vandenyje – 1480 m/s, angliniame pliene – 5920 m/s.

Bangos ilgiu λ [mm] vadinamas atstumas tarp dviejų gretimų taškų su vienodu svyravimo ilgiu.

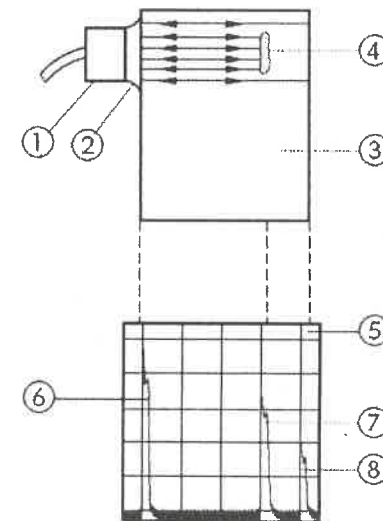
Impulsu vadiname gestantį bangos dalį.

10.1 pav. Bangos ilgis $\lambda = \frac{c}{f} [mm]$

Ultragarasinis kontrolės būdas skirtas nustatyti defektus esančius stačiai, arba kampu tikrinimo kryptį. Ultragarasinis virpesių skleidėjas sukuria aukšto dažnio garso bangas, kurie

per specialią alyvą patenka į gaminį. Čia bangas atsispindi nuo defektų (aido impulsas) arba nuo kito gaminio paviršiaus. Ultragarasinio defektoskopo ekrane fiksuojamas grįžęs signalas. Tai sąlyginai parodyta 10.2 pav. Reikia paminėti, kad kontrolės zona priklauso nuo gaminio medžiagos, storio ir nuo kampo, kurio įvedamas ultragarasas į gaminį.

Pagrindine problema kontroliuojant suvirintus sujungimus yra jų sudėtinga kontrolės atžvilgiu forma. Operatoriui būtų patogiau kontroliuoti siūlę stačiai jos ašiai, tačiau, kai taip padaryti neįmanoma, naudoja prizminius (kampinius) iešiklius. Kontroliuojamas paviršius turi būti nuvalytas nuo suvirinimo pusrų, šlakų ir siūlės žvynuotumo. Optimaliam defektų nustatymui kartais reikia pašalinti apdailos siūlės sluoksnį. Ultragarasas nekenkia žmogaus sveikatai, todėl šis kontrolės būdas gali būti taikytas be apribojimų. Bet skirtingas metalo struktūras skirtingai sugeria garsą (ypač gerai sugeria austenitas), todėl šį kontrolės būdą rekomenduoja naudoti smulkiagrūdžiams perlitiniais plienams. Klasikinė ultragarasine kontrolė turėjo trukumą, kad po kontrolės nelikdavo dokumento (nuotraukos). Šiuolaikiniai defektoskopai sujungti su kompiuteriais ir visa kontrolės eiga fiksuoja. Suvirintųjų jungčių kontrolę ultragarsu reglamentuoja sekantis standartai: LST EN 1712:2000/A1(A2) – Neardomoji virintinių siūlių kontrolė. Ultragarasinė suvirintųjų jungčių kontrolė. Priėmimo lygmenys; LST EN 1713:2000/A1(A2) – Virintinių siūlių neardomieji bandymai. Ultragarasiniai bandymai. Rodmenų siūlėse apibūdinimas; LST EN 1714:2000/A1(A2) – Neardomoji virintinių siūlių bandymai. Ultragarasinis suvirintųjų sujungimų bandymas.



10.2 pav. Ultragarasinės kontrolės schema: 1 – ultragarasinis keitiklis (iešiklis); 2 – alyvos kontaktinis sluoksnis; 3 – gaminy; 4 – defektas; 5 – defektoskopo ekranas; 6 – zondojuantis impulsas; 7 – aido-signalas nuo defekto; 8 – signalas nuo kito gaminio paviršiaus

Kontroliuojant ultragarsu reikia žinoti, kad signalo padėtis horizontalia ašimi rodo defekto vietą, o vertikalioje ašimi – defekto dydį. Operatoriai dirbantys su ultragarasine kontrole turi gerai skirti signalus nuo gaminio paviršiaus, nuo defektų ir nuo kito gaminio paviršiaus. Kontroliuojant ultragarsu nėra defekto realaus vaizdo. Signalų amplitudė ekrane priklauso nuo

defekto vietos, jo matmenų ir padėties prietaiso iešiklio atžvilgiu. Kontrolės jautrumas nustatomas ne į konkretų defektą, o sulyginamas su kontroliniu pavyzdžiu. Defektoskopas turi būti suderintas taip su gaminio storiu ir forma, kad būtų fiksuojamas kiekvienas kritinis defektas.

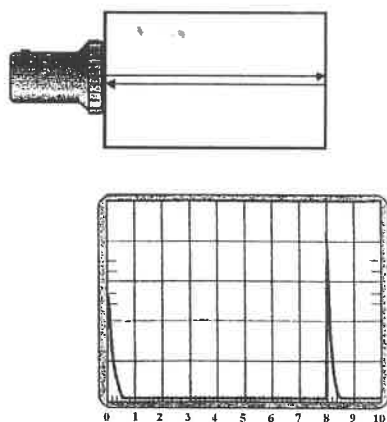
Dažniausiai naudojamas aidų metodas, paremtas ultragarsinių spindulių atspindėjimu nuo defekto ir atspidėto signalo intensyvumo registracija. Kontrolės metu defektoskopo daviklis (iešiklis) skenuoja gaminio paviršių. Metodu leidžia nustatyti paviršinius ir vidinius defektus su skirtinga orientacija. Aidų signalą galima stebėti osciloskopo ekrane, arba registruoti įrašančiu prietaisu. Metodo jautrumas labai didelis: optimaliose sąlygose, esant dažniui 2–4 MHz galima nustatyti defektus, kurių paviršius turi plotą apie 1 mm^2 .

Esant šešeliniam metodui, ultragarsiniai virpesiai, apeidami defektą palieka šešelį. Kai jie grįžta atgal, teis randamo defekto sumažėja signalo energija. Metodu plačiai naudojamas kontroliojant suvirinimo siūlės, bėgius ir pan.

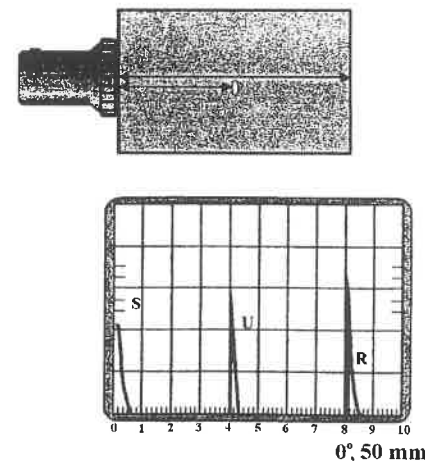
Rezonansinis metodas pagrįstas nuosavųjų virpesių nustatymu (1–10 MHz dažnio) inicijuojant jas gaminyje. Šio metodu matuoja senelių storį.

Esant defektui defektoskopo ekrane registruojamas aidas nuo defekto U ir aidas nuo detalės kito paviršiaus R.

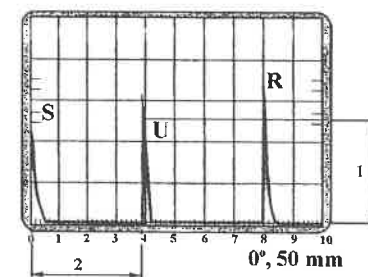
Kontrolerius įvertina du dalykus: signalo padėtis ekrane (laiko ašis) ir signalo dydį (aukštį).



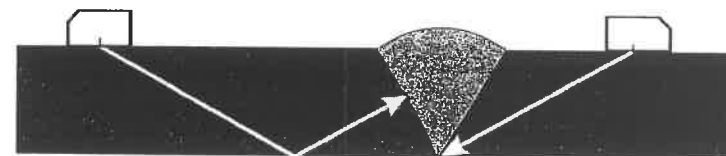
10.3 pav. Signalas ne defektiniame ruože



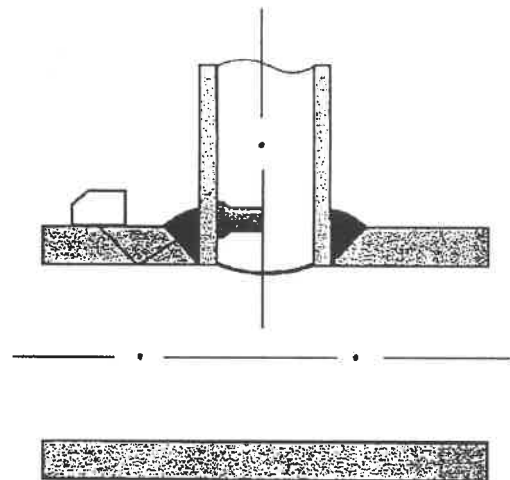
10.3 pav. Signalas defektiniame ruože



10.4 pav. Vertinami signalai defektiniame ruože



10.5 pav. Siūlės kontrolės būdai



10.6 pav. Tiejinių siūlių kontrolės būdas

Kontrolės klasė A Išilginis defektas Skersinis defektas	
Skersinis defektas	

Kontrolės klasė B Išilginis defektas	
Skersinis defektas	
Kontrolės klasė C Išilginis defektas	
Skersinis defektas	

10.3 pav. Signalų skirstymas esant skirtingoms kontrolės klasėms

11. Radiaciniai (rentgeno, gama spinduliais) kontrolės būdai

RT

Radiografinė kontrolė naudojama nustatant suvirinimo junginiuose plyšius, neįvirinimus, šlakų, porų, volframo intarpus ir kitas.

Radiografinė kontrolė naudojama išaiškinti pradeginimus, įpjovas, įvertinti siūlės per didelį arba per mažą įvirinimą, kai sunku vizualiai įvertinti.

Rentgeno ir gama spinduliavimo pagrindinė savybė – jų skverbimosi savybė, taip pat spinduliavimo tesialiniškumas, kas leidžia nustatyti kontroliuojamame gaminyje vidinius defektus. Spinduliams praeinant per kontroliuojamą gaminį jų intensyvumas sumažėja. Sumažėjimas įvyksta dėl spindulių sugėrimo ir išsisklaidymo. Tai priklauso nuo spinduliavimo energijos, medžiagos tankio ir storio. Kuo storesnis gaminyje, tuo silpnesnis kitoje gaminio pusėje spinduliavimas. Jei yra kitoje gaminio pusėje juosta, ji patamsėja.

Rentgeninis ir gama spinduliavimas skiriasi vienas nuo kito elektromagnetinės bangos ilgiu. Visos elektromagnetinio spinduliavimo rūšys turi tiek bangų, tiek ir korpuskuliinių savybių. Trumpėjant bangos ilgiui λ , didėja spinduliavimo energija E . Todėl šalia bangų savybių ima vyrauti korpuskulinės savybės, o spinduliavimo skvarbumas ima didėti.

Rentgeno spindulių šaltinis yra rentgeno vamzdeliai. Rentgeno spinduliavimas susižadina stabdant ant anodo A elektronus, skleidžiamus katodu K . Elektronų energija priklauso nuo įtampos U , tiekiamos į elektrodus. Didėjant anodinei įtampai U , rentgeno spinduliavimo bangų ilgis mažėja.

Gama spinduliavimas yra branduolių vidaus virsmo rezultatas ir atsiranda branduoliui pereinant iš vieno energetinio būvio į kitą. Gama spinduliavimo šaltiniai gali būti natūralūs ir dirbtinai gauti izotopai. Suvirintųjų sujungimų defektoskopijos praktikoje naudojami dirbtinai gauti izotopai (Ir-192, Tm-170, Cs-137, Co-60).

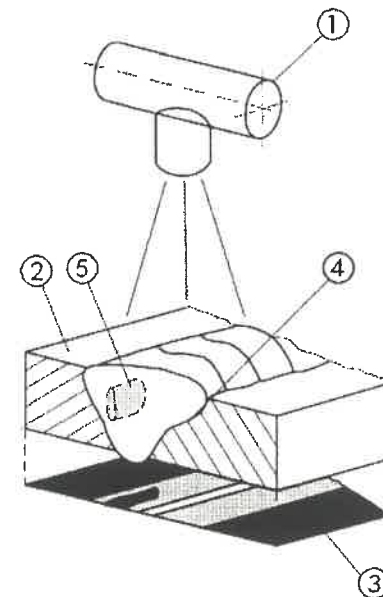
21 pav. sąlyginai pavaizduota radiacinės kontrolės schema.

Atsižvelgiant į defektoskopinės informacijos iššifravimo būdą, išskiriama:

- radiografija – gaminio vidaus struktūros statinio matomo vaizdo gavimo metodas rentgeno juostoje (juostinė radiografija) arba puslaidininkinėje plokštelėje su vėlesniu spausdinimu ant paprasto popieriaus (kseroradiografija);

- radiodefektoskopija – matomo dinaminio vidinės gaminio struktūros vaizdo, peršviesto jonizuojančiuoju spinduliavimu, gavimas prietaiso ekrane;

- radiometrinė defektoskopija – informacijos apie vidinę gaminio struktūrą, peršviesto jonizuojančiuoju spinduliavimu, gavimo metodas elektriniu signalų pavidalu.

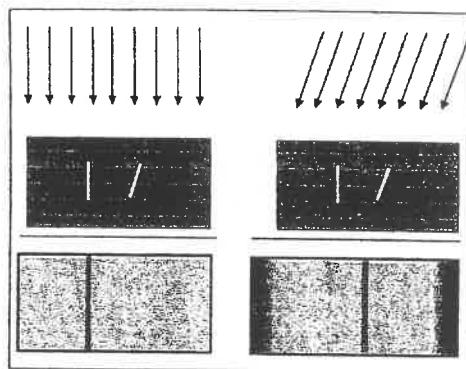


11.1 pav. Radiacinės kontrolės schema: 1 – spinduliavimo šaltinis; 2 – gaminyje; 3 – juosta (parodyta per atstumą nuo gaminio); 4 – sunkiai nustatomas nesulydimas; 5 – gerai nustatomas defektas siūlėje

Radiacinės kontrolės pagrindinius reikalavimus nustato sekantis standartai: LST EN 444:1998 LT - Neardomieji bandymai. Metalinių medžiagų radiografinio tyrimo rentgeno ir gama spinduliuote bendrieji principai; LST EN 462 (1, 2, 3 ir 5 dalis) - Neardomieji bandymai. Spinduliavimo defektoskopijos vaizdo nuotraukų kokybė; LST EN 584 (1 ir 2 dalis) – Pramoninės firmos atliekančios radiografinę defektoskopiją; LST EN 1435:1998/A1(A2) – Neardomoji virintinių siūlių kontrolė. Radiografinė suvirintųjų jungčių kontrolė; LST EN 12517:2000/A1(A2) – Virintinių siūlių neardomoji kontrolė. Suvirintųjų jungčių radiografinė kontrolė. Priėmimo lygmenys; LST EN 25817 (ISO 5817:1992) - Plieno suvirinti sujungimai, gauti virinant lanku. Direktyvos skirtos defektų įvertinimo grupėms; LST EN 25580 - Pramoninės radiografijos nuotraukų stebėjimo prietaisai. Bendrieji reikalavimai.

Radiografinė kontrolė nenustato:

- bet kokius intarpus, kurių matmenys mažesni, nei kontrolės dvigubas jautrumas;
- neįvirinimai ir įtrūkiai, kurių plokštuma nesutampa su kontrolės kryptimi;
- bet kokie intarpai, jei jų atvaizdas sutampa su kitų daiktų atvaizdais.



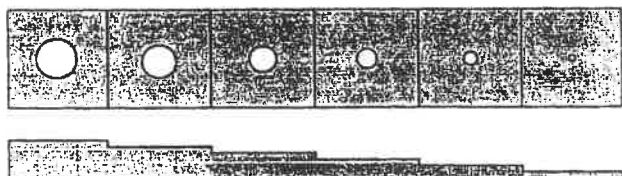
11.2 pav. Defekto indentifikavimo priklausomybė nuo kontrolės krypties

Kontroliniai (etaloniniai) bandinukai

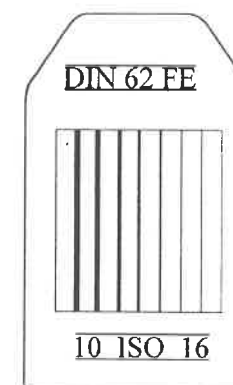
Kad gauti vaizdo mastelį ir geriau išifruoti gautą nuotrauką, naudoja kontrolinius bandinukus (dirbtinai sukurtus defektus vielų ar skylių pavydalu), kurie pridedami prie kontroliuojamo objekto toliau nuo kontroliuojamos siūlės. Jų vaizdavimas leidžia spręsti apie kontrolės techniką ir sąlygas. Dažniau naudojami vielų tipo kontroliniai bandinukai.

Europos standarte EN 462 pateikti tris kontrolinių bandinukų pavyzdžiai:

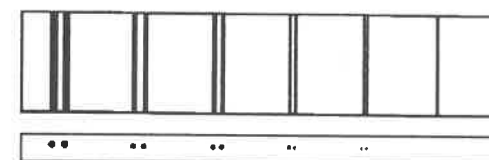
- laiptas–skylė tipo;
- vieliniai;
- su dvigubomis vielomis.



11.3 pav. Kontrolinis laiptas – skylė tipo bandinukas



11.4 pav. Kontrolinis vielų tipo bandinukas



11.5 pav. Kontrolinis dvigubų vielų tipo bandinukas

Pasiruošimas kontrolei

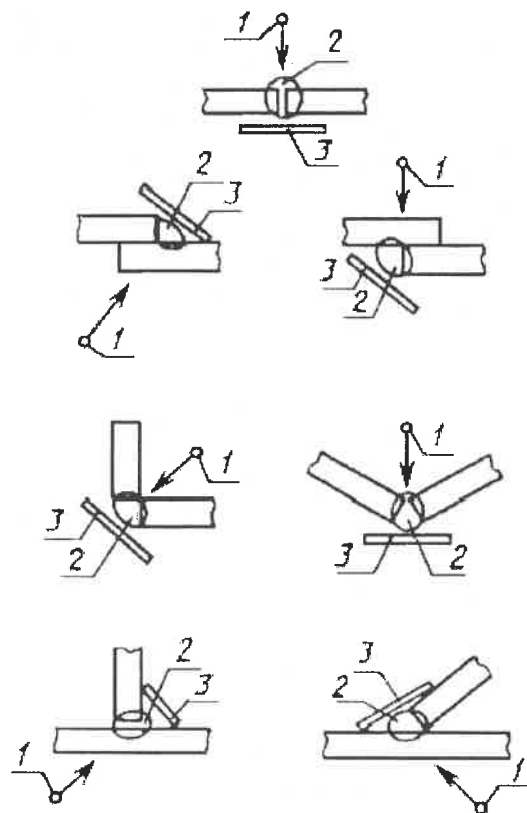
Po suvirintosios jungties valymo ir paviršinių defektų pašalinimo atlekamas sujungimo padalijimas į atkarpas ir atkarpų numeravimas. Tai nustato suvirintųjų jungčių kontrolės ir priėmimo techninė dokumentacija.

Kontroliojant kiekvieną atkarpą, turi būti jautrumo etalonai ir markiravimo ženklai. Etalonai statomi iš kontrolės puses. Vieliniai etalonai statomi tiesiogiai ant siūlės. Laiptiniai etalonai statomi skersai siūlės atstumu ne arčiau 5 mm nuo jos.

Markiravimo ženklai reikalingi atskirti ruožus, kurie gali būti patikrinti vienu peršvietimu. Jie statomi ruožų sanduroje.

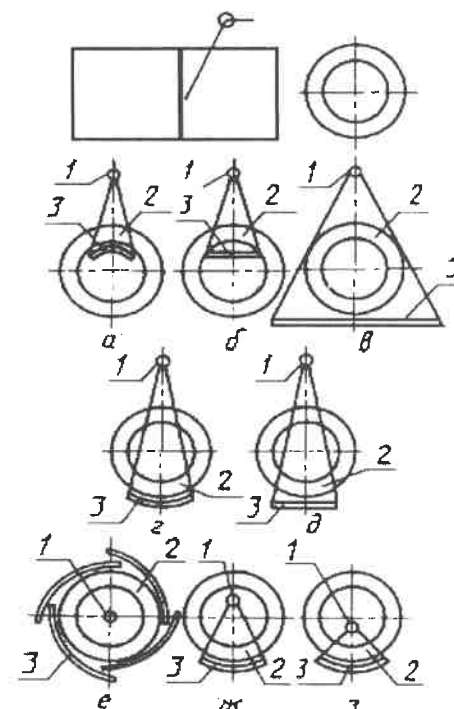
Markiravimo ženklai, naudojami kontroliuojamų ruožų numeracijai, dedami kontroliuojame objekte arba su juostoje taip, kad ne būtų kartų su siūle ar terminio poveikio sritimi.

Kontrolės schemas



11.6 pav. Kontrolės schemas:

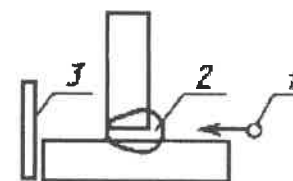
1 – spinduliavimo šaltinis; 2 – kontroliojamas ruožas; 3 – kasete su juosta



11.6 pav. Žiedinių siūlų kontrolės schemas:

1 – spinduliavimo šaltinis; 2 – kontroliojamas ruožas; 3 – kasete su juosta

Tejinių siūlų kontrolei, kai priėjimas prie siūlės yra apsunkintas, leidžiama atlikti pagal schemą pateiktą 11.7 pav.

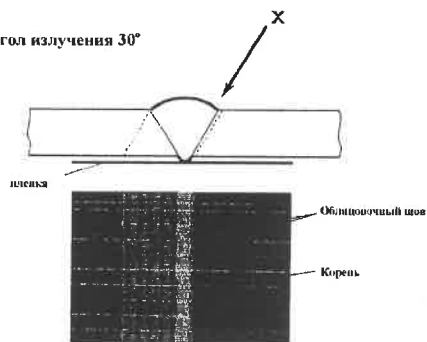


11.7 pav. Žiedinių siūlų kontrolės schemas:

1 – spinduliavimo šaltinis; 2 – kontroliojamas ruožas; 3 – kasete su juosta

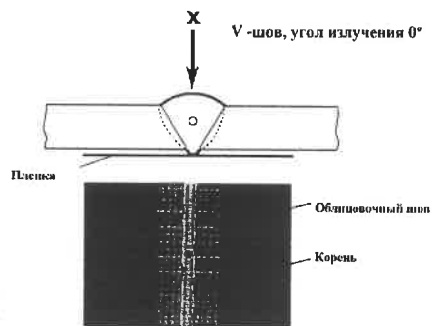
Rentgeno nuotraukų analizė

V-шов, угол излучения 30°



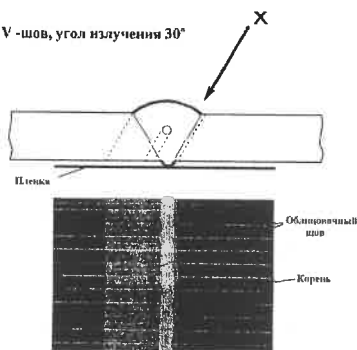
11.8 pav. Spinduliavimo krypties įtaka suvirinimo siūlės vaizdui

V-шов, угол излучения 0°



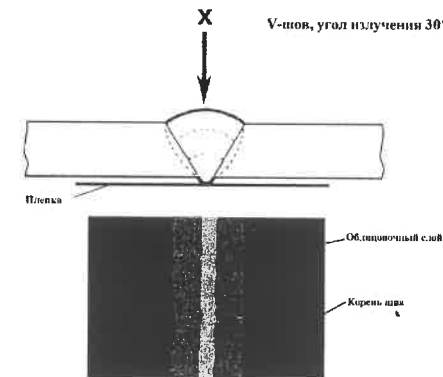
11.9 pav. Pora suvirinimo siūlėje

V-шов, угол излучения 30°

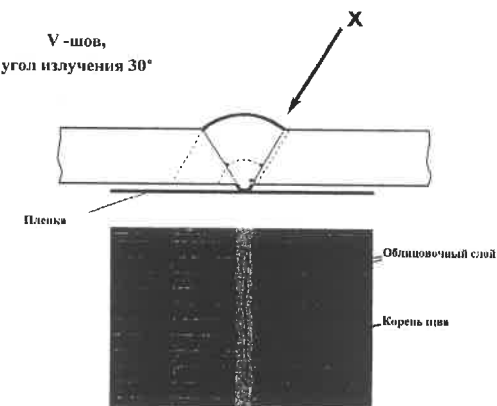


11.10 pav. Spinduliavimo krypties įtaka suvirinimo siūlės poros vaizdui

V-шов, угол излучения 30°



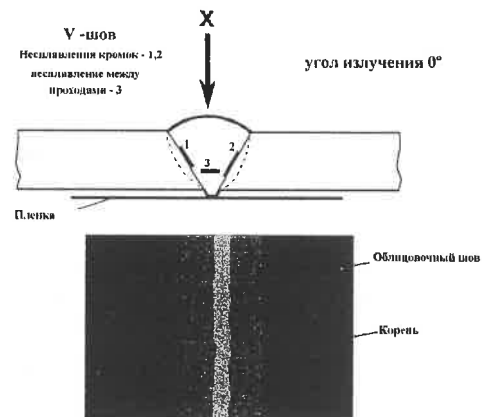
11.11 pav. Šlakas suvirinimo siūlėje

V-шов,
угол излучения 30°

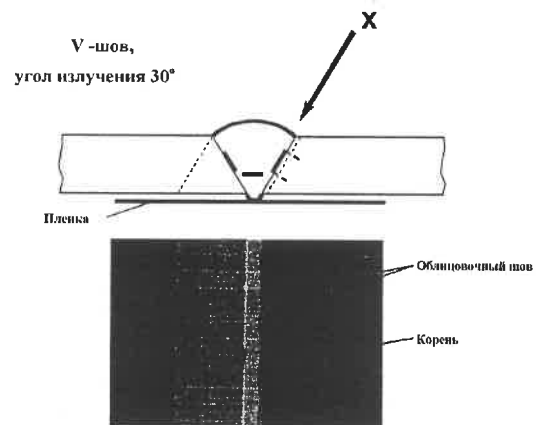
11.12 pav. Spinduliavimo krypties įtaka suvirinimo siūlės šlakų tarpų vaizdui

Tūriniai defektai, kaip poros, šlakų intarpai ir pan., beveik ne priklauso nuo spinduliavimo krypties. Tokiems defektams, kaip įtrūkiai, nesulydimas ir pan., spinduliavimo kryptis turi labai didelę reikšmę.

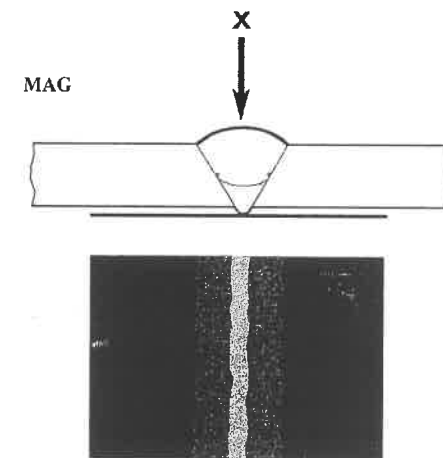
Defekto gylis radiaciniais kontrolės būdais nustatomas sunkiai. Bet žinant siūlės geometriją, ir keičiant apšvietimo kampą, galima su tam tikra paklaida nustatyti defekto gylį.



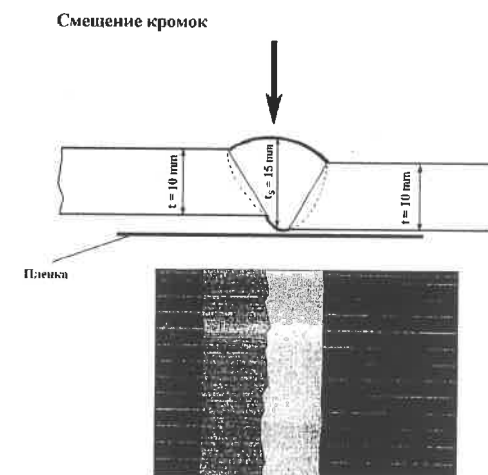
11.13 pav. Spinduliavimo krypties įtaka suvirinimo siūlės defekto vaizdai



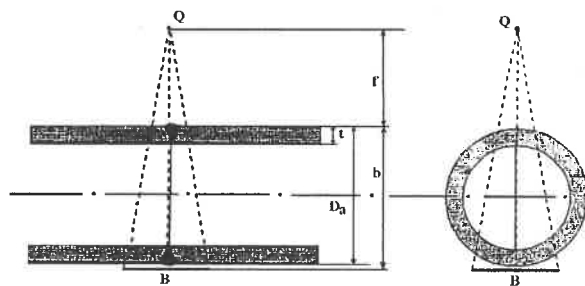
11.14 pav. Spinduliavimo krypties įtaka suvirinimo siūlės nesulydimui nustatyti



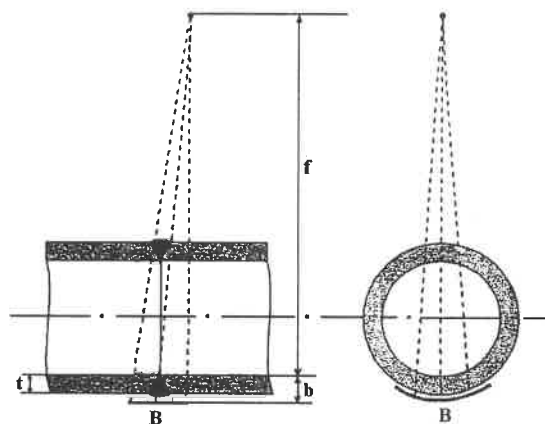
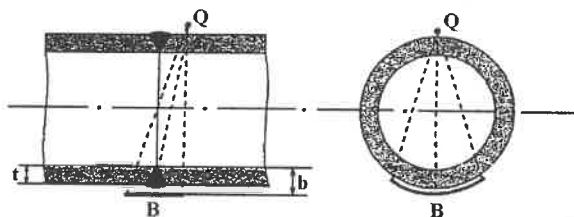
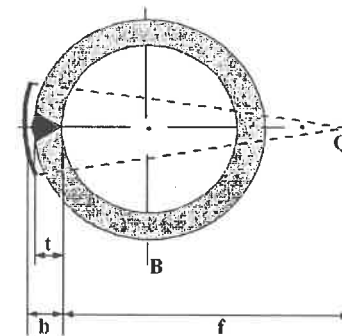
11.15 pav. Poros sulydimo srityje, suvirinant mechanizuoti būdu apsauginiose dujose



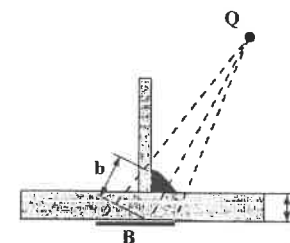
11.16 pav. Briauną nesutapimas



11.17 pav. Abejų senelių peršvietimas

11.18 pav. Žiedinių siūlių peršvietimas, kai $f_{\min} \geq D_a$ 11.19 pav. Žiedinių siūlių peršvietimas, kai $f_{\min} \leq D_a$ 

11.20 pav. Išilginių siūlių peršvietimas



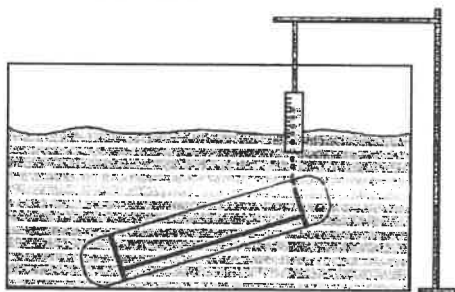
11.21 pav. Kampinių siūlių peršvietimas

12. Hermetiškumo testavimas

Burbuliukų metodas

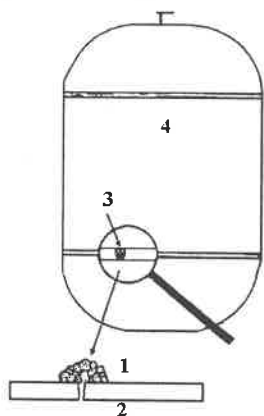
Atliekamas panardinant, arba naudojant putas sudarančias medžiagas.

Kontroliojamas objektas, esantis po slėgiu, panardinamas į vandenį ir registruojami burbuliukai kylantis nuo kontroliuojamo objekto (12.1 pav.).



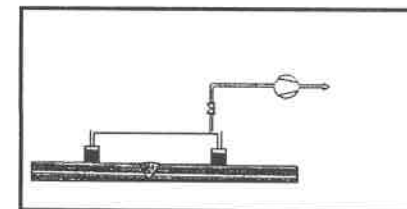
12.1 pav. Burbuliukų metodas

Kontroliojamas objektas, esantis po slėgiu, vilginamas putas sudarančiomis medžiagomis ir nesadorumo vietoje pasirodo burbuliukai (12.2 pav.).

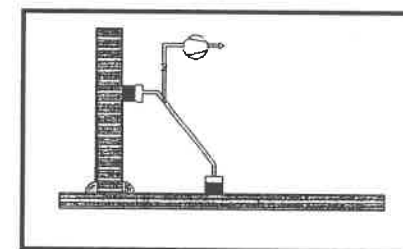


12.2 pav. Burbuliukų metodas, naudojant putas sudarančias medžiagas

Burbuliukų metode, naudojant kontrolinį remelį, kontroliojama siūle suvilginama putas sudarančiomis medžiagomis, po to iš kontrolės srities išpumpojamas oras ir defekto vietoje susidaro specifinis putų grybas.



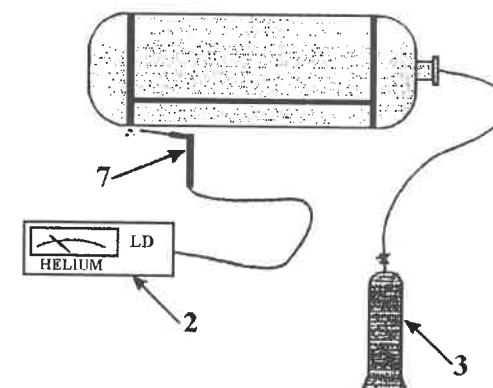
12.3 pav. Burbuliukų metodas, rėmelis sandūrinei siūlei



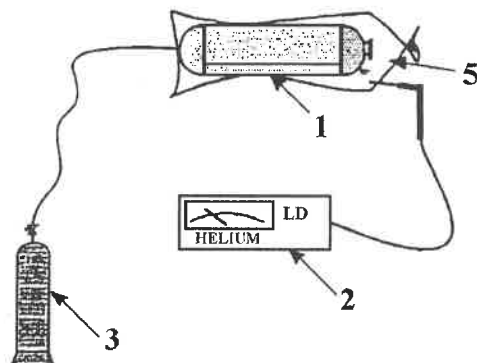
12.4 pav. Burbuliukų metodas, rėmelis kampinei siūlei

Padidinto slėgio registravimo metodas

“Kvapų” registravime, kontrolinės dujos nustatomos specialių detektorių pagalba. Skiria du būdus: pirmu atveju, ruožas, kuriame gali būti defektas, tiria specialiu zondų, antru atveju – arba visa dėtalė talpinama specialiame apvalkale, arba apvalkalu uždengia tik defektinį ruožą. Keičiantis kontroliuojamų dujų koncentracijai daro išvada apie defekto buvimą.



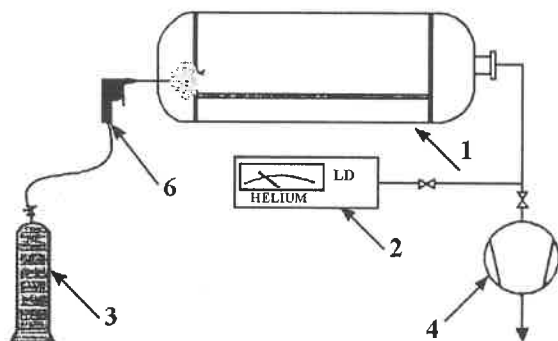
12.5 pav. Padidinto slėgio registravimo metodas: 2 – tekės nustatymo detektorius, 3 – balionas su dujomis (helium), 7 – zondas



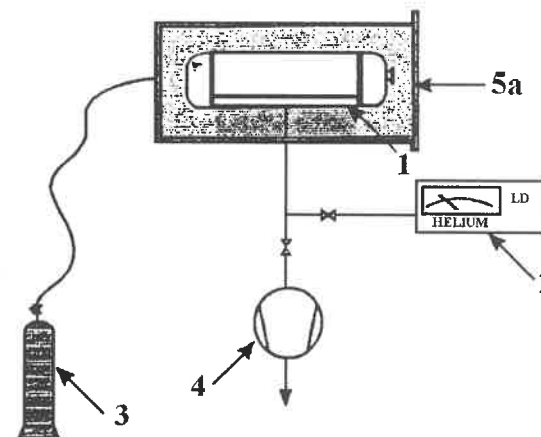
12.6 pav. Integralinis padidinto slėgio registravimo metodas: 1 – kontroliojamas objektas, 2 – detektorius tekmes nustatymui, 3 – balionas su dujomis (helium), 5 – apvalkalas, 7 – zondas

Vakuminis metodas

Tiriant vakuminiu būdu, kontroliojamas objektas pilnai arba dalinai uždengiamas apvalkalu, į kurį paduodamos kontrolinės dujos. Detektorius turi ryšį su objektu, iš kurio išpumpoti dujos (sukurtas vakumas). Kai kontrolinės dujos patenka į objektą, registruojamas defektas.



12.7 pav. Vakuminis metodas: 1 – tiriamasis objektas, 2 – tekmes nustatymo detektorius, 3 – balionas su dujomis, 4 – vakuminis siurblys, 6 – dujų purškimo įrenginys



12.8 pav. Integralinis vakuminis metodas: 2 – tekmes nustatymo detektorius, 3 – balionas su dujomis (helium), 4 – vakuminis siurblys, 5a – hermetinis apvalkalas

Pateikti būdai leidžia spręsti apie detalės hermetiškumą, bet ne parodo defekto vietą ir defekto rūšį.

Toliau palyginami du dažniausiai naudojami objektų hermetiškumo bandimai: esant normaliems reikalavimams (burbuliukų metodas) ir esant aukštesiems reikalavimams hermetiškumui (kontrolis heliu).

Burbuliukų metodas, naudojamas esant normaliems reikalavimams hermetiškumui

Privalumai Pigi įranga

Trūkumas Priklauso nuo kontrolieriaus kompetencijos. Esant dideliame defektui, išteklis skystis ir sunkiai fiksuojamas defektas

Prielaidos

- defekto vieta turi būti pastebima
- ruožai, paruošti kontrolei, turi būti pilnai suvilginti skysčiu
- paviršius turi būti švarus ir paruoštas kontrolei

Kontrolė heliu, kada ypač dideli reikalavimai hermetiškumui

Privalumai Detektorius labai jautrus ir surandami mikroskopiniai defektai

Trūkumas Brangi aparatūra ir dujos

Prielaidos Inde turi būti papildomas slėgis, arba vakumas

13. Vamzdinių ir indų bandymas slėgiu

Naudojami bandymo būdai orientuoti į naudojamą medžiagą, atskirų vamzdžių sujungimo būdą, arba viso vamzdžio ir eksploataavimo sąlygų.

Kontrolė slėgiu gali būti naudojama kaip atskiras būdas, arba kartu su kitais būdais. Jis leidžia įvertinti konstrukcijos stiprumą ir hermetiškumą.

Būdai suskirstomi į:

- išorinė apžiūra: vamzdynai stebimi iš išorės kontrolės metu,
- slėgio matavimo būdai: kontrolės metu matuojamas slėgis vamzdine,
- slėgio skirtumo matavimai: slėgis vamzdine lyginamas su etaloniniu slėgiu kontroliuojamame ruože.

Labai svarbu, kontroliuojant slėgiu, teisingai parinkti kontrolės medžiagą:

- skystis (vanduo) arba kita skystoji aplinka,
- dujų pavidalo kontroliuojama aplinka (oras, darbinės dujos arba darbinių ir inertinių dujų mišinys).

Bandant skysčiu, gali būti taikomas vienkartinis apkrovimas, arba daugkartinis, be reikia turėti omenyje:

- bandymai atliekami, kai aplinkos temperatūra turi būti ne mažesne kaip $+5^{\circ}\text{C}$, kai temperatūra žemesnė, reikia imtis papildomų priemonių;
- kontroliuojamos medžiagos ne turi agresyviai veikti metalą;
- vamzdinių užpildymas turi būti atliktas taip, kad į jį nepatektų oras
- bandant skysčiu, kai apkrova didesnė už plieno takumo ribą 95%, mažinant slėgį, matuojamas skysčio kiekis.

Bandant suspaustu oru, kai slėgis didesnis, nei 6 bar, papildomai imasi saugumo priemonių. Pvz. Iš pradžių siūlės kontroliuojamos radiaciniais kontrolės būdais.

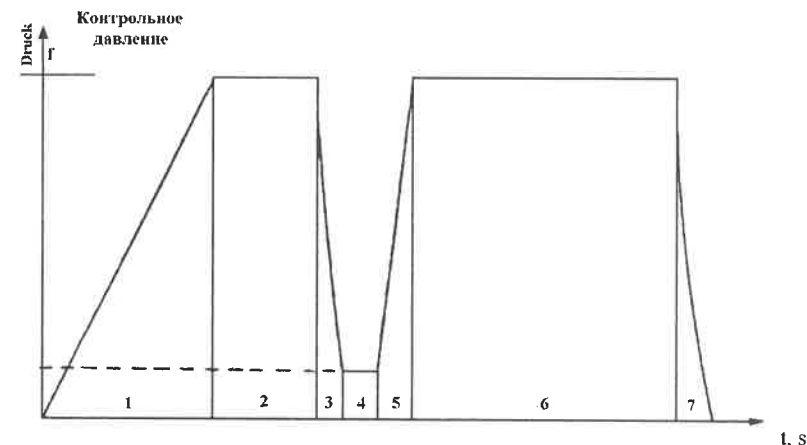
Simboliai, aiškinantis kontrolės slėgiu procesą:

- A – išorinės apžiūros būdai;
- B – slėgio matavimo būdai;
- C – slėgio skirtumo matavimo būdai;
- D – slėgio/tūrio matavimo būdai;
- 1 – kontroliuojama terpe – vanduo / viena karta;
- 2 – kontroliuojama terpe – vanduo / du kartus;
- 3 – kontroliuojama terpe – oras;
- 4 – kontroliuojama terpe – darbinės dujos.

13.1 lentelė. Kontrolės slėgiu būdų palyginimas

Medžiaga kontrolei		Vanduo		Oras	Darbinės dujos
Kontrolės būdai		Viena kart	Du kart		
		1	2	3	4
Išorinės apžiūros būdai	A	A1	A2	A3	A4
Slėgio matavimo būdai		B1	B2	B3 B3,1 B3,2	-
Slėgio skirtumo matavimo būdai	C	-	-	C3 C3,1 C3,2	
Slėgio ir tūrio matavimo būdai	D	-	D2	-	-

Vamzdinių tikrinimas slėgiu susideda iš atskirų intervalų (13.1 pav.).



13.1 pav. Vamzdinio kontrolės slėgiu pagal B2 būdą:

1 – pirmą apkrova kontroliniu slėgiu; 2 – pirmas išlaikymo laikas (kontrolinis slėgis); 3 – pirmas slėgio mažinimas; 4 – išlaikymo laikas (min 2 bar aukščiausiam vamzdyno ruože); 5 – antra apkrova kontroliniu slėgiu; 6 – išlaikymo laikas (kontrolinis slėgis); 7 – slėgio mažinimas

A būdas (išorinė apžiūra)

Esant šiam būdai hermetiškumas ir stiprumas (jei buvo padidintas slėgis) įvertinami vizualiu būdu. Įrenginys ir vamzdynai turi būti laisvi ir lengvai prieinami.

A1 būdas (bandymas vandeniu, vienkartinis apkrovimas)

Kontrolinio slėgio dydis nustatomas prieš bandant. Jis ne turi sukelti įtempius kurių dydis būtų didesnis, nei 95% metalo takumo riba. Kontrolinis slėgis turi būti 1,3 kartų didesnis, nei darbo slėgis eksploatacijos metu. Po oro pašalinimo ir vamzdinio užpildymo su greičiu ne didesniu, kaip 3 bar/min slėgis išlaikomas paprastai apie 3 valandas. Per šį laiką visos jungtis vizualiai apžiūrimos.

A2 būdas (bandymas vandeniu, du kart apkraunant)

Atliekamas analogiškai A1, tik išlaikymo laikas yra du kart po 90 min.

A3 būdas (bandant suspaustu oru)

Kontrolinis slėgis nustatomas prieš bandant ir parenkamas pagal techninius reikalavimus. Slėgis didinamas greičiu, ne didesniu, kaip 3 bar/min ir išlaikomas tol, kol ne bus patikrinti visi sujungimai. Suvirinimo siūlės turi būti be nešvarumų, skalų dažų ir pan.

A4 būdas (bandant darbo dujomis)

Kontrolinis slėgis atitinka maksimaliam darbiniam slėgiui. Visa kita, analogiškai A3 būdai.

Slėgio matavimo B būdai

Čia įrenginys arba vamzdynas tikrinami hermetiškumui ir atsparumui tiksliai matuojant slėgį kontrolės metu. Todėl būdas tinkamas naudojimui, kai vamzdynas yra po žeme. Kontrolė atliekama išlyginant darbo dujų ir aplinkos temperatūras.

Slėgio matavimo būdai B1 (vanduo, vienkartinis apkrovimas)

Kontrolinis slėgis sudaro ne mažiau, kaip 1,3 nuo darbinio slėgio. Jei yra pavojus skysčiui užšalti, reikia vamzdyną apsaugoti šilumine izoliacija.

4.7	NEARDOMIEJI BANDYMO BŪDAI	ivv Γ
-----	---------------------------	-------

Bandomieji ruožai turi būti ne didesni, kaip 15 km ilgio, arba 3000 m³ turio. Bandomasis stendas turi turėti sekančius prietaisus:

- Kontrolinis manometras 0,6 klasės;
- Slėgio matavimo prietaisą, kurio tikslumas ne žemesnis, kaip 0,1% (pvz., stumoklinis manometras, slėgio skirtumo matuoklis).
- Įrašantis manometras;
- Temperatūros matavimui naudoja:
 - Oro temperatūros matavimo termometras ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$)
 - Termometras matuoti vamzdynų senelių temperatūrą;
 - Termometras matuoti izoliotų vamzdynų senelių temperatūrą ($\pm 0,1^{\circ}\text{C}$);
 - Termometras matuoti vandens temperatūrą.

Kai vamzdynas užpildytas vandeniu, didina slėgį iki kontrolinio dydžio greičiu ne didesniu, kaip 3 bar/min ir po to, kaip temperatūra susivienodina išlaiko ne mažiau, kaip 24 val. Kiekviena valanda fiksuojami matavimo rezultatai. Po to, kai baigtas patikrinimas matuoja vandens kiekį tam, kad nustatyti ar ne buvo oro vamzdyne kontrolės metu. Dėl to slėgis mažinamas du kartus ir matuojamas nuleisto vandens kiekis.

Slėgio matavimo būdas B2 (vanduo, du kartus apkraunant)

Kontrolinis slėgis, kaip ir B1, išlaikymo laikas - 60 min., kontrolinį slėgį mažina iki 2 bar. Vėliau pakartotinis slėgio didinimas iki kontrolinio ir išlaikymas 24 val. Visa kita analogiškai B1 būdai.

Slėgio matavimo būdas B3 (oras)

Kontrolinis slėgis yra 1,1 nuo darbinio, bet ne mažiau, kaip 2 barais didesnis. Būdas taikomas, kontroliuojant požeminius vamzdynus.

Slėgio skirtumo matavimo būdai C3 (oras)

Hermetiškumo kontrolė atliekama, įvertinant aplinkos temperatūrą.

14. Neardomosios kontrolės metodo parinkimas

Neardomosios kontrolės naudojimas priklauso nuo:

- Geometrinių matmenų (storis, prieinamumas ir pan.);
- Kontroliuojamos medžiagos (feritinės medžiagos, austenitas, aliuminis ir pan.) ir numatomų defektų, taip pat jų matmenų.

Todėl nėra specialių nurodymų, kada ir kokį būdą naudoti. Kontrolės būdas parenkamas pagal sekiamą tikslą ir konstrukcijos svarbumą; dažnai naudojamos įvairių būdų kombinacijos.

Suvirintųjų jungčių kontrolės būdus galima suskirstyti į dvį grupes:

Paviršinių defektų nustatymo būdai:

- Išorinė apžiūra;
- Skvarbumo kontrolė;
- Magnetomiltelinis kontrolės metodas.

Vidinių metodų nustatymo būdai:

- Radiacinės kontrolės būdai;
- Ultragarsinė kontrolė.

Todėl mes palyginsime tarp pusavyje šios būdus.

4.7	NEARDOMIEJI BANDYMO BŪDAI	IWT
-----	---------------------------	-----

Kontrolė skvarbiaisiais dažais

Detalių storiai

Be apribojimų

Reikalavimai naudojimui:

Be reikalavimų, dėl to, kad kontroliuojamas paviršius skvarbiaisiais dažais apipurškiamas

Panaudojimo sritis:

Visoms medžiagoms

Defektų fiksavimas:

Būdas rodo tik tokius defektus, kurie išeina į paviršių. Tokiu būdu keliami tam tikri reikalavimai paviršiaus švarumui: riebalų ir dažų nebuvimas, oksidų ir rūdžių nebuvimas, neledžiamas paviršiaus suketinimas, pvz. Apdirbant smėliasrovė.
Būdas rodo ne pati defektą, o defekto pėdsakus. Stipresnis defekto vietos nudažymas – tai ne defekto gylio rodiklis, nes dažymas priklauso nuo defekto tūrio, bet ne gylio.

Būdo ypatumai:

Būdo efektyvumas priklauso nuo aplinkos temperatūros, normalus temperatūrų diapozonas yra $+5^{\circ}$, $+50^{\circ}\text{C}$. Problemas utilizuojant, nes skvarbus dažai gali turėti FCKW ir AZO - dažyklius.

Magnetomiltelinė kontrolė

Detalių storis:

Neribojamas

Reikalavimai naudojimui:

Kontrolės sritis įmagnetinama, todėl turi būti prieinama magnetui. Skirtingas įmagnetinimas, esant išilginėms ir skersinėms defektams. Reikia imtis atsargumo priemonių dirbant konstrukcijos viduje, įtampa turi sumažinta nuo 230 V iki 42 V.

Panaudojimo sritis:

Medžiagoms, kurias galima įmagnetinti

Defektų fiksavimas:

Galima nustatyti paviršinius defektus (pvz., įtrūkius) arba esančius netoli paviršiaus (porų, šlakų sanaupos). Parodymų išbarstymas dėl magnetinio skvarbumo išbarstymo (austenitas-feritas)

Defekto gylis ne nustatomas:

Defektas nustatomas, jei defekto kryptis ir magnetinių linijų laukas susikerta. Jei jie yra lygiagretus, tai nėra sklaidos lauko, ir atitinkamai defektas ne fiksuojamas.

Būdo ypatumai:

Po įmagnetinimo, detalėje gali likti magnetinis laukas, kuris gali apsunkinti tolimesnius suvirinimo darbus. Greitai galima gauti rezultatus, nes trumpas įmagnetinimo laikas. Kontrolinis skystis iššaukia koroziją.

4.7	NEARDOMIEJI BANDYMO BŪDAI	Ivvt
-----	---------------------------	------

Radiacinė defektoskopija

Detalių storiai:	Iki 30 mm rekomenduojama naudoti rentgeno kontrolę; izotopams Ir ₁₉₂ iki 100 mm plienui; Co ₆₀ - iki 200 mm plienui, neutroniniam spinduliavimui – iki 400 mm plienui
Reikalavimai naudojimui:	Svarbu teisingai išdėstyti juostą ir spinduliavimo šaltinį. Standarte EN 1435 pateiktas pavyzdys. Aptarnaujantis personalas turi būti apsaugotas nuo spinduliavimo.
Panaudojimo sritis:	Beveik visi metalai gerai peršviečiami (plienas, aliuminis, titanas, varis ir pan).
Defektų fiksavimas:	Juostoje defektas fiksuojamas vienoje plokštumoje. Defekto gylis ne fiksuojamas. Gerai matomi didelio tūrio defektai, pvz. poros, šlakų intarpai. Juosta, arba nuotrauka lieka, kaip dokumentas.
Būdo ypatumai:	Sunkumai atsiranda apsaugojant aplinkinius žmonės nuo spinduliavimo. Radioaktyviųjų izotopų transportavimo problemos. Subjektivumas, įvertinant nuotraukas.

Ultragarstinė kontrolė

Detalių storiai:	Esant mažiems storiams (≤ 3 mm) defektai praktiškai ne fiksuojami.
Reikalavimai naudojimui:	Kontrolė priklauso nuo medžiagos ir ultragarso įvedimo kampo. Paviršius turi būti nuvalytas nuo pusrų ir kitų nešvarumų, be to paviršius turi būti lygus.
Panaudojimo sritis:	Austenitas, esantis pliene, susilpnina ultragarsą. Pliene esantis skirtingos struktūros (feritas, austenitas, perlitas, martensitas ir kt.) skirtingai praliedžia ultragarsą ir dėl gali būti fiksuomi netikslūs prietaiso parodymai.
Ypatumai:	Ultragarisas neprašina per skystį.
Defektų fiksavimas:	Kontroliojant ultragarsu, nėra realaus defekto vaizdo. Signalo amplitudė priklauso nuo daugelio faktorių. Defektų nustatymas labai priklauso nuo kontroleriaus kvalifikacijos. Labai svarbu gerai suderinti prietaisą.

4.7	NEARDOMIEJI BANDYMO BŪDAI	IWT
-----	---------------------------	-----

Lentelė 1 4.1. Kontrolės metodas – detalė – defektas

	VT	PT	MT	UT	RT
Storis	---	---	---	≥ 3 mm	iki 200 (400) mm
Medžiaga	---	---	Tik įmagnetinamos	Priklauso nuo struktūros (susilpnina ultragarsą)	---
Plokščias defektas	Priklauso nuo matmenų	Paviršiniai defektai	Gali fiksuoti netoli paviršiaus esančius defektus	Gera	Priklauso nuo kontrolės krypties
Turinis defektas	Priklauso nuo matmenų	gerai	ribotai	nepatikimai	gerai

Kontrolės dokumentai turi turėti visus reikiamus parametrus, kad bet kokių momentu galima būtų pakartuoti kontrolę prie vienodu sąlygu.

LITERATŪRA:

1. Сварные конструкции. Механика разрушения и критерии работоспособности/ В.А. Винокуров, С. А. Куркин, / Под ред. М.: Машиностроение, 1996, 576 с.
2. Bendri kokybės reikalavimai – ISO 9000:2000.
3. Suvirinimo koordinavimas. Uždaviniai ir atsakomybė. LST EN 719: 1997.
4. Suvirinimo kokybės reikalavimai. Lydomasis metalų suvirinimas. 1 dalis. Bendrosios parinkimo ir taikymo taisyklės. LST EN 729–1: 1999.
5. Suvirinimas ir panašūs procesai. Metalų suvirinimo defektų klasifikavimas. 1 dalis. Lydomasis suvirinimas. LST EN ISO 6520–1: 1999.
6. I. Višniakas. Suvirintų sujungimų kokybės kontrolė. Mokomoji knygelė. Vilnius, Technika, 1998.-148 p.
7. H. Medekšas. Gminių kokybė ir patikimumas. Kaunas. „Technologija“. 2001, 280 p.
8. E.E. Lewis. Introduction to Reliability Engineering. John Wiley & Sons, Inc. New York, 1996, 435 p.
9. LST 1280:1993. Technikos patikimumas. Terminai ir apibrėžimai.-V.: Lietuvos standartizacijos tarnyba. 1993.47 p.
10. Metalinių medžiagų suvirinimo būdų reikalavimai ir pripažinimas – LST EN 288.
11. Suvirinimo kokybės reikalavimai. Lydomasis metalų suvirinimas. 1 – 4 dalis. LST EN 729.
12. Neardomos kontrolės kompetentingumas – LST EN 473 (lygiai 1, 2, 3).
13. Vizualioji kontrolė iki suvirinimo, suvirinimo metu ir po suvirinimo – LST EN 970.
14. Хромченко Ф.А. Справочное пособие электросварщика. Москва: Машиностроение, 2003. – 416 с. ISBN5-217-03168-9
15. <http://www.splav.kharkov.com>
16. <http://www.steels.ru>
17. <http://www.svarca.ru>
18. <http://www.microstructure.ru>
19. <http://www.ice.org.uk>
20. <http://www.csa.com>
21. <http://www.viniti.ru>
22. <http://www.bl.uk>
23. <http://www.lsd.lt>
24. <http://www.wikipedia.com>