

**Turinys**

1. Matavimų taikymo sritys
2. Bendroji metrologija. Pagrindiniai metrologijos terminai
3. Matavimų atskaita. Matavimo reikalavimai
4. Paklaidų skaičiavimas matavimo technikoje
5. Signalo charakteristika elektrolankiniame suvirinime ir vidutinės jo reikšmės sudarymas
6. Elektrolankinio suvirinimo proceso charakteristikų matavimas (matavimo prietaisai)
7. Elektrolankinio suvirinimo proceso režimo parametrų kontrolė
8. Kontaktinio suvirinimo proceso charakteristikų matavimas

4 dalis.
GAMYBA IR NAUDOJAMA TECHNIKA

4.06 Matavimai, kontrolė ir suvirinimo dokumentacija

Parengė: Danutė Ščekaturovienė

Vilnius
2007

IV.4.06	Matavimai, kontrolė ir suvirinimo dokumentacija	IWT
---------	---	-----

1. Matavimų taikymo sritis.

Matavimų taikymo sritis – tai informacijos kaupimas

1 lentelė

Matavimų taikymo paskirtis	Taikymo sritis
1. Energijos gavimas ir paskirstymas	Elektros stočių energetinių procesų kitimo kontrolė/priežiūra ir valdymas; elektros skirstomųjų tinklų elektros energijos, dujų ir angliavandenilių (nafta, skystas kuras, benzinai) kontrolė ir valdymas. Energijos gavimo ir realizacijos apskaita
2. Procesų valdymas	Rankinis procesų valdymas reguliatorių pagalba (tipiniais signalais) arba apskaitos prietaisais. Procesų valdymo tikslas: maksimali produkcijos išeiga, minimalus energijos ir medžiagų panaudojimas, aukšta produkcijos kokybė ir kt.
3. Procesų analizė	Procesų analizė kiekybiniu požiūriu ir matematinis modeliavimas (proceso modelio kūrimas).
4. Produktų analizė	Technologijos produktų, jų žaliavų, pagalbinų medžiagų, atliekų sudėties ir koncentracijos nustatymas
5. Gamybos technologija	Gamybos valdymas ir kontrolė linijinių matavimų pagrindu (dažniausia geometrinių parametrų: ilgio, kampų, paviršių kokybės ir kt.) mašinų ir prietaisų gamyboje.
6. Kokybės užtikrinimas ir kontrolė	Įvadinė gamyboje naudojamų medžiagų ir produktų kontrolė (pasirinktinė kontrolė), technologinio proceso ir pagaminto gaminio kontrolė – gamybinių produktų ir teikiamų paslaugų garantija
7. Logistika, prekių judėjimas	Sandėliavimas, balansinė apskaita, sąskaitos, mokėjimai, pirkimai, realizacija, krovininių pervežimas ir paslaugos, dokumentavimas, statistika
8. Gamyklinė technika	Gamybinių pastatų energetinio aprūpinimo technika (šildymo, vandentiekio, ventiliacijos, klimato, komunikacijos), darbų saugos, priešgaisrinės saugos technika, aplinkos saugos technika.

2. Bendroji metrologija. Pagrindiniai metrologijos terminai Metrologija – matavimo mokslas - apimantis visus teorinius ir praktinius matavimų aspektus, nesvarbu, koks yra matavimų tikslumas ir kurioje mokslo ar technikos srityje atliekami matavimai.

Matuoti reiškia lyginti.

Matavimas – veiksmas, kuriuo siekiama rasti matuojamojo dydžio vertę. Kitaip sakant tai veiksmų visuma, kurių pagalba kiekybiškai nežinomi dydžiai lyginami su matu ir įvertinami.

IV.4.06	Matavimai, kontrolė ir suvirinimo dokumentacija	IWT
---------	---	-----

2.1 Pagrindiniai metrologijos terminai

2 lentelė. Terminai

Eil. Nr.	Terminas	Aiškkinimas
1	Matmenų kontrolė	Kiekybiškas objektyvus nežinomo dydžio palyginimas su matu
2	Matavimas	Veiksmas, kuriuo siekiama rasti dydžio vertę
3	Juslinė (bematė) kontrolė	Tikrinimas, kai pirminė informacija gaunama jutimo organais
4	Matavimo neapibrėžtis	su matavimo rezultatu susijęs parametras, apibūdinantis sklaidą verčių, kurias pagrįstai galima būtų priskirti matuojamajam dydžiui. Paprastai matavimo neapibrėžtis apima daug sandų. Kai kurie iš jų gali būti apskaičiuojami remiantis keleto matavimų rezultatų statistiniu skirstiniu ir apibūdinami eksperimentiniais standartiniais nuokrypiais. Kitų sandų įverčiai gali būti nustatyti remiantis patyrimu ar kita informacija.
5	Matuojamasis objektas	Objektas (tam tikra sistema, vyksmas, reiškinys ir kt.) apibūdinamas vienu ar keliais matuojamaisiais dydžiais
6	Matuojamasis dydis	1. Matematikos sąvoka, reiškianti objekto arba reiškinio išmatuojamą arba apskaičiuojamą charakteristiką. 2. Atskiras dydis, kuris matuojamas.
7	Matuojamasis parametras	Matuojamasis dydis, apibūdinantis kurią nors vyksmo, reiškinio, įtaiso arba sistemos savybę ar būseną.
8	Matavimo įtaisas	1. Matuoklio, matavimo įrenginio ar sistemos dalis, turinti išskirtinę konstrukciją ar paskirtį. Pvz., matavimo įtaisu gali būti matuoklio dalis, vadinama registravimo įtaisu, kuri sudaryta iš popieriaus juostos, trauktuvo ir rašiklio. 2. Įtaisas tam tikriems matavimams atlikti
9	Matavimo rezultatas	Matavimo būdu rasta matuojamojo dydžio reikšmė. Pateikiant rezultatus, būtina aiškiai nurodyti, kuo remiamasi: a) rodmeniu, b) neištaisytoju rezultatu, c) ištaisytoju rezultatu, d) vidutine verte, gauta iš daugelio verčių. <i>Pastaba.</i> Visuminis matavimo rezultatas turi turėti informaciją apie matavimo neapibrėžtį
10	Matavimo priemonė	Normatyvinių metrologinių charakteristikų medžiaga ar terpė, įrankis ar įtaisas matavimams atlikti, išlaikantis ir (ar) atkuriantis dydžio matavimo vieneta
11	Matavimo metodas	Tam tikro aprašyto ir matavimo metu atliekamo veiksmo loginė seka.
12	Metodas	Biologijos, chemijos ir fizikos teorijomis bei matematiniu principu pagrįstas tyrimo būdas, kuriuo nustatomos tiriamųjų objektų tam tikros parametrų vertės.
13	Matavimo principas	Mokslinis matavimo pagrindas. Pvz., a) termoelektros

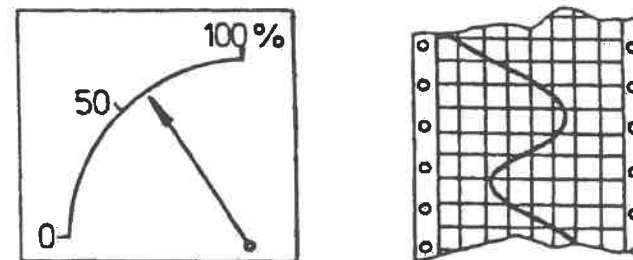
		reikškinys taikomas temperatūrai matuoti; b) Džozefsono reikškinys – elektrinei įtampai matuoti, c) Doplerio reikškinys – greičiui matuoti, d) Ramano reikškinys – molekulių virpesių bangos skaičiui matuoti.
14	Matavimų seka	Dydžio viena po kitos einančių verčių matavimo serija.
15	Kalibravimas	Matavimo priemonių visumos (pvz., svorsčių rinkinio) ir vieno daugiamačio mato (pvz., matavimo liniuotės) paklaidų ir pataisų radimas
16	Šablonas/kalibras	Šablonas – įtaisas gaminio formai patikrinti. Kalibras – beskalis matas gaminio pavidalo, matmenų, ir elementų padėties nuokrypams tikrinti
17	Patikra (matavimo priemonių)	1. Kompetentingos tikrinimo arba kontrolės tarnybos atliekami tyrimai arba bandymai pagal patikros ir ženklavimo instrukciją. 2. Matavimo priemonės tinkamumo įvertinimas eksperimentiškai tiriant jos metrologines charakteristikas bei tikrinant nustatytų reikalavimų atitikimą.
18	Gradavimas	Matavimo priemonės skalės suskirstymas tam tikrais matavimo vienetais reikiamu tikslumu
19	Derinimas	1. Veiksmų visuma, užtikrinanti reikalingą derinamojo objekto veikimą. 2. Veiksmai matavimo priemonės paklaidoms mažinti.
20	Tikrinimas	Tikrinamojo objekto techninių charakteristikų ir parametrų arba jo būsenos atitiktis tam tikriems reikalavimams nustatymas.
21	Įvertinimas	Procedūra, kai imtimi skirstinio (pasirinkto aibės modeliu) parametrui priskiriamos skaitinės reikšmės. Šios procedūros rezultatas gali būti vertė (taškinis įvertis, tarpinis įvertis) arba visas skaitinis intervalas (intervalinis įvertis)
22	Apskaita	Vienatipių objektų kiekio nustatymas

3. Matavimų atskaita. Matavimų reikalavimai

3.1 Matavimų atskaita

Matavimo atskaitos sistema – matuoklio įtaisų ir elementų sistema, teikianti matavimo rezultatą. Matavimų atskaitos būdai.

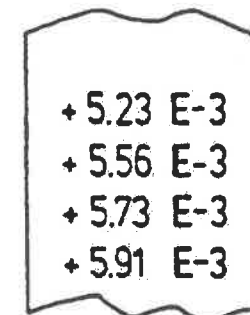
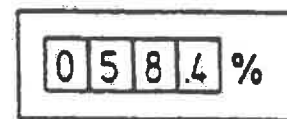
a) *Analoginė matavimų atskaitos sistema.* Esant analoginei matavimų atskaitai matuojamasis dydis tarp fiksuotas matavimo mechanizmo detalės ir judančiojo elemento sudaro sukamąjį momentą, kurio dydis priklauso nuo matuojamojo elektrinio parametro dydžio. Tokiu būdu magnetoelektrinio mechanizmo pagalba matuojamojo parametro dydis parodomas skalėje ar nepertraukiamai užrašomas savirašio prietaiso (1 pav.).



1 pav. Analoginė matavimų atskaita

b) Skaitinė matavimų atskaitos sistema.

Esant skaitinei matavimų atskaitai analoginės sistemos matuojamasis dydis išskaidomas į dalis ir tos dalys sumuojamos. Suminis dydis atitinka matuojamojo dydžio vertę, pateikiamą skaitiniais rodmenimis (skaitinis daugiarybis universalus matuoklis –



multimetras)

2 pav. Skaitinė matavimų atskaita

3.2 Matavimo reikalavimai

Matavimo neapibrėžties įvertinimas

Atliekant kiekvieną matavimą reikia nustatyti matavimo neapibrėžtį, įvertinant visų matavimo pakopų paklaidas. Matavimo rezultatas tinkamas, kai matavimo vertės yra reikalavimuose numatytose ribose. Prieš matuojant fizikinius dydžius reikia įvertinti, kokias matavimo paklaidas duoda matavimų seka. *Matuojamųjų dydžių registravimo pobūdis*

Prieš matuojant fizikinius dydžius reikia išsiaiškinti, ar pakanka tik užrašyti nuskaitytus rodmenis į protokolą, ar reikia parodyti rodmenų kitimą tam tikro laikotarpio ar proceso metu. *Matuojamųjų verčių paklaidos dėl išorinių veiksnių įtakos* Prieš matuojant reikia išsiaiškinti ar:

- matavimo rezultatai gali būti iškreipiami išorinių veiksnių poveikio į jutiklį, matavimo sistemą ar įrenginį; - nuokrypos nuo matuojamosios vertės yra tokio dydžio, kad reiktų imtis priemonių išoriniam poveikiui sumažinti.

Registravimo dokumente nurodoma matavimo vieta.

Suvirinimo procedūrų aprašo reikalavimuose EN 15609 nurodoma, kad matuojamų charakteristikų vertės būtų saugomos. Be to, rekomenduojama saugoti ir matavimams panaudotas matavimo

IV.4.06	Matavimai, kontrolė ir suvirinimo dokumentacija	IWT
---------	---	-----

priemonės.

Nurodyto reikalavimo tikslumą parodo šis pavyzdys:

Sakykite eilinės patikros metu sužinojote, kad vienas iš penkių naudojamų temperatūros matavimo prietaisų duoda 25% paklaidą. Kurio suvirinimo proceso temperatūra buvo netiksliai matuojama?

4. Paklaidų skaičiavimas matavimo technikoje

Matavimo paklaida susideda iš matavimo priemonės paklaidos ir papildomų paklaidų

4.1 Matavimo priemonės paklaida Matavimo priemonių paklaidos nustatomos įvairiai. a) Paklaidos nustatymas kalibruojant.

Pavyzdys.

0-100 A matavimo diapazono ampermetras kalibruojamas metrologinėje įmonėje. Kalibravimui panaudojamas etaloninis srovės stipris $I = 80$ A.

Kai:

Etalono rodmuo	$X_W = 80$ A (tikroji vertė)
Kontrolės objekto rodmuo	$X = 82$ A (matuojamoji vertė su paklaida)
Galutinė matavimo diapazono vertė	$X_M = 100$ A

Matavimo priemonės paklaidos skaičiuojamos (3 lentelė):

3 lentelė. Matavimo priemonių paklaidų skaičiavimo pavyzdys.

Absoliučioji matavimo paklaida	$\Delta X = X - X_w = 82 A - 80 A = 2 A$
Santykinė paklaida	$X_{rel} = \frac{X - X_w}{X_w} \cdot 100\% = \frac{82 A - 80 A}{80 A} \cdot 100\% = 2,5\%$
Prietaiso matavimo paklaida	$X_{Arel} = \frac{X - X_w}{X_M} \cdot 100\% = \frac{82 A - 80 A}{100 A} \cdot 100\% = 2\%$

b) Matavimo priemonės paklaidos nustatymas pagal jo tikslumo klasę. Matavimo priemonės paklaidos priklauso nuo gamybinių paklaidų ir medžiagų savybių netolygumo. Nuo didžiausios paklaidos priklauso matavimo prietaiso ar įrankio tikslumo klasė, kurią nurodo gamintojas. Tikslumo klasė parodo matavimo priemonės galutinės skalės vertės didžiausią santykinę paklaidą procentais. 4 lentelė. Matavimo prietaisų tikslumo klasės. 1,0 klasė reiškia: $\pm 1,0\%$ paklaida (nuo galutinės skalės vertės)

Tikslumo klasės				
Tikslūs matavimo prietaisai	0,1	0,2	0,5	
Gamybiniai matavimo prietaisai	1,0	1,5	2,5	5,0

Pavyzdys 1,0 klasės matavimo prietaisas su galutine skalės verte 6A

IV.4.06	Matavimai, kontrolė ir suvirinimo dokumentacija	IWT
---------	---	-----

Matuojama srovė: 6 A	Galima paklaida: $\pm 0,06$ A	1 % santykinė paklaida
Matuojama srovė: 0,6 A	Galima paklaida: $\pm 0,06$ A	10 % santykinė paklaida

c) Prietaiso su skaitmenine atskaita galimos paklaidos skaičiavimas sudėtingesnis: Pavyzdys: Reikia pamatuoti įtampą, kurios numatoma vertė 100 - 200 V.

Naudojamas $4\frac{1}{2}$ eilės skaitmeninis daugiarybis universalus matuoklis (multimetras). Gamintojo leidžiama paklaida: $\pm (0,5\% \text{ matuojamosios vertės} + 2 \text{ eilės skaičiai})$.

Matavimo diapazonas: 0,01 ... 199,99 V

Atskaitos vertė: $U = 180,0$ V

0,5 % nuo 180 V = 0,90 V

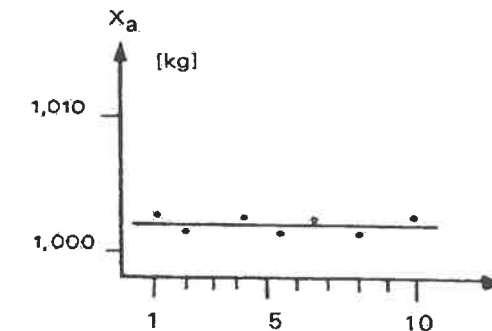
+ 2 tikslumo klasės eilės skaičiai x 0,01 V = 0,02 V

Tuomet didžiausia leistina paklaida = $\pm 0,92$ V. **4.2 Papildomos matavimo paklaidos** Papildomos matavimo paklaidos gali rasti dėl išorinio poveikio.

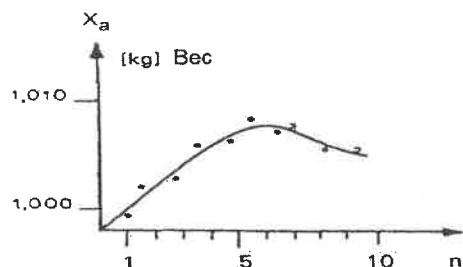
Išoriniai veiksniai: temperatūra, išoriniai laukai (elektrinis, magnetinis). a) Aplinkos temperatūros įtakos paklaida. Dėl aplinkos temperatūros įtakos paklaida atsiranda pakitus temperatūrai $\pm 10^\circ\text{C}$ nuo normaliosios temperatūros (20°C).

Todėl egzistuoja reikalavimai patalpoms aplinkai, kurioje kalibruojami ir derinami matavimo prietaisai: temperatūra: $23^\circ\text{C} (\pm 1\text{ K})$ santykinė drėgmė: 50 % ($\pm 10\%$)

3 paveiksle parodyti medžiagos masės matavimo rezultatų pobūdis matuojant termostatinėmis (3.1) ir kintančios temperatūros (3.2) sąlygomis.



3.1)



3.2)

3 pav. Masės matavimų rezultatai: 3.1) termostatinėmis sąlygomis; 3.2) kintančioje kambario temperatūroje

b) Elektros ir magnetinių laukų įtaka matavimams.

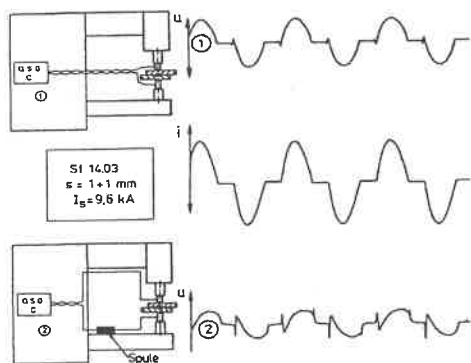
Galima elektros laukų įtaka matavimams, pvz. arti aukštos įtampos tinklų.

Suvirinimo įrenginiuose galima pasiekti

1 • Reljefiniame suvirinime galima pasiekti iki 500000 A. Įtampa sinusinė 2 Suvirinime elektros lanko galima sinchroninė srovė iki 700A ir srovės kitimo greitis iki 200 A/μs (dažnio laipsniškumas 20 kHz - 50 kHz).

Abi srovės rūšys matuojant gali įvesti paklaidas dėl indukuotų srovių. Kad išvengti matavimo paklaidų, matavimų laidai turi būti susukti (4 pav.).

Pastaba. Ekranų taikyti negalima



tiesių matavimo laidininku

• 4 pav. Įtampos matavimas susuktu ir

Signalų charakteristika elektrolankiniame suvirinime ir vidutinės jo reikšmės sudarymas Suvirinimo technologijoje matavimai taikomi energijos sąnaudų, mašinų veikimo (funkcionavimo) parametru, technologinių procesų parametru dydžių priežiūrai, kontrolei ir

dokumentavimui.

Matavimų objektas suvirinime - suvirinimo parametrai:

- suvirinimo srovės stiprumas
- suvirinimo įtampa
- vielos tiekimo (padavimo) greitis
- apsauginių dujų išėiga (debitas)
- pakaitinimo temperatūra
- tarpinių ėjimų temperatūra
- terminis apdirbimas po suvirinimo
- įkaitinimo ir aušinimo greitis

Suvirinimo parametru matavimų rezultatų apskaita vykdoma matuojant šias signalų vertes:

5 lentelė. Suvirinimo parametru matuojamosios vertės

Pavadinimas	Aiškinimas
Pusiausvirosios vertės	Kai periodiškai kartojasi signalo vertės (charakteristikos); pvz., tinklo įtampa
Trumpalaikiai signalai	Trumpalaikio periodo metu atsirandančios vienkartinės signalų vertės; pvz., lanko uždegimo trumpo jungimo srovė, slėginio kontaktinio suvirinimo proceso parametrai
Stochastiniai signalai	Neperiodinių greitai besikeičiančių charakteristikų signalų vertės; pvz., MAG elektros lanko srovė pereinamųjų procesų metu

5.1 Didelių srovių matavimas (pastovi ir kintama srovė).

Srovės matavimui į elektrinę grandinę prijungiamas srovės matuoklis (ampermetras) su kiek galima mažesne vidine (savąja) varža R_A .

Nepertrauktoje elektros grandinėje tekančios srovės I_M ir trumpojo jungimo srovės I_K santykis:

kai skirtumas tarp I_M ir I_K mažesnis nei 1%.

$$\frac{I_M}{I_K} = \frac{1}{1 + \left(\frac{R_A}{R_0}\right)}$$

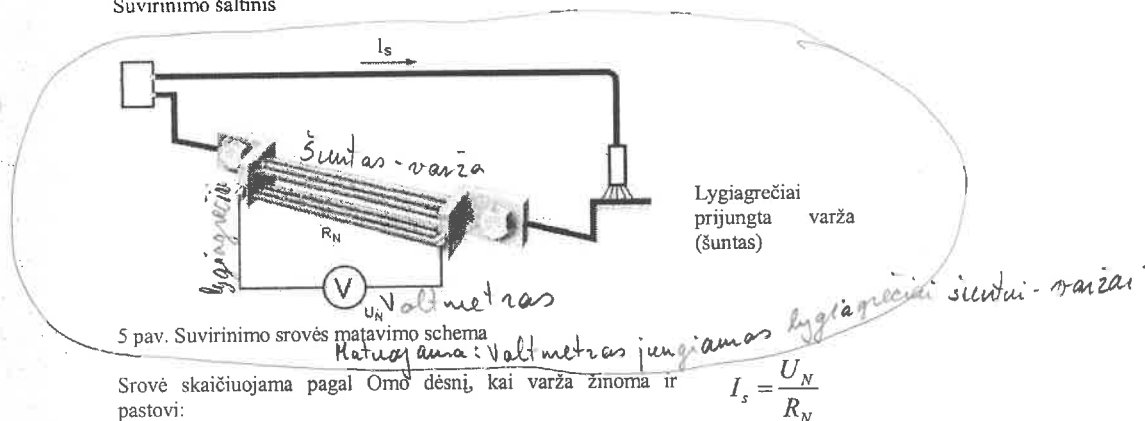
Kai suvirinimo srovė teka per varžą, gaunamas įtampos kritimas. Įtampa matuojama voltmetru. Voltmetras prijungtas lygiagrečiai šunto atžvilgiu

* Įtampa: $U = I \times R$ $[V = A \times \Omega]$

* Stipnis: $I = \frac{U}{R}$ $[A = \frac{V}{\Omega}]$

* Varža: $R = \frac{U}{I}$ $[\Omega = \frac{V}{A}]$

Suvirinimo šaltinis

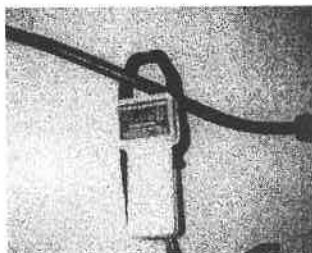
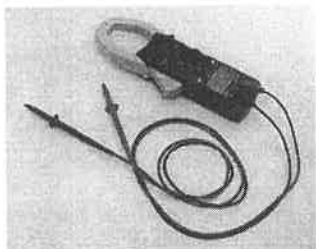


5 pav. Suvirinimo srovės matavimo schema

Srovė skaičiuojama pagal Ohm'o dėsnį, kai varža žinoma ir pastovi:

$$I_s = \frac{U_N}{R_N}$$

Galimas srovės matavimo diapazonas 1... 15 000 A (35 pakopos)
Labai mažos varžos (mili-omų ar mikro-omų diapazonas) nedaro įtakos suvirinimo procesui.
Srovės stiprumo matavimui taikomas prietaisas - Holo jutiklis (srovės matavimo gnybtas), parodytas 6 pav.



6 pav. Holo jutiklis (srovės matavimo gnybtas)

- srovės stiprumo suvirinimo įtampos kontrolė, neatjungiant (nepertraukiant schemos) • induktyvinis matavimas • tiesioginė atskaita, dažniausia skaitmeninė
- prietaiso veikimas pagrįstas magnetinio lauko, apgaubiančio laidininką, kitimu. Sujungus žnyplės magnetinis laukas sukuriamas magnetolaidyje

5.2 Suvirinimo įtampos matavimas.

Suvirinimo įtampos matavimas atliekamas prijungus matavimo prietaisą (voltmetrą) su galimai

$$\frac{U_M}{U_L} = \frac{1}{1 + \left(\frac{R_0}{R_V}\right)}$$

didesne varža R_V lygiagrečiai matuojamajai įtampai (tuščios eigos įtampa U_L) įtampos U_M ir tuščios eigos įtampos U_L santykis išreiškiamas

Kai $R_V \gg 100 \cdot R_0$

skirtumas tarp U_M ir U_L mažesnis nei 1%.

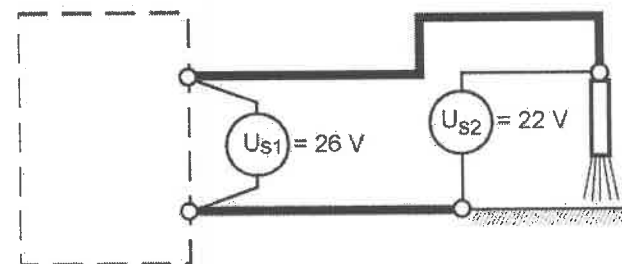
Įtampos matavimo prietaiso prijungimo vieta matuojamoje schemoje (grandinėje) labai svarbi!

Matavimo prietaisas prijungiamas tiesiogiai prie srovės šaltinio gnybtų:

Išmatuotoji vertė gali būti 2...5 V didesnė, nei tarp degiklio ir detalės, nes įtampos nuostolių dydis priklauso nuo:

- laido ilgio ir skerspjūvio ploto
- suvirinimo srovės dydžio

Suvirinimo šaltinis



7 pav. Suvirinimo įtampos matavimo schema

Pvz., išmatuotoji įtampos vertė:

$$U_{S1} = 26 \text{ V}$$

$$U_{S2} = 22 \text{ V}$$

Kai kabelio vientasis ilgis 20m, skersmuo 35mm² ir suvirinimo srovė 200A
Kintamosios įtampos

$$u(t) = u_0 \cdot \sin \alpha t$$

skirstomos į:

- maksimali įtampa (įtampos vertė)

$$u_0$$

- išlyginamosios įtampos vidutinė vertė

$$\overline{u} = \frac{1}{T} \int_0^T |u_0 \sin \alpha t| dt = \frac{2}{\pi} u_0 = 0,637 \cdot u_0$$

- tikroji (efektinė) įtampa (vertė)

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (u_0 \sin \alpha t)^2 dt} = \frac{u_0}{\sqrt{2}} = 0,707 \cdot u_0$$

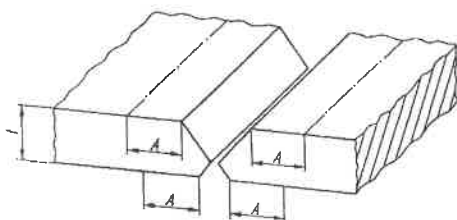
5.3 Suvirinimo temperatūrų matavimas LST EN ISO13916.

Matuojamos suvirinimo temperatūros išvardintos lentelėje:

6 lentelė. Suvirinimo temperatūrų rūšys

Temperatūra tarp ėjimų (T_i) <i>i: interpass temperature</i>	- daugiasluoksnės suvirinimo siūlės ir pagrindinio metalo prie siūlės temperatūra - įvirintos šaknies metalo prieš vykdant tolimesnius ėjimus arba siūlės baigiamųjų ėjimų metalo temperatūra - didžiausia temperatūra (nurodyta viršutinė riba)
Pakaitinimo temperatūra (T_p) <i>p: preheating temperature</i>	- medžiagos temperatūra suvirinimo zonoje - prieš šaknies į(su)virinimą - nurodyta žemiausia temperatūra (apatinė riba) - atitinka pačią žemiausią temperatūrą tarp ėjimų
Išlaikymo temperatūra (T_m)	- Žemiausia temperatūra suvirinimo zonoje
Vidutinė palaikoma siūlėje temperatūra <i>medium</i>	Išlaikymo temperatūra (T_m) matuojama: - praėjus suvirinimo lankui ir prieš kiekvieną ėjimą (arba pertraukus darbą) - matuojama pati didžiausia ir/arba pati žemiausia temperatūra Temperatūra palaikoma nutraukus suvirinimą

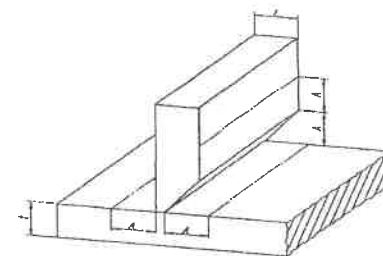
8 pav. Suvirimo temperatūrų matavimo vietos (taškai).



Temperatūra matuojama atstumu A.

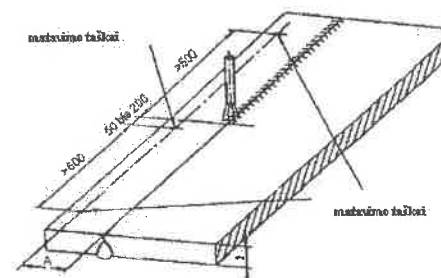
Kai
 $t \leq 50$ mm:
 $A = 4 \cdot t$, max.
50 mm

Kai
 $t > 50$ mm:
 $A = 75$ mm



Pastabos:

1. Jei yra galimybė temperatūros matavimas atliekamas priešingoje kaitinimui pusėje
2. Jei nėra galimybės laukti temperatūrų išsilyginimo - po 2 min. kiekvienam 25 mm storiui nutraukus kaitinimą



Matavimo vieta suvirinimo lanko vietos atžvilgiu, kai detalės storis $t \leq 50$ mm

Pastaba: Pakaitinimo temperatūra ir temperatūra tarp ėjimų matuojama suvirinimo srityje prieš pat suvirinimo lanko praėjimą

Matavimo būdas pasirenkamas pagal

- a) galimą didžiausią temperatūrą
- b) temperatūrų diapazoną
- c) tam tikro laiko tarpo temperatūrą
- d) reikiamą tikslumą
- e) ryšį tarp matuojamojo dydžio ir matavimo signalo
- f) matavimo sąlygas

Suvirinimo temperatūrų matavimo būdai.

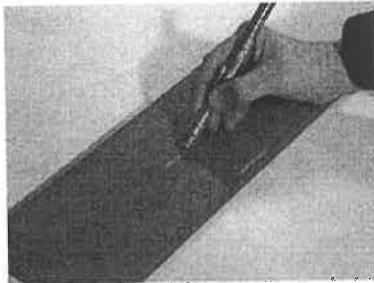
Matavimas be dokumentavimo atliekamas šiomis priemonėmis:

- a) termointikatoriais - *termopile tūbai*
- b) tvirtinamų kontaktinių termometrų pagalba
- c) paviršiaus matavimas matavimo prietaisu su skaitmenine atskaita jautraus elemento (zondo) pagalba

Matavimas su dokumentavimu atliekamas šiomis priemonėmis:

- a) termoelementų/termoporų pagalba
b) nekontaktiniu optiniu infraraudonųjų spindulių prietaisu *bekontakčiai IR termometras*

- temperatūrų diapazonas nuo 38 iki 1760°C
- momentinis jau įkaitusių detalių temperatūros matavimas
- nedidelio tikslumo
- užtepama ant detalės



temperatūra tarp ėjimų. Spalva pasikeičia po 1-2 s pasiekus tam tikrą ribinę temperatūrą.

Pavyzdys.

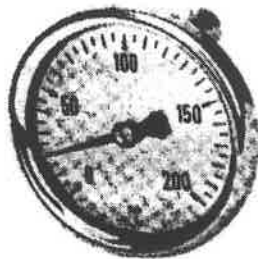
6 lentelė. Spalvos kitimas priklausantis nuo temperatūros (pavyzdys)

Spalvos kitimas		Temperatūra (°C)
nuo	iki	
rožinė	melsva	65
žalsva	violetinė	150
žalia	alyvos žalumo	300
Tamsiai mėlyna	balta	600

Kontaktinis termometras.

Kontaktinio termometro matavimo principas – jautraus elemento pokyčių, susietų su temperatūros kitimu, fiksavimas

Jautrusis matavimo elementas yra greitai reaguojanti bimetalinė sraigtinė spyruoklė.



Spyruoklė įmontuota dėžutėje, kurios vienas šonas atviras. Priglaudus atviru šonu prie matuojamojo paviršiaus, spyruoklė, paveikus temperatūrai, pasisuka ir posūkis perduodamas matavimo įtaiso rodyklei. Matavimometu jutiklis prispaudžiamas lygiagrečiai detalės/gaminio paviršiaus atžvilgiu. tuomet atsiranda terminė įtampa įkaitimo vietoje, kuri matuojama matavimo prietaisu. Kontaktiniai termometrai taikomi pakaitinimo ir išlaikymo temperatūrų, temperatūrų tarp ėjimų

matavimui.

Matavimo diapazonas gali būti: 0...200 °C ir 0...500 °C.

Aukštesnių temperatūrų negalima matuoti, nes magnetų sukibimo jėga susilpnėja ir nebūna kontakto su matuojamuoju paviršiumi.

Zondas

Zondo jautrusis elementas – plonas plokštelės pavidalo greit reaguojantis termoelementas/termopora, įmontuotas jutiklio smaigalyje spyruokliuojančiai, apgaubtas apsauginiu vamzdeliu.

Matavimas. Jutiklis prispaudžiamas lygiagrečiai matuojamojo paviršiaus(detale) atžvilgiu.

Matavimo vietoje jutikliui įkaičius susidaro terminė įtampa, kuri

per išlyginamąjį laidą perduodama į matavimo prietaisą, parodantį temperatūrą. Atskaita skaitinė.

Matavimų tikslumas priklauso nuo naudojamo jutiklio ir matavimo prietaiso tikslumo.

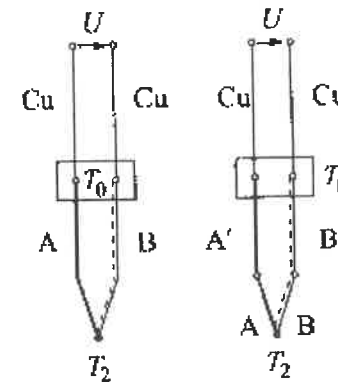
Reikalingas įsimenantis įtaisas aukščiausios pamatuotos temperatūros fiksavimui.

Zondas taikomas pakaitinimo ir tarp ėjimų temperatūroms matuoti.

Termoporos.

Termoporos – tai dviejų skirtingų metalų vielos, kurių galai laidžiai sujungti (sulydyti). Įkaitinus sujungtus galus tarp laisvų vielų galų susidaro terminė įtampa. Terminė įtampa matuojama laisvus vielų galus variniais laidais prijungus prie matuojamų dydžių registravimo prietaiso.

Tam tikros vielų poros terminės įtampos dydis yra temperatūrų skirtumo tarp matavimo vietos ir šalto sulydymo taško rodyklis.



Temperatūrų skirtumo matavimas pagal Zeebeko termoelektrinio efekto formulę

$$U = \alpha + b\Delta T + cT^2$$

b ir c priklauso nuo medžiagos

7 lentelė. Kai kurių termoporų matuojamų temperatūrų diapazonai

Termopora	Temperatūrų diapazonas, °C	Terminė įtampa, kai $T = 100\text{ K}$, mV
Chromonikelis(Ni83,49, Cr 13,7) - nikelis	Nuo -270 iki +1300	5,0
Platinrodis (10% Ro)- platina	Nuo 0 iki 1600	0,9
Geležis – konstantanas (Si45, Ni45, Mn, Fe)	Nuo -200 iki +750	
Chromelis - aliumelis	Nuo - 200 iki +1200	
Varis – konstantanas(Si55, Ni45)	Nuo -200iki +350	

5.4 Apsauginių dujų išeigos matavimas

Apsauginių dujų išeiga nusakoma tūriu, temperatūra ir slėgiu. Dujų išeigos palyginimui reikia lyginti tos pačios būklės tūrius.

Darbinė būklė perskaičiuojama į standartinę (0°C, 1.0133 barų) pagal idealių dujų formulę:

Darbinės būklės T ir p turi būti žinomi.

$$V_n = V \frac{T_n P}{T P_n}$$

Nepertraukiamų procesų kontrolė vykdoma matuojant dujų ištekejimo greitį per ištekejimo skerspjuvį.

Matavimo priemonės:

- manometras, įtaisytas reduktoriuje (be užrašymo), l/min
- rotametrasplūdinis dujų išeigos matuoklis, uždedamas ant apsauginių dujų tiekimo tūtos, atpalaidavus vielos prispaudimo ritinėlius.- skaitiklis su suktukuatavimo principas – šiluminio impulso trukmės matavimas, impulsų jutiklio ar praeinančios masės jutiklių pagalba.

Apsauginių dujų išeigos matavimas suvirinimo metu vykdomas matuokliu su plūde.

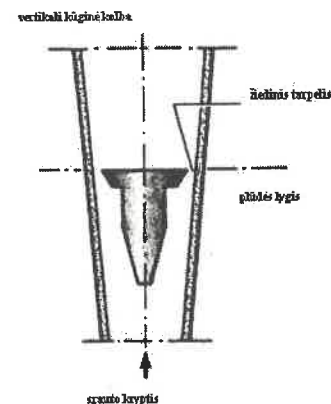
Šis matavimo metodas pastebimai keičia srauto pobūdį dėl įmontuoto elemento.

Matuoklio su plūde ypatumai:

- plūdė įtaisyta stikliniame kalibruotame kūginiame matavimo vamzdyje (vamzdelis vertikaliaje padėtyje)

- plūdė turi būti švari

kalibruota kiekvienai dujų rūšiai ir kiekvienam darbiniam dujų slėgiui- svarbu, kad būtų sandarumas tarp matavimo vamzdelio ir prispaudžiančios galvutės. Matavimas vykdomas nustatant įmontuoto elemento pusiausvyrą dujų sraute: į viršų tekančių dujų slėgiui priešinasi plūdės svoris; priklausomai nuo dujų tankio ir dujų srauto greičio plūdė nusistovi stikliniame vamzdyje tam tikrame lygyje. Tarp plūdės ir vamzdelio sienelės susidaro žiedinis tarpelis, kurio plotis priklauso nuo dujų keliamosios jėgos; per tarpelį prateka dujos.



9 pav. Dujų išeigos matuoklis su plūde

Apsauginių dujų išeigos matavimo priemonės gali turėti įvairius matuojančius elementus

Apsauginių dujų išeigos matavimo priemonių charakteristikos.

Laboratoriniai ir gamykliniai matavimai				
Silfoninis dujų matuoklis	0,05 ... 500	ND, HD		Buitinis matuoklis (kalibruojamas, atliekama pati)
Būgninis dujų skaitiklis	0,015 ... 1000	ND	± 2,0/0,1 ... 100 %	Tikslus skaitiklis (eksperimentinis)
Rotorinis-stūmoklinis skaitiklis	7 ... 30000	ND, HD	± 2,0/10 ... 120 %	Didelis dujų skaitiklis (taikoma kalibravimas, patikra)
Kvantometras	10 ... 45000	ND, HD	± 2,0/17 ... 120 %	Didelis dujų skaitiklis (taikoma kalibravimas, patikra)

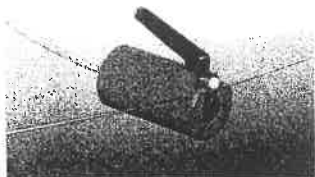
5.5 Vielos padavimo greičio matavimas

Vielos padavimo greičio matavimui taikomi gnybtų pavidalo impulsiniai jutikliai:

Prijungtas impulsinis jutiklis, kalibruotas m/min, matuoja vielos padavimo greitį.

Vielos tiekimo (padavimo) greičio matavimas pagal nuolatinės srovės variklio inkaro įtampą.

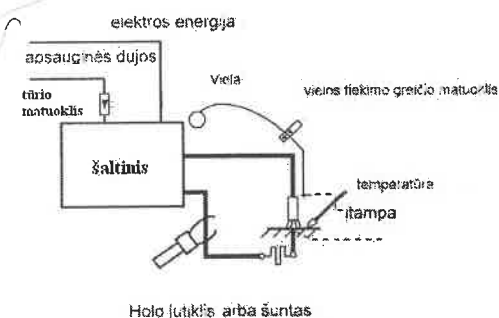
Trūkumas. Sunkumai matuojant itin didelius greičius, esant praslydimui dėl srovę praleidžiančios antgalio užteršimo



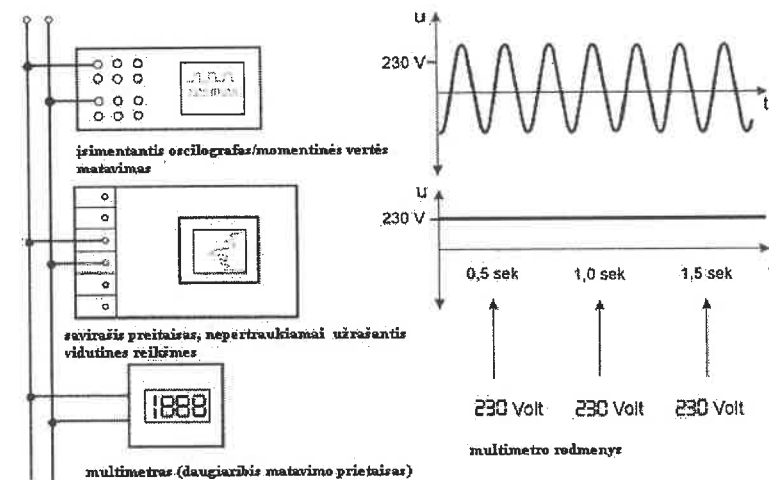
10 pav. Vėlos padavimo greičio matavimo impulsinis jutiklis

6 Elektrolankinio suvirinimo proceso charakteristikų matavimas (matavimo prietaisai)

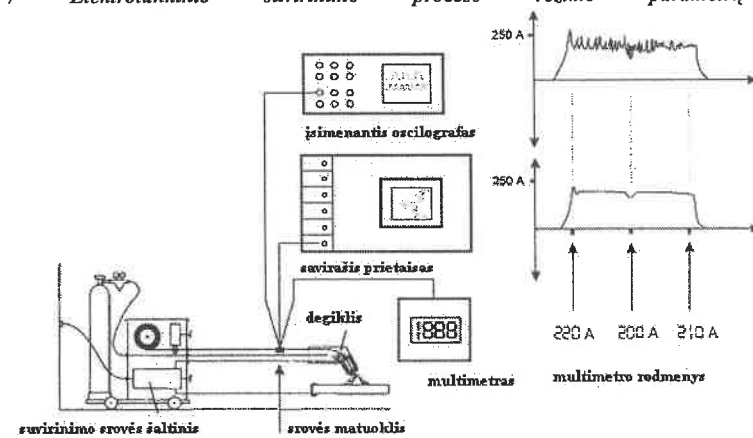
Elektrolankinio suvirinimo proceso charakteristikų matavimo prietaisai parodyti schemose (11, 12 pav.).



11 pav. MIG/MAG suvirinimo proceso parametrų matavimų schema

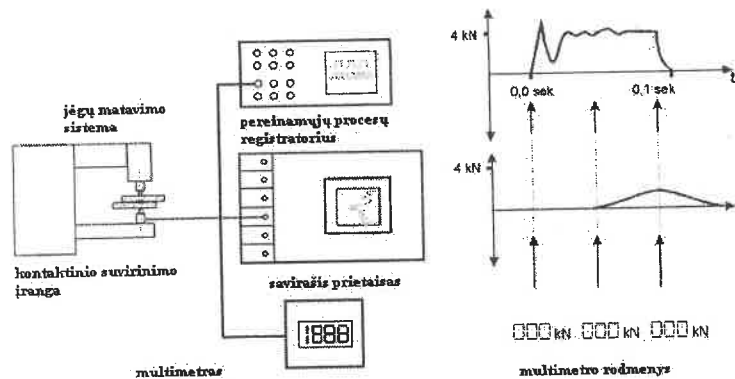


7 Elektrolankinio suvirinimo proceso režimo parametrų kontrolė

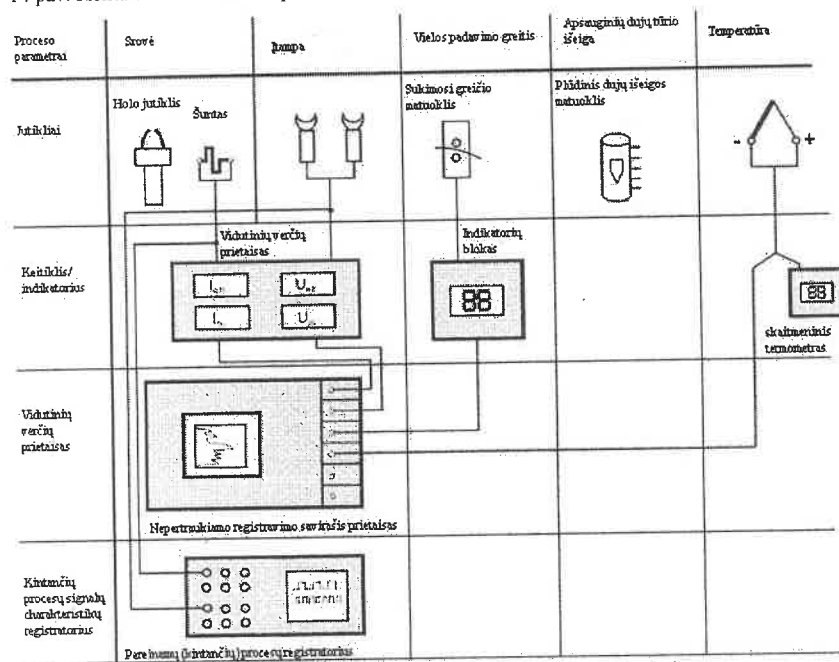


13 pav. Suvirinimo srovės matavimo schema

8 Kontaktinio suvirinimo proceso charakteristikų matavimas



14 pav. Kontaktinio suvirinimo proceso kontrolės prietaisai



15 pav. Suvirinimo parametrų kontrolės (matavimo ir registravimo) prietaisai.