

I. 1.10 Suvirinimas po fliusu

Turinys

1.	<i>Suvirinimo po fliusu samprata</i>	3
2.	<i>Automatinio suvirinimo technika</i>	8
3.	<i>Vamzdžių sandūrų suvirinimo technika</i>	11
4.	<i>Ypatingi suvirinimo po fliusu būdai</i>	12
5.	<i>Fliuso tiekimo įrenginiai</i>	14
6.	<i>Suvirinimo medžiagos</i>	16
7.	<i>Suvirinimo fliusai</i>	20
8.	<i>Detalių paruošimas suvirinimui</i>	25
9.	<i>Suvirinimo režimo įtaka siūlės formai</i>	26

<i>Literatūros sąrašas</i>	29
----------------------------------	----

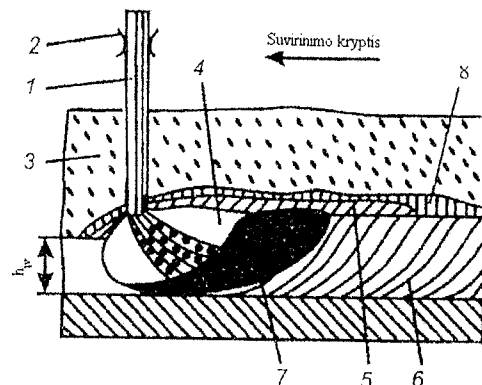
Paruošė I. Gedzevičius

Vilnius
2007

1. Suvirinimo po flisu samprata

Būdas plačiai taikomas konstrukcijų gaminamų iš plieno, spalvotų metalų ir jų lydinių. Suvirinimui po flisu būdingas aukštas našumas, kokybė, stabilios suvirinto sujungimo savybės, geros darbo sąlygos, palyginus su rankiniu suvirinimu yra mažesnės suvirinimo medžiagų ir elektros energijos sąnaudos.

Būdo trūkumas yra tai, kad jį galima taikyti tik suvirinimui žemutinėje padėtyje. Pakreipus gaminį 10 – 15 ° skystas metalas neapsaugotas nuo nutekėjimo. Plačiausiai taikomas suvirinimas vienu elektrodu – vienilankis suvirinimo būdas. Suvirinimo lankas dega po flisu 3 tarp suvirinimo vielos 1 ir detalės (1 pav.)

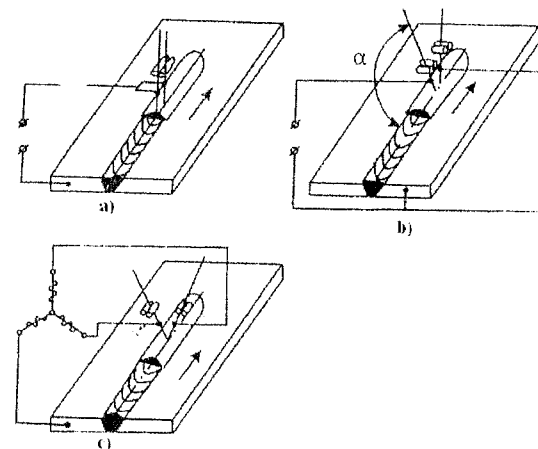


1 pav. Suvirinimas po flisu.

Išlydytame flise 5 susidaro dujų burbulas 4, kuriame dega suvirinimo lankas. Dujiniame burbulė dujų slėgis ir mechaninis slėgis, kurį sukuria lankas yra pakankamas, kad išstumtų skystą metalą iš po lanko ir tai pagerina šilumos perdavimą nuo jo į pagrindinį metalą. Padidinus suvirinimo srovę, padidėja lanko mechaninis slėgis ir pagrindinio metalo įvirinimo gylis h_v . Skysto metalo vonios 7 kristalizacija sudaro suvirintą siūlę 6. Sukietėjęs, išsilydęs flisas sudaro plėvelę 8, kuri padengia siūlės paviršių. Išsilydęs flisas, sudarydamas dujų burbulą, dengia suvirinimo vonios paviršių tuo efektyviai saugodamas išlydytą metalą nuo sąlyčio su aplinka. Metalurginiai procesai vykstantys tarp išlydyto metalo ir šlako įtakoja metalo siūlės chemines savybes.

Skirtingai nei rankiniame lankiniame suvirinimo būde glaistytaisiais elektrodais srovė, kaip ir suvirinime apsauginėse dujose, tiekama laidais, prijungtais prie gnybto 2, kuris yra nedideliu atstumu nuo lanko (iki 70 mm). Tai leidžia neįkainant elektrodo naudoti dideles suvirinimo sroves (iki 2000 A). Suvirinimo srovės tankis siekia 200 – 250 A/mm². Tuo tarpu rankiniame elektrolankiniame suvirinime neviršija 15 A/mm². Taigi, šiuo atveju padidėja pagrindinio metalo įvirinimo gylis, vielos lydydamosi greitis. Taip pasiekiamas aukštas proceso našumas. Suvirinimą po flisu galima vykdyti kintama ir nuolatine srovėmis. Elektroninės vielos tiekimas vykdomas specialiais mechanizmais.

Egzistuoja keletas suvirinimo būdų: dvilankis, daugialaukis, vienilankis. Esant daugialaukiui ir dvilankiam suvirinimui lanko maitinimo šaltiniai gali būti atskiri kiekvienam lankui arba bendras visiems. Suvirinant suporintais elektrodais, kurių lankas dega bendroje vonioje, maitinama nuo vieno šaltinio.



2 pav. Siūlių suvirinimo schemos: a) sudvejinto elektrodo; b) dvilankis suvirinimas; c) suvirinimas trifaziu lanku.

Suvirinant šiais būdais padidinamas proceso našumas. Šiuo atveju padidėja elektroninės vielos prilijimo kiekis. Elektrodai suvirinimo krypties atžvilgiu gali būti išdėstyti nuosekliai arba statmenai. Esant nuosekliai išdėstymui siūlės įvirinimo gylis padidėja, o statmenam – sumažėja (2 pav. a ir b).

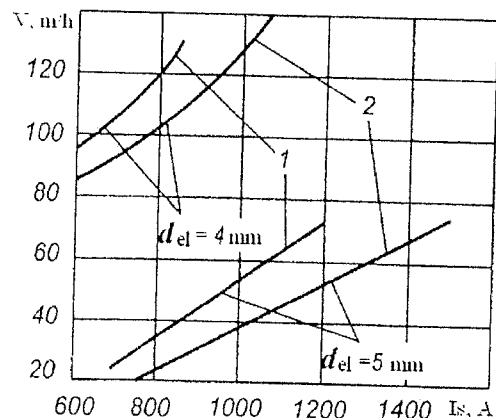
Antras variantas – elektrodų išdėstymas, kai yra padidintas tarpelis tarp briaunų. Keičiant atstumą tarp elektrodų, galima reguliuoti siūlės formą ir matmenis. Tai taikytina vykdant aplydymo darbus. Tačiau šiuo atveju stebimas nestabilus lanko degimas. Suvirinant dvigubu lanku, naudojami du elektrodai (daugialaukiame suvirinime – keletas elektrodų). Lankas gali degti bendroje arba atskirose voniose (kai metalas išlydžius pirmuoju lanku pilnai susikristalizavo). Kai lankas dega atskirose suvirinimo voniose, abu elektrodai paprastai yra statmeni gaminio plokštumai. Keičiant atstumą tarp lankų, galima reguliuoti suvirinimo terminį ciklą, kas ypač svarbu suvirinant užsigrūdinančius plienus.

Ši schema leidžia vykdyti suvirinimą dideliais greičiais. Suvirinant vienu lanku toks režimas neužtikintų tinkamo įvirinimo, sulydymo ir susidarytų įpjovos siūlės šaknyje. Suvirinant dviejų lankų būdu antrasis lankas, degantis vonioje, pakreiptas kampu pirmyn (pakreipimo kampas lygus 45 – 60 laipsnių dalinai perlydo prieš tai suvirintą siūlę, suformuodamas siūlės plačią rumbelę, neturinčią įpjovų. Kad sumažinti magnetinį pūtimą, reikia naudoti skirtingus srovės maitinimo šaltinius: vienam – kintamą, kitam – nuolatinį.

Suvirinant kintama srove (2 pav. c), susidaro trifazis lankas, kur vienas lankas dega tarp elektrodų, kiti du – tarp elektrodo ir metalo. Visi lankai yra bendrame lydymo lauke. Reguluojant srovę kiekviename lanke, galima keisti įvirinimo gylį arba prilijdyto metalo kiekį. Prilijdyto metalo kiekio keitimas taikytinas vykdant aplydymo darbus, kuri reikalingas didelis prilijdyto metalo kiekis. Trūkumas: reikalingas tikslus elektrodų tiekimo greičio suderinimas. Toks suvirinimas vykdomas automatinio būdu.

Suvirinimo režimų parametrų įtaka siūlės formai ir matmenims

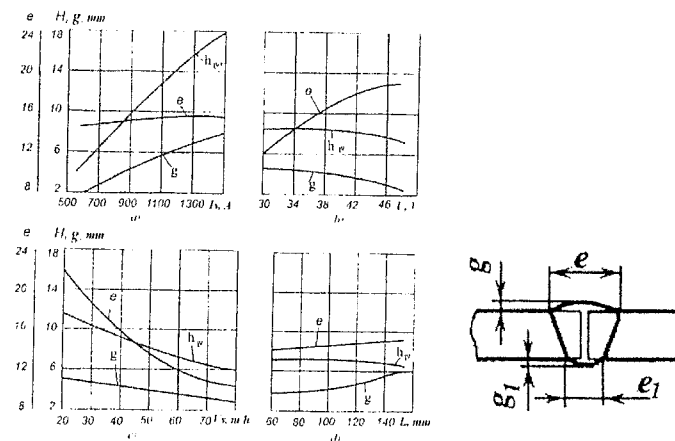
Siūlės forma ir matmenys priklauso nuo suvirinimo režimo parametrų: suvirinimo srovės, lanko įtampos, elektroninės vielos skersmens, suvirinimo greičio srovės rūšies ir poliškumo ir kt. Tokie parametrai, kaip elektrodo ar gaminio pakreipimas, elektrodo iškyša, fliso granulių dydis taipogi įtakoja siūlės formą ir matmenis.



3 pav. Vėlos tiekimo greičio priklausomybė nuo srovės dydžio, esant skirtingiems vėlos skersmenims ir lanko įtampai: 1 – 30 (32) V, 2 – 50 (52) V.

Pagrindinė sąlyga suvirinime – lanko stabilumo palaikymas. Tokiu būdu vėlos tiekimo greitis turi atitikti jo lydymo greitį. Padidinus suvirinimo srovę, vėlos tiekimas turi būti padidintas. Mažesnio skersmens elektrodinė vėla, esant tokiam pat srovės dydžiui, turi būti tiekiamas didesniu greičiu. Sąlyginai tai gali būti traktuojama kaip išlydymas tokio pat elektrodinės vėlos kiekio, esant tam pačiam šilumos kiekiui, kurį išskiria lankas (tikrumoje didėjant suvirinimo srovės tankiui, elektrodinės vėlos išlydymo kiekis nežymiai padidėja). Sumažėjus vėlos tiekimui, lanko ilgis ir lanko įtampa padidėja. Rezultate sumažėja šilumos dalis, kuri lydo elektrodą, o tuo pačiu mažėja ir išlydyto metalo kiekis. Režimo parametrų įtaka siūlės formai ir matmenims analizuojama keičiant vieną iš režimo parametrų, o kitus paliekant tuos pačius. Pateikti rezultatai, iliustruoją aplydymo ant plokštelės būdą, kur plokštelės įvirinimo gylis neviršija 0,7 jos storio (esant gilesniam įvirinimui, pablogėja šilumos nutekėjimas nuo apatinės suvirinimo vonelės dalies, žymiai padidėja įvirinimas, keičiantis siūlės formą ir matmenis).

Didinat suvirinimo srovės dydį, įvirinimo gylis didėja linijiniu dydžiu iki tam tikros reikšmės. Tai paaiškinama lanko slėgio didėjimu į suvirinimo vonios paviršių, kuris išstumia išlydytą metalą (pagerėja šilumos perdavimas nuo lanko į pagrindinį metalą su padidėjusia linijine energija). Padidėjus išlydyto elektrodo metalo kiekiui, padidėja siūlės rumbelės aukštis. Siūlės plotis padidėja nežymiai, kadangi lankas įgilėja į pagrindinį metalą, t.y. žemiau suvirinamos detalės paviršiaus plokštumos.

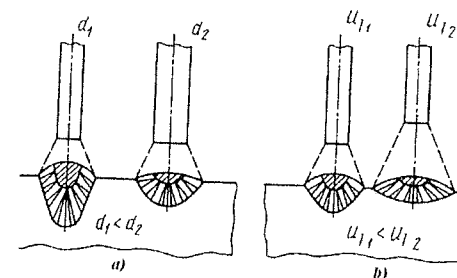


4 pav. Režimo parametrų įtaka suvirinimo siūlės matmenims: a) suvirinimo srovės dydžio; b) lanko įtampų; c) suvirinimo greičio; d) elektrodų iškyšos dydžio; kur h_w – įvirinimo gylis, e – siūlės plotis, g – rumbelės aukštis.

Padidintas srovės tankis (sumažinus elektrodo skersmenį, esant nuolatinei srovei) įgalina žymiai padidinti įvirinimo gylį (1 lentelė; 5 pav. a).

1 lentelė Suvirinimo srovės dydžiai, esant skirtingiems suvirinimo vėlos skersmenims, kai įvirinimo gylis yra vienodas

Įvirinimo gylis, mm	Elektrodinės vėlos skersmuo, mm	Suvirinimo srovė, A	Srovės tankis, A/mm ²	Įvirinimo gylis, mm	Elektrodinės vėlos skersmuo, mm	Suvirinimo srovė, A	Srovės tankis, A/mm ²
3	2	200	64	8	2	525	64
	5	450	23		5	725	37
5	2	400	127	12	2	700	224
	5	550	28		5	925	47



Pav. 1.10.5. Elektrodo skersmens (a) ir lanko įtampų (b) įtaka suvirinimo siūlės formai.

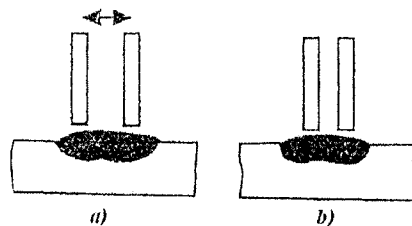
Tai paaiškinama lanko judesio sumažėjimu. Siūlės plotis šiuo atveju sumažėja. Sumažinus elektrodinės vėlos skersmenį galima suformuoti reikiamo gylio įvirinimą, kai maksimalus suvirinimo srovės dydis yra ribojamas maitinimo šaltinio. Tuo būdu mažėja siūlės formos įvirinimo koeficientas ($\psi =$

e/h_{m} bei intensyvėja metalo siūlės zonos likvacijos procesas, parodytas jo darbiname pjūvyje (5 pav.). Srovės rūšis ir poliškumas turi esminę įtaką siūlės formai ir matmenims, nes nuo to priklauso skirtingas šilumos kiekis, kuris išsiskiria ant anodo ir katodo. Suvirinant nuolatine tiesinio poliškumo srove, įvirinimo gylis 40 – 50 proc., o kintama srove – 15 – 20 proc. mažesnis lyginant su suvirinimu su nuolatine atvirkščio poliškumo srove. Todėl siūlės, kurioms reikia nedidelio elektrodo metalo kiekio ir didesnio įvirinimo gylis (sandūrinės, kampinės jungtys be briaunų paruošimo) tikslinga taikyti suvirinimui nuolatine atvirkščio poliškumo srove.

Padidinus lanko įtampą (lanko ilgį), padidėja jo slankumas ir šilumos kiekis, kuris naudojamas fliso lydymui (išlydyto fliso kiekiui), tada didėja siūlės plotis (5 pav. b), o įvirinimo gylis kinta nežymiai. Šis reiškinys plačiai taikomas suvirintose siūlės pločio reguliavimui.

Suvirinimo greičio padidinimas sumažina linijinę energiją ir keičia išlydyto metalo tarpsluoksnį po lanku. Tai sumažina pagrindinius siūlės matmenis (4 pav. b). Kai kuriais atvejais (suvirinant nedidelio skersmens vielomis, esant padidintam srovės tankiui) padidintas suvirinimo greitis iki nustatytos vertės mažinančią išlydyto metalo tarpsluoksnį po lanku bei šilumos perdavimą nuo jo į pagrindinį metalą gali padidinti įvirinimo gylį. Toliau didinant suvirinimo greitį, siūlės formos matmenų kitimas vyksta analogiškai. Pasiekus labai didelį suvirinimo greitį ir suvirinimo vertę, siūlės gali būti suformuotos su žymiais defektais (susidaryti įpjovos).

Padidinus elektrodo iškyšą (4 pav. d) intensyvėja jo kaitinimas, o tai reiškia ir lydymo greitį. Rezultate išlydyto metalo tarpsluoksnio storis po vonia didėja ir tuo pačiu mažėja įvirinimo gylis. Šis procesas naudojamas suvirinant 1 – 3 mm skersmens vielą, siekiant padidinti elektrodo vielos išlydymo kiekį pridėtinės vielos sąskaita (suvirinimas didinant elektroninės vielos iškyšą). Kai kuriais atvejais, ypač automatinio aplydymo metu, taikomi elektrodo skersiniai skirtingos amplitudės ir dažnio judesiai siūlės atžvilgiu. Šis būdas leidžia keisti siūlės formą ir matmenis plačiame diapazone. Skersiniai elektrodo judesiai sumažina siūlės aukštį ir įvirinimo gylį, padidina siūlės plotį. Būdas sumažina pradegimų susidarymą suvirinant sandūrines jungtis su mažesniu briaunų nusklembimu ir padidintu tarpeliu tarp detalių.



6 pav. Suvirinimo schemos (a) – suvirinimas, taikant skersinį elektrodo judesį, (b) – suvirinimas laisvu judesiu.

Panašus efektas stebimas suvirinime sudvejintu elektrodu (6 pav. b ir 2 pav. a), kai elektrodai išdėstyti skersai suvirinimo krypties. Esant nuosekliai išdėstytiems elektrodams įvirinimo gylis – didėja.

Fliso sudėtis ir struktūra taip pat įtakoja siūlės formą ir matmenis. Sumažinus užpilo fliso kiekį, padidinama fliso dujinė skverbis virš skysto metalo vonios, tuo pačiu sumažinamas dujų slėgis lanko ertmėje. Tada padidėja skysto metalo sluoksnis po lanku tuo pačiu mažėja įvirinimo gylis. Flisai, pasižymintys sumažintomis stabilizacinėmis savybėmis, įtakoja gilesnį suvirinimą.

Erdvine elektrodo ir gaminio padėtis taip pat įtakoja formą ir matmenis. Kad nenutekėtų išlydytas flisas, nes jis yra takus, suvirinti galima tik žemytinoje padėtyje arba pakreipiant padėtį ne didesniu, kaip 10 – 15° kampu. Praktiškai tai galima taikyti suvirinti žiedines vamzdžio jungtis. Lakštinio plieno sandūroms suvirinti tai netaikoma. Pakreiptas elektrodas naudojamas suvirinimo greičio daugialankiame suvirinime padidinimui.

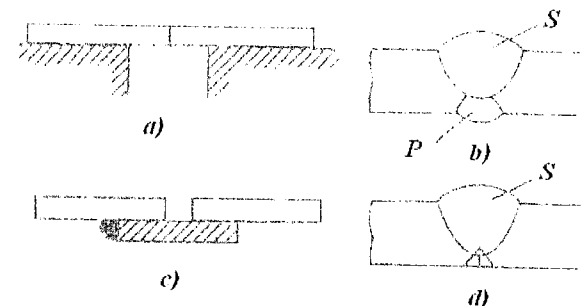
Pakaitinus metalą iki 100°C temperatūros ir daugiau taip pat galima padidinti įvirinimo gylį ir siūlės plotį.

2. Automatinio suvirinimo technika

Automatiniame suvirinime viela, flisas, degiklio judesys išilgai siūlės vykdomas mechanizuotai. Automatinį suvirinimą tikslinga taikyti ilgoms (ilgesnėms kaip 1 m) siūlėms. Būdas taikomas indų, katilų, didelių matmenų cisternų, garo ir hidraulinių turbinų, chemijos pramonės įrangos, kurioms keliami ypatingi kokybės reikalavimai, skersinėms ir išilginėms siūlėms suvirinti.

Prieš automatinį suvirinimą reikia patikrinti suvirinamų briaunų švarumą, jų sukabinimo tikslumą bei elektrodo nukreipimą išilgai siūlės. Didelio storio detalės suvirinamos daugiasluoksniomis siūlėmis. Prieš klojant naują sluoksnį, prieš tai suvirinta siūlė gerai nuvaloma, apžiūrima ar nėra siūlėje defektų.

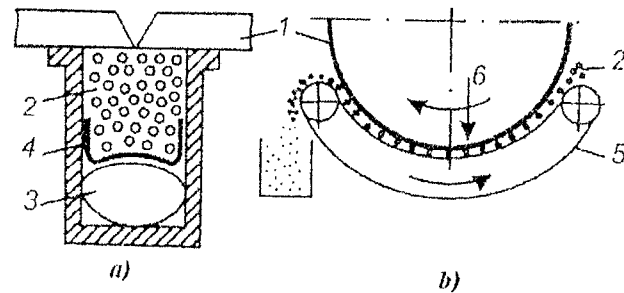
Suvirinimo siūlės pradžia paprastai būna nepilnai įkaitinta, suvirinimo gylis nepakankamas, todėl suvirinimo pradžią rekomenduojama pradėti ant technologinės plokštės. Siūlės pabaigoje susidaro krateriai, kurie silpnina siūlę. Todėl jos formavimą reikia baigti taip pat ant technologinės plokštės. Technologinės siūlės pradžios ir pabaigos plokštės turi būti 150 – 250 mm pločio ir ilgio (priklausomai nuo metalo storio ir suvirinimo režimo). Prieš suvirinimą jos prikabinamos, po suvirinimo – nuimamos.



7 pav. Suvirinimo schemos: (a) – be papildomos įrangos, (c) – ant plieninės plokštės, (b), (d) – šaknies paviršinimas, kur S – siūlė, P – šaknies paviršinimas

Suvirinant sandūrines jungtis automatinio būdu, sunku suformuoti kokybišką siūlę per visą jungties ilgį, nes skystas metalas išteka tarp suvirinamų briaunų ir fliso, susiformuoja pradegimai. Šiems trūkumams pašalinti taikomos įvairios priemonės, padedančios formuoti siūlės šaknį. Yra taikomas siūlės šaknies paviršinimo ėjimas rankiniu elektrolankiniu ar mechanizuotu automatinio būdu (7 pav. c). Pagal galimybę galima virinti iš abiejų pusių ant liekamų plieninių padėklų, nuimamų varinių, keramikinių arba stiklo pluošto padėklų. Tačiau padėklų montavimas yra imlus. Vienpusių siūlių suvirinimas ant plieninių liekamų padėklų galimas tais atvejais, jeigu tai leidžia gaminio eksploatacijos sąlygos. Padėklo storis suvirinant vienasluoksnės siūlės sudaro 30–40 proc. pagrindinio metalo storio arba gali būti lygi pirmojo siūlės sluoksnio storiui, suvirinant daugiasluoksnės siūlės. Naudojant suvirinimui nuimamas varinės plokštės, siūlės kokybė priklauso nuo jų prispaudimo prie briaunos. Esant tarpeliui didesniau už 0,5 mm, skystas metalas gali ištekti iš jo, tuo sudarydamas nekokybišką jungtį. Šiuo atveju sunku sutapatinti varinio padėklo formavimo griovelį išilgai jungties. Rekomenduojama formavimo griovelį užpildyti flisu, gaunamas flisūinis – varinis padėklas.

Vienpusis suvirinimas ant flisūinės pagalvės (8 pav.) patikimai prispaudžiant flisą prie sandūros užtikrina pilną sandūros įvirinimą, gerą siūlės šaknies formavimą, kai iki 2 mm ir daugiau nesutampa briaunos.



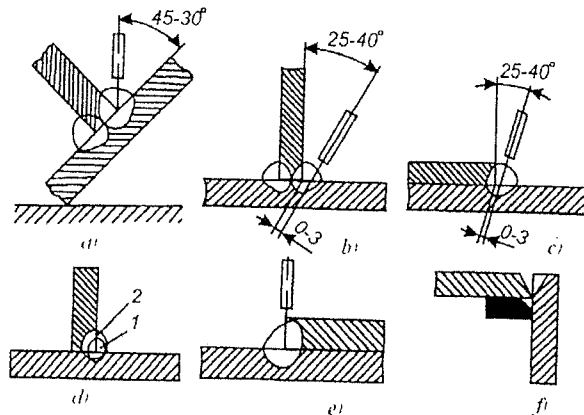
8 pav. Flusinės pagalvės schema: (a) – plokščių gaminių, (b) – cilindrinų gaminių (rodyklėmis parodyta kryptis), kur 1 – gaminys, 2 – fliusas, 3 – oro žarna, 4 – lovys, 5 – profiliuota, lanksti juosta, 6 – elektrodas

Fliusas prie sandūros prispaudžiamas suspaustu oru tiekiamu į žarną 3, o suvirinant žiedines siūles – specialia lanksčia juosta 5. Lakštai nuo iškraipymo spaudžiant fliusą turi būti įtvirtinami specialiais mechaniniais arba magnetiniais prispaudikliais arba suvirinimą reikia atlikti ant suvirinimo stendo.

Siūlės šaknies formavimą ant flusinės pagalvės galima atlikti ir nedarant briaunų paruošimo arba su V formos briaunų paruošimu iki 15 mm storio bei V arba X briaunų paruošimu iki 50 mm storio detalėms, taikant daugiasluoksnį suvirinimo būdą. Tokie jungtyje paliekamas padidintas tarpelis tarp detalių. Tačiau šis būdas taikomas ribotai, nes flusio prispaudimas prie sandūros yra sudėtingas. Jau minėta, kad nevienodai prispaudus fliusą siūlės šaknyje susidaro pradegimai.

Vienasluosnėse vienas pusėse siūlėse ne visada pavyksta kokybiškai formuoti jungties sluoksnį šaknyje. Atsakingoms konstrukcijoms šaknies užpildymas yra virinamas iš abiejų pusių. Pirmosios rumbelės siūlės šaknyje turi dengti viena kita 2 – 5 mm dydžiu. Esant padidintam tarpeliui tarp detalių, kad nepratekėtų siūlės metalas per jungties sandūrą taip pat naudojamos flusinės pagalvės ir nuimami padėklai. Tačiau geresnis rezultatas gaunamas papildomai įvirinant siūlės šaknį iš kitos siūlės pusės. Suvirinant siūlę iš kitos pusės ją reikėtų įvirinti iš naujo. Pavirinio siūlės šiuo atveju yra kaip sukabinimo siūlė.

Priklausomai nuo siūlės skerspjūvio ploto, siūlės erdvinės padėtis, kampinės jungtis galima suvirinti nedarant briaunų paruošimo. Storoms jungtims taikyti briaunų paruošimą ir suvirinti viena – ar daugiasluoksne siūle. Pilną įvirinimą be briaunų paruošimo galima taikyti iki 14 mm storio sienelės tęjinėse jungtyse. Kampinės jungtis galima suvirinti laiveliu arba pasvirusiu elektrodu (9 pav.).



9 pav. Kampinių siūlių suvirinimas automatinio būdu po fliusu.

Suvirinant laiveliu vienu praėjimu galima suvirinti iki 14 mm statinio aukščio, o pakreiptu elektrodu – iki 16 mm statinio aukščio siūles. Tarpelis tarp surinktų detalių turi būti minimalus, kad neištekėtų skystas metalas. Esant didesniai negu 1,5 mm tarpeliui, turi būti papildomai mechanizuoto ar rankiniu elektrolankiniu būdu vykdomas šaknies paviršinimas. Suformavus siūlę, pavirinio siūlės turi būti užvirinama papildomai. Yra taikomas siūlės šaknies užpildymas asbesto virve, kuri po suvirinimo pašalinama. Taip pat taikomas suvirinimas ir ant varinių padėklų.

Analogiškos priemonės taikomos pakreiptu elektrodu, esant tarpeliui didesniai, kaip 2,5 mm. Pasiiekti įvirinimą padeda pakreiptos briaunos nesimetrišku „laiveliu“ (9 pav. a), kada kampas tarp elektrodo ir tęjinio profilio sumažinamas iki 30°. Priemonė taikoma skirtingų storių suvirinamiems elementams. Suvirinant tęjines jungtis sunku išvengti įpjovų ant vertikaliosios sienelės. Tada elektrodas pakreipiamas 25 – 40° kampu sienelės atžvilgiu. Daugiasluoksnį siūlių suvirinimas parodytas 9 d paveikslėlyje. Užleistinės jungtys, kai viršutinė detalė yra iki 8 mm, suvirinami laikant elektrodą vertikaliai, lydant viršutinę briauną 9 e paveikslėlis.

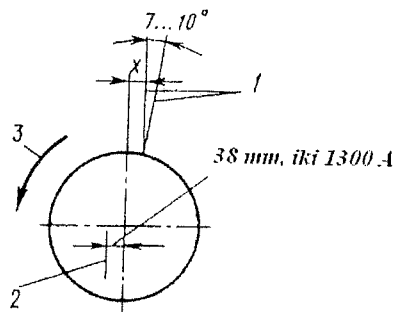
3. Vamzdžių sandūrų suvirinimo technika

Vamzdžių sandūros po fliso sluoksniu suvirinamos tik automatinio būdu žemutinėje padėtyje. Mažesniems kaip 150 mm skersmens vamzdžiams šis būdas netaikomas.

2 lentelė. Tipiniai pasukamų vamzdžių suvirinimo po flisu režimai

Vamzdžio skersmuo, mm	Sienelės storis, mm	Elektrodo vielos skersmuo, mm	Sluoksniai	Srovės dydis, A	Suvirinimo greitis, m/h	Elektrodo poslinkis nuo zenito, mm
529	7...8	2	1	400...480	30...35	40...45
			2	440...480	30...35	30...40
720	8...9	2	1	400...450	38...40	60...80
			2	460...480	38...40	40...50
820	9	3	1	550...650	60...65	40...60
			2	680...750	55...65	30...40
1020	12...14	3	1	580...650	60...65	60...100
			2	680...720	65...70	50...60

Vamzdžių suvirinime fliso sulaikymui ant sandūros naudojami specialų įrenginiai. Šiuo atveju sandūros šaknies įvirinimas yra sudėtingas, todėl pirmoji siūlė paprastai įvinnama rankiniu elektrolankiniu būdu elektrodais arba mechanizuotu būdu apsauginių dujų terpėje. Suvirinant žiedines vamzdžio siūles elektrodas paprastai perstumiamas į priešingą vamzdžio sukimo kryptį 7–10° dydžiu.



2 pav. Elektrodo padėtis suvirinant žiedines vamzdžių siūles išorėje ir viduje, kur 1 – elektrodas išorėje, 2 – elektrodas viduje, 3 – sukimo kryptis

3 lentelė. Elektrodo pastūmos dydis nuo centro suvirinant žiedines siūles

Vamzdžio skersmuo, mm	Sienelės storis, mm	Elektrodo vielos skersmuo, mm	Sluoksniai	Srovės dydis, A	Suvirinimo greitis, m/h	Elektrodo poslinkis nuo zenito, mm
529	7...8	2	1	400...480	30...35	40...45
			2	440...480	30...35	30...40
720	8...9	2	1	400...450	38...40	60...80
			2	460...480	38...40	40...50
820	9	3	1	550...650	60...65	40...60
			2	680...750	55...65	30...40
1020	12...14	3	1	580...650	60...65	60...100
			2	680...720	65...70	50...60

4. Ypatingi suvirinimo po flisu būdai

Aplydymas juostiniais elektrodais taikomas kai reikia gauti paviršius su ypatingomis savybėmis. Čia gaunamas didelis elektrodo metalo lydymo efektyvumas, glotnus prilydytų sluoksnių paviršius, įvirinimo gylis lygus ir negilus. Paprastai juosta būna 60 x 0,5 mm, bet galima naudoti didesnio pločio juostas 120, 130 mm.

Srovės šaltiniai turi turėti kietą arba šiek tiek kylančią V – A charakteristiką. Suvirinimo srovės lygios 45 – 1200 A, įtampa 28 – 35 V, prilydymo greitis 11 – 20 cm/min, prilydymo našumas 20 kg/h.

Suvirinimas kapotos vielos sluoksniu. Tarpelis užpildomas 1 – 2 mm kapota viela. Išsiskiriant papildomam šilumos kiekiui ant metalinių kapotų vielų gabalėlių, mažėja pagrindinio metalo įvirinimo gylis ir 80 proc. padidėja jungties užpildymo našumas bei gerėja siūlės metalo savybės.

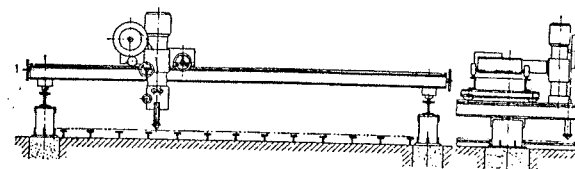
Suvirinimo įrenginiai

Suvirinimo po flisu įrenginiai klasifikuojami taip:

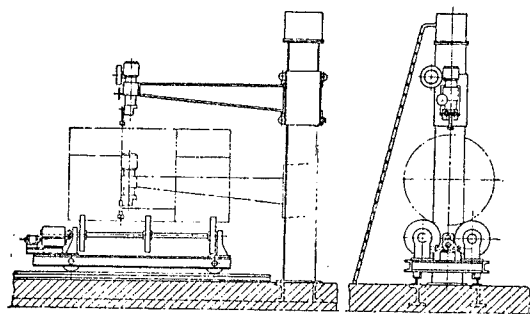
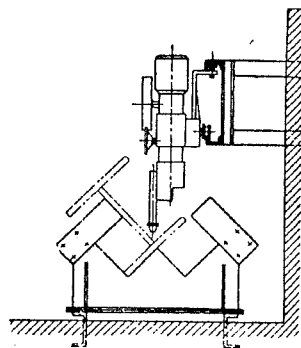
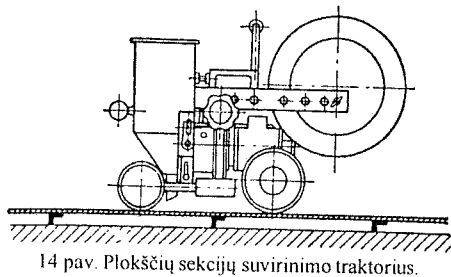
- Pagal lanko reguliavimo pobūdį:
 - Su lanko saviregulavimu;
 - Sulanko automatinio reguliavimu.
- Pagal suvirinimo proceso automatizavimo laipsnį:
 - Automatinio suvirinimo;
 - Pusiauautomatinio;
- Pagal suvirintos siūlės tipą:
 - Universalūs (suvirinti įvairių tipų siūlėms);
 - Specialūs (nustatyto tipo siūlėms)
- Pagal suvirinimo siūlės formavimą:
 - Suvirinti laisvai formuojant siūlę (dažniausiai žemutinėje padėtyje)
 - Suvirinti su priverstiniu siūlės formavimu (vertikaliajoje, pakreiptoje padėtyse ir kreivalinijinių gaminių suvirinimui);
- Pagal elektrodo tipą:
 - Suvirinti elektronine viela;
 - Suvirinti plokšteliniais ir juostiniais elektrodais;
- Pagal elektrodų kiekį:
 - Vieno elektrodo;
 - Daugiaelektrodoiniai.
- Pagal pastūmos tipą:
 - Pakabinamos galvutės;
 - Savaeigės pakabinamos galvutės;
 - Suvirinimo traktoriai;
 - Bėginiai įrenginiai suvirinti su priverstiniu siūlės formavimu;

Pagal paskirtį įrenginiai gali būti skirstomi į tokias grupes:

- Įrenginiai plokščioms sekcijoms suvirinti;
- siūjų suvirinimo įrenginiai;
- cilindrinų indų suvirinimo įrenginiai;
- specialios suvirinimo staklės, vieno tipo detalių suvirinimui masinėje gamyboje;
- aplydymo įrenginiai.



13 pav. Plokščių sekcijų su pakabinama galvute suvirinimo įrenginys.



Suvirinimo įrenginys susideda:

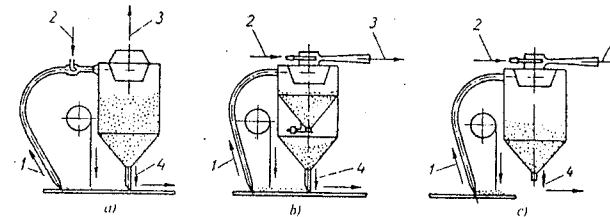
1. suvirinimo įrenginys (maitinimo šaltinis ir suvirinimo įrenginys)
2. mechaniniai įrenginiai (stendai, suktuvai, konduktoriai ir pan.)
3. pagalbinių įrangą (fliso įrenginiai, kreipiamosios, srovės tiekimo įtaisai ir pan.)

5. Fliso tiekimo įrenginiai

Suvirinant tipiniais režimais suvirinimo procesui reikia apie 20% fliso, dengiančio siūlę. Todėl suvirinimo eigoje likusį nesunaudotą flisą ant siūlės reikia surinkti. Surinktas flisas yra tinkamas naudoti. Tam yra skirti fliso įrenginiai. Jie yra 2 tipų:

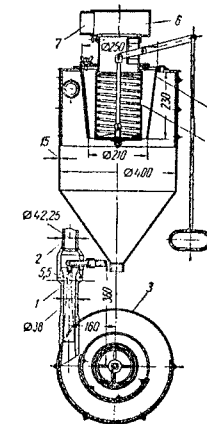
1. įsiurbiančio veikimo;
2. mišraus veikimo.

Įsiurbiančio veikimo įrenginiai yra periodinės cirkuliacijos arba be jos. Schemos pateiktos 17 pav.



17 pav. Fliso įrenginių schemos: (a) – nepertraukiamos cirkuliacijos (mišri) sistema, (b) – periodinės cirkuliacijos (įsiurbimo) sistema, (c) – be cirkuliacijos (įsiurbimo) sistema, kur 1 – oro ir fliso mišinys, 2 – suspaustas oras, 3 – gryno oro pašalinimas, 4 – fliso išberimas

Pagrindinis įsiurbiančio veikimo įrenginio trūkumas yra jų nepatikimumas. Įsiurbimo nuo siūlės metu dažnai flisas „pakimba“. Dėl šios priežasties naudojami mišraus veikimo pastovios cirkuliacijos įrenginiai. Mišraus veikimo įrenginio schema pateikta 18 pav.



18 pav. Mišraus veikimo fliso įrenginys, kur 1 – inžektorius, 2 – įsiurbimo vamzdis, 3 – bunkeris, 4 – ciklonas, 5 – medžiaginis filtras, 6 – nuimamas gaubtas, 7 – išmetimo vamzdis

Mišraus veikimo įrenginio veikimo trūkumai:

- fliso smulkinimas;
- padidintas sienelių išsidėvėjimas;
- suspausti oru prisotinimas pliuso drėgme.

Pastarojo trūkumo pašalinimui, montuojami suspausto oro džiovintuvai.

1.1.10	Suvirinimas po flisu	IWE
--------	----------------------	-----

Suvirinimo įrenginiuose fliso įtaisai montuojami prie pakabinamų suvirinimo galvūčių ir juda kartu su suvirinimo įrenginiu išilgai siūlės. Kilnojamų suvirinimo automatų ir pusautomatų aptarnavimui tikslinga naudoti įsiurbiančio veikimo pliuso įrenginius, sumontuotus ant lengvų vežimėlių.

6. Suvirinimo medžiagos

Standartas EN 756:1995 pateikia suvirinimo vielų, fliso, skirto suvirinti po flisu nelegiruotų ir smulkiagrūdžių plienų, kurių takumo riba iki 50N/mm² klasifikavimą. Elektrodinė viela ir / arba kombinuota viela – flisas suvirinimui po flisu žymima raide S. Pilydyto metalo mechaninių savybių suvirinant daugiasluoksnes siūles po flisu žymėjimas pateiktas 4 lentelėje.

4 lentelė. Daugiasluoksnių siūlių mechaninių savybių simboliai

Simbolis	Minimali takumo riba ¹⁾ , N/mm ²	Tempiamojo stiprumo riba, N/mm ²	Minimalus santykinis pailgėjimas ²⁾ , %
35	355	440 iki 570	22
38	380	470 iki 600	20
42	420	500 iki 640	20
46	460	530 iki 680	20
50	500	560 iki 720	18

1) Naudojama žemutinė takumo riba (R_{el}), jeigu egzistuoja takumo reiškinys. Priešingu atveju naudojama takumo reikšmė, kaip pailgėjimas yra 0,2 proc.

2) Atstumas tarp žymų yra lygus penkiems bandomojo pavyzdžio skersmenims.

5 lentelė. Sujungimo, suvirinto dviemėjimais, mechaninių savybių žymėjimas

Simbolis	Minimali pagrindinio metalo takumo riba N/mm ²	Minimali suvirinto sujungimo stiprumo riba, N/mm ²
2T	275	370
3T	355	470
4T	420	520
5T	500	600

6 lentelė. Sujungimo, suvirinto dviemėjimais, smūginio tašumo simboliai

Simbolis	Temperatūra, kurioje gaunama mažiausia vidutinė 47 J, suardymo lenkimo energija °C
Z	Nereikalaujama
A	+ 20
0	0
2	- 20
3	- 30
4	- 40
5	- 50
6	- 60
7	- 70

7 lentelė. Suvirinimo fliso tipo simboliai

Fliso tipas	Simbolis
Mangano – silikato	MS
Kalcio – silikato	CS
Cirkonio – silikato	ZS
Rutilo – silikato	RS
Aluminato – rutilo	AR
Aluminato – bazinis	AB
Aluminato – silikatinis	AS

1.1.10	Suvirinimas po flisu	IWE
--------	----------------------	-----

Fliso tipas	Simbolis
Aluminato – fluoro – bazinis	AF
Fluoro – bazinis	FB
Bet koks kitas tipas	Z

8 lentelė. Vielų suvirinimui po flisu cheminė sudėtis (reikšmė proc. masės vienetai)

Simbolis	Cheminė sudėtis, % masės vienetai ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾							
	C	Si	Mn	P	S	Mo	Ni	Cr
S0								
S1	0,05–0,15	0,15	0,35–0,60	0,025	0,025	0,15	0,15	0,15
S2	0,07–0,15	0,15	0,80–1,30	0,025	0,025	0,15	0,15	0,15
S3	0,07–0,15	0,15	>1,30–1,75	0,025	0,025	0,15	0,15	0,15
S4	0,07–0,15	0,15	>1,75–2,25	0,025	0,025	0,15	0,15	0,15
S1Si	0,07–0,15	0,15–0,40	0,35–0,60	0,025	0,025	0,15	0,15	0,15
S2Si	0,07–0,15	0,15–0,40	0,80–1,30	0,025	0,025	0,15	0,15	0,15
S2Si2	0,07–0,15	0,40–0,60	0,80–1,30	0,025	0,025	0,15	0,15	0,15
S3Si	0,07–0,15	0,15–0,40	>1,30–1,85	0,025	0,025	0,15	0,15	0,15
S4Si	0,07–0,15	0,15–0,40	>1,85–2,25	0,025	0,025	0,15	0,15	0,15
S1Mo	0,07–0,15	0,05–0,25	0,35–0,60	0,025	0,025	0,45–0,65	0,15	0,15
S2Mo	0,07–0,15	0,05–0,25	0,80–1,30	0,025	0,025	0,45–0,65	0,15	0,15
S3Mo	0,07–0,15	0,05–0,25	>1,30–1,75	0,025	0,025	0,45–0,65	0,15	0,15
S4Mo	0,07–0,15	0,05–0,25	>1,75–2,25	0,025	0,025	0,45–0,65	0,15	0,15
S2Ni1	0,07–0,15	0,05–0,25	0,80–1,30	0,020	0,020	0,15	0,80–1,20	0,15
S2Ni1,5	0,07–0,15	0,05–0,25	0,80–1,30	0,020	0,020	0,15	>1,20–1,80	0,15
S2Ni2	0,07–0,15	0,05–0,25	0,80–1,30	0,020	0,020	0,15	>1,80–2,40	0,15
S2Ni3	0,07–0,15	0,05–0,25	0,80–1,30	0,020	0,020	0,15	>2,80–3,70	0,15
S2Ni1Mo	0,07–0,15	0,05–0,25	0,80–1,30	0,020	0,020	0,45–0,65	0,80–1,20	0,20
Si3Ni1,5	0,07–0,15	0,05–0,25	>1,30–1,70	0,020	0,020	0,15	>1,20–1,80	0,20
Si3Ni1Mo	0,07–0,15	0,05–0,25	>1,30–1,80	0,020	0,020	0,45–0,65	0,80–1,20	0,20
Si3Ni1,5Mo	0,07–0,15	0,05–0,25	1,20–1,80	0,020	0,020	0,30–0,50	1,20–1,80	0,20

¹⁾ Pilna produkto cheminė sudėtis; Cu kiekis įeina į dangos sudėtį: ≤0,30 %; Al: ≤0,030 %;

²⁾ Vienas skaičius langelyje reiškia max kiekį.

³⁾ Rezultatus galima suapvalinti iki tokios skaičiaus reikšmės, kaip specifinė reikšmė naudojama pagal standartą ISO 31-0:1992 atitinkamas priedo B taisyklės A

9 lentelė. Vieno elektrodo daugiasluoksnių suvirinimo sąlygos

Parametrai ¹⁾	Elektrodinės vielos skersmuo, mm	
	3,2	4,0
Aplydymo ilgis, mm	≥ 200	≥ 200
Srovės rūšis	Nuolatinė	Nuolatinė
Srovės dydis, A	440 ± 20	580 ± 20
Įtampa, V	27 ± 1	29 ± 1
Suvirinimo greitis, mm/min	400 ± 50	550 ± 50
Temperatūra tarp praėjimų, °C (be išankstinio pakaitinimo)	150 ± 50	150 ± 50
Elektrodo iškyša, mm	30 ± 5	30 ± 5

¹⁾ Jeigu reikalaujama kintamos ir pastoviosios srovės, tai kontrolinis suvirinimas turi būti atliekamas tikta kintama srove.

1.1.10	Suvirinimas po flisu	IWE
--------	----------------------	-----

Žymėjimas:

1 pavyzdys

Kombinacija viela – flisas suvirinant daugiasluoksniu suvirinimu po flisu esant minimaliai priūdyto metalo takumo ribai 460 N/mm² (46) ir minimalia smūgio energijos reikšme 47 J – 30 °C (3) suvirinto po aluminato – baziniu glaistu (AB) viela S2 turi būti pažymėta:

Kombinacija viela – flisas EN 756 – S 46 3 AB S2, kur:

EN 756 – standarto numeris

S – elektrodinė viela ir/arba kombinacija viela – flisas suvirinimui po flisu

46 – stiprumo savybės

AB – fliso rūšis

S2 – elektrodinės vielos cheminė sudėtis

2 pavyzdys

Kombinacija viela – flisas suvirinant dvisluoksnės siūlės su minimalia takumo riba 420 N/mm² pagal gamintojo rekomendacijas pasiekia takumo riba ant skersinių bandinių daugiau kaip 520 N/mm² (4T) ir smūgio energija 4J prie -20°C (2), po aluminato – baziniu flisu (AB) elektronine viela S2Mo turi būti pažymėta:

Kombinacija viela – flisas EN 756 – S 4T 2 AB S2Mo

3 pavyzdys:

Elektrodinė viela, kurios cheminė sudėtis S2Mo (lentelė 1.11.8) turi būti pažymėta:

Elektrodinė viela EN 756 – S2Mo

7. Suvirinimo flisai

Flisų klasifikacija suvirinti nelegiruotiems, mažai legiruotiems ir aukšto legiruotumo (nerūdijantiems, karščiui atspariems) plienams, nikelio lydiniams suvirinti elektrodine viela ir juosta pateikiami standarte EN 760:1996.

Flisai skirti suvirinimui po flisu žymimi raide S. Fliso gamintojo būdas žymimas tokiais simboliais:

F – lydytas flisas

A – aglomeruotas flisas

M – mišrus

10 lentelė. Fliso simboliai ir cheminė sudėtis

Simolis	Cheminės sudėties komponentai	Sudėties ribos, %
MS	MnO + SiO ₂	min.50
Manganinis – silikatinis	CaO	max.15
CS	CaO + MgO + SiO ₂	min.55
Kalcio – silikatinis	CaO + MgO	min.15
ZS	ZrO ₂ + SiO ₂ + MnO	min.45
Cirkonio – silikatinis	ZrO ₂	min.15
RS	TiO ₂ + SiO ₂	min.50
Rutilo – silikatinis	TiO ₂	min.20
AR	Al ₂ O ₃ + TiO ₂	min.40
Aluminato – rutilinis		
AB	Al ₂ O ₃ + CaO + MgO	min.40
Aliminato – bazinis	Al ₂ O ₃	min.20
	CaF ₂	max.22
AS	Al ₂ O ₃ + SiO ₂ + ZrO ₂	min.40
Aliminato – silikatinis	CaF ₂ + MgO	min.30
	ZrO ₂	min.5
AF	Al ₂ O ₃ + CaF ₂	min.70
Aluminato – fluoro – bazinis		
FB	CaO + MgO + CaF ₂ + MnO	min.50
Fluoro – bazinis	SiO ₂	max.20
	CaF ₂	min.15

Pastaba: kiekvieno fliso tipo charakteristikos aprašymas pateiktas priede A.

1.1.10	Suvirinimas po flisu	IWE
--------	----------------------	-----

Flisai yra skirstomi į tris klases.

Pirmai klasei priklauso flisai skirti nelegiruotų, mažo legiruotumo plienų, tokių kaip konstrukciniai plienai, aukšto atsparumo plienai, plienai atsparūs valkšnumui plienai. Į flisų sudėtį neįeina legiruojantys elementai, išskyrus manganą ir silicį, todėl siūlės metalo cheminė sudėtis priklauso nuo elektrodinės vielos cheminės sudėties ir metalurginių reakcijų. Pirmą klasę žymima skaičiumi 1.

Antrai klasei priklauso flisai, skirti suvirinti, aplydyti nerūdijančius, karščiui atsparius chrominius ir chromo nikelinius plienus ir / arba nikelio ir nikelio lydinų suvirinimui. Antrą klasę žymima skaičiumi 2.

Trečia klasei priklauso flisai, skirti aplydyti paviršių atsparių dilimui, legiruojant siūlę iš fliso tokiais elementais kaip C, Cr arba Mo.

11 lentelė. Pirmos klasės flisų simboliai ir metalurginės savybės

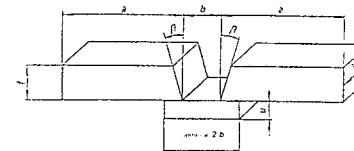
Metalurginės savybės	Simboliai	Fliso dalis priūdyto metalo kiekyje, % (m/m)
Išdegimas	1 2 3 4	> 0,7 0,5 – 0,7 0,3 – 0,5 0,1 – 0,3
Pernešimas ir/arba išdegimas	5	0 – 0,1
Pernešimas	6 7 8 9	0,1 – 0,3 0,3 – 0,5 0,5 – 0,7 > 0,7

Trečia klasė žymima skaičiumi 3.

Metalurginės fliso savybės yra charakterizuojamos legiruojančių elementų pernešimu arba išdegimu, traktuojant kaip skirtumą tarp priūdyto metalo ir pradinės elektrodinės vielos cheminės sudėties.

Simboliai, rodantys flisų metalurgines savybes pateikti 11 lentelėje. Simboliai pateikti pirmos klasės flisui ir vietai S2 pagal EN 756:1995 standartą.

Legiruojančių elementų pernešimas, išskyrus Si ir Mn, antros klasės flisams turi būti pažymėtas atitinkamu cheminiu elementu (pavyzdžiui, Cr). Tas pats ir trečios klasės flisams (pavyzdžiui, C, Cr). Kaip alternatyva metalurginės fliso savybės gali būti nurodytos gamintojo techninių duomenų lapuose arba techninėje literatūroje. Kad nustatyti pirmos klasės fliso simbolio metalurgines savybes, būtina pagaminti kontrolinį pavyzdį, atitinkantį EN 1597 – 1:1997 standartą „Suvirinimo medžiagos bandymo metodai. 1 dalis. Kontrolinės jungtys kontroliniams bandiniams pagamintiems iš priūdyto ant plieno nikelio ir nikelio lydinų“. Tipas 1.3 arba priūdyti ant pagrindinio metalo nemažiau kaip 8 sluoksniai ir kiekviename jų po 2 rumbeles. Analizei pavyzdį imti iš metalo siūlės paviršiaus arba priūdyto metalo vidurio. Kontrolinės jungties matmenys pateikiami 19 paveikslėlyje ir 12 lentelėje.



19 pav. Kontrolinės jungties matmenys

12 lentelė. Kontrolinės jungties tipai ir matmenys

Tipas	t	a	b	u	β laisniai	l
1.0	12	≥80	10			
1.1	12	≥80	12			
1.2	16	≥90	14	≥6	10 ^{+2,5}	≥150
1.3	20	≥100	16			
1.4	25	≥150	20			
1.5	30	≥200	25			

13 lentelė. Sąlygos gauti prilydytą metalui

Vieno elektrodo daugiasluksnio suvirinimo sąlygos ¹⁾²⁾	Vielos skersmuo 4 mm
Elektrodinės vielos iškyša, mm	30 ± 5
Aplydymo ilgis, mm	min. 200
Srovės rūšis	d.c.
Suvirinimo srovė, A	580 ± 20
Suvirinimo įtampa	29 ± 1
Suvirinimo greitis, mm/min	550 ± 50
Temperatūros riba tarp praėjimų, °C	150 ± 50

¹⁾ Jeigu leistina kintama ir nuolatinė srovė, tai suvirinti reikia tik kintama srove.

²⁾ a.c. – kintama srovė; d.c. – nuolatinė srovė.

Kad atitiktų suvirinimas kintama srove, maitinimo šaltinio tuščios veikos įtampa turi būti nedidesnė kaip 70V.

14 lentelė. Vandenilio kiekio siūlės metalo simboliai

Simbolis	Vandenilio kiekis, ml/100 g išlydyto siūlės metalo max.
H5	5
H10	10
H15	15

Jeigu vandenilio kiekis prilydytame metalo gaunamas žemas, tam kad suvirinti pagrindinį metalą būtina pasikonsultuoti su fliuso gamintojais apie jo papildomą kaitinimą. Paprastai lydytojo fliuso kaitinimas gali būti atliekamas: 2 val. 250 ± 50° C temperatūroje arba 2 val. 350 ± 50° C aglomeruotiems fliusams. Fluso laidumas srovei priklauso nuo įvairių suvirinimo sąlygų ir fluso pažymėjime nenurodomas. Sulyginimui gamintojas fluso laidumą srovei nurodo savo techninėje literatūroje. Jis įvertinamas maksimalia srovės reikšme, kur standartinėse sąlygose suvirinant 4 mm skersmens vielą, gaunama normali tolygi privirinta rumbelė.

Standartinės sąlygos tokiai kontrolei yra:

- Suvirinimo greitis 550 mm/min
- Elektrodo iškyša 30 ± 5 mm
- Srovės rūšis ir poliškumas d.c. + (nuolatinė atvirkščio poliškumo srovė)
- Lanko įtampa priklauso nuo suvirinimo srovės
- Lapo storis: min 20 mm

Dalelių matmenys į fluso pažymėjimą neįeina, bet turi būti parodytos kaip informaciją ant įpakavimo.

15 lentelė. Fluso dalelių matmenys

Dalelių matmenys, mm	Simboliai
2,5	25
2,0	20
1,6	16
1,25	12
0,8	8
0,5	5
0,315	3
0,2	2
0,1	1
Iki 0,1	D

Pavyzdžiui: 2 – 16 arba 0,2 mm – 1,6 mm

Žymėjimas pavyzdžiui:

Suvirinimo fliusas

EN 760 – S F CS 1 67 AC H10

Pagrindinė fluso žymėjimo dalis yra:

Suvirinimo fliusas EN 760 – S F CS 1,

Kur EN 760 - standarto numeris

S – fliusas, skirtas suvirinimui po fliusu

F – lydytas fliusas

CS – fluso tipas

1 – taikymas, fluso klasė

67 – metalurginės savybės

AC – srovės tipas (kintama)

H10 – vandenilio kiekis

Fluso granuliacijos įtaka

Padidinus fluso granulų matmenis, sumažėjo užpilamasis svoris (g/cm³). Tai padidina fluso sluoksnyje išlydymo lankų erdmę. Tokiu atveju daugiau įkaista vonios kraštai ir skystas metalas pasiskirsto platesniame plote. Rumbelė gaunama plati. Pagerėja dujų pašalinimo sąlygos iš suvirinimo vietos. Aglomeruotų flusų užpilamasis svoris yra mažesnis, negu lydytų.

Ypatingos flusų rūšys

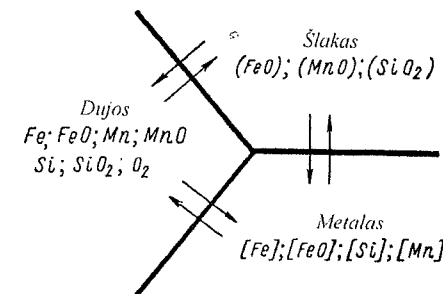
Joms priskiriami flūsai, skirti elektrošlakiniams suvirinimui ir aplydimui. Jie pasižymi elektriniu laidumu. Tekant per flusą srovei jie greitai įkaista ir lydosi sudarydami padinę skysto metalo šlaką vonią.

Flusų saugojimas

Flūsų būtina saugoti supakuotus uždaroje, sausose patalpose. Neleistina flūsus išpilti. Saugoti, kad į juos nepakliūtų priemaišų.

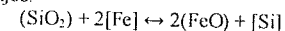
Metalurginės suvirinimo reakcijos

Pagrindinės metalurginės reakcijos vyksta riboje suvirinimo vonios su flūsais – šlakais ir dujomis. 20 paveikslėlyje pateikta metalo šlakų ir dujų sąveika suvirinant po flusu atveju, kai šlakas susideda iš geležies, mangano ir silicio oksidų.

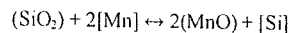


20 pav. Metalo, šlakų, dujų sąveika suvirinant po fluso sluoksniu.

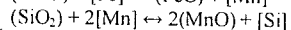
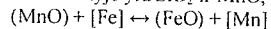
Suvirinant rūgščiais flūsais (CS), į kurių sudėtį neįeina manganas ir didelis kiekis silicio, vyksta tokios reakcijos:



I.1.10	Suvirinimas po fliusu	IWE
--------	-----------------------	-----

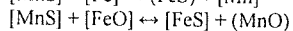
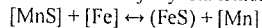


Reakcija rodo, kad vyksta mangano išgaravimas, kada silicis pereina į siūlės metalą. Todėl būtina papildoma įvesti mangano. Tam tikslui suvirinimo viela turi būti legiruota šiuo elementu. Suvirinant po fliusu, kurio sudėtyje yra SiO_2 ir MnO , vyksta tokios reakcijos:



Šiuo atveju padidėja silicio kiekis suvirinimo vonioje lyginant su jo kiekiu suvirinimo vonioje. Manganas, kuris išsiskiria pirmoje reakcijoje, yra antros reakcijos komponentas. Esant dideliame MnO kiekiui fliuose, suvirinimo siūlėje jo gali padidėti.

Suvirinimo vonioje vyksta tokios reakcijos:



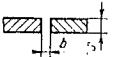
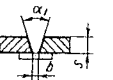
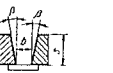
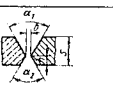
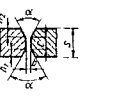
Labiausiai nepageidautinas metalas siūlėje yra FeS . Kadangi geležies sulfidas kristalizacijos procese sudaro dendritinės struktūros eutektiką, kurios lydymosi temperatūra artima 950°C ir tai yra karštųjų įtrūkimų susidarymo galimybė.

I.1.10	Suvirinimas po fliusu	IWE
--------	-----------------------	-----

8. Detalių paruošimas suvirinimui

Briaunų paruošimo forma yra pateikiama EN ISO 9692-2:1998 + AC 1999 „Suvirinimas ir jam giminingi procesai. Jungčių parengimas II dalis: plienų suvirinimas po fliusu (ISO 9692-2:1998)“.

16 lentelė. Briaunų paruošimas suvirinimui po fliusu

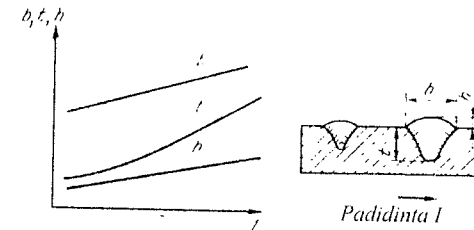
Metalo storis	Suvirinimas po fliusu	Siūlės pavadinimas	Simbolis	Jungties briaunų forma pjūvyje	Matmenys					Pastabos
					α, β	b	c	h	r	
					Laipsniai	mm				
1–8	Vienpusė	I – formos siūlė	II			iki 1,5	–	–	–	Ant fliusinės pagalvės
3–20	Dvipusė					2–4	–	–	–	
4–15	Vienpusė					4–8				
12–40	Dvipusė									
4–20	Vienpusė	V – formos siūlė	✓		30–50	iki 3	–	–	–	Su padėklu
>20	Vienpusė	Su stačiu briaunų nuėmimu	⊥		10–5	10–30	–	–	–	Suvirinimas keliais sluoksniais ant padėklo
10–50	Vienpusė	X – formos dvipusis nesimetrinis briaunų parengimas			$\alpha_1 = 50-90$ $\alpha_2 = 50-60$	1,5–3		4–15		Kitą pusę (α_2) įvirina rankiniu elektrolankiniu būdu
15–30	Vienpusė	V – formos briaunų parengimas su didele atbukinimo briauna	Y		40–90	iki 1,5	3–12	–	–	Kitą pusę įvirina bet koku būdu
>15	Dvipusė	X – briaunų paruošimas su didele atbukinimo briauna ir dipusius simetriniu	X		40–90	iki 1,5	5–9	–	–	$h_1 = h_2$ arba h_1 ir h_2 nelygūs

I.1.10		Suvirinimas po flisu						IWE		
Metalo storis	Suvirinimas po flisu	Stilės pavadinimas	Simbolis	Jungties briaunų forma pjūvyje	Matmenys					Pastabos
					α, β	b	c	h	r	
					Laipsniai	mm				
>30	Vienpusė	briaunų nuėmimu U – formos briaunų paruošimas su dviem kreivalinijomis briaunomis	Y		5–10	iki 1,5	5–10	–	≈6	Daugiasluoksnis suvirinimas, kita pusė įvirinama bet kokių būdų
>50	Dvipusė	Simetrinis U – formos briaunų paruošimas su kreivalinijomis briaunomis iš abiejų pusių	X		5–10	iki 1,5	6	–	>6	Abi pusės suvirinamos daugiasluoksnėmis siūlėmis
>15	Dvipusė	K – formos briaunų paruošimas su dvipusiu vienos briaunos nusklendimu	K		45–60	iki 1,5	5–10	–	–	Taikoma kampiniuose sujungimuose
>15	Vienpusė	U – formos briaunos parengimas su viena kreivalinija ne briauna	Y		5–10	iki 1,5	5–10	–	≈12	Daugiasluoksnis suvirinimas, suvirinant bet kokiais būdais
>50	Dvipusė	U – formos briaunos paruošimas su kreivalinijomis briaunomis iš abiejų pusių	K		5–10	iki 1,5	6	–	≈12	Daugiasluoksnis suvirinimas

I.1.10	Suvirinimas po flisu	IWE
--------	----------------------	-----

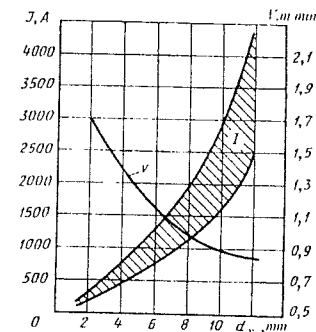
9. Suvirinimo režimo įtaka siūlės formai

Pagrindiniai suvirinimo režimo parametrai, suvirinant po flisu yra: suvirinimo srovės dydis ir poliškumas, srovės tankis ant elektrodo, lanko įtampa, suvirinimo greitis, fliso markė ir jo granuliacija. Srovės įtaka srovės formai pateikta 21 paveikslėlyje.



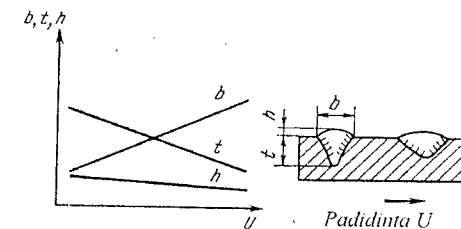
21 pav. Srovės dydžio įtaka siūlės formai

22 paveikslėlyje parodyta vielos tiekimo greičio ir leidžiamos srovės dydžio, suvirinant po flisu priklausomybė.



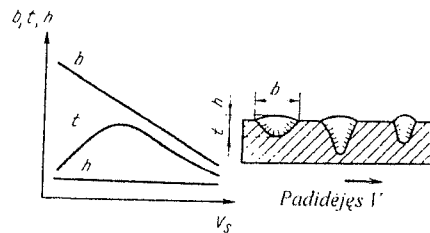
22 pav. Vielos tiekimo greičio V , suvirinimo srovės dydžio I priklausomybė nuo vielos d , skersmens.

Lanko įtampos įtaka siūlės forma pateikta 23 paveikslėlyje.



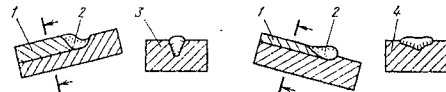
23 pav. Lanko įtampos įtaka siūlės formai.

Suvirinimo greičio įtaka siūlės formai parodyta paveikslėlyje 24 paveikslėlyje.



24 pav. Suvirinimo greičio įtaka siūlės formai.

Suvirinimo greičio kreivė, rodanti įvirinimo gylį yra maksimali. Esant mažiems greičiams, metalas kaitinamas plačiai ir susidaro plati suvirinimo vonia. Žymus šilumos kiekis pasiskirsto nuo vonios į pagrindinį metalą, todėl įvirinimo gylis yra nedidelis. Kai yra dideli suvirinimo greičiai, įvirinamumo gylis mažėja. Gaminio pakreipimo įtaka siūlės formai parodyta 25 paveikslėlyje.



25 pav. Gaminio pakreipimo įtaka siūlės formai, kur 1 – kietas metalas, 2 – skystas metalas, 3 – siaura ir gili rumbelė, 4 – plati ir plokščia rumbelė

Suvirinant ant pakreiptų plokštumų susidaro siauros ir plačios siūlės, linkusios sudaryti karštus įtrūkimus. Virinant žemyn pakreipta plokštuma, skysto metalo vonia pateka po lanku įvirinimo gylis mažėja, atsiranda nepralaidūs tarpai ir šlakiniai intarpai. Leistinas maksimalus pakreipimo kampas $\pm 6^\circ$. Suvirinant ir aplydant ant besisukančių vamzdžių žiedines siūles, būtinas elektrodo postūmis į priešingą sukimosi krypties pusę (15 pav.) dydžiu pateiktu 17 lentelėje.

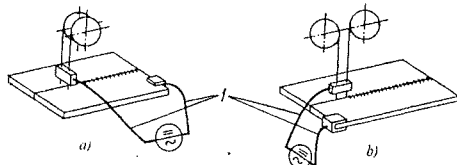
17 lentelė. Elektrodo pastūmos nuo centro dydis, suvirinant žiedines siūles

D_v , mm	x , mm
950 – 1100	45
1100 – 1250	50
1250 – 1850	65
>1850	65 – 90

Daugiaelektrodis suvirinimas

Suvirinimas vienu elektrodu vykdomas 1,5 – 7 mm skersmens viela metalams iki 50 mm storio. Tačiau rekomenduotinas dvipusis suvirinimas.

Suvirinimas dviem elektrodais. Galimi du variantai: su skersiniu (26 pav. a) ir nuosekliu (26 pav. b) išdėstymu.

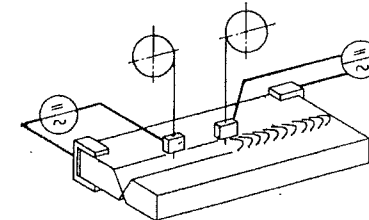


26 pav. Suvirinimas dviem elektrodais po fliusu, maitinant lankus nuo vieno šaltinio (1 - srovės tiekimo kabelis).

Antruoju atveju, padidėja suvirinimo greitis ir ekonomiškumas, sumažėja galimybė susidaryti dujų intarpams, kadangi geriau pašalinama dujos iš suvirinimo vonios. Šiuo atveju siūlės aušta lėčiau, todėl atsiranda atsparumas karštųjų plyšių susidarymui.

Galima suvirinti ir keletu vielų. Pavyzdžiui, suvirinant po fliusu išilgines siūles didelio diametro vamzdžiams arba laivo konstrukcijų kampinių siūlių suvirinimui (paprastai suvirinama trimis vielomis).

Dvilankis suvirinimas vykdomas nuo vieno kito nepriklausomais lankais į bendrą arba atskiras vonias. Paprastai lankai vienas nuo kito yra atitraukiami.



27 pav. Dvilankis suvirinimo būdas po fliusu, kur lankas maitinamas iš dviejų atskirų šaltinių (suvirinimą galima atlikti nuolatine arba kintama srove arba jų kombinacija).

Pirmasis lankas įvirina metalą reikiamu gyliu, o antrasis lankas praplečia lydymo erdvę ir įtakoja pilną dujų pašalinimą iš vonios. Atstumas tarp elektrodų sudaro 20 – 40 mm, o atskirais atvejais - ir daugiau. Tačiau antrasis elektrodas turi judėti dar skystame šlake, kuris susidarė įvirinus pirmąjį sluoksnį. Kad gautųsi geros siūlės savybės tikslinga pirmąjį lanką maitinti nuolatine srove, o antrąjį – kintama srovėmis.