



I.1.08	MIG/MAG suvirinimas	IWE
--------	---------------------	-----

Turinys

1.	<i>[vadas į MIG/MAG suvirinimą]</i>	3
2.	<i>[ranga]</i>	7
3.	<i>Suvirinimo medžiagos</i>	12
4.	<i>MIG/MAG suvirinimo režimai</i>	14

<i>Literatūros sąrašas</i>	20
----------------------------	----

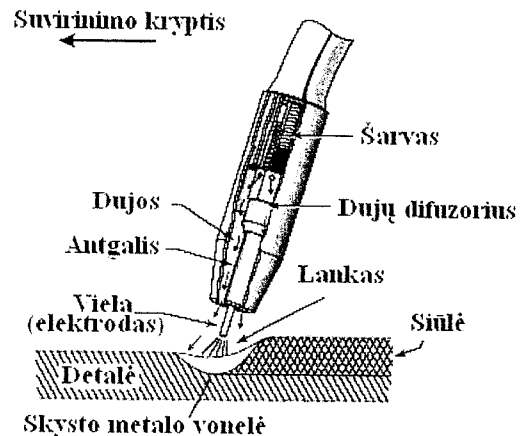
I. 1.08 MIG/MAG suvirinimas

Paruošė: I. Gedzevičius

Vilnius
2007

1. Įvadas į MIG/MAG suvirinimą

Lankiniame suvirinime lydžiuoju elektrodu apsauginės dujos elektros lankas dega tarp lydaus elektrodo (vielos) ir gaminio (žr. 1 pav.). Viela į suvirinimo zoną tiekama pastoviu greičiu. Dažniausiai naudojama 0,6-1,6 mm. skersmens viela. Didesnio skersmens vielos naudojamos rečiau, nes neleidžia pasiekti didesnio prilijdyto metalo kiekio per laiko vienetą. Suvirinimui naudoja nuolatinę atvirkščio poliškumo srovę. Į suvirinimo zoną tiekiamos apsauginės dujos išstumia orą ir apsaugo siūlės ir terminio poveikio zonos metalą nuo žalingo atmosferos poveikio. Virinant spalvotuosius metalus naudojamos inertinės dujos (Ar, He) ir jų mišiniai, o plienus – aktyvios dujos CO_2 ir inertinių ir aktyvių dujų mišiniai (Ar + CO_2 , Ar + O_2 ir kt.).

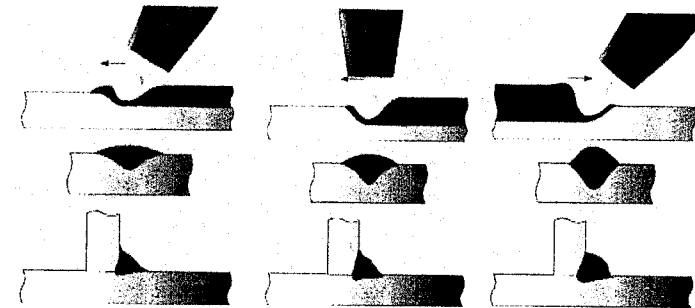


1 pav. Suvirinimas lydžiu elektrodu apsauginių dujų aplinkoje

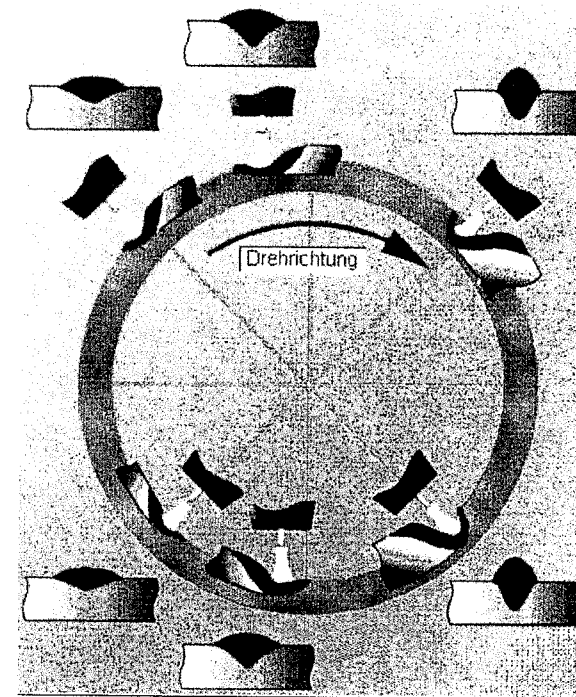
Pagrindiniai MIG, MAG suvirinimo parametrai yra:

- suvirinimo srovė;
- lanko įtampa;
- apsauginių dujų sudėtis ir debitas;
- tiekiamos vielos skersmuo ir greitis;
- elektrodo posvyrio kampas (2-3 pav.);
- elektrodo iškyšos dydis;
- degiklio judėjimo greitis.

Priklausomai nuo naudojamų apsauginių dujų, srovės dydžio, vielos skersmens ir lanko įtampos galima stebėti skirtingą skysto metalo pernešimą nuo vielos link skysto metalo vonelės.

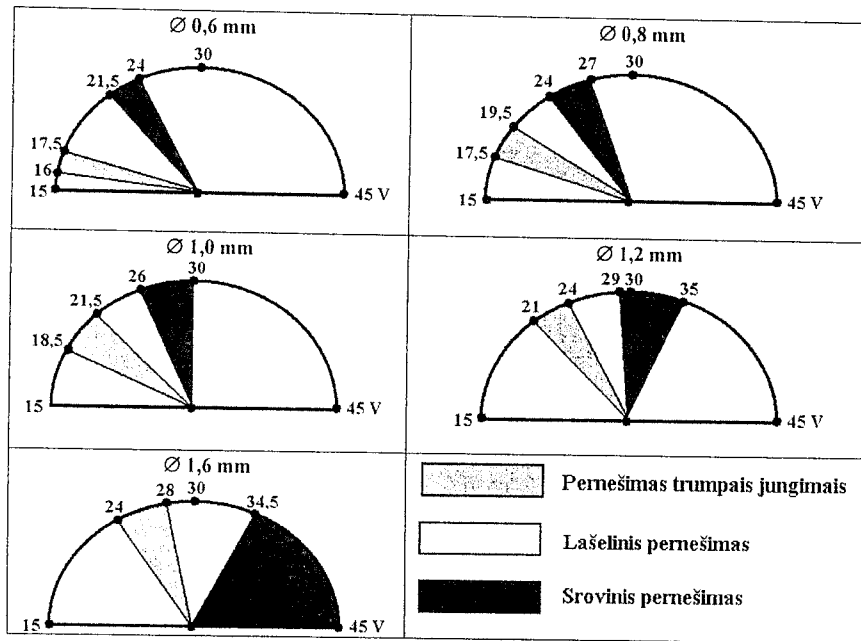


2 pav. Degiklio padėties įtaka siūlės formai



3 pav. Degiklio padėties įtaka siūlės formai suvirinant vamzdį (degiklis standžiai įtvirtintas, sukasi vamzdis) formai

Priklausomai nuo naudojamų apsauginių dujų, srovės dydžio, vielos skersmens ir lanko įtampos galima stebėti skirtingą skysto metalo pernešimą nuo vielos link skysto metalo vonelės.



4 pav. Suvirinimo įtampos įtaka metalo pernešimui lanko virinant MAG būdu skirtingo skersmens pilnavidure viela

Metalo ištaškymo nuostoliai priklauso nuo suvirinimo režimo, elektrodinės vielos skersmens ir maitinimo šaltinio charakteristikos. Didinant lanko įtampą, metalo ištaškoma daugiau. Esant mažoms srovėms ($d_{el} = 1,2 \div 1,4$ mm, $I_s = 100 \div 200$ A), metalas pernešamas trumpų jungimų metu. Metalų nuostoliai priklauso nuo trumpo jungimo srovės dydžio ir jos augimo greičio. Vidutinių srovių diapazone ($d_{el} = 1,2 \div 1,4$ mm, $I_s = 200 \div 300$ A) gauname didžiausią ištaškymą, nes išmetami stambūs lašai. Didelių srovių diapazone ($d_{el} = 1,2 \div 1,4$ mm, $I_s = 350 \div 450$ A) vyksta smulkialašis srovinis elektrodinio metalo pernešimas. Ištaškymas šiuo atveju nedidelis. Tai smulkūs pūslai, susidarantys perdegant kakleliui tarp lašo ir elektrodo bei dėl vonios virimo.

Paskutiniu metu šio būdo panaudojimas gerokai sumažėjo ir dabartiniu metu dėl savo technologinių ir ekonominių pranašumų labai paplito MIG/MAG suvirinimo būdai. Prie technologinių savybių galima priskirti proceso sąlyginį paprastumą, galimybę taikyti mechanizuotą procesą suvirinant įvairiose erdvinėse padėtyse, didelį proceso našumą. Suvirinant šiuo būdu užtikrinama aukšta suvirintų jungčių kokybė, siūlės metalo svarumas. Šis būdas nereikalauja aukštos suvirintojų kvalifikacijos. Metodus MIG/MAG sėkmingai naudojamas tiek mechanizuotuose, tiek automatizuotuose bei robotizuotuose procesuose. Suvirinimas automatinio būdu, kuomet automatizuotas elektrodo perstumimas išilgai siūlės, elektrodo ir pridėtinio metalo tiekimas į suvirinimo zoną, racionalus atliekant tiesialinijines, žiedines ir apskritimines siūles. Dažniausiai sakant „MIG/MAG“ turimas omenyje suvirinimas pusautomatiškai. Tai toks suvirinimas, kuomet elektrodas (viela) perstumiamas išilgai siūlės ranka, o vielos tiekimas į suvirinimo vonelę atliekamas automatinio būdu. Suvirinimo viela tiekama lanksčia žarna iš tiekimo mechanizmo į laikiklio kontaktinį antgalį. Tam, kad žarnos būtų pakankamai lanksčios suvirinant pusautomatiškai dažniausiai naudojamos 0,8-2,0 mm skersmens plonos vielos ir didelis srovės tankis. Tai

užtikrina didelį proceso našumą dėl gilesnio įvirinimo. Parametrų pastovumas palaikomas automatiškai, naudojant lanko savireguliacijos sistemą. Suvirinimas pusautomatiškai leidžia padidinti darbo našumą ir palengvinti suvirintojo darbą.

Pusiau automatinis MIG/MAG suvirinimas reikalauja mažesnių darbo ir medžiagų sąnaudų, tačiau keliama aukštesni reikalavimai pirminiam metalo paruošimui – virinimo nuožulų nuėmimui.

Suvirinimo pusiau automatinio būdu, apsauginių dujų aplinkoje, privalumai yra šie:

- Gerai apsaugoma suvirinimo zona nuo oro, deguonies ir azoto;
- Suvirintos siūlės pasižymi geromis mechaninėmis savybėmis;
- Galima suvirinti įvairaus storio metalus ($1 \div 50$ mm ir daugiau);
- Nebereikia naudoti flusų, o po to valyti nuo siūlės šlakų;
- Didelis suvirinimo našumas (iki 20 m/val);
- Galima stebėti kaip formuojasi siūlė;
- Maža terminio poveikio zona.

Šiuolaikiniai pusiau automatinis arba visiškai automatizuoto suvirinimo įrenginiai yra ypač našūs, jie dirbi minimaliomis sąnaudomis. Gaminamam elementui parinkti galima naudoti automatizuotą suvirinimą arba pusiau automatinį. Šie būdai parinkami todėl, kad jie žymiai našesni, lyginant su suvirinimu glaistytaisiais elektrodais: nereikia džiovinti ir keisti elektrodo, didesnis suvirinimo greitis, virinant rankiniu – lankiniu būdu suvirintojų kvalifikacija turi būti pakankamai aukšta, kad gauti gerą suvirintą sujungimą.

2. Įranga

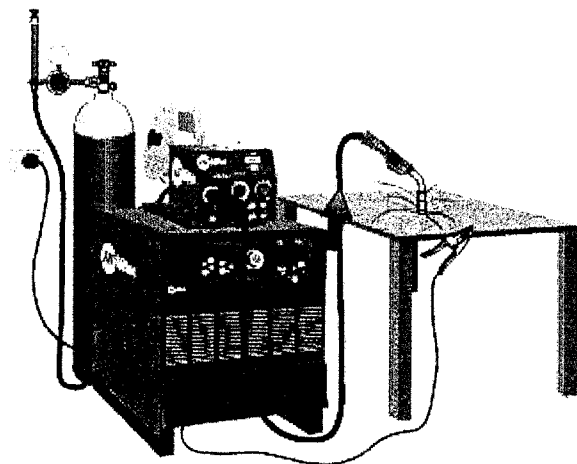
Pusautomatinio ir automatizuotą suvirinimo įrenginį sudaro (5 pav.) vielos tiekimo mechanizmas, valdymo spinta su paleidimo ir reguliavimo aparata, degiklis ir automatinis judėjimo įtaisas. Vielos tiekimai mechanizmai būna stumiamojo, traukiamojo ir stumiamojo – traukiamojo tipo. Pusautomačiai būna bendro naudojimo ir specialieji, stacionariniai, nešiojamieji arba vežiojamieji. Pagal elektrodinės vielos skerspjūvį – mažo (0,5 – 1,4 mm) ir didelio (didesnio kaip 1,6 mm) skerspjūvio.

Stacionariniai pusautomačiai turi įvairius vielos tiekimo mechanizmus ir valdymo pultą. Jais suvirinami maži mazgai.

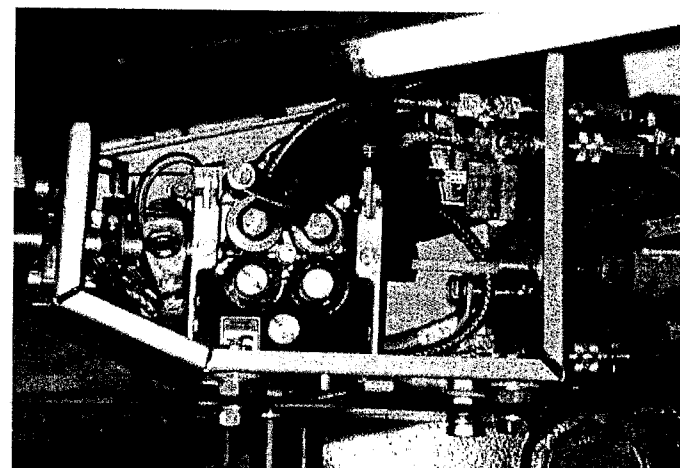
Nešiojamųjų pusautomačių vielos tiekimo mechanizmai yra lengvi, kasetės su vielomis mažos, viskas sudėta į portatyvinę dėžutę.

Vežiojamieji arba nešiojamieji pusautomačiai būna su lengvu vielos tiekimo mechanizmu, lengvai atskiriamu nuo kitų mazgų arba pastatomi ant vežimėlio ir sumontuoti ant ratinės platformos kartu su maitinimo šaltiniu ir dujų balionu.

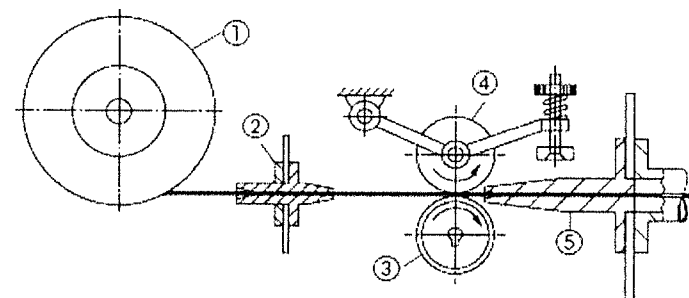
MAG būdu galima virinti įvairiose erdvinėse padėtyse, taip pat kai tarpelio tarp gaminio briaunų svyravimai yra dideli.



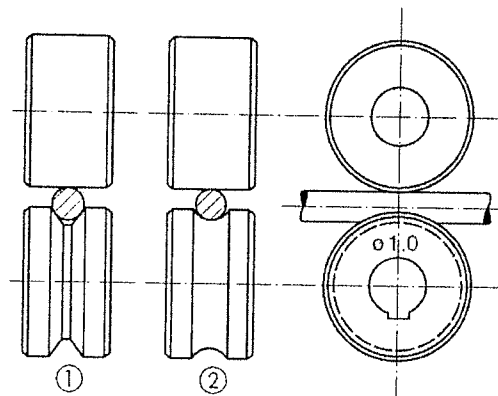
5 pav. MIG/MAG suvirinimo įranga



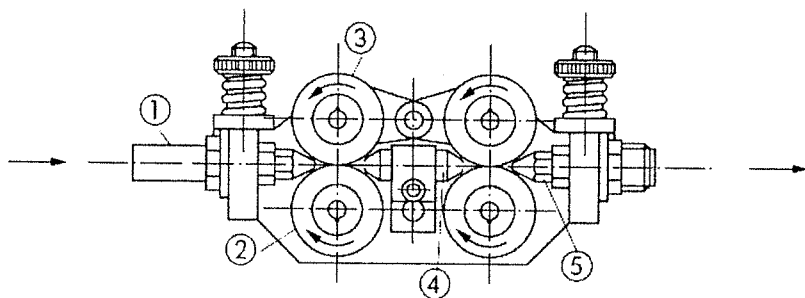
6 pav. Vielos tiekimo mechanizmas su stumiančiais ir traukiančiais velenėliais



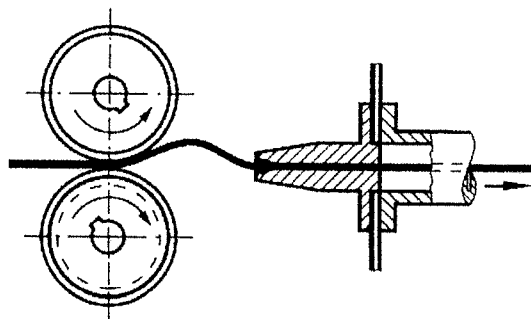
7 pav. Vielos tiekimo mechanizmas su dviem velenėliais. 1 – ritė; 2 – kreipiančioji; 3 – varantysis velenėlis; 4 – prispaudžiantysis velenėlis; 5 – kreipiančioji.



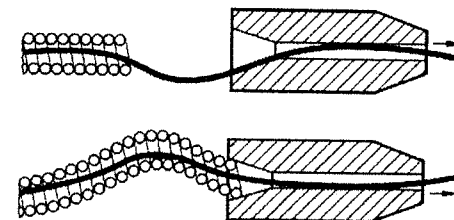
8 pav. Skirtingi ritinėlių tipai. 1 – V formos; 2 – U formos



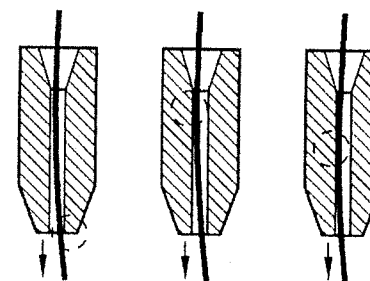
9 pav. Vėlos tiekimo mechanizmas su keturiais ritinėliais: 1 – kreipiančioji; 2 – varantysis ritinėlis; 3 – prispaudžiantysis velenėlis; 4 – kreipiančioji tarp ritinėlių; 5 – kreipiančioji



10 pav. Vėlos klūpdymas, atitraukus kreipiančiąją nuo rytinėlių



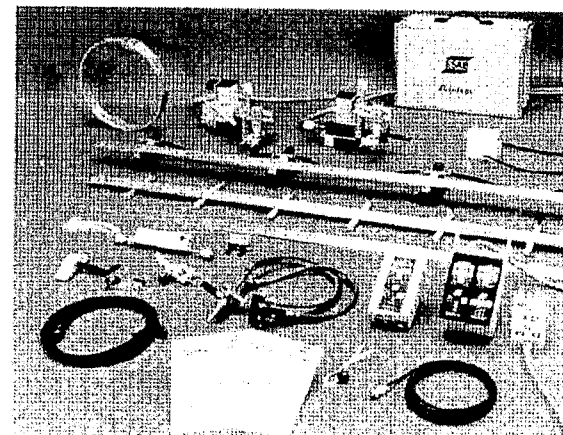
11 pav. Šarvo ir munštuko pajungimo įtaka vėlos tiekimui



12 pav. Vėlos ir munštuko kontakto padėtis esant per dideliai kiauryme

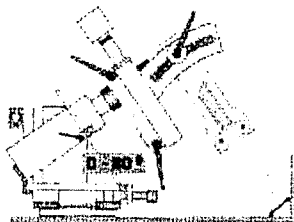
Automatizuoto MAG suvirinimo įranga plačiai naudojama sijoms virinti. Virinant automatizuotu būdu neveikia taip vadinamas „žmogiškasis veiksnys“. Tai reiškia, kad suvirinamus šias siūles, jei visa parengta technologija yra tiksli, suvirinimo kokybė bus atlikta ypač kokybiškai.

Automatizuotos suvirinimo įrangos ESAB RailTrac FR1000 ir ESABMig 505 pateiktos 4-5 pav.



13 pav. Suvirinimo automatizavimo įrenginys ESAB RailTrac FR 1000

ESAB RailTrac FR 1000 – suvirinimo automatizavimo įranga su įvairiais priedais, siekiant pritaikyti įvairiems suvirinimo atvejams. Dauguma mechaninių įrenginio dalių pagamintos iš aliuminio ir nerūdijančio plieno, siekiant kuo labiau sumažinti žalingų aplinkų poveikį. Naudojant RailTrac įrangą siūlės virinamos horizontaliai ir vertikaliai aukštyne, taip pat ją galima atlikti gaminio sukabinimus.



14 pav. Suvirinimo automatizavimo įrenginio ESAB RailTrac FR 1000 priedas skirtas virinti horizontaliai nuo 0 iki 80 kampų.

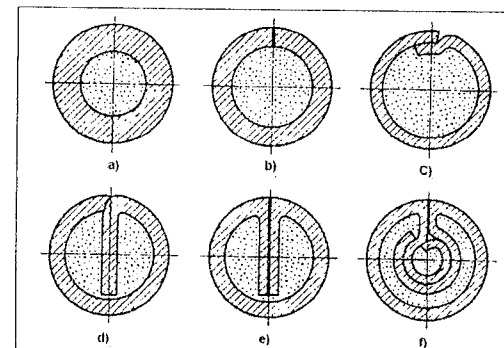
Įrenginys komplektuojamas kartu su ESAB Mig 505 profesionaliu suvirinimo įrenginiu. ESAB RailTrac FR 1000 įrenginys turi nuotolinio valdymo pultą, kuris gali išsaugoti duomenis penkiems skirtingiems suvirinimo režimams. Pulte taip pat reguliuojama:

- Suvirinimo pradžia ir suvirinimo pabaiga (pradėti/sustoti).
 - Suvirinimo režimas.
 - Suvirinimo kryptis (į priekį/atgal).
 - Suvirinimo greitis.
 - Vielos tiekimo greitis.
 - Suvirinimo įtampa.

Suvirinimo vežimėlis važiuoja specialiais aliumininiais bėgiais kurie gali būti sumontuoti tokiomis pozicijomis, kokios reikalingos gaminiui suvirinti. Bėgiai suvirinimo stende gali būti pritvirtinami varžtais, magnetais arba vakuuminiu būdu.

3. Suvirinimo medžiagos

Suvirinant MIG/MAG būdais galima naudoti pilnavidurę elektrodinę vielą arba miltelinę. Miltelinė viela – tai nepertraukiamas elektrodas, susidedantis iš metalinio apvalkalo ir miltelinio užpildo (šerdies). Miltelinį užpildą sudaro ferolydiniai, metaliniai milteliai ir medžiagos, kurios suvirinimo metu sudaro dujas ir šlakus.



15 pav. Miltelinės vielos konstrukcijos: a - c) paprastos vamzdinės; d) su vienu apvalkalo užlenkimu; e) su dviem užlenkimais; f) dvisluoksnė.

Paskutiniu metu miltelinių vielų panaudojimas labai paplito. Šių vielų pagrindiniai privalumai – tai aukšta suvirinimo kokybė ir labai didelis našumas. Tačiau palyginus su paprasta pilnavidure viela, miltelinė yra gerokai brangesnė. Todėl parenkant miltelinę vielą, reikia įvertinti darbo našumo ir savikainos padidėjimų santykį. Dažniausiai miltelinė viela pastebimai didina darbo našumą, kai atliekamos ilgos nepertraukiamos siūlės. Suvirinant trumpas siūles bendra miltelinių vielų panaudojimo įtaka gaminio savikainos sumažėjimui būtų ne tokia pastebima.

MIG/MAG suvirinime naudojamas apsaugai dujas galima suskirstyti į tris grupes: aktyviosios, inertinės ir jų mišiniai.

Elektrodinės vielos paskirtis – suvirinimo srovės nuvedimas į suvirinimo zoną ir siūlės formavimas. Todėl MIG/MAG būdams naudojamai vielai keliami tam tikri reikalavimai:

metalurginiai (vielos metalo dezoksidavimo laipsnis ir kt.), elektriniai (turi būti pralaidi elektrai, kad srovė galėtų lengvai tekėti į kontaktinius antgalius ir užtikrinti gerą lanko stabilumą), mechaniniai (viela turi būti lengvai tiekama per tiekimo ratukus ir šarvą į kontakto antgalius).

Tam, kad užtikrinti paskutinius du reikalavimus, gamintojai padengia elektrodinę vielą variu. Kalbant apie siūlės formavimą, reikia paminėti, kad svarbu užtikrinti ne tik siūlės geometriją, bet ir aukštas eksploatacines savybes esant minimaliam polinkiui defektų atsiradimui. Suvirinant mažanglius plienus elektrodinė viela dažniausiai parenkama pagal mechanines savybes, t.y. taip, kad mechaninės siūlės metalo savybės (takumo riba, stiprumo riba, smūginis tūsumas) būtų ne mažesnės negu pagrindinio metalo. Prilydyto metalo cheminė sudėtis turi būti artima pagrindinio metalo cheminei sudėčiai.

Lietuvoje elektrodinę vielą reglamentuoja standartas LST EN 440. Šis standartas klasifikuoja vielą pagal cheminę sudėtį ir prilydyto metalą pagal siūlės metalo mechanines savybes, gautas vartojant būdingų grupių apsaugines dujas. Prilydyto metalo klasifikavimo žymuo skirstomas į penkis dalis.

Pirmas simbolis identifikuoja procesą, šiuo atveju tai raidė G, kuri nurodo elektrodinę vielą.

Antras simbolis – nurodo siūlės metalo stiprumą ir santykinį pailgėjimą.

Trečias – siūlės metalo smūginį tūsumą.

Ketvirtas simbolis nurodo apsaugines dujas.

Penkta žymėjimo dalis nurodo vielos cheminę sudėtį.

Mažanglių plienų suvirinimui dažniausiai naudojamos vielos, kurių cheminės sudėties simbolis pagal šią klasifikaciją yra G3Si1.

4. MIG/MAG suvirinimo režimai

MIG/MAG suvirinimo būdo režimus sudaro tokie parametrai, kaip suvirinimo srovė J (A), lanko įtampa U (V), suvirinimo greitis V_{suv} (cm/min), suvirinimo vielos skersmuo (mm) ir tiekimo greitis bei pučiamų apsauginių dujų kiekis.

Kiekvienas režimo parametras turi tam tikrą poveikį suvirinimo procesui. Priklausomai nuo suvirinimo režimų ir kai kurių technologinių veiksnių gali keistis įvirinimo gylis, siūlės plotis, rumbelės aukštis ir pagrindinio metalo dalyvavimas suvirinimo siūlės formavime. O šitie virintinės siūlės parametrai savo ruožtu lemia suvirintos jungties kokybę, patikimumą.

Suvirinimo srovės poveikis pasireiškia tuo, kad didėjant srovei, padidėja lanko stulpo slėgis į skysto metalo paviršių. Lankas gyliau pasineria į pagrindinį metalą, padidėja elektrodo metalo išlydymas per laiko vienetą. Viso to rezultatas – padidėja rumbelės aukštis, įvirinimo gylis ir pagrindinio metalo dalis siūlės metale, tuo tarpu siūlės plotis nesikeičia.

Lanko įtampos įtaka priklauso nuo lanko ilgio ir lanko stulpo dujų sudėties. Kuo ilgesnis lankas, tuo didesnė įtampa. Didėjant įtampai, gerokai padidėja siūlės plotis bei sumažėja rumbelės aukštis, tuo tarpu įvirinimo gylis praktiškai nesikeičia. Didėjant suvirinamo metalo storii reikia didinti tiek suvirinimo srovę, tiek ir įtampą.

Suvirinimo greičio didinimas sukelia lanko stulpo nukrypimą į priešingą suvirinimui pusę. Dėl ko iš suvirinimo vonelės išspaudžiama daugiau skysto metalo. Ir nors mažėja įvedamos energijos kiekis, įvirinimo gylis didėja. Tačiau visa tai sukelia siūlės skerspjūvio ploto ir siūlės pločio sumažėjimą, rumbelės aukščio padidėjimą ir pagrindinio metalo dalies siūlės metale padidėjimą. Dar daugiau didinant suvirinimo greitį, skystas metalas iš vonelės išspaudžiamas dar

intensyviau, o įvirinimo gylis vis didėja. Jei padidinti suvirinimo greitį dar, tai išilginės energijos sumažėjimas tampa lemiamas ir siūlės plotis, skersplotis bei įvirinimo gylis pradeda mažėti. Toliau didinant suvirinimo greitį išilginė energija ir detalių briaunų įkaitinimo plotas sumažėja tiek, kad susidaro nesulydymai.

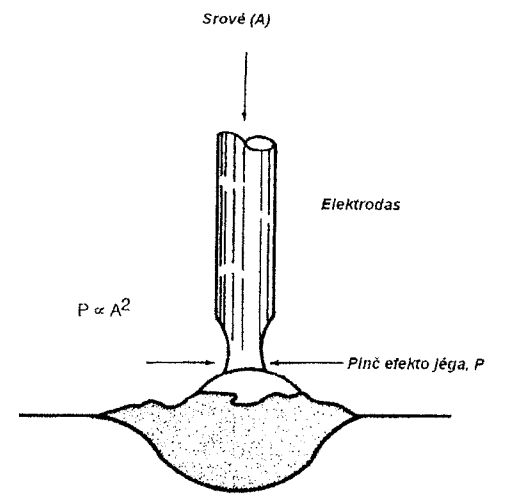
Ypatinę dėmesį reikia skirti apsauginių dujų tiekimo kiekio ir srovės poliškumo įtakai suvirinimo kokybei.

Pučiamų apsauginių dujų kiekis turi didelę įtaką suvirintos jungties kokybei.

Reikalingas kiekis priklauso nuo suvirinimo režimų bei nuo suvirinamo gaminio formos ir matmenų. Didėjant pučiamų dujų kiekiui sumažėja išlydymo ir prilydymo koeficientai, kadangi dujos intensyviai aušina lanko stulpą. Tuo tarpu per mažas pučiamų dujų kiekis neužtikrina tinkamos vonios metalo apsaugos. Vadinasi, pučiamų dujų kiekis turi būti minimalus, bet pakankamas, kad užtikrintų išlydyto metalo apsaugą nuo atmosferos poveikio. Mažiausia dujų išnaudojama virinant tėjinius ir kampinius sujungimus žemutinėje padėtyje, virinant sandūrinius sujungimus – vidutinis dujų sunaudojimas, didžiausias dujų sunaudojimas virinant kampines jungtis. Dujų sunaudojimas priklauso ir nuo suvirinimo greičio: didinant suvirinimo greitį reikia padidinti ir pučiamų dujų kiekį, kitaip dujinė išlydyto metalo apsauga bus nepakankama.

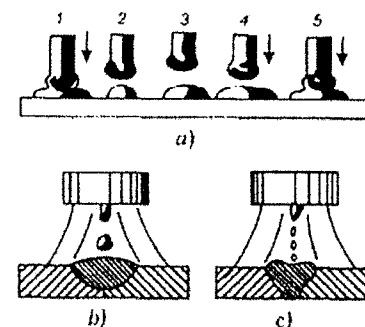
Lanko stabilumas ir jo technologinės savybės labai priklauso nuo srovės poliškumo ir yra geresni virinant nuolatine atvirkščio poliarizavimo srove. Virinant tiesioginio poliarizavimo srove, vielos išlydymas padidėja 25...30%, tačiau šio privalumo negalima panaudoti, nes siūlės plotis mažas ir didelis rumbelės aukštis, be to, labai sumažėja lanko stabilumas ir padidėja metalo ištaškymas, net esant nedidelėms srovėms. Suvirinimas kintamąja srove neįmanomas, kadangi labai nestabilus lankas.

Virinant lydzioju elektrodu siūlė formuojama iš išlydyto pagrindinio metalo ir išlydyto elektrodo metalo. Todėl siūlės forma ir matmenys priklauso ne tik nuo suvirinimo greičio, suvirinimo padėties ir kt., bet ir nuo **elektrodo metalo pernešimo** iš elektrodo į skysto metalo vonelę pobūdžio. Elektrodo metalo pernešimo pobūdį lemia elektrodo medžiaga, apsauginių dujų sudėtis, suvirinimo srovės tankis ir kai kurie kiti veiksniai. Suvirinant metalus apsauginių dujų aplinkoje išlydyto metalo lašo atskirimo nuo elektrodo procesą valdo elektros reiškinys vadinamas Pinč efektas (kai elektros srovės kanalas, veikiamas savo, pačios srovės, sukurtu magnetinio lauko, sumažina savo skerspjūvio plotą).



16 pav. Pinč efektas trumpojo jungimo metu

Yra skiriami keli elektrodo metalo pernešimo į vonelę būdai: trys tradiciniai (pernešimas trumpais jungimais, lašelinis ir srovinis) bei kiti būdai, kurie atsirado dėl vis labiau tobulėjančių suvirinimo šaltinių technologijų (pulsuojantis srovinis, pernešimas paviršiniaus įtempiais ir pan.).



Pagrindiniai elektrodo metalo pernešimo į vonelę būdai:
a) trumpais jungimais;
b) lašelinis;
c) srovinis.

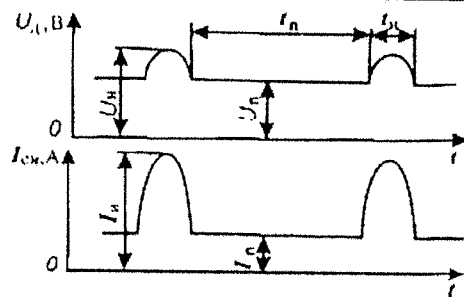
17 pav. Pagrindiniai elektrodo metalo pernešimo būdai

Pernešimas trumpais jungimais būdingas suvirinant elektronine viela, kurios skersmuo nuo 0,5 iki 1,6 mm, esant trumpam lankui ir įtampai 15...22 V. Po eilinio trumpojo jungimo (17 pav., a, 1-2 pozicijos) paviršinių įtempų jėgos sutraukia išlydytą metalą į lašą. Tuomet lanko ilgis ir įtampa tampa didžiausi. Visose proceso stadijose elektrodo metalo tiekimo greitis yra vienodas, o jos išlydymo greitis kinta ir 3-ame bei 4-ame perioduose išlydymo greitis tampa mažesnis negu tiekimo greitis. Dėl to, elektrodo galas priartėja prie suvirinimo vonelės (lanko ilgis ir įtampa sumažėja) iki trumpojo jungimo (17 pav., a, 5). Trumpojo jungimo metu labai išauga suvirinimo srovė, dėl ko padidėja elektromagnetinių jėgų suspaudimo poveikis. Dėl šio poveikio yra nutraukiamas skysto metalo kakliukas tarp elektrodo ir gaminio. Trumpojo jungimo metu skysto metalo lašas pereina į suvirinimo vonelę. Toliau šis procesas kartojasi. Trumpųjų jungimų dažnis gali keistis intervale nuo 90 iki 450 kartų per sekundę. Kiekvienam

elektrodesinės vielos skersmeniui priklausomai nuo medžiagos, apsauginių dujų ir kt. yra savo srovių diapazonas, kuriame suvirinimas vyksta trumpais jungimais. Esant optimaliems suvirinimo režimams galima suvirinti įvairiose erdvinėse padėtyse, o elektrodo metalo nuostoliai dėl ištaškymo neviršija 7%.

Didėjant suvirinimo srovės tankiui ir lanko ilgiui (įtampa) keičiasi elektrodo metalo pernešimo pobūdis: suvirinimas trumpu lanku su trumpais jungimais pereina į procesą su retais trumpais jungimais arba be jų. Elektrodo metalas pernešamas į vonelę nereguliariai, atskirais dideliais įvairių matmenų lašais, kurie gerai matomi. Virinant tokiu režimu pablogėja technologinės lanko savybės, apsunkinamas suvirinimas lubinėje padėtyje, o elektrodo metalo nuostoliai dėl ištaškymo padidėja iki 15%.

Tam, kad pagerintų lanko technologines savybes, naudoja periodinius lanko momentinės energijos pasikeitimus – impulsus. Šilumos, išskiriamos pagrindinio lanko, nepakanka, kad viela lydėtųsi tokiu pat greičiu, kaip ir vielos tiekimo greitis. Dėl ko lanko ilgis sumažėja. Veikiama energijos impulso viela išsilydo greičiau, ir ant vielos galo susiformuoja lašas. Staigus elektrodo metalo pernešimas susiaurina lašo kakliuką ir numeta lašą link suvirinimo vonelės bet kokiaje erdvinėje padėtyje. Galima naudoti pavienius impulsus arba impulsų su vienodais ar skirtingais parametrais grupę. Paskutiniu atveju pirmas ar pirmi impulsai pagreitina elektrodo lydymąsi, o kiti numeta lašą į vonelę. Proceso stabilumas priklauso nuo pagrindinių parametrų: impulsų ir pauzių dydžio ir trukmės. Atitinkamai parinkus pagrindinio lanko ir impulso srovę galima padidinti vielos lydymosi greitį, pakeisti siūlės formą ir matmenis, sumažinti apatinę suvirinimo srovės ribą užtikrinančią stabilų lanko degimą. Be to, naudojant impulsinio suvirinimo technologijas, susidaro suvirinimo vonelės elektromechaninė vibracija. Dėl vibracijos yra intensyviai pašalinami dujų burbuliukai ir gaunamos didelio tankio suvirinimo siūlės.



18 pav. Srovės ir lanko įtampos kitimas suvirinant impulsiniu-lankiniu būdu.

$\Pi \Pi I, U$ - pagrindinio lanko srovė ir įtampa; $H H I, U$ - srovė ir įtampa impulso metu; $\Pi H t, t$ - pauzės ir impulso trukmė

Esant gana dideliui nuolatinei atvirkščio poliškumo srovės tankiui (su impulsais ar be jų) elektrodo metalas pernešamas labai smulkiais lašais. Toks pernešimas vadinamas „sroviniu“. Elektrodo metalo pernešimas iš lašelinio į srovinį pereina, kai srovė padidėja iki „kritinės“ reikšmės. Kritinė reikšmė skirtinga skirtingiems vielos skersmenims. Perėjus į srovinį, elektrodo metalo pernešimas suintensyvėja. Po lanko sumažėja skysto metalo sluoksnis ir atsiranda lokalus įdubimas. Padidėja šilumos nuvedimas į pagrindinį metalą, siūlė įgauna specifinę formą su padidintu įvirinimo gyliu įvirinimo ašies kryptimi. Esant sroviniam elektrodo metalo pernešimui lankas labai stabilus: srovės ir įtampos svyravimų nėra. Galima suvirinti visose erdvinėse padėtyse.

Tai gi, keičiantis suvirinimo režimams, iš esmės keičiasi suvirinimo procesas.

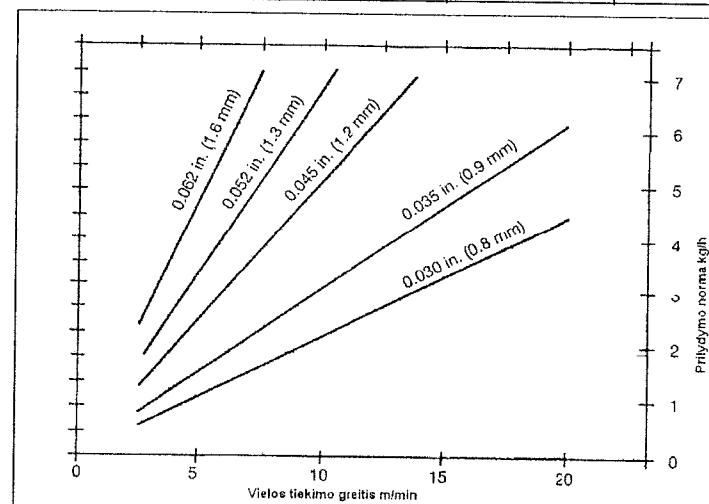
Technologo tikslas – taip parinkti suvirinimo režimo parametrus, kad būtų užtikrinta reikiama jungčių kokybė, maksimalus proceso našumas ir minimali jo kaina. Kiekvienam suvirinimo būdai, medžiagos markei, siūlės tipui egzistuoja toks optimalus režimas ir jis gali keistis siaurose ribose. Optimalūs režimai nustatomi bandymų būdu arba naudojant teorinius skaičiavimus.

Kadangi suvirinimo įrangos gamintojai taip pat atlieka bandymus ir nustato tokius režimus, racionalu pasinaudoti jų pateikiamomis rekomendacijomis.

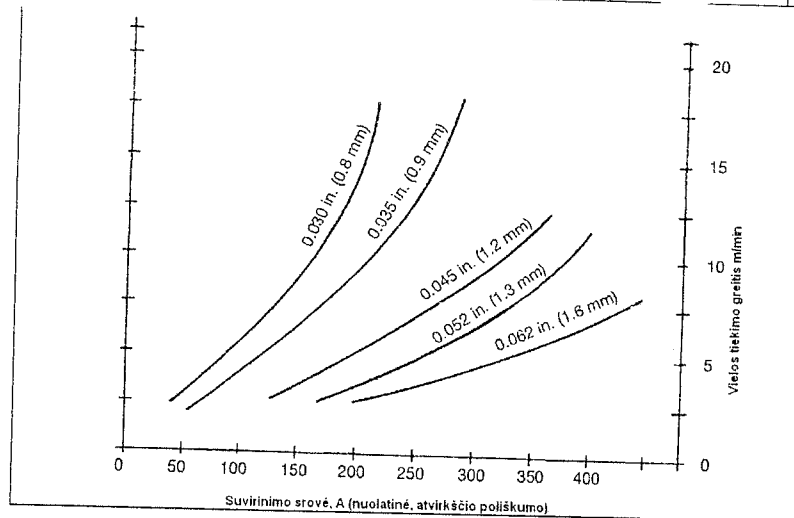
Žemiau pateikiami sudaryti suvirinimo parametrų grafikai, kuriuose parodoma vielos tiekimo greičiai ir srovės bei vielos tiekimo greičiai ir prilijimo normos priklausomai nuo naudojamos vielos skersmens.

1 lentelė. Režimų priklausomybė nuo vielos skersmens virinant mažą angli plieną

Skersmuo, mm	Srovė, A (pernešimas trumpais jungimais)	Įtampa, V (pernešimas trumpais jungimais)	Srovė, A (srovinis pernešimas)	Įtampa, V (srovinis pernešimas)
0.8	50 – 90	16 – 18	120 – 160	22 – 26
1.0	80 – 150	17 – 20	180 – 230	24 – 30
1.2	110 – 180	18 – 22	240 – 300	26 – 33
1.6	110 – 180	18 – 22	240 – 300	26 – 33
0.9	80 – 120	17 – 19	160 – 200	24 – 28



19 pav. Vielos tiekimo greitis ir prilijimo norma virinant mažą angli plieno viela apsauginių dujų aplinkoje



20 pav. Suvirinimo srovės ir vielos tiekimo greičiai suvirinant mažanglio plieno viela

Sinergetinis impulsinis MIG/MAG suvirinimas

Naudojant šiuolaikinius suvirinimo aparatus taip pat tikslinga pasirinkti sinergetinį impulsinį MIG/MAG suvirinimą. Sinergetinio suvirinimo funkcija yra patogi tuo, kad, valdymo įtaise yra jau įrašytos standartinės suvirinimo režimų programos, optimizuotos labiausia paplitusioms elektrodinės vielos medžiagoms. Šio proceso metu realizuojamas valdomas ir be ištaškymų išlydyto elektrodo metalo pernešimas į vonelę. Sinergetinių programų panaudojimas dar labiau palengvina suvirintojų darbą. Suvirinant tereikia įvesti pradinį duomenį:

- vielos medžiagą, tiksliau pasirinkti medžiagos grupę (pvz. mažangliai plienai, aliuminio lydiniai, gausiai legiruoti plienai ir kt.);
- apsauginės dujos (Ar, Ar + 20%CO₂, He, CO₂ ir kt.);
- elektrodinės vielos skersmenį, mm (0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,6 ir kt.).

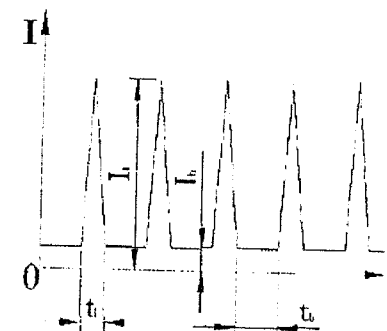
Suvirinimo galimumas valdomas viena rankenėle nuo minimalios iki maksimalios reikšmės, tuo tarpu lankas išlieka stabilus.

Impulsinis MIG/MAG suvirinimas

Impulsiniame MIG/MAG suvirinime procesas pilnai valdomas ir be metalo ištaškymo.

Tokiu būdu užtikrinamas stabilus lanko degimas. Be to galima padidinti lanko ilgį su sroviniu metalo pernešimu atliekant nerūdijančių plienu suvirinimą mažesne srove. Šiuo būdu galima suvirinti plonus gaminius ir pasiekti gerą siūlės formavimą visose erdvinėse padėtyse.

Impulsinis elektroninio metalo lašų pernešimas virinant MIG/MAG būdu pasiekiamas uždedant ant nuolatinės suvirinimo srovės dedamosios trumpus srovės impulsus, kurių amplitudė didesnė už pirmosios kritinės srovės stiprumą (kai procesas iš metalo pernešimo su trumpais jungimais pereina į smulkialašelinį bei trumpų jungimų).



21 pav. Srovės impulsų amplitudės

Ib- bazinės suvirinimo srovės stiprumas;

II- impulso srovės amplitudinė reikšmė;

tb- laiko trukmė tarp impulsų;

tj- impulso trukmė

Laikas tb turi būti trumpesnis už laiką tarp lašų virinant be impulsų. Laikas tj paprastai būna apie 1 ms. Impulsų dažnis būna nuo 50- 200 Hz. Procesas vyksta be trumpų jungimų.

Išlydyto elektrodo metalo lašas atitrūksta impulsui baigiantis ir juda elektrodinės vielos ašies kryptimi nepriklausomai nuo suvirinimo padėties. Mažinant bazinės suvirinimo srovės stiprumą šis būdas leidžia, virinant be trumpų jungimų, žymiai sumažinti tiesinę energiją.

Impulsų dažnis parenkamas priklausomai nuo vielos padavimo greičio ir skersmens.

Pavyzdžiui, vielos padavimo greitis 6 m/min (100 mm/s) ir skersmuo 1 mm, tai rekomenduojamas 100 Hz impulsų dažnis. Impulsinio suvirinimo technologija dar vadinama „sinergetiniu impulsiniu lankiniu suvirinimu“. Sinergetiniu reguliavimu vadinamas būdas, kai suderinami visi reguliuojami dydžiai. Taip užtikrinamas suvirinimo proceso stabilumas. Sinergetinio reguliavimo principas buvo realizuotas, kai atsirado galimybės suderinti: impulsų dažnį, bazinės srovės stiprumą, impulsų amplitudę ir trukmę, lanko įtampos stabilumą, elektrodinės vielos padavimo greitį. Visi duomenys įvedami į įrenginio programą.

Pagrindiniai duomenys įvedami prieš suvirinimą yra šie:

- elektrodinės vielos skersmuo;
- elektrodinės vielos medžiaga;
- detalių medžiaga;
- apsauginės dujos;
- detalių storis;
- suvirinimo padėtis.

Visi proceso parametrai nusistato automatiškai.

Suvirinimo režimo paderinimui virinimo metu dažnai ant degiklio montuojamas reguliatorius, kuris reguliuoja elektrodinės vielos padavimo greitį. Pakeitus elektrodinės vielos padavimo greitį automatiškai sureguliuojama lanko įtampa ir impulsų dažnis. Taip užtikrinamas stabilus procesas.

Literatūros sąrašas

1. I. Gedževičius. Suvirinimo technologijos laboratorinių darbų metodikos nurodymai. (rankraštis)
2. LST EN 440. *seros. Naigis 19341*
3. Lincoln Electric. GMAW Welding Guide. <http://content.lincolnelectric.com/pdfs/products/literature/c4200.pdf>