ViReal Virtualiųjų ir nuotolinių laboratorijų aplinka pramonės inžinerijos studijoms

Mokymosi visą gyvenimą programa

Aprc

Petras Supranavičius

SUVIRINIMO INERTINIŲ DUJŲ APLINKOJE TECHNOLOGIJA

TIG; 141

ALYTAUS PROFESINIO RENGIMO CENTRAS

Konspektas sukurtas finansuojant projekto „Virtualiųjų ir nuotolinių laboratorijų aplinka pramonės inžinerijos studijoms” Nr. LLP-LdV-TOI-2012-LT-0104 lėšomis

Alytus
2014

TURINYS

ĮVADAS 4
1. TIG SUVIRINIMO SAUGOS REIKALAVIMAI 6
1.1. Temos įvadas 6
1.2. TIG Suvirinimo saugos reikalavimai 7
UŽDUOTYS IR KLAUSIMAI 9
2. TIG SUVIRINIMO PROCESAS 10
2.1. Temos įvadas 10
2.2. TIG suvirinimo proceso esmė 11
2.3. TIG suvirinimo lanko uždegimo būdai 12
2.4. TIG suvirinimo privalumai 14
UŽDUOTYS IR KLAUSIMAI 15
3. TIG SUVIRINIMO POSTAS SUVIRINIMO ĮRANGA 16
3.1. Temos įvadas 16
3.2. Suvirinimo nelydžiuoju elektrodu aparatūra 17
3.3. Suvirinimo inertinių dujų aplinkoje postas 18
UŽDUOTYS IR KLAUSIMAI 20
4. (TIG) SUVIRINIMUI NAUDOJAMOS MEDŽIAGOS 21
4.1. Temos įvadas 21
4.2. Nelydūs elektrodai 22
4.3. Elektrodų paruošimas 24
4.4. Apsauginės dujos 25
UŽDUOTYS IR KLAUSIMAI 27
5. TIG SUVIRINIMO TECHNOLOGIJA 29
5.1. Temos įvadas 29
5.2. Elektrolankinis suvirinimas angliniais elektrodais 30
5.3. Suvirinimas volframiniais elektrodais 32
UŽDUOTYS IR KLAUSIMAI 37
6. METALŲ IR JŲ LYDINIŲ TIG SUVIRINIMO TECHNOLOGIJA 41
6.1. Temos įvadas 41
6.2. Juodųjų metalų suvirinimas TIG būdu 42
6.3. Spalvotųjų metalų ir jų lydinių suvirinimas TIG būdu 42
UŽDUOTYS IR KLAUSIMAI 44
7. TIPINIAI TIG SUVIRINIMO DEFEKTAI IR JŲ NUSTATYMAS 45
7.1. Temos įvadas 45
7.2. Suvirinimo defektai ir jų nustatymas 46
UŽDUOTYS IR KLAUSIMAI 48
8. TESTAS 49
LITERATŪRA 52

ĮVADAS

Tai vienas iš pažangiausių suvirinimo būdų, kuris dabartiniu metu plačiai naudojamas.

Tikslai:

- Supažindinti su nelydžiais elektrodiniais strypais ir jų klasifikavimu.
- Suteikti žinių apie nelydžių elektrodų cheminę sudėtį.
- Aprašyti elektrolankinio suvirinimo angliniais elektrodais be apsaugos galimus atvejus.
- Aprašyti suvirinimo lankų klasifikavimą.
- Suteikti žinių apie suvirintus sujungimus ir suvirinimo režimus suvirinant apsauginiais elektrodais.
- Supažindinti su suvirinimo posto įranga virinant nelydžiais elektrodais.

Uždaviniai:

Ši medžiaga skirta supažindinti su nelydžiais elektrodiniais strypais bei jų klasifikavimu. Šioje medžiagoje susipažinsite su nelydžių elektrodų chemine sudėtimi, suvirinimo technologija angliniais elektrodais be apsaugos, suvirinimo lankų klasifikavimu. Sužinosite, kokius suvirintus sujungimus galima atlikti suvirinant angliniais elektrodais, kokie ir kaip parenkami suvirinimo režimai. Susipažinsite su suvirinimo posto sudedamosiomis dalimis.

Mokymosi medžiaga siekiama:

- Išsiaiškinti apie nelydžius elektrodinius strypus ir jų klasifikavimą.
- Paanalizuoti nelydžių elektrodų cheminę sudėtį.
- Išsiaiškinti elektrolankinio suvirinimo angliniais elektrodais be apsaugos būdus ir variantus.
- Atskirti suvirinimo lankus ir jų klasifikavimą.
- Išsiaiškinti suvirintus sujungimus ir suvirinimo režimus angliniais elektrodais.
- Paaiškinti apie suvirinimo posto įrangą virinant nelydžiais elektrodais.

Susipažinę su temos medžiaga gebėsite:

- Paaiškinti apie nelydžius elektrodus bei jų klasifikavimą.
- Paaiškinti nelydžių elektrodų cheminę sudėtį.
- Apibūdinti elektrolankinio suvirinimo angliniais elektrodais be apsaugos būdus ir galimus variantus.
- Atskirti suvirinimo lankus ir jų klasifikavimą.

- Paskaičiuoti arba parinkti pagal suvirintus sujungimus suvirinimo režimus suvirinant angliniais elektrodais.
- Išvardinti suvirinimo posto sudedamąsias dalis virinant nelydžiais elektrodais.

1. TIG SUVIRINIMO SAUGOS REIKALAVIMAI

1.1. Temos įvadas

Tikslai:

- Žinoti TIG suvirinimo saugos reikalavimus.
- Žinoti saugius darbo metodus.

Uždaviniai:

- Susipažinti su TIG suvirinimo saugos reikalavimais.
- Susipažinti su saugos priemonėmis ir jų naudojimu.

Susipažinę su temos medžiaga:

- Žinosite saugos priemones ir gebėsite jomis naudotis.
- Sugebėsite saugiai atlikti suvirinimo darbus.

1.2. TIG Suvirinimo saugos reikalavimai

1. Reikia žinoti ir laikytis pagrindinių suvirinimo darbų saugos reikalavimų.

2. Suvirindamas spalvotus metalus ir lydinius, kuriuose yra cinko, vario, švino, suvirintojas turi užsidėti respiratorių su cheminiu filtru.

3. Lankinio suvirinimo (pjovimo) argone degiklis turi būti be atvirų srovinių dalių, o jo rankena padengta dielektrine ir šilumą izoliuojančia medžiaga bei turėti skydelį, saugantį rankas nuo nudegimų.

4. Suvirintojams, meistrams, elektromonteriams ir derintojams gali būti leidžiama savarankiškai aptarnauti elektrinio suvirinimo įrenginius tik išlaikiusiems saugumo technikos egzaminus.

Nežiūrėkite į lanką be lankiniam suvirinimui skirtos kaukės!

Suvirinimo lanko šviesa kenkia neapsaugotoms akims!

Suvirinimo lanko šviesa nudegina neapsaugotą odą!

Saugokitės atspindėtos lanko šviesos!

Saugokitės patys ir saugokite aplinką nuo suvirinimo lanko ir karštų purslų!

Nenaudokite šio suvirinimo aparato užšalusių vamzdžių atšildymui!

Nepamirškite bendrų priešgaisrinės apsaugos taisyklių!

Laikykitės priešgaisrinės apsaugos taisyklių reikalavimų.

Suvirinimas visada klasifikuojamas kaip gaisro požiūriu pavojingas darbas.

Griežtai draudžiami suvirinimo darbai ten, kur yra degių ar galinčių sprogti medžiagų.

Jei vis tik reikia virinti tokioje vietoje, pašalinkite degias medžiagas iš suvirinimo darbų vietos aplinkos.

Suvirinimo darbų atlikimo vietoje visada turi būti pakankamai tinkamų gaisro gesinimo priemonių.

Dėmesio! Kibirkštys gali sukelti gaisrą ir praėjus kelioms valandoms po suvirinimo darbų pabaigos.

Saugokitės tinklo įtampos!

Prižiūrėkite kabelius - tinklo kabelis neturi būti suspaustas, liesti karštas dalis ar aštrius kampus.

Pažeisti kabeliai visada kelia gaisro pavojų ir yra labai pavojingi.

Nestatykite suvirinimo aparato ant drėgnų grindų.

Nestatykite suvirinimo aparato suvirinamoje erdvėje (pvz., cisternoje, automobilyje).

Žiūrėkite, kad nei Jūs, nei dujų balionai ar elektros įrengimai neliestų įtampą turinčių laidų ar sujungimų!

Nenaudokite sužalotų suvirinimo kabelių.

Save izoliuokite naudodami sausus ir nesuplyšusius apsauginius rūbus.

Nedirbkite stovėdami ant drėgno pagrindo.

Nedėkite TIG- suvirinimo degiklio ar suvirinimo kabelių ant suvirinimo aparato ar kitų elektros įrengimų.

Saugokitės TIG uždegimo impulso įtampos!

Nespauskite suvirinimo degiklio jungiklio, jeigu antgalis nėra nukreiptas į virinamą detalę.

Nedirbkite šlapiu TIG suvirinimo degikliu. Nenaudokite pažeisto TIG degiklio.

Saugokitės suvirinimo dūmų!

Žiūrėkite, kad vėdinimas būtų pakankamas.

Suvirindami metalus, kurių sudėtyje yra švino, kadmio, cinko, gyvsidabrio ar berilio, laikykitės specialiųjų saugumo priemonių.

Atsižvelkite į pavojų, dirbant ypatingose darbo sąlygose!

Saugokitės gaisro ir sprogimo pavojaus, suvirindami rezervuarus ir cisternas.

UŽDUOTYS IR KLAUSIMAI

1. Išvardinkite pagrindines saugos priemones.

.....

.....

2. Kaip saugoti akis?

.....

.....

3. Kodėl neturi būti atvirų kūno dalių?

.....

.....

4. Išvardinkite pagrindines elektrosaugos taisykles.

.....

.....

5. Išvardinkite pagrindinius priešgaisrinės saugos reikalavimus.

.....

.....

2. TIG SUVIRINIMO PROCESAS

2.1. Temos įvadas

Tikslai:

- Žinoti pagrindinius suvirinimo procesus, jų savybes.

Uždaviniai:

- Supažindinti su pagrindiniais TIG suvirinimo procesais.

Susipažinę su temos medžiaga:

- Paaiškinti TIG suvirinimo procesą.
- Žinosite TIG suvirinimo proceso savitumus.

2.2. TIG suvirinimo proceso esmė

TIG suvirinimo principas - lanko uždegimas tarp volframinio elektrodo ir suvirinamo paviršiaus. Suvirinimo vonia ir elektrodas yra apsaugoti inertinėmis dujomis, dažniausiai argonu, kurios tiekiamos pro dujų antgalį. Antgalio centre yra nelydusis elektrodas.

TIG procese galima naudoti pridėtinę vielą, kuri tiekiama į suvirinimo vietą, kaip ir suvirinant dujomis. Automatiniam TIG suvirinime viela tiekiama mechanizuotai. TIG suvirinimas pasižymi stabiliu lanku ir gera suvirintų siūlių kokybe. Daugiausiai šis būdas naudojamas nerūdijantiesiems plienams ir spalvotiesiems metalams suvirinti. Labai tinka suvirinti plonus lakštus nuo 0,5 iki 3 mm. Tarp elektrodo ir detalės didelio dažnio aukštos įtampos impulsais jonizuojamos dujos ir uždegamas lankas.

Taikomos dviejų rūšių inertinės argono dujos:

- grynas argonas;
- techninis argonas.

A markės grynas argonas turi 99,99% argono, ne daugiau kaip 0,01% azoto ir ne daugiau kaip 0,003% deguonies.

B markės grynas argonas turi 99,96% argono, o V markės - 99,9%.

Techninis argonas turi 83,3%, 16,1% azoto, 0,4% deguonies ir iki 0,3% anglies dioksido. Slėgis argono balionuose iki 150 bar.

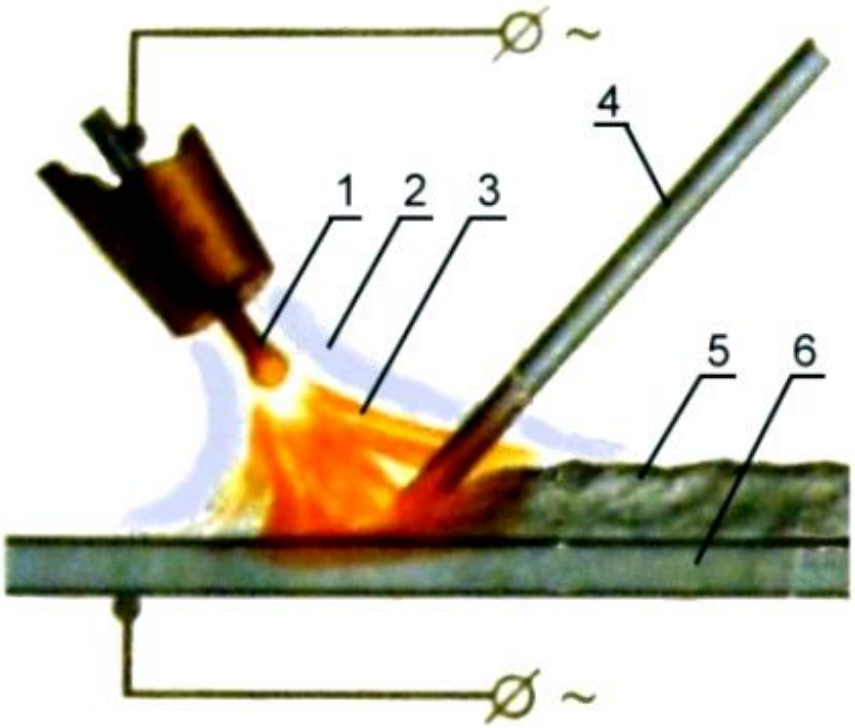
Prie nelydžių elektrodinių strypų (nelydžių elektrodų) priskiriame:

- volframinius;
- anglinius;
- grafitinius.

Šie elektrodai užtikrina elektros srovės tiekimą suvirinimo lankui. Pridėtinis metalas į suvirinimo zoną paduodamas esant būtinumui atskirai. Suvirinimo nelydžiais elektrodais esmę sudaro tai, kad suvirinimo lankas dega tarp nelydaus elektrodo ir suvirinamo metalo; nuo elektros lanko temperatūros lydosi suvirinamo metalo briaunos ir pridėtinis metalinis strypas, kurio cheminė sudėtis turi būti tokia pat arba artima suvirinimo metalo cheminei sudėčiai. Išsilydžiusio suvirinamų briaunų ir pridėtinės vielos metalo formuojama suvirinta siūlė.

Apsauginių dujų čiurkšlė išstumia iš suvirinimo zonos aplinkos orą ir tokiu būdu apsaugo skystą siūlės metalą nuo išorėje esančių kenksmingų priemaišų: deguonies, azoto ir kitų junginių.

Suvirinimas nelydžiais elektrodais gali būti atliekamas su apsauginių dujų apsauga ir be jų apsaugos. Tai priklauso nuo suvirinamo metalo cheminės sudėties, nuo suvirinamo sujungimo metalo storio ir t.t. Suvirinimo procesas pavaizduotas 2.2.1 pav.



1 – nelydus elektrodas; 2 – dujų apsauga; 3 – suvirinimo lankas;
4 – pridėtinis (lydus metalo strypas); 5 – suvirinta siūlė;
6 – suvirinamas metalas.

2.2.1 pav. Suvirinimo nelydžiais elektrodais schema

2.3. TIG suvirinimo lanko uždegimo būdai

Kibirkštinis uždegimas

Kontaktinis uždegimas naudojamas tada, kai suvirinimas atliekamas netoli nuo jautrių elektroninių prietaisų. Uždegimo kibirkštis gali sukelti trukdymus netoli esančiuose įrengimuose.

Suvirinimo lankas uždegamas aukšto dažnio aukštos įtampos kibirkštimi be elektrodo susilietimo su detale. Jeigu lankas neužsidega kibirkštimi per vieną sekundę, Jums teks vėl bandyti uždegti lanką, paspaudžiant degiklio jungiklį. Uždegimas vyksta geriau, jeigu darbinę detalę prieš uždegimą lengvai paliesite dujų pūtimo antgaliu.

Kontaktinis uždegimas

Lengvai prispauskite elektrodą prie darbinės detalės. Paspauskite jungiklį ir pradės tekėti apsauginių dujų srautas bei per elektrodą praeis nedidelė srovė. Pakelkite elektrodą nuo detalės ir pasukite suvirinimo degiklį taip, kad dujų pūtimo antgalis remtųsi į detalę. Lankas užsidegs ir pagal srovės augimo laiką srovės dydis išaugs iki suvirinimo lygio.

TIG suvirinimas nuolatine srove (DC-)

Suvirinimas nuolatine srove yra paprastai naudojama įvairaus plieno suvirinimui. Suvirinant nuolatine srove, rekomenduojame naudoti elektrodus WC 20 (pilki).

Elektrodų smaigaliai

Elektrodų smaigaliai yra kūginės formos, todėl susiformuoja stabilus lankas ir šiluminė energija susikoncentruoja suvirinimo taške. Smaigalio ilgio santykis su jo skersmeniu yra toks:

mažoms srovėms - smailas: I = 5 x d;

didelėms srovėms - bukas: I = l x d.

Elektrodų pasirinkimo lentelė suvirinimui nuolatine srove pateikiama 2.3.1 lentelėje.

2.3.1 lentelė. Elektrodų pasirinkimas.

Suvirinimo srovių diapazonas	**Elektrodas**	**Dujų pūtimo antgalis**		**Dujų srauto greitis**
DC- A	**WC 20 mm**	**Numeris**	**Skersmuo mm**	**Argonas litrai/per min.**
5…80	1,0	4/5	6,5/8,0	5...6
70...140	1,6	4/5/6	6,5/8,0/9,5	6...7
140...230	2.4	6/7	9,5/11,0	7...8
225...250	3,2	7/8	11,0/12,5	8...10
250	4,0	10	16	10...12

TIG suvirinimas kintama srove

Suvirinimas kintama srove yra paprastai naudojamas aliuminio suvirinimui. Suvirinant kintama srove, rekomenduojame naudoti WC20 (pilkus) arba gryno volframo (žalius) elektrodus.

Balansas

Suvirinime kintama srove santykis tarp teigiamų ir neigiamų kintamos srovės pusperiodžių vadinamas balansu. Balansas apsprendžia šilumos paskirstymą tarp detalės ir elektrodo. Esant teigiamam balansui, teigiamo pusperiodžio ilgis yra didesnis negu neigiamo. Šiuo atveju elektrodas gauna daugiau šilumos negu detalė. Esant neigiamam balansui, atitinkamai yra ilgesnis neigiamas pusperiodis ir detalė gauna daugiau šilumos, o elektrodas yra šaltesnis. Suvirinimo aparatuose Master-tig **AC/DC** yra įmontuotas BALANSO reguliavimo automatas. Vartotojas nustato balanso rankenėlę pagal elektrodą, o automatika pasirūpina balanso valdymu esant įvairioms srovėms.

BALANSO automatika, lyginant su fiksuota balanso reikšme, turi du privalumus :

- Suvirinant kintama srove, galima naudoti ir smailius, ir bukus (nupjautus) elektrodus. Prasidėjus virinimui, aparatas užapvalina nupjautą galą taip, kad jis tampa tinkamas.
- Prasiplečia elektrodo srovių diapazonas: mažų srovių riba sumažėja, o didelių -padidėja.

Esant **BALANSO** automatikai, Jūs galite naudoti smailo elektrodo rankenėlės padėtį su siauresniu lanku ir gauti siauresnę siūlę ir gilesnį įsiskverbimą negu užapvalinto elektrodo atveju. Siaura siūlė yra ypač tinkama suvirinant grioveliuose.

Suvirinant užapvalintu elektrodu, lankas yra platus ir lanko valdymo sritis yra atitinkamai platesnė; naudojimo sritis - sudurtinės siūlės ir išoriniai kampai.

Pagrindiniai suvirinimo dydžiai nurodyti 2.3.2 lentelėje.

2.3.2 lentelė. Pagrindiniai suvirinimo dydžiai.

Suvirinimo srovių diapazonas		**Elektrodas**	**Dujų pūtimo antgalis**		**Dujų srauto greitis**
Min.	**Maks.**	**WC 20**	**numeris**	**Skersmuo**	**Argonas**
A	**A**	**mm**		**mm**	**litrai/per min.**
15	90	1,6	4/5/6	6,5/8,0/9,5	6...7
20	150	2,4	6/7	9,5/11	7...8
30	200	3,2	7/8/10	11,0/12,5/16	8...10
40	250	4,0	10/11	16/17,5	10...12

2.4. TIG suvirinimo privalumai

- Gerai apsaugoma suvirinimo zona nuo oro deguonies ir azoto.
- Suvirintos siūlės pasižymi geromis mechaninėmis savybėmis.
- Didelis suvirinimo našumas.
- Nereikia naudoti fliusų ir po to valyti siūlės šlakų.
- Galima stebėti siūlės formavimąsi.
- Maža terminė zona.
- Suvirinimo procesą galima visiškai mechanizuoti.
- Didelis manevringumas.
- Galima suvirinti įvairiose padėtyse.

UŽDUOTYS IR KLAUSIMAI

Pasitikrinkite, ar gerai įsisavinote medžiagą.

Užduoties Nr.	**Užduotys**
1.	Paaiškinkite suvirinimo nelydžiais elektrodais technologijos esmę:
2.	Išvardinkite, kaip klasifikuojami nelydūs elektrodai: 1. 2. ... n

Teisingi atsakymai į užduočių klausimus

Klausimo Nr.	**1.**	**2.**
Teisingas atsakymas	Degant suvirinimo lankui tarp nelydaus elektrodo ir suvirinamų detalių briaunų, lydosi suvirinamos briaunos ir pridėtinis metalas, todėl formuojamas skystas siūlės metalas, kuriam susikristalizavus, gaunama suvirinta siūlė, taip vadinamas, neišardomas sujungimas.	Nelydūs elektrodai (elektrodiniai strypai) yra: 1. angliniai; 2. grafitiniai; 3. volframiniai.

3. TIG SUVIRINIMO POSTAS SUVIRINIMO ĮRANGA

3.1. Temos įvadas

Tikslai:

- Žinoti TIG suvirinimo įrangos sandarą.
- Žinoti veikimo principą.

Uždaviniai:

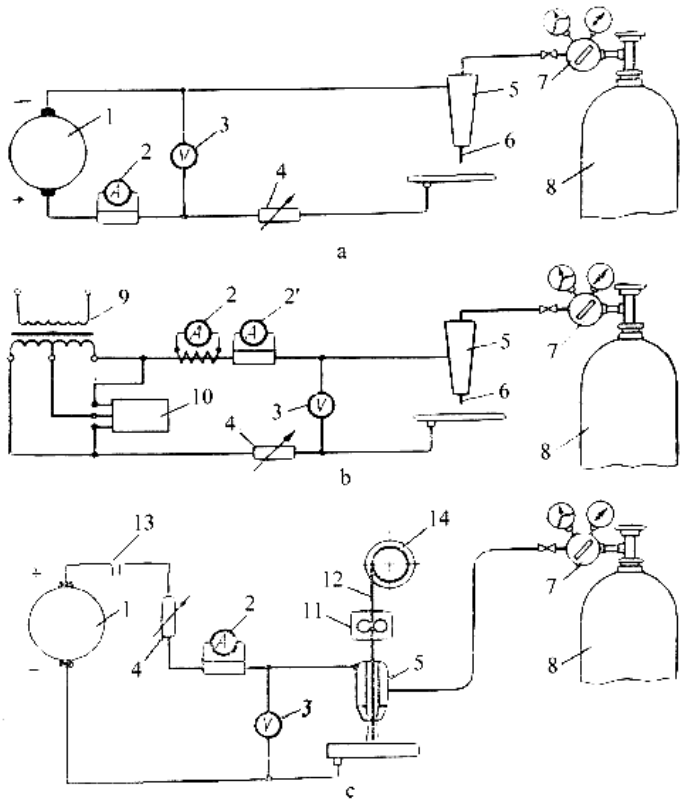
- Supažindinti su TIG suvirinimo įrangos sudėtimi.
- Susipažinti su įrangos veikimu.

Susipažinę su temos medžiaga:

- Mokėsite parinkti ir paruošti suvirinimo įrangą darbui;
- Žinosite įrangos veikimą;
- Saugiai naudosit suvirinimo įrangą.

3.2. Suvirinimo nelydžiuoju elektrodu aparatūra

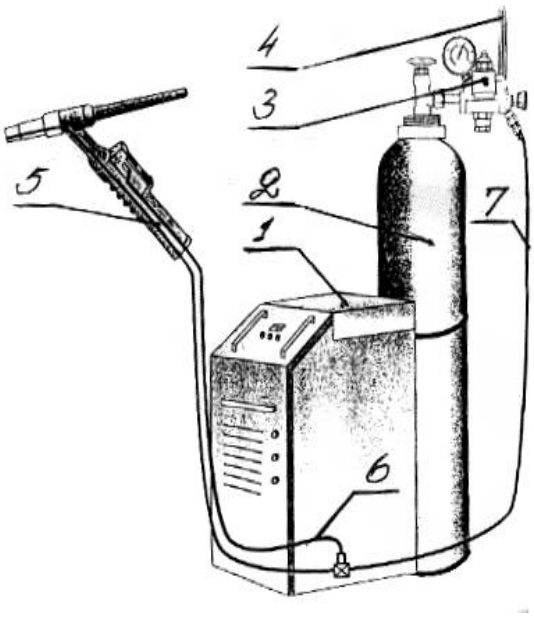
Suvirinimas inertinėse dujose galimas nuolatine ir kintama srovė. Suvirinimo inertinėse dujose schemos parodytos 3.2.1. pav.



a – nelydžiuoju elektrodu nuolatine tiesioginio poliškumo srove;
b – tas pats kintamąja srove; c – lydžiuoju elektrodu nuolatine apgręžtojo poliškumo srove; 1 – suvirinimo keitiklis arba suvirinimo lygintuvas; 2 – ampermetras; 3 – voltmetras; 4 – balastinis reostatas; 5 – degiklio antgalis; 6 – volframinis elektrodas;
7 – inertinių dujų reduktorius – sunaudojimo matuoklis; 8 – balionas su argonu (heliu); 9 – suvirinimo transformatorius; 10 – osciliatorius; 11 – vielos pastūmos mechanizmas; 12 – lydžioji suvirinimo viela; 13 – kontaktorius; 14 – ritė su viela.

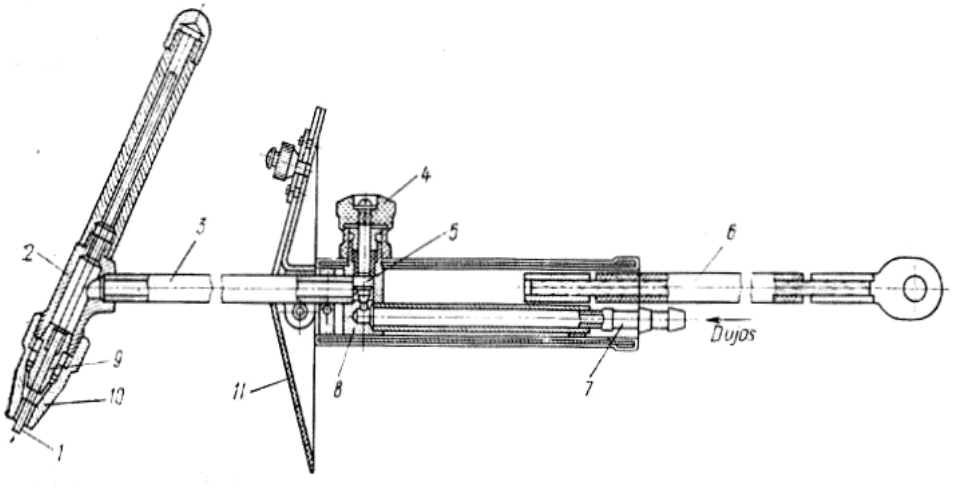
3.2.1 pav. Suvirinimo inertinėse dujose schemos

3.3. Suvirinimo inertinių dujų aplinkoje postas



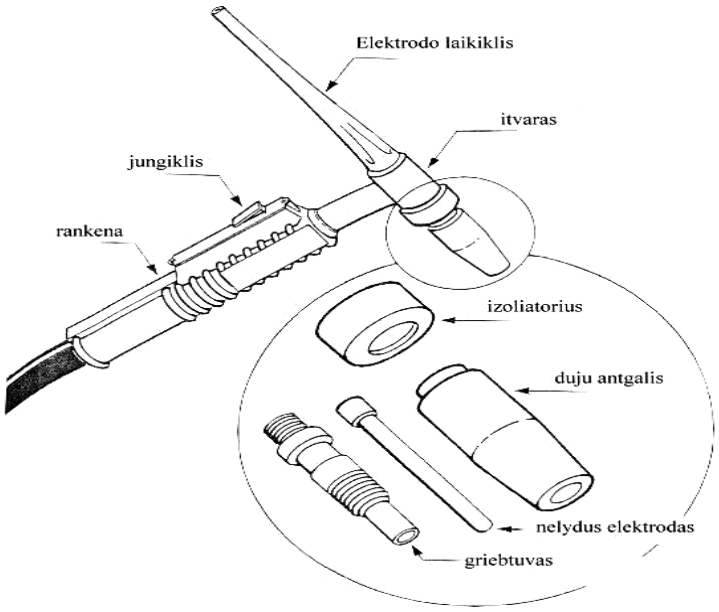
1 - elektros lanko maitinimo šaltinis; 2 - apsauginių dujų (argono) balionas;
3 – suspaustų dujų reduktorius; 4 – dujų išeigos matuoklis (debitmatis, rotametras);
5 – degiklis; 6 – srovės laidas (kabelis); 7 – apsauginių dujų padavimo žarna.

3.3.1 pav. Suvirinimo (virinant nelydžiais elektrodais argono aplinkoje) posto sudedamosios dalys



1 – volframinis elektrodas; 2 –degiklis; 3 – vamzdeliai; 4 – ratukas argono sunaudojimui reguliuoti; 5 – ventilis; 6 – lankstus kabelis; 7 – įmova;
8 – korpusas; 9 – griebtuvas; 10 – tūta; 11 – skydelis.

3.3.2 pav. Rankinio lankinio suvirinimo volframiniu elektrodu argone degiklis



3.3.3 pav. Rankinio elektrolankinio suvirinimo volframiniu elektrodu argono aplinkoje degiklis

Saugos priemonės

1 – suvirintojo skydelis; 2 – darbo kostiumas; 3 – brezentinės pirštinės;
4 – batai; 5 – batų apsauga; 6 – prijuostė; 7 – rankogaliai.

3.3.4 pav. Suvirintojo apsauginės priemonės

UŽDUOTYS IR KLAUSIMAI

Pasitikrinkite, ar gerai įsisavinote medžiagą:

Užduoties Nr.	**Užduotys**
1.	Išvardinkite suvirinimo posto, virinant nelydžiais elektrodais, sudedamąsias dalis: 1. 2. 3 ... n
2.	Išvardinkite elektrodo degiklio sudedamąsias dalis: 1. 2. 3 ... n
3.	Aprašykite suvirintojo apsaugines priemones: 1. 2. 3 ... n

4. (TIG) SUVIRINIMUI NAUDOJAMOS MEDŽIAGOS

4.1. Temos įvadas

Tikslai:

- Žinoti TIG suvirinimui naudojamas medžiagas.
- Žinoti TIG suvirinimui naudojamų medžiagų savybes.

Uždaviniai:

- Supažindinti su TIG suvirinimo medžiagomis.
- Susipažinti su medžiagų savybėmis.

Susipažinę su temos medžiaga:

- Parinkti suvirinimo medžiagas.
- Saugiai jas naudosite.

4.2. Nelydūs elektrodai

Prie nelydžių elektrodinių strypų (nelydžių elektrodų) priskiriami:

- angliniai;
- grafitiniai;
- volframiniai.

Šie elektrodai užtikrina elektros srovės tiekimą suvirinimo lanko stabiliam degimui užtikrinti. Pridėtinis metalas į suvirinimo zoną paduodamas esant būtinumui arba suvirinama be pridėtinio metalo (virinant plonalakščius gaminius, atlenkiant kraštus, suvirinant su užleidimu ir kt.).

Angliniai ir grafitiniai elektrodai gaminami iš elektrotechninės presuotos anglies arba specialios sudėties kokso, arba sintetinio grafito. Elektrodų skersmuo nuo 5 iki 30 mm, ilgis 200 – 300 mm, skerspjūvis apvalus. Elektrodo galas galandant padaromas kūgio formos: šio kūgio kampai 60 - 70º. Angliniai elektrodai turi būti taisyklingos formos, jų paviršius turi būti lygus ir be plyšių. Gerai apdegintas anglies elektrodas į jį sudavus skamba grynu metaliniu skambesiu ir nepalieka popieriuje žymės. Suvirinimo metu jis neturi skilinėti.

Siekiant pagerinti elektrodų savybes, angliniai elektrodai grafitinami termiškai, apdirbami maždaug 2600ºC temperatūroje.

Grafitiniai elektrodai yra grynesnės cheminės sudėties, minkštesni, pilkos metalo blizgesio spalvos, popieriuje palieka juodą žymę`(brūkšnį). Jie geresni už anglinius elektrodus, nes laidesni elektrai, mažiau nudega (oksiduojasi) ore esant aukštai temperatūrai ir dėl to leistina suvirinti didesnio tankumo srove.

Angliniais ir grafitiniais elektrodais suvirinama tik tiesioginio poliariškumo nuolatine srove (minusas prie elektrodo). Šiuo atveju lanko ilgis yra nuo 6 iki 11,5 mm, jis lengvai užsidega ir dega stabiliai. Kai lankas yra atvirkščio poliariškumo, lankas dega nestabiliai, elektrodas apdega ir garuoja, o suvirinamasis metalas įanglėja.

Pagal tai, kaip dega anglinis elektrodas, naudodamiesi anksčiau nurodytais požymiais, galime taip pat nustatyti suvirinimo grandinės poliariškumą.

Volframiniai elektrodai skirti elektrolankiniam suvirinimui apsauginių dujų (argono, helio) aplinkoje. Dažniausiai naudojami volframiniai elektrodai, pateikti 4.2.1. lentelėje.

4.2.1 lentelė. Dažniausiai naudojami volframiniai elektrodai lankiniam suvirinimui

Klasifikavimas	Žymėjimas	Sudėtis	Spalvinis kodavimas*
Gryno volframo elektrodai (W)	**WP**	99.95% min W	
Cerio volframo elektrodai (Ce+W)	**WC10**	0.8~1.2%Ce_2O_3	
	WCe20	0.8~2.2%Ce_2O_3	
Torio volframo elektrodai (Th+W)	**WT10**	0.8~1.2%Th_2O_3	
	WT10	1.8~2.2%Th_2O_3	
Lantano volframo elektrodai (La+W)	**WLa10**	0.8~1.2%La_2O_3	
	WLa15	1.3~17%La_2O_3	
	WLa20	1.8~2.2%La_2O_3	
Cirkonio volframo elektrodai (Zr+W)	**WZ3**	0.2~0.4%ZrO_2	
	WZr8	0.7~0.9%ZrO_2	
Ytrio volframo elektrodai (Y+W)	**WY20**	1.8~2.2%YO_2	
Kompozitiniai volframo elektrodai	**WX, E3®**	X	

Jie gaminami iš:

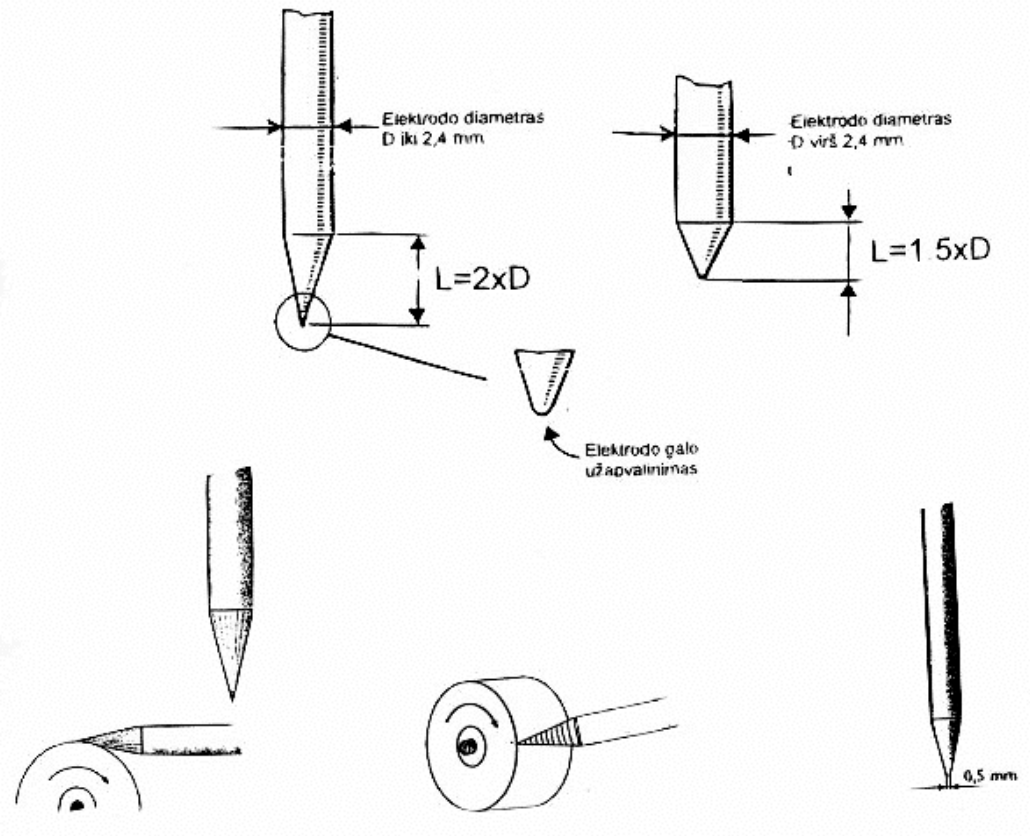
- gryno volframo (ЭВЦ – pagal tarybinius standartus);
- volframo su lantano oksidų priedais (ЭВЛ – 10 ir ЭВЛ – 20);
- volframo su torio oksido priedu (ЭВТ – 15);
- volframo su itrio ir metalinio tantalo (ЭВЦ – 30).

Skaičiai šalia markės rodo priedų kiekį dešimtosiomis procento dalimis.

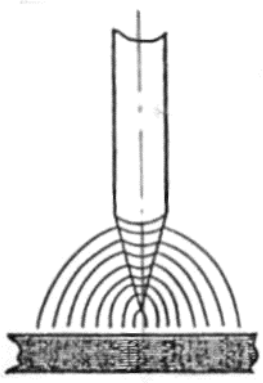
Tokiu būdu volframiniame elektrode ЭВЛ – 10 yra apie 1,0% lantano oksido, o likusi dalis grynas volframas. Priedų kiekis pagerina lanko sužadinimą, didina lanko degimo (iškrovos) pastovumą, didina elektrodų atsparumą. Visa tai leidžia didinti suvirinimo srovės tankį.

4.3. Elektrodų paruošimas

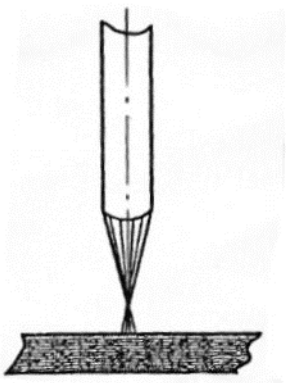
Nelydžių elektrodų paruošimas suvirinimui pavaizduotas 4.3.1. pav.; 4.3.2. pav.; 4.3.3. pav.



4.3.1 pav. Nelydžių elektrodų paruošimas



4.3.2 pav. Neteisingai paruoštas elektrodas



4.3.3 pav. Teisingai paruoštas elektrodas

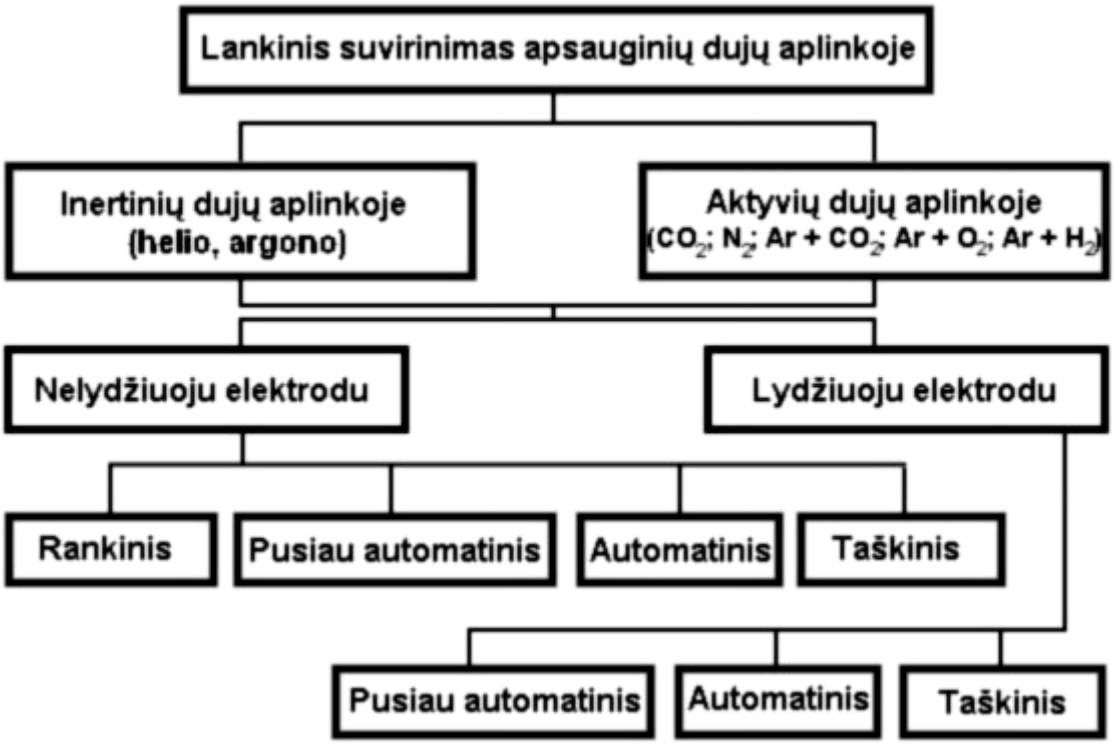
Stabiliam lanko degimui labai svarbus elektrodo galo nusmailinimas nustatytu kampu. 4.3.2 pav. pateiktame pavyzdyje matome, kad lankas nesukoncentruotas ties siūle. Tokiu lanku

suvirinimas neįmanomas. 4.3.3 pav. lankas sukoncentruotas ties suvirinimo briaunomis, dega stabiliai, siūlė gaunama kokybiška.

4.4. Apsauginės dujos

Apsauginių dujų paskirtis yra apsaugoti skystą siūlės metalą nuo išorėje esančių kenksmingų elementų, ypač deguonies. Apsauginėms dujoms vienas iš pagrindinių keliamų reikalavimų yra tai, kad jos neturi reaguoti su skystu siūlės metalu. Apsauginių dujų sudėtyje neturi būti kenksmingų priemaišų, jos turi būti grynos (pagal standartuose numatytus reikalavimus).

Apsauginės dujos skirstomos į dvi grupes: chemiškai inertinės (argonas, helis), aktyvios (anglies dioksidas, azotas, vandenilis ir kt.) dujos bei jų mišiniai. Pirmos grupės dujos nereaguoja su skystu suvirinamos siūlės metalu ir praktiškai jame netirpsta. Naudojant šios grupės dujas, galima atlikti elektrolankinio suvirinimo darbus lydžiais ir nelydžiais elektrodais (žr. 4.4.1 pav.).



4.4.1 pav. Suvirinimo apsauginių dujų aplinkoje klasifikavimas

Suvirinimui daugiausia naudojamas argonas ir helis. Argonas nedega ir nesprogsta, sunkesnis už orą. Jis būna aukščiausios, I ir II rūšies. Drėgmės argone neturi būti daugiau kaip 0,03 g/m³. Argonas gana plačiai naudojamas aliuminiui ir jo lydiniams, titanui ir jo lydiniams, nerūdijantiems plienams ir kt. virinti. Pagrindinių inertinių dujų, argono ir helio, savybės pateiktos 4.4.2 lentelėje.

4.4.2 lentelė. Inertinių dujų argono ir helio savybės

Dujos	Atominis svoris	Tankumas esant 20ºC kg/m³	Virimo temperatūra ºC	Šiluminio laidumo koeficientas Cal/cm · C · ºC	Jonizacijos potencialas V
Argonas	39,944	1,662	- 185,5	$0,378 \cdot 10^{-4}$	15,7
Helis	4,003	0,1785	- 268,9	$3,32 \cdot 10^{-4}$	24,5

Argono dujų grynumas atitinkamai lygus: 99,99%; 99,98%; 99,95%. Dažniausiai pasitaikančios priemaišos yra deguonis, azotas, drėgmė.

Argono dujos laikomos ir transportuojamos plieniniuose balionuose suspaustų dujų iki 150 atm. pavidale. Balione telpa 6,2 m³ argono dujų (skaičiuojant 20ºC temperatūros aplinkoje ir esant 760 mm gyvsidabrio stulpelio lygiui). Taip pat yra galimybė transportuoti argoną ir skystame būvyje tam pritaikytose specialiose cisternose arba dujų induose galimam tolesniam virtimui dujoms. Su argono dujomis balionai dažomi pilka spalva su žalios spalvos užrašu.

Aukščiausios rūšies argonas skirtas ypač chemiškai aktyviems metalams (titanui, cirkoniui, niobiui) ir jų lydiniams suvirinti.

Pirmos rūšies argonas rekomenduojamas suvirinti nelydžiais elektrodais aliuminiui ir jo lydiniams, magniui ir kitiems lydiniams, ne taip jautriems deguonies ir azoto priemaišoms.

Antros rūšies argonas naudojamas atspariems korozijai plienams (nerūdijantiesiems plienams) virinti.

Helis – grynas, švarus, gaminamas pagal techninių sąlygų reikalavimus. Aukščiausio švarumo helio dujose priemaišų keikis ne didesnis kaip 0,02%, o techniniame iki 0,2%. Pasitaikančios priemaišos: azotas, vandenilis, drėgmė. Helis, kaip ir argonas, laikomas ir transportuojamas 40 litrų talpos balionuose. Dujų slėgis balione 150 atm. Balionas dažomas rusva spalva su baltos spalvos užrašu. Kadangi helis 10 kartų lengvesnis už argoną, tai ir jo išeiga suvirinant padidėja nuo 1,5 – 3 kartų. Argono ir helio dujos brangios, todėl dažniausiai naudojamos tik specialiems suvirinimo darbams atlikti.

UŽDUOTYS IR KLAUSIMAI

Klausimai	**Atsakymai**	**Komentarai**
1. Kokie yra nelydūs elektrodai?	a) Padengti glaistu elektrodiniai strypai.	Atsakymas neteisingas. Pakartokite temą „Nelydūs elektrodai”.
	b) Volframinė ir miltelinė viela.	Atsakymas neteisingas. Miltelinė viela yra priskiriama prie lydžių elektrodų.
	c) Volframiniai, grafitiniai, angliniai.	Jūsų atsakymas teisingas.
2. Iš ko gaminami angliniai ir grafitiniai elektrodai?	a) Iš elektrotechninės presuotos anglies.	Jūsų atsakymas teisingas.
	b) Iš akmens anglies.	Atsakymas neteisingas. Pakartokite temą apie nelydžius elektrodus
	c) Iš medžio anglies.	Atsakymas neteisingas. Pakartokite temą apie nelydžius elektrodus
3. Koks yra anglinių nelydžių elektrodų skersmuo?	a) Gaminami nuo 1-5 mm.	Atsakymas neteisingas. Pasitikrinkite atsakymą.
	b) Gaminami nuo 5 – 30 mm.	Jūsų atsakymas teisingas.
	c) Gaminami nuo 30 – 50 mm.	Atsakymas neteisingas. Pasitikrinkite atsakymą.
4. Ar būtina angliniams elektrodams taisyklinga forma?	a) Paviršius gali būti su leistinais plyšiais.	Atsakymas neteisingas. Pasitikrinkite atsakymą.
	b) Paviršius turi būti lygus ir be plyšių.	Jūsų atsakymas teisingas.
	c) Paviršiaus lygumas neturi įtakos suvirinimui.	Atsakymas neteisingas. Pasikartokite temą apie nelydžius elektrodus.

Klausimai	**Atsakymai**	**Komentarai**
5. Kokio poliškumo nuolatine srove suvirinama angliniais ir grafitiniais elektrodais?	a) Tik tiesioginio poliškumo nuolatine srove.	Jūsų atsakymas teisingas.
	b) Tik atvirkščio (apgręžto) poliškumo nuolatine srove.	Atsakymas neteisingas. Pasitikrinkite atsakymą.
	c) Lanko poliškumas suvirinant neturi reikšmės.	Atsakymas neteisingas. Pasikartokite temą apie nelydžius elektrodus.
6. Kokiu tikslu elektrodo galas užgalandamas kūgio formos 60 - 70º kampu?	a) Taupoma elektrodo masė.	Atsakymas neteisingas. Pasitikrinkite atsakymą.
	b) Kad lankas būtų tinkamos formos ir stabiliai degtų.	Jūsų atsakymas teisingas. Užgalandimo kampas yra garantas aukštos kokybės siūlei gauti.
	c) Kampas nevaidina jokio vaidmens (medžiagos nuostoliai).	Atsakymas neteisingas. Pasitikrinkite atsakymą.
7. Ką rodo skaičiai prie nelydžių elektrodų markės?	a) Srovės dydį suvirinant.	Atsakymas neteisingas. Pasikartokite temą apie nelydžius elektrodus.
	b) Priedų kiekį dešimtosiomis procentų dalimis.	Jūsų atsakymas teisingas.
	c) Elektrodų strypų svorį.	Atsakymas neteisingas. Pasikartokite temą.

5. TIG SUVIRINIMO TECHNOLOGIJA

5.1. Temos įvadas

Tikslai:

- Mokėti paruošti suvirinimo srovės šaltinius darbui ir nustatyti reikiamą suvirinimo režimą.
- Žinoti TIG suvirinimo technologinius savitumus.

Uždaviniai:

- Išmokti teisingai paruošti suvirinimo įrangą ir parinkti suvirinimo režimus.

Susipažinę su temos medžiaga:

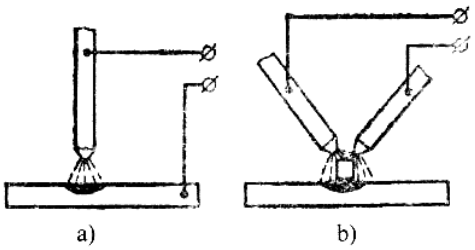
- Parinkti svirinimo režimus, medžiagas, įrengimus ir sudaryti suvirinimo procedūras.

5.2. Elektrolankinis suvirinimas angliniais elektrodais

Suvirinimas angliniais elektrodais be apsaugos dabartiniu metu taikomas retai – dažniausiai virinant gaminius iš mažaanglio plieno iki 3 mm storio, taip pat suvirinant ar remontuojant gaminius iš spalvotųjų metalų ir lydinių arba ketaus.

Suvirinimui naudojami grafitiniai arba angliniai elektrodai, darbinį paviršių užsmailinant kūgiu priklausomai nuo elektrodo diametro 10 – 20 mm ilgio. Patį kūgio galą užapvalinant 1,5 – 2 mm.

Lankas dega. Tarp elektrodo darbinio paviršiaus ir gaminio 5.2.2 a. pav.. Lankas dega tarp dviejų elektrodų 5.2.2 b..



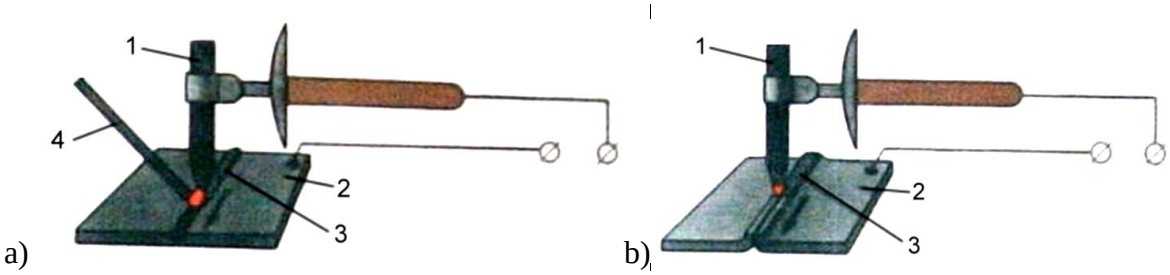
a) – suvirinimas tiesioginio veikimo anglinio elektrodo lanku;

b) – netiesioginio veikimo lanku (degančiu tarp dviejų anglinių elektrodų**).**

5.2.2 pav. Suvirinimas angliniais elektrodais

Grafitiniai arba angliniai elektrodai suvirinimo proceso metu nesilydo, jų išeiga nežymi, dažniausiai susijusi su išgarinimu.

Siūlė susidaro išsilydžius suvirinamų detalių briaunoms arba pridėtiniam metalui (jeigu jis toks naudojamas) 5.2.3. pav.



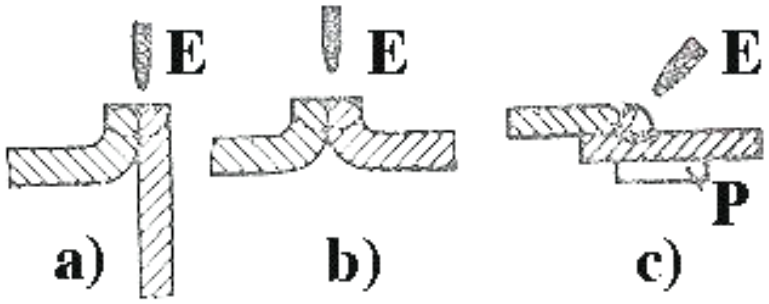
a) su pridėtiniu strypu, b) be pridėtinio strypo

1 – anglinis elektrodas; 2 – pagrindinis metalas; 3 – suvirinta siūlė; 4 – pridėtinis strypas.

5.2.3 pav. Suvirinimas angliniais elektrodais

Suvirinimas tiesioginio veikimo lanku atliekamas naudojant pastovią srovę tiesioginio poliarumo lanku, nes tik jis užtikrina pastovų lanko degimą, sumažina elektrodo sunaudojimą (išeigą) ir apsaugo siūlės metalą nuo įanglinimo suvirinant trumpu lanku. Suvirinimo briaunos yra specialiai paruošiamos jas surenkant kontaktinio suvirinimo būdu, jas sutraukiant specialiais sutempimo prietaisais taip, kad suvirinamų detalių briaunos gerai priglustų viena prie kitos, kad suvirinimo metu išvengtume pradeginimų. Suvirinamų detalių briaunos suvirinamos dažniausiai be pridėtinio metalo, tačiau esant didesniems tarpeliams pridėtinis metalas kartais yra būtinas.

Suvirinimas angliniais elektrodais dažniausiai atliekamas žemutinėje padėtyje. Atliekant rankinį suvirinimą, suvirinimo lankas sužadinamas palietus elektrodo galu suvirinamų detalių briaunas (5.2.4 pav.), o pats elektrodo galas nedideliais skersiniais judesiais vedamas išilgai suvirinamų detalių briaunų.



a) vienpusis atlenkimas; b) dvipusis atlenkimas
c) kampinė siūlė užleistiname sujungime;
E – elektrodas P - padėklas

5.2.4 pav. Angliniu lanku suvirinti sujungimai

Suvirinant automatiniu būdu, suvirinimo lankas sužadinamas užtrumpinant tarpelį tarp nelydaus elektrodo ir suvirinamų detalių briaunų anglinio arba grafitinio strypo pagalba. Suvirinant automatiniu būdu, nelydus elektrodas skersinių judesių neatlieka. Elektrodinio strypo galas iš jo laikiklio neišsikiša daugiau kaip 75 mm. Suvirinimo lankui stabilizuoti naudojami specialios pastos milteliai, kurių sudėtyje yra lengvų jonizuojančių medžiagų (komponentų), kuriomis padengiamos suvirinamų detalių briaunos. Kai kuriais atvejais gali būti naudojami specialūs fliusai, kurių sudėtis gali būti artima arba tokia pat, kaip ir dujiniame suvirinime.

Suvirinimo srovės dydis A, naudojant grafitinius ir anglinius elektrodus, parenkamas pagal naudojamų elektrodų diametrą (5.2.5 lentelė).

5.2.5 lentelė. Suvirinimo srovės parinkimas pagal elektrodo diametrą.

Elektrodo diametras, mm	**3**	**5**	**6,5**	**10**	**16**
Srovė A angliniam	15-30	25-55	50-85	100-150	160-200
Srovė A grafitiniam	15-35	25-60	50-90	110-165	170-250

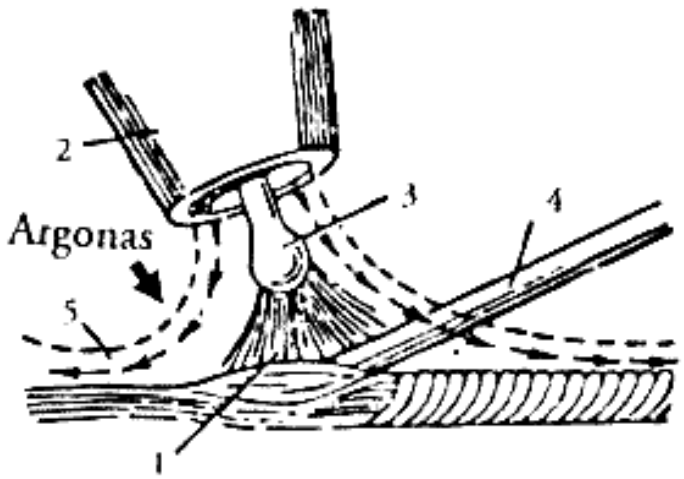
Virinant angliniais elektrodais paprastai nenaudojama virinamos zonos apsauga nuo atmosferos oro poveikio, tačiau kai kuriais atvejais galima naudoti angliarūgštės CO_2 dujas arba fliusus. Netiesioginio veikimo angliniais elektrodais virinama rečiau. Netiesioginio veikimo lanko maitinimui naudojama kintama srovė. Virinamų detalių pravirinimo gylis priklauso nuo suvirinimo lanko srovės dydžio, elektros lanko vedimo greičio, lanko ilgio padėties virinamų briaunų atžvilgiu. Suvirinimo srovės dydis, virinant netiesioginiu lanku, priklauso nuo anglinio elektrodo diametro (5.2.6 lentelė).

5.2.6 lentelė. Suvirinimo srovės priklausomybė nuo elektrodo diametro.

Elektrodo diametras, mm	**6,5**	**8**	**10**
Suvrinimo srovės dydis A	20-50	30-70	40-90

5.3. Suvirinimas volframiniais elektrodais

Suvirinimas volframiniais elektrodais atliekamas inertinių dujų aplinkoje 5.3.1. pav.



1 – elektros lankas; 2 – dujų antgalis; 3 – volframinis elektrodas;

4 – pridėtinė viela; 5 – dujų apsauga

5.3.1 pav. Lankinis suvirinimas apsauginių dujų aplinkoje nelydžiais elektrodais

Argonolankinio suvirinimo technologija

Argonolankiniu būdu gali būti suvirinama nuolatine srove ir kintamąja srove.

Suvirinant nuolatine srove nelydžiu elektrodu, lankas yra tiesioginio poliarumo, dėl to lankas dega stabiliai ir geriau suformuojama siūlė.

Esant atvirkščio poliarumo srovei, procesas vyksta ne taip stabiliai, volframinis elektrodas perkaista, dėl to reikia sumažinti suvirinimo srovės stiprumą. Dėl šios priežasties krinta proceso našumas.

Suvirinant kintamąja srove nelydžiu elektrodu, elektros lanko srovės maitinimo šaltinio turi būti aukštesnė tuščios eigos įtampa, šiuo atveju lankas dega stabiliai ir suvirinimo procesas yra stabilus. Kadangi įtampa saugumo sumetimais ribojama, tai naudojama leistino dydžio tuščios eigos įtampa, o per suvirinimo grandinę papildomai praleidžiama aukšto dažnumo srovė. Tam į suvirinimo grandinę jungiamas oscialiatorius.

Suvirinant kintamąja srove, srovė iš dalies išlyginama, nes skirtinga volframinio elektrodo ir suvirinamo gaminio elektroninė emisija. Tais periodais, kai volframinis elektrodas yra katodas, elektrodinė emisija yra labai intensyvi, padidėja lanko tarpelio laidumas, o lanko įtampa sumažėja. Dėl to padidėja suvirinimo srovės stiprumas. Tais periodais, kai katodas yra gaminys, elektrodinė emisija yra mažiau intensyvi, dėl to sumažėja suvirinimo srovės stiprumas. Atsiranda tam tikra nuolatinės srovės dedamoji, dėl to sumažėja lanko šiluminis galingumas, žymiai sunkiau ardoma oksidų plėvelė, suvirinant aliuminio ir magnio lydinius. Dėl šios priežasties atsiranda paviršiniai ir vidiniai defektai.

Suvirinant rankiniu būdu, lankas sužadinamas nelydžiuoju elektrodu palietus anglinę arba grafitinę plokštelę. Paskui lankas greit perkeliamas į suvirinamos siūlės pradžią. Suvirinant kintamąja srove, lankas sužadinamas osciliatoriumi, nesudarant trumpojo jungimo tarp elektrodo ir gaminio.

Argono lankiniu būdu galima suvirinti sandūrinių, tėjinių ir kampinių sujungimų siūles. Kai lakštai iki 2,5 mm storio, rekomenduojama suvirinti atlenkus briaunas. Esant mažam tarpeliui (apytiksliai 0,1 - 0,5 mm), galima suvirinti plonus, nuo 0,4 iki 4 mm storio, lakštus, neatlenkiant briaunų ir nepadarant briaunų nuožulų. Kuo plonesni sudurtiniai suvirinami lakštai, tuo mažesnis leistinas tarpelis. 4 - 12 mm storio lakštai suvirinami su V pavidalo formos briaunų nuožulomis 50 - 70 kampu. Leistinas tarpelis sandūroje ne didesnis kaip 1,0 mm.

Argono turi būti suvartojama tiek, kad būtų patikimai apsaugotas elektrodas ir suvirinimo vonios metalas nuo oro. Be to, reikia atsižvelgti ir į suvirinimo konfigūraciją, kad taupiai vartojant dujas, gerai būtų apsaugota siūlė. Rekomenduojami 5.3.2 lentelėje pateikti suvirinimo duomenys:

5.3.2 lentelė. Duomenys, reikalingi suvirinant volframiniu elektrodu.

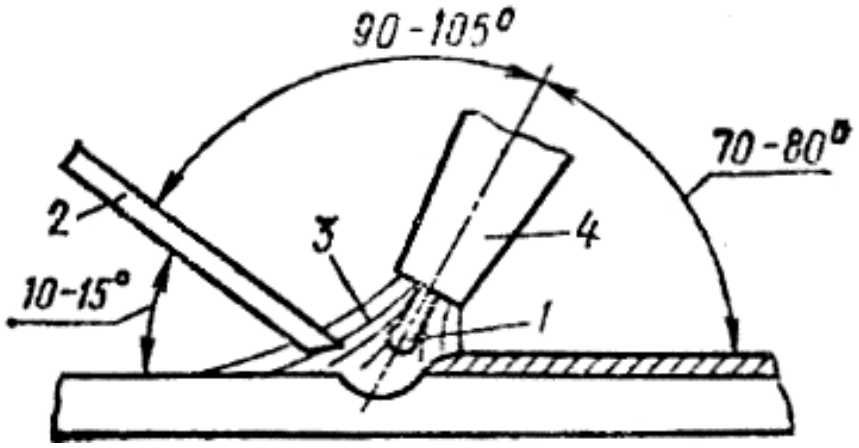
Volframinio elektrodo skersmuo, mm	**1,5 – 2,0**	**2,5 – 3**	**3,5 – 4**	**4,5 – 6**
Tūtos angos skersmuo, mm	5 – 7	7 – 9	9 – 12	12 – 14
Argono sąnaudos ltr./min	2 – 3	4 – 5	6 – 8	10 – 18

Prieš pradedant virinti, reikia prapūsti žarną ir degiklį nedidele argono porcija. Lanką reikia sužadinti po 3 – 4 sekundžių, kai į suvirinimo zoną paduodamos apsauginės dujos iš vienos ir kitos sujungimo pusės. Jei sunku prieiti prie kitos (priešingos) siūlės pusės, tai naudojami padėklai arba fliuso pagalvė.

Rankiniu būdu ploni lakštai suvirinami vedant degiklį siūle iš dešinės į kairę (kairiniu būdu). Storesni lakštai (storesni kaip 12 mm) suvirinami dešininiu būdu, t. y. degiklį vedant iš kairės į dešinę.

Degiklio antgalio ašis, suvirinant plonus lakštus (iki 4 mm), turi sudaryti su suvirinamu paviršiumi 75 - 80° kampą (žr. 5.3.3 pav.). Pridėtinis strypas įvedamas į lanko zoną 10 - 15° kampu, suvirinamų lakštų paviršiaus atžvilgiu, t. y. beveik statmenai degiklio antgalio ašiai.

Suvirinant storesnius lakštus, degiklio mundštuko ašis turi būti beveik statmena suvirinamų lakštų paviršiui.



1 – elektrodas; 2 – pridėtinis metalas;
3 – apsauginės dujos; degiklio antgalis

5.3.3 pav. Degiklio ir pridėtinės vielos padėtis virinant argonalankiniu būdu

Virinant argonolankiniu būdu, lankas yra neilgas - 1,5 - 2,5 mm.

Volframinis elektrodas išsikišęs nuo 6 iki 12 mm. Lanką gesinti reikia pamažu, didinant lanko tarpelį. Argoną į lanko zoną reikia nustoti tiekti praėjus 10 - 15 sekundžių po to, kai buvo užgesintas lankas, kad siūlės metalas būtų apsaugotas nuo oro poveikio tol, kol sustings.

Volframiniai elektrodai

Šie elektrodai gaminami iš gryno volframo, iš volframo su aktyvinančiomis torio oksido priemaišomis, iš lantano ir itrio, iš elektrotechninės anglies ir iš sintetinio grafito. Dažniausiai naudojami elektrodai pagaminti iš volframo su aktyvinančiomis sunkiai lydžiomis priemaišomis. Šių priemaišų lydymosi temperatūra 4500° C. Jos palyginti geros elektros ir šilumos laidininkės. Volframo lydymosi temperatūra 3410° C. Nelydžių elektrodų strypeliai būna šių markių: EBU - grynas elektrodinis volframas; EBL - 20 - elektrodinis volframas su 1 - 2 % lantano oksido priemaišomis; EBT - 15 - elektrodinis volframas su torio oksido priemaišomis; EBU - 30 - elektrodinis volframas su 1,5 - 2 % itrio oksido. Priemaišos elektroduose padidina lanko stabilumą ir srovės tankį juose. Volframinių elektrodų skersmuo būna nuo 2 iki 10 mm, priklauso nuo to, koks suvirinimo srovės stiprumas (5.3.4 lentelė).

5.3.4 lentelė. Rekomenduotina suvirinimo srovė suvirinant volframiniais elektrodais.

Elektrodo markė	Srovė A	Elektrodo skersmuo, mm								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
EBU	Nuolatinė tiesioginio polerumo	50	170	370	470	560	-	-	-	-
	Nuolatinė atvirkščio polerumo	30	40	55	65	85	110	130	160	180
	Kintamoji	20	50	80	220	260	310	370	450	500
EBL	Nuolatinė tiesioginio polerumo	100	250	500	710	1000	-	-	-	-
	Nuolatinė atvirkščio polerumo	35	45	60	80	100	125	150	175	200
	Kintamoji	70	180	210	280	340	410	500	600	720

Suvirinimo vonia ir elektrodas yra apsaugoti inertinėmis dujomis, dažniausiai argonu, kuriuos tiekiamos pro dujų antgalį.

Volframiniai elektrodai naudojami suvirinimo elektros lanku automatiniam vandeniliniam plazminiam suvirinimui, pjovimui, apvirinimui bei apipurškimui. Naudojant voframinius elektrodus (5.3.5 lentelė) su torio oksido priemaišomis, reikia laikytis sanitarinių taisyklių, taikomų darbui su radioaktyviomis medžiagomis.

5.3.5 lentelė. Dažniausiai lankiniam suvirinimui naudojami volframiniai elektrodai.

Markė	Priemaišos volframe %	Diametras, mm	Ilgis, mm
EB4	Be priemaišų	0,5 1; 1,6 – 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10	3000 ritiniuose 75; 150; 200; 300
EBL	1,1 – 1,4 lantano oksido	1; 1,6 – 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10	75; 150; 200 – 300
EBU – 1	1,5 – 2,3 itrio oksido		
EBU – 2	2 – 3 itrio oksido 0,01 tantalo		
EBU – 3	2,5 – 3,5 itrio oksido 0,01 tantalo		
EBT – 15	1,5 – 2 torio oksido		

Pastaba. Orientacinė elektrodo 8 - 10 mm išeiga esant nepertraukiamam 5 h darbui g/ 5h bus: elektrodams tipo EBU = 8,4 g/5h; EBL - 1,2; EBU - 0, 18; EBT - 1,4.

Rankinis suvirinimas nelydžiais elektrodais gali būti atliekamas visose erdvės padėtyse, naudojant ir nenaudojant pridėtinį metalą, tačiau be skersinių elektrodo judesių.

Pridėtinė viela dažniausiai naudojama kaip artima savo schemine sudėtimi pagrindiniam metalui. Lanko ilgis neturi būti didesnis kaip 1,5 - 2,5 mm. Atstumas tarp išsikišusio volframinio elektrodo galo ir degiklio galo nuopjovos, virinant sandūrinius sujungimus, turi būti lygus 1 - 1,5 mm; kampiniams sujungimams 4 - 8 mm. Darbinis argono slėgis turi būti nustatomas ribose (0,01 - 0,05) MPa.

UŽDUOTYS IR KLAUSIMAI

Klausimai	**Atsakymai**	**Komentarai**
1. Kokiems metalams suvirinti taikomas suvirinimas angliniais elektrodais be apsaugos?	a) Suvirinant didelio storio legiruotus plienus specialios paskirties.	Atsakymas neteisingas. Pakartokite temą apie suvirinimą angliniais elektrodais.
	b) Suvirinant gaminius iš mažaanglio plieno iki 3 mm storio.	Jūsų atsakymas teisingas. Gerai supratote medžiagą.
	c) Suvirinant nerūdijančiuosius plienus.	Atsakymas neteisingas. Pakartokite temą.
2. Kaip paruošiami nelydūs elektrodai suvirinimui?	a) Elektrodo galas nusmailinamas 10 – 20 mm ilgiu.	Jūsų atsakymas teisingas. Taip paruoštas elektrodo galas užtikrins stabilų lanko degimą.
	b) Elektrodo galas turi būti gerai užlygintas – plokščias.	Atsakymas neteisingas. Taip paruošus elektrodą lankas nedegs stabiliai. Pakartokite temą.
	c) Elektrodo galas nusklembiamas plokščiu kampu.	Atsakymas neteisingas. Pakartokite temą. Atkreipkite dėmesį į elektrodų paruošimą suvirinimui.
3. Kokiomis savybėmis charakterizuojami grafitiniai arba angliniai elektrodai?	a) Šio tipo elektrodai greit susilydo.	Atsakymas neteisingas. Pasikartokite temą
	b) Šio tipo elektrodai nesilydo.	Jūsų atsakymas teisingas. Šių elektrodų išeiga nedidelė.
	c) Šio tipo elektrodai išgaruoja.	Atsakymas neteisingas. Išgaravimo laipsnis labai nedidelis.

Klausimai	**Atsakymai**	**Komentarai**
4. Kokios rūšies srovė naudojama suvirinant grafitiniais ir angliniais elektrodais?	a) Suvirinimui naudojama tik kintama srovė.	Atsakymas neteisingas. Pakartokite temą.
	b) Tiesioginio poliarumo pastovi srovė.	Jūsų atsakymas teisingas.
	c) Srovės rūšis neturi įtakos.	Atsakymas neteisingas. Pakartokite temą.
5. Kaip turi būti paruošiamos briaunos suvirinimui?	a) Briaunos turi gerai priglusti viena prie kitos.	Jūsų atsakymas teisingas.
	b) Tarp briaunų turi būti paliktas 1-2 mm tarpelis.	Atsakymas neteisingas. Pasitikslinkite keliamus reikalavimus suvirinimui.
	c) Surinkimo tikslumas neturi įtakos suvirinimui.	Atsakymas neteisingas. Pakartokite temą.
6. Kaip sužadinamas lankas suvirinant automatiniu būdu nelydžiais elektrodais?	a) Bakstelint nelydaus elektrodo galu į suvirinamo metalo briauną.	Atsakymas neteisingas. Taip daroma suvirinant rankiniu būdu.
	b) Užtrumpinant tarpelį tarp nelydaus elektrodo ir suvirinamo metalo kitu angliniu strypu.	Jūsų atsakymas teisingas. Tik toks būdas įmanomas sužadinti suvirinimo lanką.
	c) Panaudojant apsaugines dujas.	Atsakymas neteisingas. Toks sužadinimo būdas neįmanomas. Pakartokite temą.
7. Kokiu tikslu padengiamos suvirinamų detalių briaunas specialiais milteliais, pastomis?	a) Atlieka aušinimo vaidmenį.	Atsakymas neteisingas. Pakartokite temą.
	b) Tai lengvai jonizuojančios ir elektros lanko degimą stabilizuojančios medžiagos.	Jūsų atsakymas teisingas. Tai svarbus faktorius stabilizuojantis suvirinimo lanko degimą.

Klausimai	Atsakymai	Komentarai
	c) Tarnauja kaip katalizatorius, jungiantis metalų atomams.	Atsakymas neteisingas. To nepakanka, kad gautume aukštos kokybės suvirintą siūlę.

Pasitikrinkite, ar gerai įsisavinote temos medžiagą.

Užduoties Nr.	Užduotys
4.	Išvardinkite, kokius sujungimus galima suvirinti argono lankiniu būdu volframiniais elektrodais: 1. 2. ... n
5.	Pasinaudodami lentelės 5.5.1. duomenimis, parinkite 2,5-3 mm skersmens elektrodui suvirinimo tūtos antgalio diametrą ir argono sąnaudų ltr./min išeigą.
6.	Parinkite EBL 3 mm skersmens elektrodui iš lentelės 5.5.2 suvirinimo rėžimus kintama srove.

Klausimai	**Atsakymai**	**Komentarai**
1. Koks lanko poliarumas suvirinant volframiniais elektrodais?	a) Tik atvirkščias poliarumas.	Atsakymas neteisingas. Pakartokite temą.
	b) Tik tiesioginis poliarumas.	Jūsų atsakymas teisingas.
	c) Poliarumas neturi įtakos.	Atsakymas neteisingas. Pasitikslinkite atsakymą, pakartodami temą.
2. Kada lankas dega stabiliai suvirinant volframiniais elektrodais kintama srove?	a) Kintamos srovės maitinimo šaltinio laisvos eigos įtampa turi būti didesnė negu nuolatinės srovės.	Jūsų atsakymas teisingas. Tik tada suvirinimo lankas degs stabiliai.
	b) Kintamos srovės maitinimo šaltinio laisvos eigos įtampa turi būti žemesnė negu nuolatinės srovės.	Atsakymas neteisingas. Lanko stabilumas bus blogas. Pakartokite temą.
	c) Laisvos eigos įtampa neturi įtakos lanko sužadinimui ir degimo stabilumui užtikrinti.	Atsakymas neteisingas. Jūs klystate. Įsitikinsite, kai atidžiau perskaitysite temą, pakartokite ją.

6. METALŲ IR JŲ LYDINIŲ TIG SUVIRINIMO TECHNOLOGIJA

6.1. Temos įvadas

Tikslai:

- Žinoti metalų ir jų lydinių suvirinimo TIG suvirinimo technologijas.

Uždaviniai:

- Išmokti teisingai parinkti suvirinimo medžiagas ir suvirinimo technologija.

Susipažinę su temos medžiaga:

- Žinosite, sudarysite suvirinimo procedūras metalų ir jų lydinių savitumus. Galėsite parinkti reikiamas suvirinimui medžiagas.

6.2. Juodųjų metalų suvirinimas TIG būdu

Nerūdijančio ir atsparaus karščiui austenitinio plieno plonų lakštų suvirinimas. Siūlių konstrukciniai elementai numatyti standarte TOCT 14771—76. Prieš suvirinant suvirinamųjų briaunų paviršius iki blizgesio nuvalomas plieniniu šepečiu, o paskui nuplaunamas tirpikliu (dichloretanu, acetonu, aviaciniu benzinu), kad neliktų alyvos (likus nors kiek alyvos, siūlėje atsiranda akutės ir mažėja lanko stabilumas). Prieš suvirinant detalės kas 50—75 mm sujungiamos sukabinimo siūlėmis.

Plonų nerūdijančiojo plieno lakštų suvirinimo nelydžiaisiais arba lydžiaisiais elektrodais technika analogiška plonų anglinio plieno lakštų suvirinimo technikai. Suvirinama iš dešinės į kairę. Judinti strypelio ir elektrodo skersine kryptimi negalima, kad nesioksiduotų siūlės metalas.

Storesnis kaip 3 mm plienas suvirinamas lydžiuoju elektrodu (nerūdijančiojo plieno viela), nuolatine apgręžtojo poliškumo srove.

Plono nerūdijančiojo plieno rankinio suvirinimo volframiniu elektrodu argone apytiksliai režimai nurodyti 6.2.1 lentelėje. Priešinga siūlės pusė apsaugoma nuo oro pučiant argoną.

6.2.1 lentelė. Suvirinimo režimai.

Suvirinamų lakštų storis mm	**Pridėtinės vielos skersmuo mm**	**Elektrodo skersmuo mm**	**Srovės rūšis**	**Suvirinimo srovės stiprumas A**	**Įtampa V**	**Argono sunaudojimas Dm^3/min**
1,0	2	1,6	Nuolatinė tiesioginio poliškumo	40-70	11-15	3,5-4,0
2,0	2	1,6	Nuolatinė tiesioginio poliškumo	80-130	11-15	5,0-6,0
3,0	4	2,4	Nuolatinė tiesioginio poliškumo	120-160	12-15	6,0-7,0

6.3. Spalvotųjų metalų ir jų lydinių suvirinimas TIG būdu

Aliuminio suvirinimo ypatumai TIG būdu

Suvirinant aliuminį TIG metodu, reikia pritaikyti suvirinimo įrangą. Paprastai aliuminis suvirinamas kintamąja srove. Kai taikoma nuolatinė srovė ir tiesioginis poliškumas (- prie elektrodo), neišardomą detalės paviršių dengia oksidinė plėvelė, o kai atvirkščias poliškumas (+ prie elektrodo) - generuojama per daug šilumos ir greičiau lydosi volframinis elektrodas.

Kintamoji srovė yra kompromisinis sprendimas. Tik sukūrus modernius maitinimo šaltinius su srovės moduliavimu ir subalansuota teigiamo/neigiamo poliškumo kontrole pagerėjo suvirinimo kokybė. Naudojant kintamąją srovę, priešingai nei esant nuolatinei srovei, elektrodas turi būti suapvalintas, neturėti aštraus galiuko. Kartais suvirinant aliuminį nuolatine srove ir esant atvirkščiam poliškumui, kaip apsauginės dujos naudojamas helis. Tačiau šiuo atveju, esant didesniam lanko įtampos kritimui helyje, reikia maitinimo šaltinio su didesne tuščios eigos įtampa. Stačiakampės formos impulsus generuojantis maitinimo šaltinis yra geriausias pasirinkimas suvirinant aliuminį TIG būdu.

Bendros rekomendacijos:

- Prieš suvirinimą nuvalius oksidų plėvelę reikėtų neužmiršti nuo šių paviršių acetonu arba metinoliu nuvalyti riebalus. Taip pat reikia nuvalyti vielą ir stalą, ant kurio atliekamas suvirinimas.
- Rastą plyšį pašalinti frezuojant, iškertant kirstukais arba šlifuojant kampiniais šlifuokliais. Rekomenduojama atlikti „U" arba „V" briaunų paruošimą. „V" briaunų paruošimo kampas - 80°-^90°.
- Jei stora detalė yra iš gryno aliuminio, prieš suvirinimą ją užtenka pakaitinti iki 150 °C. Kai suvirinamas aliuminio-mangano lydinys, pakaitinimo temperatūra prieš suvirinimą turėtų būti apie 300 °C.
- Viela parenkama analogiškos suvirinamam metalui sudėties.

Esant ribotam suvirinimo srities matomumui, elektrodą iš tūtos galima iškišti net 15 mm. Iš pradžių suvirinimo vieta pakaitinama iki „balutės" ir staigiais judesiais tiekiama viela į išlydytą metalą. Degiklių skersiniais judesiais išskirstomas metalas po tam tikrą plotą.

Kai siūlės paviršius apsineša nešvarumais, daroma pertrauka ir nešvarumai pašalinami plieniniu šepetėliu, į jį įstačius elektrinį gręžtuvą. Po to šepetėlis išplaunamas acetonu ir valymas pakartojamas.

Rekomenduojama naudotis, jei yra, suvirinimo šaltinyje lanko uždegimo ir proceso užbaigimo režimais, pavyzdžiui, „ ISTART" - suvirinimo srovė pasiekia nustatytąją reikšmę per nurodytą laiką, „DOWN SLOPE" - atleidus degiklio jungiklį per nustatytą laiką srovė sumažėja iki krateriui užpildyti reikalingos srovės „I END". Po suvirinimo ar apvirinimo detalės įkaitinamos krosnyje iki 650 °C ir ataušinamos krosnyje.

UŽDUOTYS IR KLAUSIMAI

1. Išvardinkite TIG suvirinimo būdo privalumus.

.....

.....

.....

2. Kokius metalus galim suvirinti TIG būdu?

.....

.....

.....

3. Išvardinkite TIG suvirinimo būdo pagrindinius režimus.

.....

.....

.....

4. Paaiškinkite aliuminio lydinių suvirinimo savitumus.

.....

.....

.....

.....

7. TIPINIAI TIG SUVIRINIMO DEFEKTAI IR JŲ NUSTATYMAS

7.1. Temos įvadas

Tikslai:

- Mokėti naudotis suvirinimo siūlių matavimo įrankiais.
- Mokėti nustatyti suvirinimo defektus.

Uždaviniai:

- Išmokyti naudotis defektų nustatymo įrankiais.
- Išmokti tikrinti suvirintų sujungimų kokybę.

Susipažinę su temos medžiaga:

- Mokėsite naudotis defektų nustatymo įrankiais.
- Mokėsite nustatyti suvirintų sujungimų kokybę.

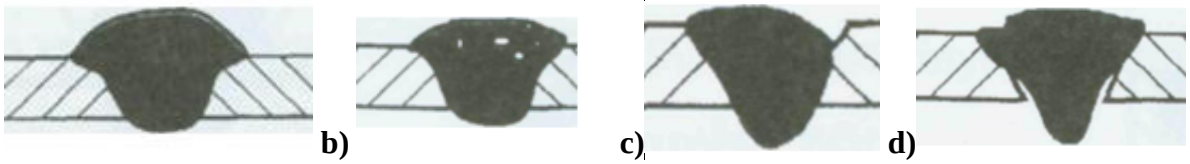
7.2. Suvirinimo defektai ir jų nustatymas

Suvirintų sujungimų defektai skirstomi į išorinius ir vidinius. Išoriniams defektams priklauso: siūlės formos nuokrypos (per didelis arba per mažas plotis, matmens pokytis išilgai siūlės), išdagos, užlajos, paviršiniai plyšiai, paviršinis korytumas, krateriai, pradagos, subėgimo kiaurymės. Vidiniai defektai yra šie: dujų poros, nemetaliniai intarpai, neįvirinimai, plyšiai.

Suvirintų sujungimų kokybę galima nustatyti suardžius gaminį ir jo nesuardžius. Paprastai išoriniai defektai pastebimi apžiūrint gaminį, naudojant matuoklius, o vidiniai defektai aptinkami fizikiniais siūlės tyrimo metodais. Vidiniai defektai nustatomi šiais būdais: siūlė peršviečiama rentgeno arba gama spinduliais, ultragarsu ir įmagnetinus, išbandomas siūlės pralaidumas dujoms arba skysčiams.

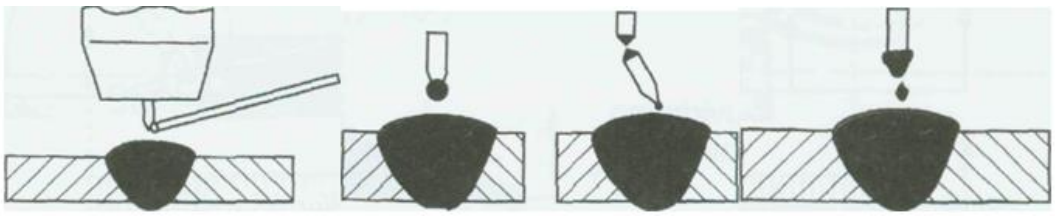
Neardomosios kontrolės metodai yra šie: regimoji kontrolė (LST EN 970:2004), siūlės tankio tikrinimas žibalu, bandymas amoniaku, bandymas suslėgtu oru, hidrauliniai bandymai, bandymas vandeniu, bandymas vakuumu, bandymas helio nutekėjimo ieškikliais, radiacinė defektoskopija, rentgeno defektoskopija (LST EN 1435:1998), gama defektoskopija (LST EN 1435:1998), ultragarsinė defektoskopija (LST EN 1714:2000).

Po *ardomosios kontrolės* gaminiai nebetinkami naudoti pagal paskirtį. Ardomosios kontrolės metu atliekami siūlės mechaniniai ir metalografiniai bandymai. Šie bandymai paprastai skirti norint nustatyti, ar suvirinimo būdas suteikia norimą mechaninę kokybę. Šių savybių kontrolei yra daromi ne baigtinio gaminio, o bandomojo gaminio bandymai tam, kad įsitikinti, jog gaminiai suvirinti tomis pačiomis sąlygomis, turės tas pačias savybes.

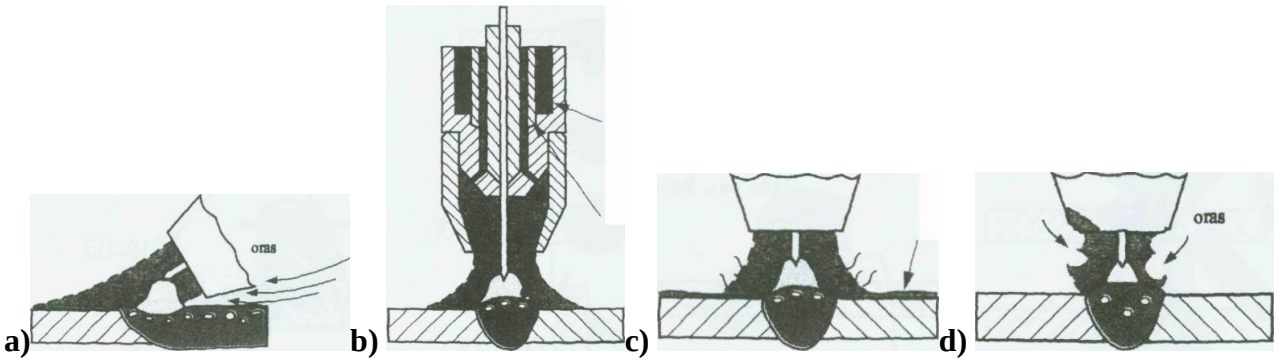


a) Išgaubta siūlė. b) Oro purslai. c) Įpjovos. d) Briaunų nesulydymas.

7.2.1 pav. TIG suvirintų siūlių defektai



7.2.2 pav. TIG suvirinimas. Volframiniai intarpai siūlėje



a) Mažas kampas tarp degiklio ir metalo. Oras patenka į siūlę.

b) Nesandarus degiklis. Vanduo patenka į apsauginių dujų kanalus. c) Blogai nuvalyta detalė.

d) Didelė dujų išeiga, sūkuriai virš siūlės, oras patenka į siūlę.

7.2.3 pav. Poros siūlėje.

UŽDUOTYS IR KLAUSIMAI

1. Išvardinkite išorinius suvirinimo defektus.

……

……

……

2. Išvardinkite vidinius suvirinimo defektus.

……

……

……..

3. Kokios defektų atsiradimo priežastys?

……

……

……...

4. Kaip galime išvengti defektų?

……

……

…….

5. Kaip ištaisyti defektus?

……

……

……..

8. TESTAS

1. Kodėl oksidinę plėvelę reikia nuvalyti prieš pat aliuminio suvirinimą?

a) nauja oksidinė plėvelė susiformuoja per 3 val;

b) oksidinės plėvelės lydymosi temperatūra 2060 °C, o Al - 657 °C. Oksidinė plėvelė trukdo suvirinti siūlę;

c) teisingi a ir b atsakymai.

2. Didelis triukšmas gali sukelti ilgalaikį suvirintojo ausų pažeidimą, didina stresą, kraujospūdį. Koks triukšmas pavojingas sveikatai?

a) nuo 85 decibelų;

b) nuo 60 decibelų;

c) nuo 100 decibelų.

3. Ką reiškia TIG suvirinimas?

a) tai lankinis suvirinimas volframo elektrodu argono arba kitų inertinių dujų aplinkoje;

b) tai suvirinimas angliniu elektrodu argono aplinkoje;

c) teisingi a ir b atsakymai.

4. Kokia volframinio elektrodo iškyša suvirinant kampines siūles?

a) 2-3 mm;

b) 3-5 mm;

c) 5-6 mm.

5. Nurodykite normalios siūlės priklausomybę tarp siūlės pločio „b " ir aukščio„h "?

a) h = b/4+ l;

b) h $\leq$ 0,25 b+ l;

c) h $\leq$ b/4+ l;

d) teisingi b ir c atsakymai.

6. Reduktoriaus paskirtis?

a) apsaugoti balionus nuo užsidegimo;

b) nustatyti reikiamą slėgį žarnose ir palaikyti jį viename lygyje;

c) uždaryti dujų tiekimą.

7. TIG suvirinimo lankas paprastai uždegamas aukšto dažnio generatoriaus pagalba, nepalietus elektrodu gaminio. Kokia aukšto dažnio generatoriaus paskirtis?

a) įžiebti kibirkštį ir palaikyti lanko degimą;

b) elektros energijai gaminti;

c) suvirinimo srovei reguliuoti.

8. Suvirinant TIG būdu naudojami volframiniai elektrodai su kitų metalų priedais. Kokie gali būti kitų metalų priedai volframinio elektrodo sudėtyje?

a) titanas, nikelis, chromas;

b) varis, aliuminis, bronza;

c) torio oksidas, cirkonio oksidas, lantano oksidas, cezio oksidas;

d) magnis, cinkas, kobaltas, manganas.

9. Kokiu kampu galandami volframiniai elektrodai suvirinant kintama srove?

a) 30°;

b) 45°;

c) 60°;

d) mažo skersmens iki 1,6 mm volframiniai elektrodai, suvirinant kintama srove, negalandami.

10. Kokios dujos - angliarūgštė ar argonas - geriau apsaugo siūlę nuo oro poveikio?

a) angliarūgštės dujos, nes jos sunkesnės už orą;

b) argono dujos, nes jos sunkesnės už orą.

11. Kokiu kampu laikoma viela ir suvirinimo degiklis TIG suvirinimo metu?

a) degiklis ~ 80°, viela ~ 20°;

b) degiklis ~ 45°, viela ~ 30°.

12.Koks„V" briaunų nusklembimo kampas suvirinant aliuminio lydinius TIG suvirinimo būdu?

a) 60°±3°

b) 80°-90°.

13. Koks volframinio elektrodo užgalandimo ilgis suvirinant nuolatine srove TIG suvirinimo būdu? D - elektrodo skersmuo, L - užgalandimo ilgis.

a) L = 2 D;

b) suvirinant nuolatine srove volframinis elektrodas neužgalandamas;

c) L = D;

d) L = D ÷2 D .

14. Kas yra vandenilinė vario liga?

a) kristalizuojantis siūlės metalui, eutektika išsidėsto grūdelių paviršiuje, jungtis tampa trapi;

b) kristalizuojantis siūlės metalui, vandenilis jungiasi su vario monoksido deguonimi ir sudaro vandens garus.

15. Kokį metalą suvirinant išsiskiria nuodingi cinko garai?

a) cinkuotą skardą;

b) žalvarį;

c) bronzą;

d) teisingi atsakymai a ir b.

16.Kokia TIG aparatų voltamperinė charakteristika?

a) kieta;

b) staigiai krintanti;

c) nuožulniai krintanti.

17.Kaip brėžinyje žymimas TIG suvirinimo proceso kodas?

a) 131;

b) 141;

c) 136.

LITERATŪRA

1. JONKUS Eligijus. Suvirinimo technologijų mokomoji medžiaga. Kaunas: Judex leidybos centras. 2006.
2. KITINAS Vaclavas. Darbuotojų sauga ir sveikata statyboje. Vilnius: Saulės spektras. 2003.
3. NARUŠKEVIČIUS Jonas. Suvirintojo vadovas. Vilnius: Mažoji Evelina. 2003.
4. NARUŠKEVIČIUS Jonas, PETROVIČEVAS Vladimiras. Suvirinimas. Vilnius: Senoja. 2010.
5. „Serpentinas“, AGA, „Kemi“ ir kitų firmų katalogai, instrukcijos.
6. „AGA“ vadovėlis. Sveikata ir sauga deguonies ir degiųjų dujų procesuose, AGA AB. 2000
7. LST EN suvirinimo standartai.
8. ISO suvirinimo standartai.