

ELME MESSER GASES

Gases for Life

Metināšana aizsarggāzē:
no iekārtas izvēles līdzetināšanai



Autors:
O.Suvorovs

HAPPY
WELDER*

* atbalsts kas palīdz visiem metinātājiem būt priecīgiem!

Metināšana aizsarggāzē: no iekārtas izvēles līdz metināšanai.

Rīga: 2019 –2024

Saturs

Ievads.....	5
1. Terminu un definīcijas.....	6
2. Pusautomātiskās metināšanas iekārtas shēma un darbības princips.....	8
3. Aparātu klasifikācija un MAG metināšanas iekārtas izvēles kritēriji.....	9
3.1. Mazjaudas aparāti ar maksimālo metināšanas strāvu līdz 180–250A.....	11
3.2. Vidējas jaudas aparāti ar maksimālo metināšanas strāvu līdz 350–400 A.....	12
3.3. Lieljaudas aparāti ar maksimālo metināšanas strāvu līdz 600A.....	13
4. Ko izvēlēties metālmeistaram?.....	14
4.1. Mājas darbnīcas pusautomātisko metināšanas iekārtu apskats.....	18
4.2. Aparāta sagatavošana darbam.....	19
4.2.1. Stieples padeves mehānisms.....	19
5. Metināšanas degļi.....	24
5.1. Metināšanas degļu (MAG / MIG) klasifikācija un izvēle.....	25
5.2. Metināšanas degļu uzbūve (MAG / MIG).....	27
5.3. MAG/MIG metināšanas degļu ekspluatācija.....	33
6. Metināšanas aparāta iestatīšana.....	34
6.1. Kā pareizi iestatīt metināšanas strāvu (A) un metināšanas spriegumu (V).....	35
6.2. Metināšanas sprieguma ietekme uz metināšanas procesu (ar pastāvīgu metināšanas strāvu).....	38
6.3. Metināšanas strāvas ietekme uz metināšanas procesu (pie nemainīga metināšanas sprieguma).....	39
6.4. Metināšanas parametru izvēle.....	41
6.5. Ar ko sākt regulēt metināšanas aparātu.....	41
6.6. Metināšanas degļa slīpuma leņķa ietekme.....	43
6.7. Metināšanas degļa ātruma (metināšanas ātruma) ietekme.....	44
6.8. Elektrodu izvīrtījuma garums.....	46
6.9. Induktivitātes ietekme.....	48
7. Kas jāzina, lai strādātu par metinātāju.....	50
7.1. Metināšanas procesa ekoloģija – MIG /MAG metināšana.....	51
7.2. Metināšanas procesa ekoloģija – MAG metināšana CO2 aizsarggāzē.....	55
7.3. Darba drošība.....	56
7.4. Materiāla un darba vietas sagatavošana.....	59
8. Metāla metināšana.....	63
8.1. Valnīša uzmetināšana uz plāksnes.....	63
8.2. Kakta šuves metināšana.....	66
9. Stieples metāla pārnese veidi.....	68
9.1. Metāla pārnese ar īsslēgumiem.....	69
9.2. Metāla pārnese lielu pilienu veidā.....	71
9.3. Elektroda metāla strūklas pārnese.....	72
9.4. Impulsa metināšanas režīms.....	74
10. Gāzes padeves sistēma.....	75
10.1. MAG/MIG metināšanai piemērotās gāzes.....	76
10.2. Metināšanas gāzu maisījumu attīstības posmi.....	78

10.3. Gāzu fizikālās īpašības.....	79
10.4. Divkomponentu (binārie) gāzu maisījumi metināšanai.....	84
10.5. Trīskomponentu gāzu maisījumi metināšanai.....	91
11. Gāzu baloni.....	98
12. Spiediena regulatori (reduktori).....	101
12.1. Vienpakāpes reduktora pieslēgšana un ekspluatācija.....	101
12.2. Divpakāpju reduktora pieslēgšana un ekspluatācija.....	102
13. Metināšanas nepilnības (defekti).....	103
14. Iespējamie gāzes piesārņojuma cēloņi, tās ceļā no balona līdz metināšanas zonai.....	105
15. Poras vai plaisas? – Aizsarggāzes mitrums.....	107
16. EN 1090-2 – kura aizsarggāze atbilst standartam?.....	108
17. Messer pakalpojumi Jums: kompetenti, draudzīgi, ātri.....	108
Pielikums 1.....	110
Literatūra.....	114
Happy Welder idejas.....	117

Kopš senseniem laikiem cilvēki meklējuši dažādus veidus un metodes, lai savienotu metāla daļas un tā izgatavotu traukus, ieročus, rotaslietas un citus izstrādājumus.

Agrāk amata noslēpumi tika nodoti no paaudzes paaudzē, bet kādā brīdī tie varēja grīmt aizmirstībā.

Šajā grāmatā esmu apkopojis pašu nepieciešamāko un vērtīgāko informāciju par MAG metināšanu, ko praktiski var izmantot darbā un gūt gandarījumu no rezultāta.

Viss nepieciešamais, lai metinātājs būtu laimīgs - HAPPY WELDER!

Oļegs Suvorovs,
Master of Science in Engineering (MSE),
International Welding Engineer (IWE),
European Welding Engineer (EWE)



1.1. zīmējums. Pusautomātiskā metināšana aizsarggāzes vidē.

Ievads

Tagad (2024. gadā) rokas loka metināšana ar mehānizētu stieples padevi aizsarggāzes vidē (pusautomātiskā metināšana) ir kļuvusi par vienu no visizplatītākajām metālu metināšanas metodēm.

Kādēļ tā? Pirmkārt, metināšanas šuves kvalitātes un ātruma ziņā pusautomātiskā metināšana viennozīmīgi pārsniedz rokas loka metināšanu ar pārklātiem elektrodiem. Otrkārt, metināšanas aparātu tirgus ir pārsātināts ar Eiropā, Amerikā un Āzijā ražotajiem. Tādēļ pusautomātiskās metināšanas aparātu cenas ir kļuvušas pieejamas.

Šī grāmata sniegs jums informāciju lai palīdzētu pieņemt pareizu lēmumu metināšanas iekārtu un aizsarggāzu izvēlē.

1. Terminu un definīcijas

Metināšana ir divu vai vairāku detaļu savienošanas process, kas nodrošina savienojamo detaļu materiālu vienlaidu struktūru, izmantojot siltumu vai spēku, vai abus, ar vai bez piedevu stieņa (DIN 1910-100).

Sobrīd pasaulē ir zināmi un aprakstīti vairāk nekā 100 metināšanas, griešanas un lodēšanas procesu veidr (**ISO 4063:2023 Welding, brazing, soldering and cutting – Nomenclature of processes and reference numbers**)

Metināšanas procesu, izmantojot pusautomātiskās metināšanas iekārtas, atkarībā no aizsarggāzes veida apzīmē:

MAG – metal active gas, rokas loka metināšana ar metināšanas stieples mehanizētu padevi aktīvajā gāzē.

MIG – metal inert gas, rokas loka metināšana ar mehanizētu metināšanas stieples padevi inertā gāzē.

GMAW — gas metal arc welding, termins, ko plaši izmanto Amerikā. Vienlaidu stieples metināšana aizsargāzu vidē, tas ir vispārīgs termins, kas apvieno MAG un MIG.

Aktīvās gāzes ir metināšanas gāzes un gāzu maisījumi, kas satur CO₂ (oglekļa dioksīdu) un (vai) O₂ (skābekli), kas nonāk ķīmiskā mijiedarbībā ar metināšanas vannas sastāvdaļām. Inertās gāzes ir gāzes un gāzu maisījumi, kas nepiedalās ķīmiskās reakcijās ar savienojumiem metināšanas vannā. Inertās gāzes ir, piemēram, argons, hēlijs, kā arī argona un hēlija maisījumi.

Ja inerto gāzu maisījumos ir kaut minimāls tādu gāzu kā CO₂ vai O₂ piemaisījums, šis gāzu maisījums tiek klasificēts kā aktīvs. Sīkāku informāciju par aizsarggāzu un to maisījumu lietošanu skatiet nākamajās nodaļās.

Saskaņā ar **ISO 4063:2023** rokas loka metināšanas procesu ar mehanizētu stieples padevi aizsarggāzu vidē apzīmē:

135 - Rokas loka metināšana ar vienlaidu stiepli aktīvajā gāzē (MAG welding with solid wire electrode. Gas metal arc welding using active gas with solid wire electrode – GMAW, USA)

136 - Rokas loka metināšana ar pulverstiepli aktīvajā gāzē (MAG welding with flux cored electrode. Gas metal arc welding using active gas and flux cored electrode – GMAW, USA).

138 - Rokas loka metināšana ar metāla pulverstiepli aktīvajā gāzē (MAG welding with metal cored electrode; gas metal arc welding (GMAW) using active gas and metal cored electrode)

137 - Rokas loka metināšana ar vienlaidu stiepli inertā gāzu vidē.

(MIG welding with solid wire electrode. Gas metal arc welding (GMAW) using inert gas and solid wire electrode, USA).

132 - Rokas loka metināšana ar pulverstiepli inertajā gāzē.

(MIG welding with flux cored electrode. Flux cored arc welding, (FCAW) USA).

133 - Rokas loka metināšana ar metāla pulverstiepli inertajā gāzē (MIG welding with metal cored electrode. Gas metal arc welding (GMAW) using inert gas and metal cored wire, USA).

Neatkarīgi no izmantotās aizsarggāzes MAG metināšanas iekārtas uzbūve būtiski nemainās, tomēr alumīnija, vara, niķeļa un šo metālu sakausējumiem tiek izmantota inertās gāzes metināšana (MIG), bet oglekļa, leģētajiem un augsti leģētajiem (nerūsējošajiem) tēraudiem – aktīvā gāzes metināšana (MAG).

Literatūrā bieži minēti arī šādi metināšanas procesi:

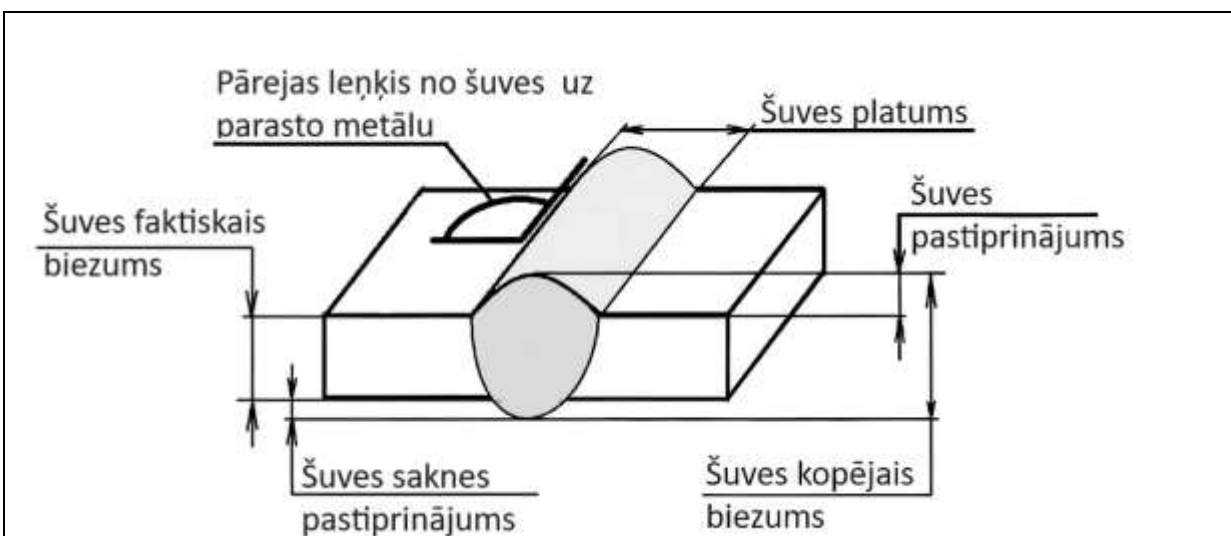
111 - Rokas loka metināšana ar pārklātiem elektrodiem (MMA Manual metal arc welding, Shielded metal arc welding (SMAW), USA).

141 - Rokas loka metināšana ar nekūstošo volframa elektrodu inertā gāzē (TIG tungsten inert gas. Gas-shielded arc welding with non-consumable tungsten electrode, Gas tungsten arc welding (GTAW), USA).

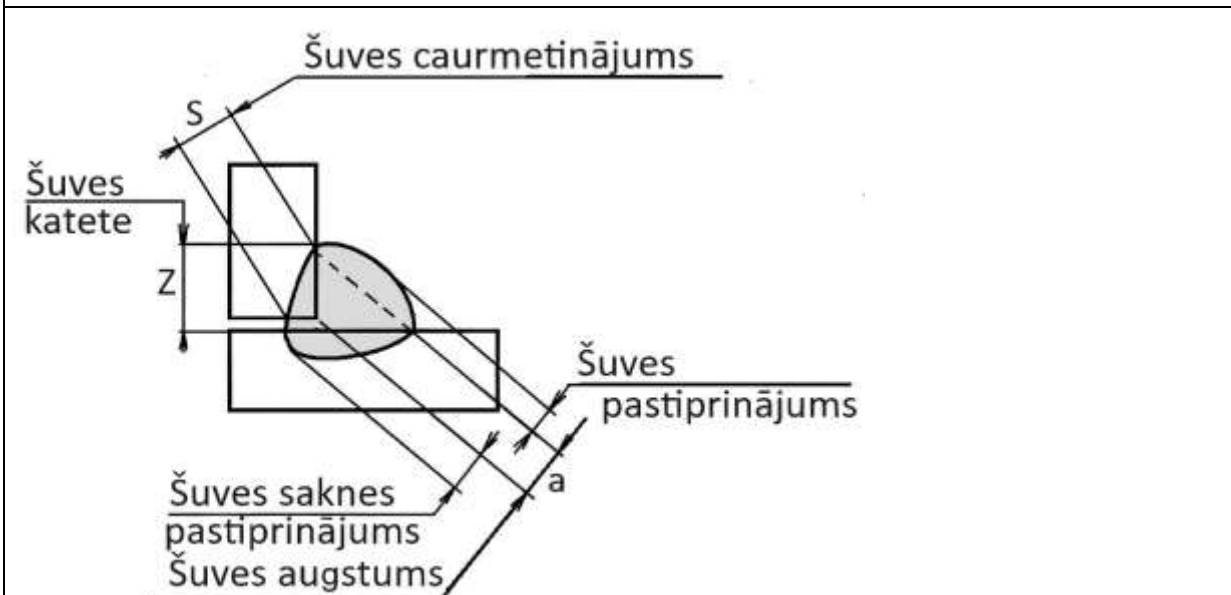
ISO 17659:2002 Welding — Multilingual Terms For Welded Joints With Illustrations

sniegta metināto šuvju definīcija, bet standartā:

ISO 2553:2019 Welding and allied processes — Symbolic representation on drawings — Welded joints – metināto šuvju apzīmējumi rasējumos.

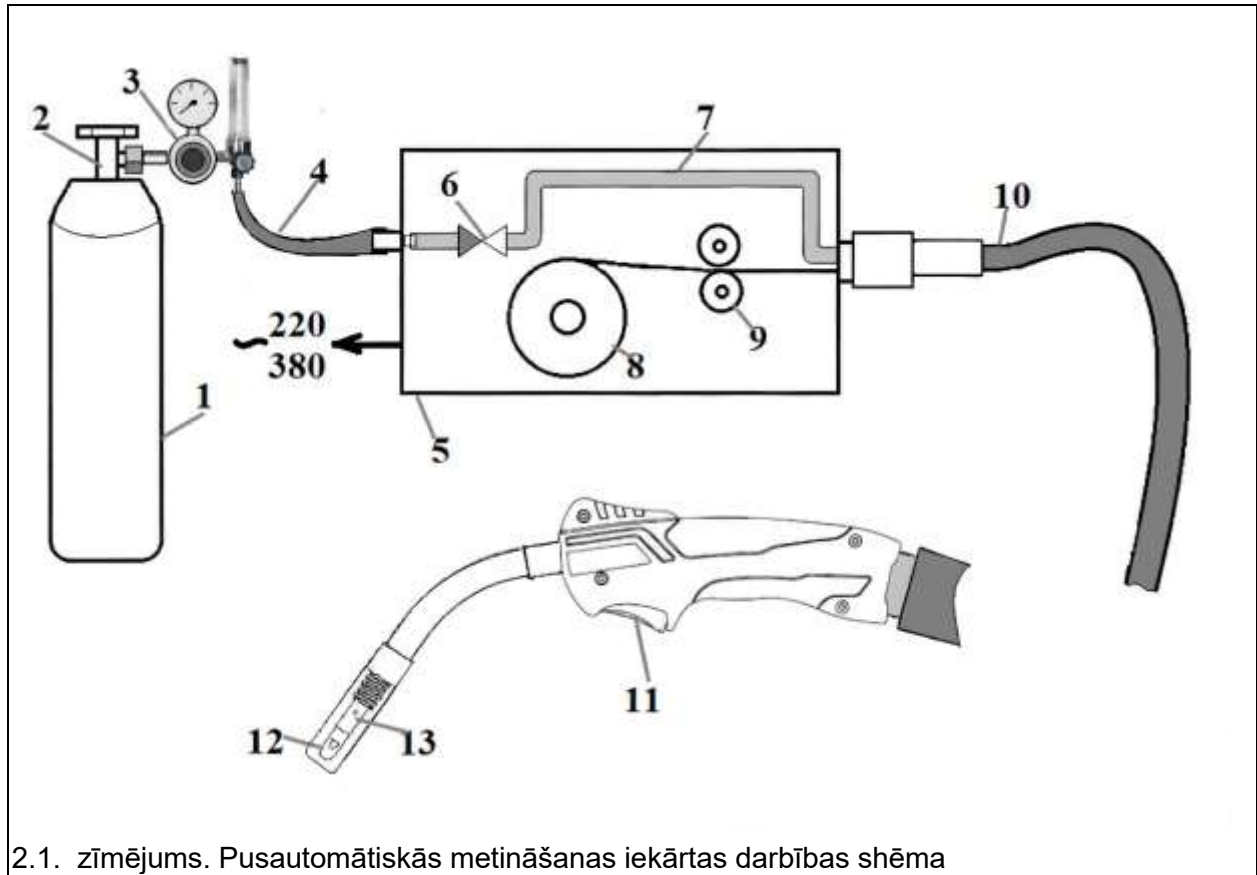


1.2. zīmējums. Saduršuve



1.3. zīmējums. Kakta šuve.

2. Pusautomātiskās metināšanas iekārtas shēma un darbības princips



Pusautomātiskās metināšanas iekārtas shēma un darbības princips dots 2.1. zīmējumā. Visām metināšanas iekārtām ir trīs sinhronas operētājsistēmas:

- stieples padeve,
- aizsarggāzes padeves sistēma,
- metināšanas strāvas padeve.

Nospiežot degļa pogu, sinhroni tiek ieslēgta stieples padeve, atveras gāzes padeves vārsts un tiek piegādāta strāva metināšanai. Gadās, ka darbības laikā kāda no šīm sistēmām sāk darboties nepareizi – piemēram, laikus neatveras aizsarggāzes padeves vārsts. Tomēr, ja stieple tiek padota, metināšanas loks iedegas un metināšanas šuves kvalitāte būs neapmierinoša.

Apskatīsim visas šīs sistēmas (zīm. 2.1.):

1. stieples padeves sistēma (9) ar metināšanas stiepli un spoli (8), stieples padeves kanāls atrodas degļa šļūtenē (10).

2. aizsarggāzes padeves sistēma ietver gāzes balonu (1), reduktoru (3), kas savienots ar balonu caur ventili (2), šļūteni (4), gāzes vārstu (6), gāzes kanālu (7) un kanālu, kas ir uzstādīts degļa šļūtenē (10), ar gāzes difuzoru 13.

3. Metināšanas strāvas un sprieguma padeves sistēma (12)

Pirms metināšanas uzsākšanas metināšanas iekārta ir savienota, kā parādīts 4.2. zīmējumā. Nospiežot pogu (11) uz metināšanas degļa roktura (zīm. 2.1.), tiek ieslēgts stieples padeves mehānisms (9) un metināšanas stieple no spoles (8) nonāk degļa šļūtenē (10) un pēc tam caur kontaktuzgali (12) – metināšanas zonā. Tajā pašā laikā stieple, kas iet caur kontaktuzgali (12), saņem pozitīvu potenciālu (visa veida stieples, izņemot paš aizsardzības, ir pievienota (+) spaiļei), tādējādi starp stieples un metināmo detaļu, kas pievienota pie strāvas avota negatīvā pola, rodas elektriskais loks.

Tajā pašā laikā, nospiežot degļa pogu (11), atveras vārsts (6), un aizsarggāze plūst virzienā no gāzes balona (1) caur reduktoru (3), gāzes kanālu (7) un caur degļa šļūteni (10) nonāk metināšanas zonā, tādējādi pasargājot metinājuma šuvi no gaisa iedarbības.

3. Aparātu klasifikācija un MAG metināšanas iekārtas izvēles kritēriji

Metināšanas iekārtas tiek klasificētas pēc šādiem kritērijiem:

- strāvas avota veids (invertors, transformators utt.),
- kopīgie izmēri un svars,
- funkcionālais aprīkojums (impulsa režīms, karstā palaišana utt.),
- stieples padeves mehānisma veids (2-rullīšu, 4-rullīšu),
- cena utt.

Tomēr, izvēloties metināšanas iekārtu, pirmais, kam jāpievērš uzmanība, ir darba cikls (standartā **IEC 60974-6:2015 Arc welding equipment - Part 6: Limited duty equipment** ir apzīmēts kā X%).

Krievu valodas literatūrā darba cikls bieži tiek apzīmēts ar ПВ% – ieslēgšanas ilgums. Darba cikla laiks saskaņā ar **IEC 60974-6:2015 Arc welding equipment** tiek pieņemts 10 minūtes = 100%. Tiek uzskatīts, ka neviena metinājuma šuve netiek metināta nepārtraukti ilgāk par 10 minūtēm.

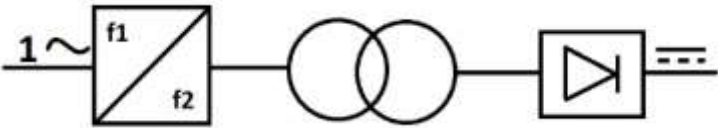
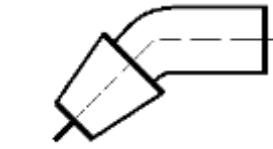
Saskaņā ar standarta prasībām (**IEC 60974-6:2015 Arc welding equipment**) katras metināšanas iekārtas korpusā jābūt noteikta veida tehniskajai specifikācijai, kas norāda: darba ciklu (X%, apkārtējās vides temperatūras + 40°C, ja temperatūra ir virs +40°C, tad proporcionāli jāsamazina norādītie parametri), kā arī grafiski attēlotam ierīces barošanas avota veidam, tukšgaitas spriegumam U_0 , ieejas spriegumam U_1 , izejas (metināšanas) spriegumam U_2 un izejas strāvai I_2 , patērētai jaudai utt. (zīm. 2.1.).

Aplūkosim, kāpēc darba cikls ir tik svarīgs.

- Pirmkārt, darba cikls rāda attiecību starp metināšanas strāvu (A) un iekārtas darba laiku vai dīkstāves laiku (minūtēs).
- Otrkārt, zinot metināšanas strāvu (A), varam noteikt, cik biezu metālu (mm) aparāts ir spējīgs metināt (no pieredzes: katra milimetra detaļas biezuma metināšanai strāvai jābūt aptuveni 40A).
- Treškārt, zinot metāla biezumu (mm), strāvu (A) un darba laiku (neaktivitātes laiku, minūtēs), var spriest par iekārtas produktivitāti, ko raksturo uzkausēšanas ātrums (kg/stundā), kā arī par to, vai šī ierīce ir (nav) piemērota noteiktas konstrukcijas metināšanai.

Piemēram, apskatīsim darba ciklu (tab. 2.1. ailes (8)–(19)).

1. $X=35\%$, $I_2=200A$, $U_2=24V$ (ailes 9,13,17) – metināšanas iekārta spēj metināt ar strāvu 200A, metināšanas spriegumu 24V, bez pārkaršanas 35% no darba cikla laika (3,5 min. no 10 min., tad 6,5 min. – ierīcei jābūt neaktīvai), pastāvot apkārtējās vides temperatūrai, kas nepārsniedz $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$.
2. $X=60\%$, $I_2=165A$, $U_2=22.5V$ (elementi 10,14,18) – metināšanas iekārta spēj metināt ar strāvu 165A, metināšanas loka spriegumu 22.5V, bez pārkaršanas 60% darba cikla laika (6 min. no 10 minūtēm), tad 4 minūtes ierīcei jābūt neaktīvai apkārtējās vides temperatūrā, kas nepārsniedz $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$.
3. $X=100\%$, $I_2=120A$, $U_2=20V$ (elementi 11,15,19) – metināšanas iekārta spēj metināt ar strāvu 120A, ar metināšanas spriegumu 20V, bez pārkaršanas (ar $X=100\%$, 10 min.), apkārtējās vides temperatūra nepārsniedz $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

(1) 		EN 60974-1/-5/-10-12 (2)		
 (3)	 (4)	20A/15.0 - 200A/24.0V (5)		
 (6) $U_0 = 74V$		$U_1 = 230V$ (7)		
	X (8)	35% (9)	60% (10)	100% (11)
	I_2 (12)	200A (13)	165A (14)	120A (15)
	U_2 (16)	24V (17)	22.5V(18)	20V (19)

2.1. tabula. MAG / MIG metināšanas iekārtas tehniskie parametri (daļēji).

Citu tabulas ailu apzīmējumi:

1. metināšanas iekārtas strāvas avota invertora ķēdes apzīmējums (savienojums ar vienfāzes tīklu);
2. EN standarta apzīmējums (un EN standarta sadaļas);
3. simbols, kas apzīmē līdzstrāvu (metināšanā);
4. simbols, kas informē, ka ierīce var strādāt paaugstinātas elektriskās bīstamības apstākļos (augsta temperatūra un mitrums);

5. šīs ierīces metināšanas spriegums un strāvas diapazons: no $I_2=20$ A, līdz $I_2=200$ A, no $U_2=15$ V līdz $U_2=24$ V;
6. rokas loka metināšanas iekārtas ar automātisko stieples padevi (MAG) grafiskais apzīmējums, spriegums $U_0=74$ V;
7. $U_1=230$ V tīkla spriegums, kas aprēķināts normālai metināšanas iekārtas darbībai.

Ja metināšanas procesā tiek pārkāpts aparātu darba cikla laiks, iedarbosies elektroniskā shēma, kas pasargā ierīci no pārkaršanas, un tā automātiski izslēgsies. Tādā gadījumā nevajadzētu atvienot strāvas vadu no kontaktligzdas, jo ierīces iekšējais dzesēšanas ventilators turpina darboties pat avārijas režīmā.

Tiklīdz (elektroniskās shēmas) temperatūra pazeminās, ierīce atkal ieslēgsies. Kad tiek iedarbināta avārijas izslēgšanas sistēma, ierīces darbības laiks tiek ievērojami samazināts.

Praktisks ieteikums: izvēloties aparātu, jāpievērš uzmanība metināšanas strāvai $X=60\%$ darba ciklā. No darba pieredzes ir zināms, ka, pat strādājot smagos robotizētās ražošanas apstākļos, aparāta nepārtraukts darba laiks reti pārsniedz 6 minūtes.

Atkarībā no metināšanas strāvas lieluma visi metināšanas aparāti parasti tiek iedalīti 3 lielās grupās (4. nodaļā papildus ir aprakstītas 3 metināšanas iekārtu apakšgrupas):

1. mazjaudas aparāti: maksimālā metināšanas strāva līdz 180–250 A,
2. vidējas jaudas aparāti: maksimālā metināšanas strāva līdz 350–400 A,
3. lieljaudas aparāti: maksimālā metināšanas strāva līdz 600 A.

Tālāk dots katras grupas apraksts saskaņā ar plānu:

- plusi,
- mīnusi,
- lietojums.

1. pielikumā sniegti metināšanas iekārtu piemēri – katras grupas tipiskie pārstāvji.

Ražotājs parasti aprīko metināšanas aparātus ar papildfunkcijām, kas atvieglo aparātu regulēšanu un metināšanu. Piemēram:

Synergic – sinerģiska vadība (MAG/MIG metināšanas aparātā) ir režīms, kas automātiski nosaka metināšanas parametrus atkarībā no stieples veida un diametra, metināšanas materiāla veida un biezuma, kā arī iesaka metināšanas aizsarggāzi utt.

Pulse – (impulss) ir metināšanas režīms, kas nodrošina ātru, augstākās kvalitātes metināšanu ar mazu šķakatu daudzumu un izcilas šuves, tam ir labāka termiskā kontrole nekā standarta metināšanas režīmā.

Crater fill function – krātera aizpildīšanas funkcija, kas metināšanas beigās pakāpeniski samazina loka jaudu/stieples padevi ātrumu, lai šuves nobeiguma krāteri (dobumu) varētu aizpildīt ar šķidro metālu.

Turklāt lielie metināšanas iekārtu ražotāji izstrādā īpašus režīmus metināšanai ar jaudīgāku metināšanas loku (biezam metālam), ar aukstāku loku (plānam metālam ar atstarpi), ar dubultu impulsu (lai paātrinātu vertikālo šuvju metināšanu) utt.

3.1. Mazjaudas aparāti ar maksimālo metināšanas strāvu līdz 180–250 A.

Šīs grupas iekārtu ražotājam galvenā prioritāte ir metināšanas aparāta nelielais izmērs un svars. Tipisks šīs grupas pārstāvis ir **Jasic MIG 200C** (1. pielikums, zīm. 1.1.), kā arī **Kemppi MinarcMig Evo 200**. Šīs grupas ierīces var iedalīt vairākās apakšgrupās. Visbiežāk šīs grupas metināšanas iekārtas izvēlas mājas meistari. Sīkāka informācija par šīs grupas aparātiem sniegta 4. nodaļā.

Šīs grupas aparātu raksturojums:

Plusi:

- mazs izmērs, neliels svars, mobilitāte, vienkārša metināšanas strāvas regulēšana (daži modeļi ir aprīkoti ar “sinerģisko” režīmu, piemēram, Kemppi MinarcMig Evo 200);
- pieslēgums vienfāzes tīklam (230 V), nav nepieciešama specializēta elektrolīnija. Jāņem vērā, ka, metināšanā izmantojot maksimālo strāvu, elektroenerģijas patēriņš var būt 6,5 kW un lielāks. Tādējādi strāvas patēriņš var sasniegt 28 A un vairāk. Vairums metināšanas aparātu nevar pieslēgt mājas elektrotīklam augstfrekvenču traucējumu dēļ.

Mīnusi:

- dažreiz tiek izmantots aparātā iemontētais metināšanas deglis, kuru nav iespējams nomainīt (nav iespējams uzstādīt cita ražotāja degli; apgrūtināta tīrīšana un apkope);
- paredzēts izmantot maza diametra tērauda stieples (parasti 0,8 – 1,0 mm, metināšanas rezultāts – maza produktivitāte);
- bieža spoles nomaiņa (tērauds: 1 kg un 5 kg) intensīvas metināšanas laikā;
- ilgstošs iekārtas darbs iespējams, metināšanas laikā izmantojot tikai salīdzinoši vāju strāvu (līdz 120 A, pie X=100 %), maza produktivitāte.

Izmantojamība:

- montāžas darbos izbraukumā,
- mājas darbnīcās,
- darbos garāžās,
- autoservisos,
- metināšanā, veidojot nelielas – pieķeršuves (nelielu izstrādājumu montāžā) ražošanas apstākļos.

3.2. Vidējas jaudas aparāti ar maksimālo metināšanas strāvu līdz 350–400 A

Šīs grupas aparāti ir iekļauti visbiežāk izmantoto metināšanas iekārtu kategorijā vidēja lieluma rūpnieciskajā ražošanā. Šīs grupas aparātiem, piemēram, **EWM Taurus 355 Basic TKM** (skat. 1. pielikumu, zīm. 1.2.), kā arī **Lincoln Electric POWERTEC i320C STD PACK**, **Lincoln Electric POWERTEC i320C ADV PACK**, **Kemppi Kempact 323 AMV**, barošanas avots ir apvienots vienā korpusā ar stieples padeves mehānismu. Pēdējā laikā ražotāji arvien vairāk ražo vidējas jaudas aparātus divās (vai vairākās) versijās:

1. ar pamatfunktionalitāti un mazākām izmaksām, piemēram, **Lincoln Electric POWERTEC i320C STD PACK**. Šīm ierīcēm ir lielāka jauda, salīdzinot ar pirmās grupas modeļiem, tomēr aprīkojums gandrīz neatšķiras no iepriekšējās grupas modeļiem: bieži vien nav “sinerģiskā” (synergic) režīma, nav iespējas strādāt impulsa režīmā (pulse). Nav iespējas regulēt gāzes plūsmu pirms metināšanas uzsākšanas un pēc metināšanas pabeigšanas, nav krātera aizpildes režīma utt.;

2. ar uzlabotu funkcionalitāti un lielāku cenu, piemēram, **Lincoln Electric POWERTEC i320C ADV PACK**. Parasti šiem aparātiem ir pievienots impulsa metināšanas režīms (paredzēts augstākās kvalitātes nerūsējošā tērauda un alumīnija sakausējumu metināšanai), ir uzstādīts interaktīvs LCD displejs, ar kuru tiek izvēlētas metināšanas funkcijas, izmantojot MENU sistēmu, un tiek pievienots sinerģiskais (synergic) režīms.

Šīs grupas aparātu raksturojums.

Plusi:

- iespēja ilgstoši darboties ar lielākām strāvām: no 190 A (ar stieples diametru 1,0 mm) un augstākām pie $X=100\%$ (liela metināšanas produktivitāte);
- iespēja metināt ar stiepli, kuras diametrs ir 1,2 mm vai lielāks (liela produktivitāte);
- lielāka diametra spoļu izmantošana (līdz 300 mm), kas samazina laika zudumus biežai stieples maiņai;
- noņemama degļa šļūtene ar eirosavienotāju (skat. 5. nodaļu). Tas ļauj pieslēgt garāku degļa šļūteni, kā arī jaudīgāku cita ražotāja degli;
- iespēja uzstādīt degļa dzesēšanas bloku un metināt ilgāku laiku ar stiprākām strāv, nebaidoties no degļa pārkaršanas.

Mīnusi:

- pieslēgums trīsfāžu tīklam (400 V), nepieciešamība pievadīt atsevišķu elektrolīniju ar speciāli aprīkotu elektrības savienotāju;
- aparātu lielais svars un gabarīti (bieži vien barošanas avots un stieples padeves mehānisms atrodas vienā korpusā) neļauj to izmantot pārnēsāšanai un montāžas darbiem;
- pamatkonfigurācijā nav digitālu metināšanas loka regulēšanas režīmu, kas uzlabo šuves kvalitāti un vienkāršo metinātāja darbu;
- ūdens dzesēšanas iekārta bieži tiek iegādāta atsevišķi, kas prasa papildu ieguldījumus,
- metināšanas loka digitālu režīmu trūkuma dēļ nepieciešami augstākas kvalifikācijas metinātāji.

Izmantojamība:

- metināšana mazās un vidējās ražošanās;
- metināšana autoservisos, lielās darbnīcās vai mācību centros.

3.3. Lieljaudas aparāti ar maksimālo metināšanas strāvu līdz 600 A

Šīs grupas aparātiem, piemēram, **Kemppi FastMig M** (skat. 1. pielikumu, zīm. 1.3.), **EWM Titan XQ 600 puls DW EX LAN**, **Fronius MIG-MAG TPS 600i** ir modulāra konstrukcija: barošanas modulis ar dzesēšanas sistēmu + noņemams stieples padeves modulis. Šīs grupas iekārta piederīga profesionālas metināšanas aparātu kategorijai metināšanai smagos rūpniecības un robotizētas ražošanas apstākļos.

Šīs grupas aparātu raksturojums:

Plusi:

- metināšanas loka digitālie režīmi (augstas kvalitātes metināšana visās telpiskajās pozīcijās, minimāla izšļakstīšanās, nav nepieciešams augsti kvalificēts metinātājs);

- spēja kontrolēt metināšanas parametru atbilstību metināšanas procesa tehnoloģijai (WPS) katram metinājumam;
- elektroniskās piekļuves (atslēgas) sistēma ļauj pārsūtīt informāciju par visiem metinātājiem un visām sametinātām šuvēm, kas jebkad metinātas ar šo ierīci;
- noņemama šļūtene (eirosavienotājs, skat. 5. nodaļu), kas ļauj pieslēgt garāku degļa šļūteni, kā arī īpašam nolūkam paredzētu degli;
- stieples padevēja konstrukcija ļauj palielināt metināšanas rādiusu, pateicoties noņemamajam modulim;
- tiek nodrošināta ar ūdeni dzesējama degļa izmantošana, kas ļauj metināt ar lielāku strāvu, nebaidoties no pārkaršanas;
- iespēja metināt ar stiepli diametrā līdz 1,6 (Fe) mm, līdz 2,4 mm (Al), liela metināšanas produktivitāte;
- iespēja ilgstoši darboties ar lielām strāvām no 430 A un vairāk pie $X=100\%$, liela metināšanas produktivitāte;
- iespēja metināt lielāka biezuma metālu (no 10 mm un vairāk).

Mīnusi:

- nepieciešams pieslēgums trīsfāžu tīklam (400 V) (speciāli aprīkotas elektrolīnijas un elektrības savienotājs);
- liels izmērs un svars (līdz 120 kg un vairāk) neļauj izmantot aparātu pārnēsāšanai;
- apgrūtināta iestatījumu regulēšana prasa personāla papildu apmācību;
- dārgs remonts un apkope;
- augstākā cena.

Izmantojamība:

- metināšana vidējā un lielajā ražošanā;
- robotizēta metināšana;
- izmantošana Industry 4.0 kompleksā (apvienojot visus aparātus vienā tīklā ar metināšanas režīmu kontroli).

4. Ko izvēlēties metālmeistaram?

Mājsaimniecībā ik pa laikam rodas nepieciešamība salabot vai sametināt nelielus izstrādājumus vai detaļas, visbiežāk tērauda: kāpnes, barbekjū, stalažas, žogus, nojumes, siltumnīcas u. c. Līdz šim laikam šai nolūkā tika izmantoti galvenokārt rokas loka metināšanas (MMA) aparāti. Tagad sākotnējā līmeņa MAG aparāta cena ir līdzīga MMA aparāta cenai, tāpēc arvien vairāk meistarų izlemj iegādāties pusautomātisko metināšanas iekārtu – MAG. Tālāk aplūkosim, kam jāpievērš uzmanība, izvēloties MAG aparātu.

4.1. Mājas darbnīcas pusautomātisko metināšanas iekārtu apskats

Šobrīd (2024. gadā) mazjaudas vienfāzes aparātiem (3.1. nodaļā aparāti ar jaudu līdz 180–250 A) var izšķirt šādas apakšgrupas:

1. Aparāti vaļaspriekam (hobby)

Paredzēti neliela biezuma (līdz 3 mm) metāla metināšanai un īslaicīgiem metināšanas darbiem. Vienkāršota aparātu vadība un iestatīšana ļauj meistariem bez lielas pieredzes demonstrēt savas spējas. Šajā grupā ietilpst, piemēram, **Parkside PIFDS 120 A1**, **Spartus Easy MIG 125**, **Scheppach WSE3500**.

Aparātu raksturojums:

Plusi:

- zemākā cena MAG metināšanas aparātu tirgū (2024);
- mazs svars (apmēram 7 kg), kas ir salīdzināms ar aparātiem rokas loka metināšanai ar pārklātiem elektrodiem MMA;
- nav nepieciešama aizsarggāzes padeve, nav nepieciešams aizsarggāzes balons (metināšana notiek, tikai izmantojot pašaizsargājošu pulverstiepli);
- komplektā parasti ietilpst darbam nepieciešamie piederumi un palīgmateriāli: zemējuma kabelis, deglis, metināšanas maska ar aptumšotu stiklu, vairāku izmēru kontaktuzgaļi: (skat. 5. nodaļu – Degļi), 0,6 mm, 0,8 mm, 1,0 mm; āmurs ar stiepli birsti izdedžu tīrīšanai, spole (parasti 100 mm diametrā) ar pašaizsargājošu stiepli (200 - 400 g).

Mīnusi:

- ļoti īslaicīgs darba cikls $X(20\%) = 100 \text{ A}$. Nepieciešams rūpīgi uzraudzīt metināšanas laiku un strāvas, lai novērstu iekārtas pārkaršanu;
- ar maksimālo strāvu var metināt līdz 3 mm biezu tēraudu, ierīce nav piemērota biezu sienu metāla konstrukciju metināšanai;
- vienkāršota metināšanas iekārtas regulēšana, kas atspoguļojas šuves raupjā izskatā un nelielajā metāla iespiešanās dziļumā;
- pēc metināšanas ir nepieciešams notīrīt šuvi no izdedžiem, kas rodas, izmantojot pašaizsargājošo stiepli ar sārņu pulvera pildījumu;
- degļa šļūtene un zemējuma kabelis ir diezgan īsi (< 2,5 m), tādēļ ir neērti strādāt ar lielākām konstrukcijām;
- nenonemama degļa šļūtene neļauj uzstādīt garāku degli, kā arī apgrūtina apkopi;
- zemējuma kabeļa spaile izgatavota no ļoti plāna materiāla, kas nav paredzēts ilgstošam darbam uzkaršanas un deformācijas dēļ;
- komplektā iekļauto masku nevar uzlikt galvā, bet metinot tā jātur rokā.

Izmantojamība:

- nelieliem remontdarbiem, piemēram, krēsla metāliskās kājas remonts;
- žoga sekcijas remontam un autoizpūtēja aizmetināšanai (ja ir padziļinātas zināšanas metināšanā).
- dekoratīviem un lietišķiem darbiem (mēbeļu furnitūra, galda dekoratīvie sadzīves priekšmeti, piemēram, galda piederumu turētājs, pudeļu statīvs u. c., kur nav iespējama lodēšana);
- iepazīstināšana ar metināšanas procesu nespecializētos mācību centros.

2. Iesācēja līmeņa aparāti (beginner)

Paredzēti metāla līdz 5 mm un vairāk biezumā ilgākai metināšanai. Piemēroti meistariem, kas vēlas apgūt metināšanu un uzlabot savas prasmes, strādājot mājas darbnīcā. Ļoti bieži šīs grupas aparāti apvieno dažādas metināšanas tehnoloģijas: MAG, MMA, TIG. Šajā grupā ietilpst, piemēram: **Parkside PMSG 200A2**, **Spartus Easy MIG 215S**, **TORROS MIG160A**.

Aparātu raksturojums.

Plusi:

- lielākas metināšanas strāvas, salīdzinot ar hobijs līmeņa aparātiem $X (20\%) = 140 - 200A$;
- vienā aparātā var būt iebūvēti dažādi metināšanas veidi: MAG, TIG, MMA,
- iespējams metināt gan ar aizsarggāzi (nelegētiem tēraudiem iesakām izmantot maisījumu **Ferroline C18**, sīkāk – gasbox.lv), gan ar pašaizsargājošo stiepli (metināšana bez aizsarggāzes);
- ir iespēja metināt izstrādājumus no nerūsējošā tērauda ar MAG metodi (augstākās kvalitātes metināšana tiek veikta impulsa (pulse) metināšanas režīmā, bet ar šo režīmu nav aprīkoti visi šīs grupas aparāti). Nerūsējošā tērauda metināšanai ieteicams izmantot aizsarggāzi **Inoxline C2**;
- ir iespēja metināt izstrādājumus no alumīnija sakausējumiem ar MIG metodi (augstākās kvalitātes metināšana tiek veikta ar iekārtu impulsa (pulse) metināšanas režīmā, bet ar šo režīmu nav aprīkotas visas šīs grupas ierīces). Alumīnija sakausējumu metināšanai kā aizsarggāzi ieteicams izmantot argonu (Ar), kā arī maisījumus ar hēliju, piemēram, **Aluline He30**, sīkāk – gasbox.lv;
- deglis MAG metināšanai ir noņemams, nepieciešamības gadījumā to var nomainīt pret garāku;
- sinerģiskais (**synergic**) režīms, kas ļauj regulēt metināšanas parametrus, izmantojot vienu pogu – regulatoru;
- spoles diametrs ir lielāks ($D=200\text{ mm}$), var metināt ilgāku laiku;
- komplektā ir viss nepieciešamais MAG un MMA metināšanai;
- aparātam ir neliels izmērs un svars (līdz 15 kg).

Mīnusi:

- aparāts paredzēts īslaicīgiem darbiem, metinot ar maksimālu strāvu;
- salīdzinoši maza metināšanas strāva neļauj izmantot aparātu liela apjoma ražošanā;
- rūpīgi jāuzrauga metināšanas laiks un strāvas, lai novērstu iekārtas pārkaršanu;
- lielākās izmaksas, salīdzinot ar iepriekšējās grupas modeļiem;
- lai arī ir nerūsējošā tērauda un alumīnija sakausējumu metināšanas iespēja, kvalitatīva šo materiālu metināšana ir iespējama tikai impulsa (pulse) režīmā, bet šī funkcija nav instalēta visiem šīs klases aparātiem vai arī tā ir uzstādīta vienkāršotā veidā;
- TIG metināšana iespējama tikai ar “pieskaršanās” (lift TIG) metodi (loka aizdedzināšana, pieskaroties ar volframa elektrodu uz sagataves; nepieciešams speciāls ventiļa TIG deglis ar aizsarggāzes atvēršanas vārstu). “Lift TIG” metode ir piemērota metināšanai tikai mājas darbnīcā, jo metinātajā šuvē var iekļūt volframa elektroda daļiņas. Gāzes un palīgmateriālus var iegādāties internetā: gasbox.lv.

Izmantojamība:

- var izmantot gan remontdarbiem, gan metināšanai un smalku izstrādājumu izgatavošanai, piemēram, barbekjū, dārza siltumnīcās, nojumēs u. c.;
- šīs apakšgrupas aparāti ir paredzēti meistariem, kas vēlas apgūt dažādus metināšanas procesus: MAG, MMA, TIG, bet metināšanas darbus veic reti. Piemērots metinātājiem iesācējiem.

3. Uzlabota līmeņa aparāti (advanced)

Paredzēts pusprofesionālai, kvalitatīvai tērauda konstrukciju (līdz 5 mm un biezāku), kā arī konstrukciju no alumīnija sakausējumiem (līdz 2–3 mm biežumā) metināšanai. Šīs grupas aparāti ir piemēroti meistariem, kas plāno padarīt metināšanu un metālapstrādi par savu galveno darbības jomu. Šīs grupas aparātos apvienoti dažādi metināšanas veidi: MAG, MMA, TIG, piemēram, **EWM Picomig 220 Synergic TKG** un **ESAB Rebel™ EMP 215ic**, vai arī ir tikai MAG metināšana, piemēram, **Kemppi MinarcMig Evo 200**.

Aparātu raksturojums.

Plusi:

- lielākas metināšanas strāvas un ilgāks metināšanas laiks, salīdzinot ar iepriekšējās grupas aparātiem $X(35\%) = 180 - 200A$;
- pārdomātākā ergonomika. Ierīces triecienizturīgais korpuss var izturēt kritienus no neliela augstuma. Aparātiem ir izturīgāki elektroniskās shēmas elementi. Aparāts paredzēts darbam smagos ražošanas apstākļos;
- dažos modeļos iespējams pārslēgties starp dažādiem metināšanas veidiem: MAG, TIG, MMA;
- iespējams metināt MAG, gan izmantojot aizsarggāzi (oglekļa tēraudiem iesakām izmantot **Ferroline C18**, sīkāk – **gasbox.lv**), gan ar pašaizsargājošo stiepli (metināšana bez aizsarggāzes);
- nerūsējošā tērauda izstrādājumus iespējams metināt ar MAG metodi (augstākas kvalitātes metināšana iespējama impulsa (pulse) metināšanas režīmā; bet šis režīms nav iebūvēts visām šīs grupas ierīcēm). Nerūsējošā tērauda metināšanai ieteicams izmantot aizsarggāzi **Inoxline C2**, sīkāk - **gasbox.lv**;
- izstrādājumus no alumīnija sakausējumiem iespējams metināt ar MIG metodi (augstākas kvalitātes metināšana iespējama impulsa (pulse) metināšanas režīmā; bet šis režīms nav iespējams ar visām šīs grupas ierīcēm). Alumīnija sakausējumu metināšanai ieteicams izmantot **argona (Ar)** aizsarggāzi, kā arī **Aluline He30**, sīkāk – **gasbox.lv**;
- noņemamais deglis (izņemot **Kemppi MinarcMig Evo 200**) MAG metināšanai ļauj nepieciešamības gadījumā pieslēgt garāku šļūteni, kā arī ūdens dzesēšanas sistēmu;
- "sinerģiskais" (synergic) režīms ļauj atvieglot metināšanas parametru regulēšanu;
- stieples spoles lielais diametrs ($D=200\text{ mm}$) ļauj metināt ilgāku laiku;
- stieples padevei dažos modeļos var izmantot 4 rullīšu mehānismu, kas nodrošina vienmērīgāku, stabilāku stieples padevi, kas nozīmē labāku metināšanu.

Mīnusi:

- salīdzinoši īss nepārtraukts darba laiks (līdz 3,5 min.) ar maksimālo strāvu;
- lai arī ir iespējams metināt nerūsējošā tērauda un alumīnija sakausējumu, kvalitatīva šo materiālu metināšana ir iespējama tikai impulsa (pulse) režīmā. Impulsa funkcija parasti ir dārgākajos šīs klases modeļos;
- TIG metināšana iespējama tikai ar pieskaršanās (lift TIG) metodi (loka aizdedzināšana ar pieskārienu, nepieciešams speciāls ventiļa TIG deglis ar aizsarggāzes atvēršanas ventili). TIG metināšanai mēs iesakām izmantot universālo aizsarggāzi: argonu (Ar) vai maisījumus, kas ir specializēti konkrētam metālam. Gāzes un palīgmateriālus metināšanai var iegādāties interneta veikalā: **gasbox.lv**;
- salīdzinoši liels aparātu svars (līdz 18 kg);
- salīdzinoši liela cena (līdz 2000 euro un lielāka, 2024).

Izmantojamība:

- var izmantot gan remontdarbiem, gan nelielu izstrādājumu metināšanai, piemēram, barbekjū, dārza siltumnīcās, nojumēs u. c.;
- var izmantot ražošanā lielu konstrukciju salikšanai (ar pieķeršuvēm);

- šīs apakšgrupas aprātus (to salīdzinoši mazā svara dēļ) bieži izmanto autoservisos, mazās darbnīcās un montāžas darbos.

Aparāta sagatavošana darbam.

Pēc tam, kad esat izlēmuši, kuru MAG aparātu izvēlēties, jums vajadzētu to apskatīt tuvāk, izprast tā tehnisko aprīkojumu un uzzināt, kā aparātu sagatavot darbam. Turpmāk mēs koncentrēsimies uz kompaktajiem pusautomātiskajiem aparātiem:

iesācēja (beginner) un

Uzlabotajā (advanced) līmeņos.

Tipiskais šīs klases MAG pusautomāts ir parādīts zīm. 4.1. Šim aparātam ir mazs svars un nelieli izmēri, tam ir izturīgs korpuss un saprotami iestatījumi.



4.1. zīmējums. Pārnēsājama pusautomātiskā metināšanas iekārta [1].

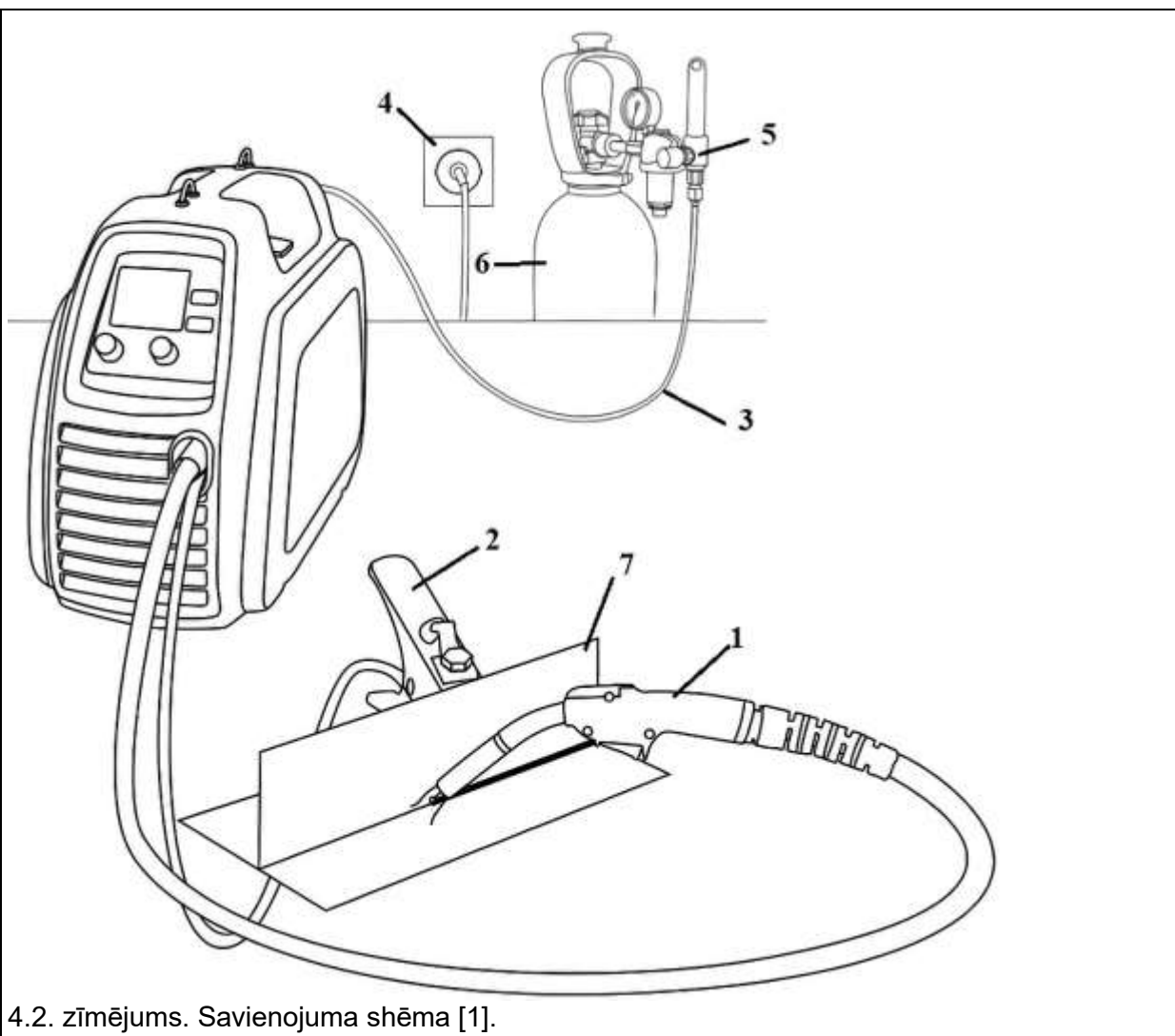
4.1. zīmējumā attēlots Kemppi MinarcMig Evo metināšanas MAG aparāts, kas paredzēts rokas loka metināšanai ar mehanizēto stieples elektroda padevi.

1. – Strāvas kabelis;
2. – Galvenais slēdzis;
3. – Gāzes padeves šļūtenes savienotājs
4. – Metināšanas deglis un degļa šļūtene;
5. – Zemējuma spaile un kabelis.

Aparāta sagatavošana darbam (Zīm. 4.2.):

1. Pirms darba uzsākšanas veic aparāta vizuālu pārbaudi – pārlicinās, ka tam nav bojājumu;

2. Strāvas kabeli (4) pievieno barošanas tīklam (230 V) ar tīkla drošinātāju (16A, vai lielāku);
3. Speciālajā aparāta nodalījumā uzstāda spoli ar metināšanas stiepli – 1kg vai 5kg (5 kg spoles uzstādīšanas procedūra aprakstīta tālāk – 4.7. attēlā);
4. Ar gāzes reduktoru (5) (metināšanas gāzēm Elme Messer Gaas parasti izmanto vītņi G3/4") savieno balonu ar metināšanas aizsarggāzi (6) un metināšanas aparātu, izmantojot specializētu gāzes šļūteni (3), kas marķēta saskaņā ar ISO 3821 standarta prasībām: CO₂, Argon;
5. Pirms metināšanas uzsākšanas zemējuma spaiļi (2) ir jāpievieno pie detaļas (7) (vienlaidus metināšanas stieplei, polaritāte: (-) – zemējums, (+) – metināšanas deglis);
6. Metināšanas procesu veic, izmantojot metināšanas degli (1). Metināšanas degļus, metināšanas stieples un citus palīgmateriālus varat iegādāties interneta veikalā **gasbox.lv**.



4.2.1. Stieples padeves mehānisms

MAG (MIG) metināšanas iekārtas stieples padeves mehānisma (zīm. 4.3.) sastāvs:

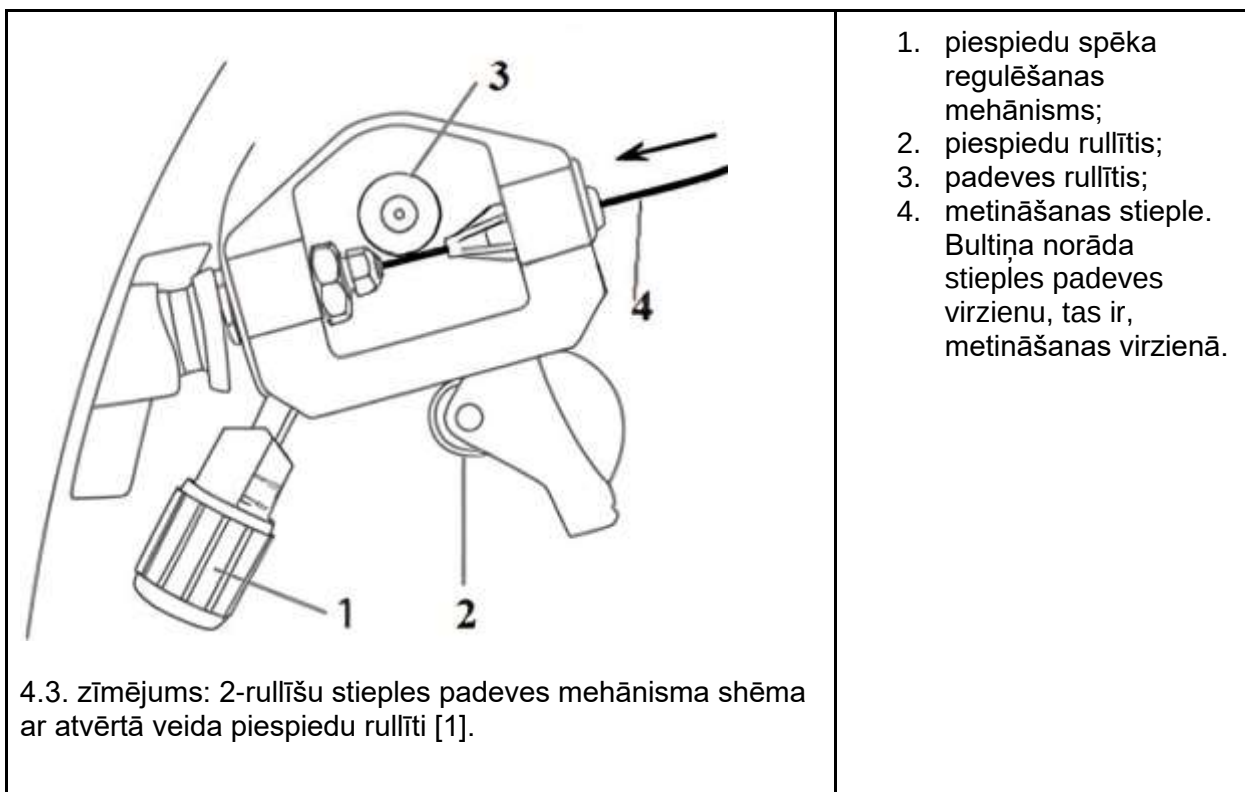
- padeves rullītis 3 (vai 2 rullīši);
- piespiedu rullītis 2 (vai 2 rullīši);
- saspiešanas spēka regulators 1 (metināšanas stieple 4, bultiņa norāda stieples padevi metināšanas loka virzienā).

4.3. zīmējumā parādīts stieples padeves mehānisms tās vilkšanas režīmā. Darba režīmā rullītis (2) piespiež stiepli pie padeves rullīša (3) (ļoti svarīgi precīzi ielikt stiepli attiecīgajā rullīša rievā) un nofiksē ar piespiedu mehānismu (1). Ar piespiedu regulēšanas mehānismu zem regulatora tiek veiktas atzīmes, tādējādi iespējams atzīmēt nepieciešamo saspiešanas spēku.

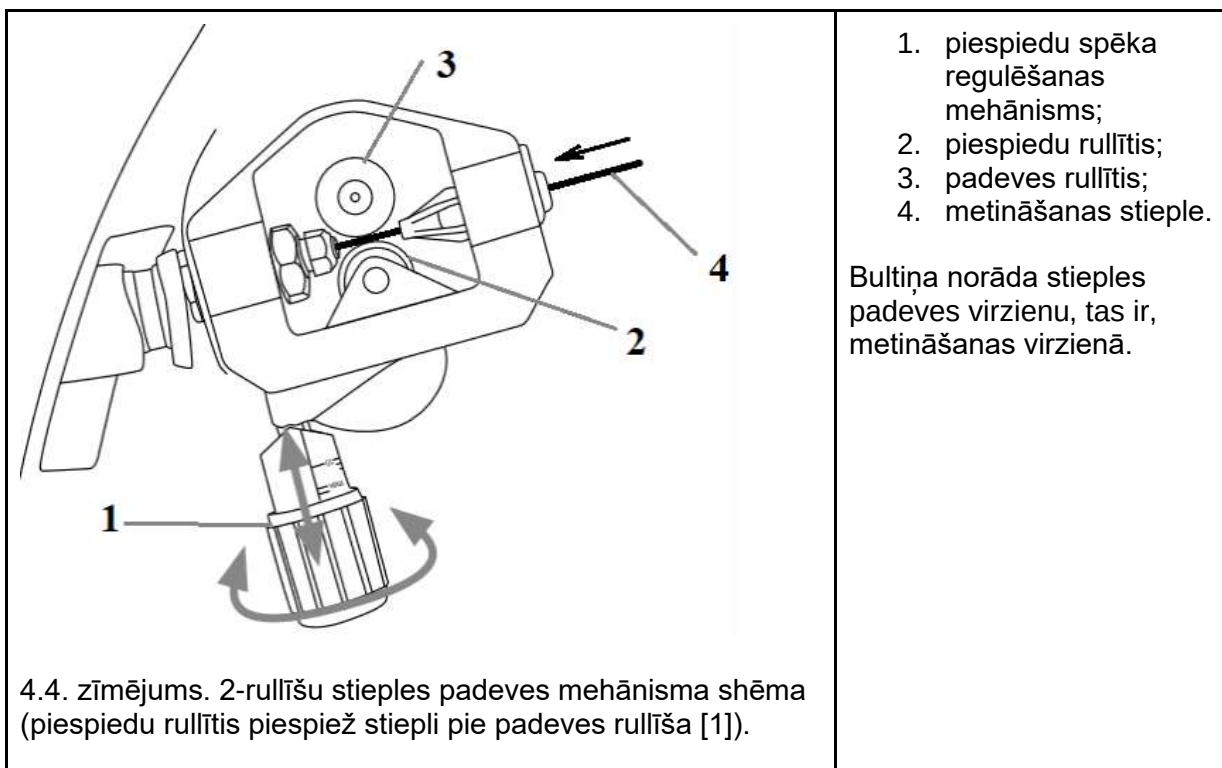
Saspiešanas spēku regulē, pagriežot rokturi pa kreisi vai pa labi, atkarībā no stieples (4) diametra. Pareizi noregulētas saspiešanas galvenais kritērijs ir šāds: pārvietojoties stieplei nevajadzētu slīdēt starp rullīšiem vai deformēties pārmērīgas saspiešanas dēļ.

Metināšanas aparātu ražotāji izmanto divu veidu stieples padeves mehānismus – 2-rullīšu (zīm. 4.3. un zīm.4.4.) un 4-rullīšu. Visos aparātos tiek izmantoti stumšanas veida stieples padeves mehānismi.

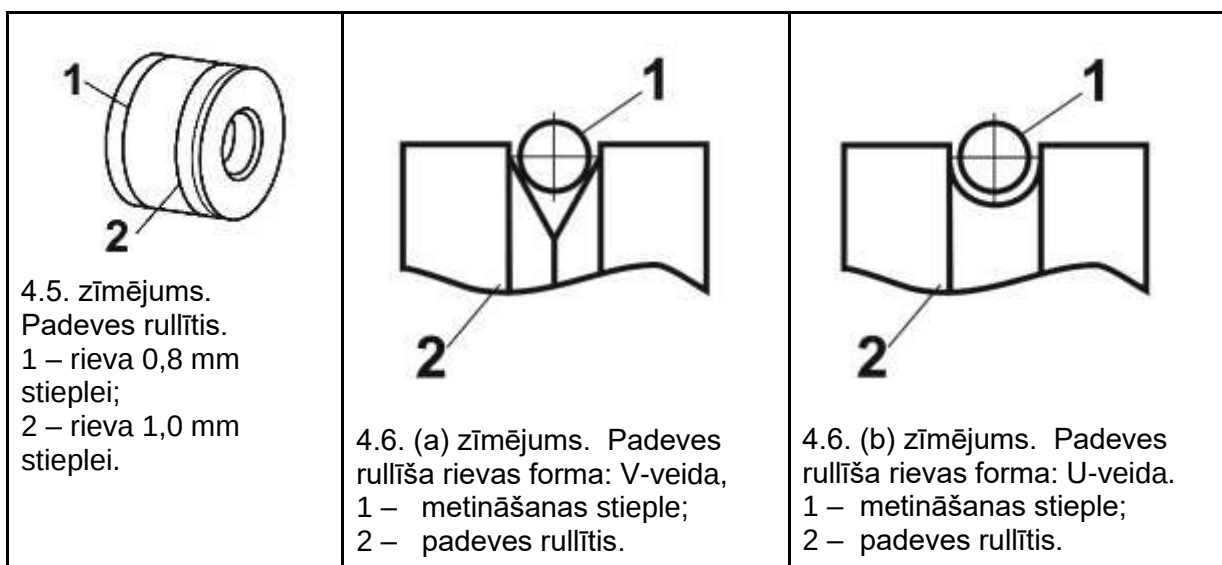
Ar 4-rullīšu mehānisma palīdzību iegūst lielāku un stabilāku stieples vilkšanas spēku, īpaši, ja izmanto stiepli diametrā virs 1,2 mm un degļa šļūtenes garumā virs 4 metriem. Tāda veida mehānismi parasti ir ierīkoti vidējas- un lieljaudas aparātos.



4.5. zīmējumā redzams metāla padeves rullītis ar divām rievām (1 un 2). 1. rievā paredzēta stieplei diametrā 0,8 mm un 2. rievā – stieplei 1 mm diametrā. Mainot stieples diametru, padeves rullītis tiek izmantots apgrieztā veidā, tāpēc, izmantojot divus dažādus stieples diametrus, jūs varat strādāt ar vienu rullīšu komplektu.

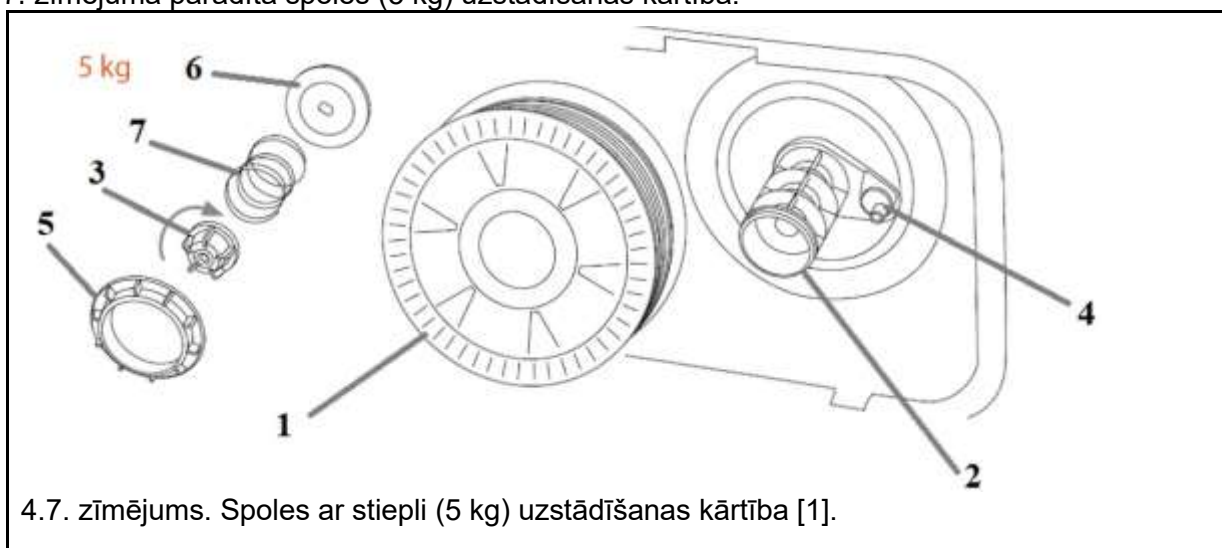


4.6. (a) zīmējumā parādīts padeves rullīša profils ar V-veida rievu oglekļa tērauda stieples vai nerūsējošā tērauda stieples (CrNi) vilkšanai (tiek izmantots arī kā universāls rullītis jebkura veida stieplei). Rullīšus ar V-veida rievu ar iegriezumiem izmanto pulverstieplei. Alumīnija (Al) un alumīnija sakausējumu (AlSi, AlMg) stieplei tiek izmantoti rullīši ar U-veida rievu, att. 4.6. (b).



Pārnēsājamajiem aparātiem visbiežāk tiek izmantota metināšanas stieple ar 5 kg vai 1 kg spoli.

4.7. zīmējumā parādīta spoles (5 kg) uzstādīšanas kārtība.

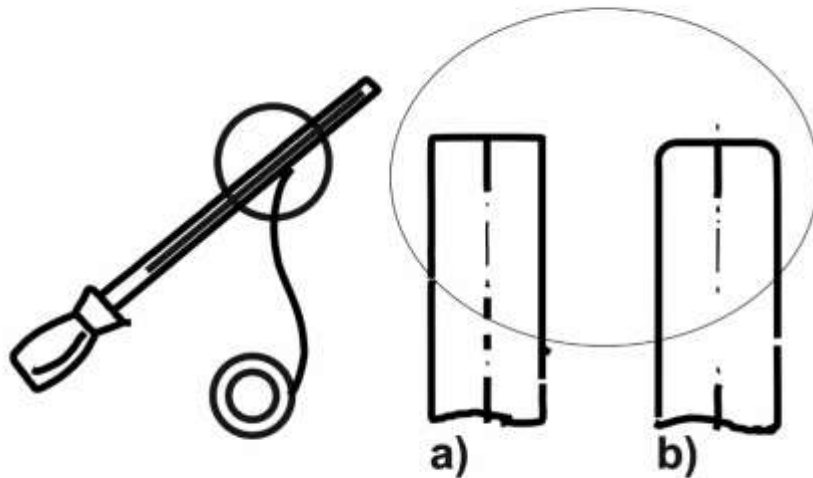


Spoles uzstādīšana jāveic šādi:

1. spole ar stiepli (1) ir uzstādīta uz sēdekļa (2) ar integrētu bremsēšanas mehānismu (3, 5, 6, 7), tapa (4) jāievieto spoles ligzdā. Sēdekļa (2) iekšpusē ir uzstādīta paplāksne (6), pret kuru balstās atspere (7), atsperes saspiešana tiek regulēta ar uzgriežņa (3) palīdzību. Izmantojot atsperi, tiek atvieglota vai apgrūtināta stieples spoles rotācija. Tas nepieciešams, lai stieples padeves mehānisms būtu nosprīgotā stāvoklī un nevarētu spontāni izlēkt no spoles. Spoli (1) nostiprina uz sēdekļa ar stiprinājuma gredzenu (5).

2. Pirms stieples ievietošanas padeves mehānismā stieples gals jāapvīlē ar vīli (zīm. 4.8.), lai tā neiesprūstu stieples kanālā (vadīklā). Pēc spoles uzstādīšanas uz sēdekļa no tās uzmanīgi jānotin 2–4 stieples vijumi un, atlaižot piespiedi rullīti (2) (zīm. 4.3.), stieples galu (30–50 mm) ievieto degļa šļūtenes stieples padeves kanālā (vadīklā). Jāpārliecinās, vai saskarē ar padeves rullīti (3) (zīm. 4.3.) stieple ir precīzi ievietota atbilstošajā rievā (zīm. 4.5., 4.6.).

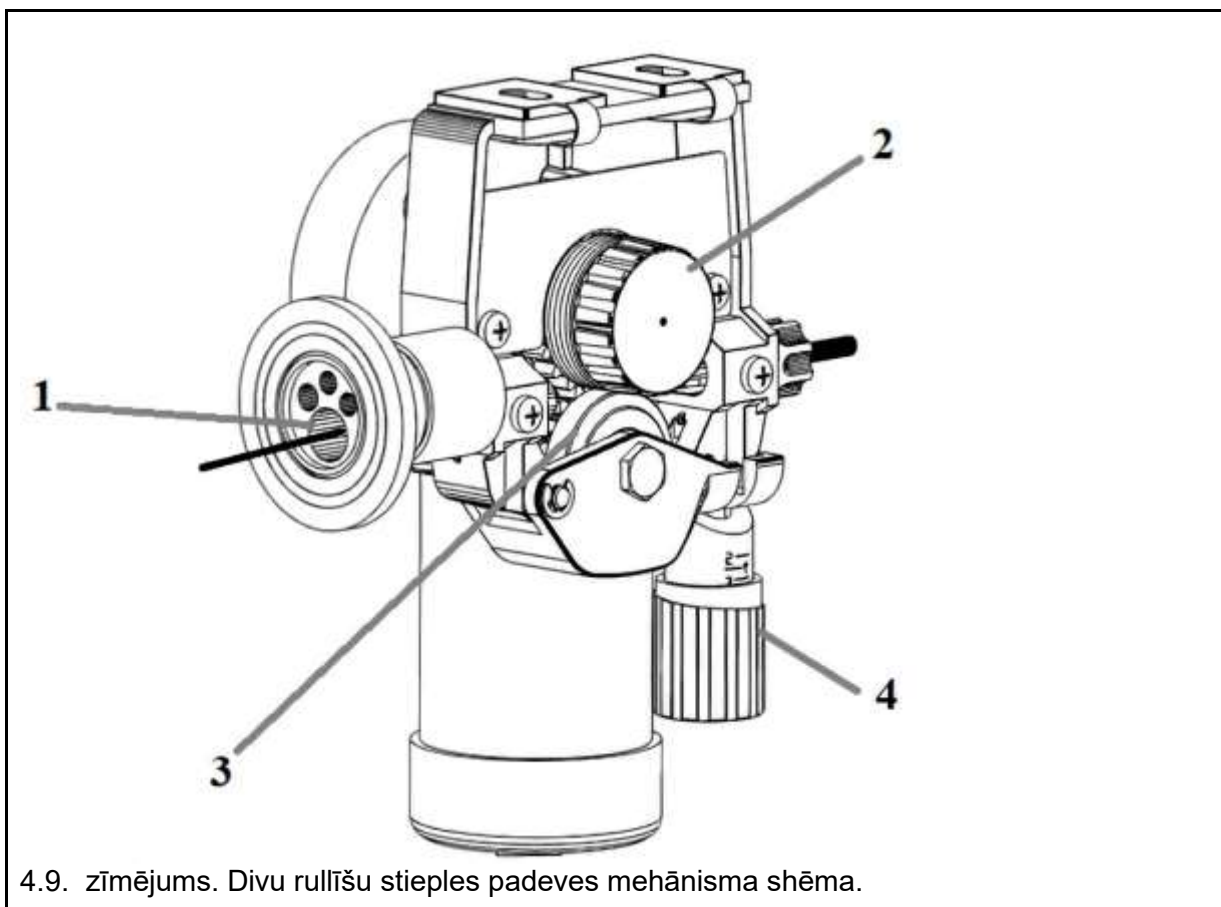
3. Gadījumā, ja metināšanas aparātam ir eirosavienotājs (zīm. 4.9.), pēc stieples uzstādīšanas tās gals (30–50 mm) parādīsies kanālā (1). Tad nepieciešams pagriezt sviru (4) tā, lai piespiedu rullītis (3) tiktu piespiests pie padeves rullīša (2) (jāpārlicinās, ka stieple nonāk attiecīgajā padeves rullīša rievā). Pēc tam pievienot metināšanas degļa šļūteni un, piespiežot degļa pogu, ievilkt stiepli, līdz tā parādās no kontaktuzgala.



4.8. zīmējums.

Stieples gala noapaļošana ar vīli:

- a) neapstrādāta stieple,
- b) apstrādāta stieple.



4.9. zīmējums. Divu rullīšu stieples padeves mehānisma shēma.

5. Metināšanas degļi

Viens no lielākajiem metināšanas degļu ražotājiem pasaulē ir Vācijas uzņēmums Abicor Binzel (Abicor grupa), kas dibināts 1945. gadā. Abicor grupa ražo arī savienotājus un metināšanas degļu aksesuārus; izstrādā metināšanas procesus: Metal Active Gas (MAG), Metal Inert Gas (MIG), Tungsten Inert Gas (TIG), Manual Metal Arc (MMA), Plasma Arc Welding (PAW), lāzera un plazmas griešanas risinājumus, kā arī ražo dzesēšanas šķidrumus, šlakatu nepiedegošos šķidrumus un volframa elektrodus.



Viens no Abicor Binzel izstrādājumiem ir centrālais (universālais) adapteris (zīm. 5.1. un 5.2.). To izmanto, lai savienotu metināšanas aparātu ar metināšanas degli (tā saukto eiro-ligzdu), kas ir kļuvusi par de facto standartu MAG (MIG) aparātiem.

5.1. Metināšanas degļu (MAG / MIG) klasifikācija un izvēle

Degļus elektroloka metināšanai un ar tām saistīto procesu projektēšanas prasības regulē starptautiskais standarts:

EN IEC 60974-7 Arc welding equipment Part 7: Torches (Lokmetināšanas iekārtas 7. daļa: Degļi).

Standarts attiecas uz manuālajiem, automātiskajiem, ar gaisa vai šķidruma dzesēšanas degļiem, kā arī mehанизētiem degļiem ar spolēm un degļiem ar dūmu nosūkšanas sistēmu. Praksē degli konkrētajam metināšanas aparātam (ar nosacījumu, ka aparāts nodrošina maināmu šļūteni) izvēlas šādi:

1. izvēlas metināšanas degļa veidu:

- a) ar gaisa dzesēšanu (air cooled) vai
- b) ar šķidruma dzesēšanu (liquid cooled).

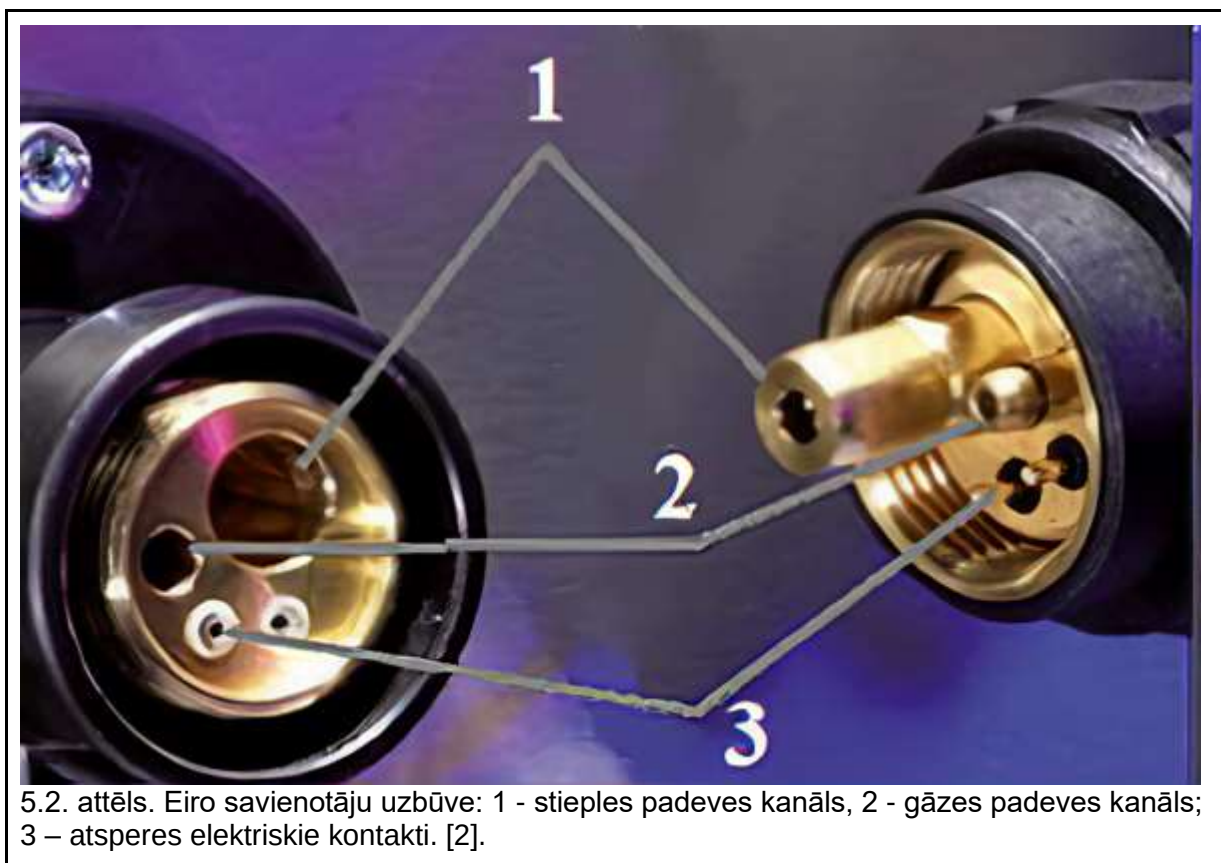
Izvēli veic atkarībā no dzesēšanas bloka esamības: tas ir vai nav pievienots metināšanas aparātam.

5.1. zīmējumā redzams ar šķidruma dzesēšanu aprīkots deglis, kurā ir divas papildus šķidruma šļūtenes, apzīmētas ar zilu un sarkanu krāsu.

Ar ūdeni dzesējamam deglim ir šādas priekšrocības:

- mazāki izmēri un svars, metinot ar tādām pašām strāvām, nekā ar gaisu dzesējamam deglim;

- Ilgāks darba cikls, strādājot ar līdzīgām strāvām, nekā ar gaisu dzesējamam deglim.



2. Nominālajai metināšanas strāvai (dotajam DC (X)%), kas norādīta degļa tehniskajā pasē, vajadzētu būt tuvu nominālajai metināšanas strāvai (dotajam DC (X)%), kas norādīta metināšanas aparāta tehniskajā pasē.

Degļa pasē norādīta nominālā metināšanas strāva, darbojoties CO₂ vidē un/vai gāzes maisījumu vidē – (CO₂ + argons, grupa M21 saskaņā ar EN ISO 14175). Turpmākajās nodaļās tiks apskatītas aizsarggāzu īpašības.

3. Jāpievērš uzmanība attiecīgajam degļa tipam piemērotās stieples diametra diapazonam.

5.1. tabulā dota MB (ar gaisa dzesēšanu) sērijas degļu kompānijas Abicor Binzel klasifikācija (EN IEC 60974-7).

Piemērs: metināšanas degļa izvēle metināšanas aparātam ar līdzīgiem parametriem kā **Jasic MIG 200C (JM-200C)** (sk. 1. pielikumā zīm. 1.1.).

Degļa veids	Metināšanas strāva, A		X (darba cikls), %	Stieples diametrs, mm
	CO ₂	MIX M21		
MB 15	180	150	60	0,6–1,0

MB 24	250	220	60	0,8–1,2
MB 25	230	200	60	0,8–1,2
MB 26	270	240	60	0,8–1,2
MB 36	320	290	60	0,8–1,2

5.1. tabula MAG – degļi ar gaisa dzesēšanu [2].

Aparāta tehniskajā dokumentācijā (sk. 1. pielikumu) metināšanas strāvas stiprums/spriegums (pie apkārtējā gaisa temperatūras + 40°C):

PV (X) 35% 200 A/– B;

PV (X) 100% – A/– B

Pēc degļu izvēles kritērijiem:

1. Izvēlamies degļa veidu atkarībā no metināšanas aparāta – bez dzesēšanas bloka – degļi ar gaisa dzesēšanu.
2. **5.1. Tabulā** dota dažādu metināšanas degļu nominālā metināšanas strāva un darba cikls. Mūsu aparātam (MF (X) = 35%, 200 A) piemērots deglis: MB 24 (MF (X) = 60% 220 A (250 A)).
3. metināšanai ar Jasig MIG 200C, izmanto galvenokārt stiepli 0,8 mm diametrā. Saskaņā ar 5.1. tabulu deglim MB 24 tiek izmantota stieple 0,8–1,2 mm diametrā.

Secinājums: metināšanas aparātam Jasig MIG 200C piemērots metināšanas deglis MB 24.

Deglis MB 24 ir paredzēts lielākiem strāvas stiprumiem un ilgākam darbības ciklam nekā metināšanas aparāts, un deglis piemērots darbam ar to pašu stieples diametru kā metināšanas iekārtā.

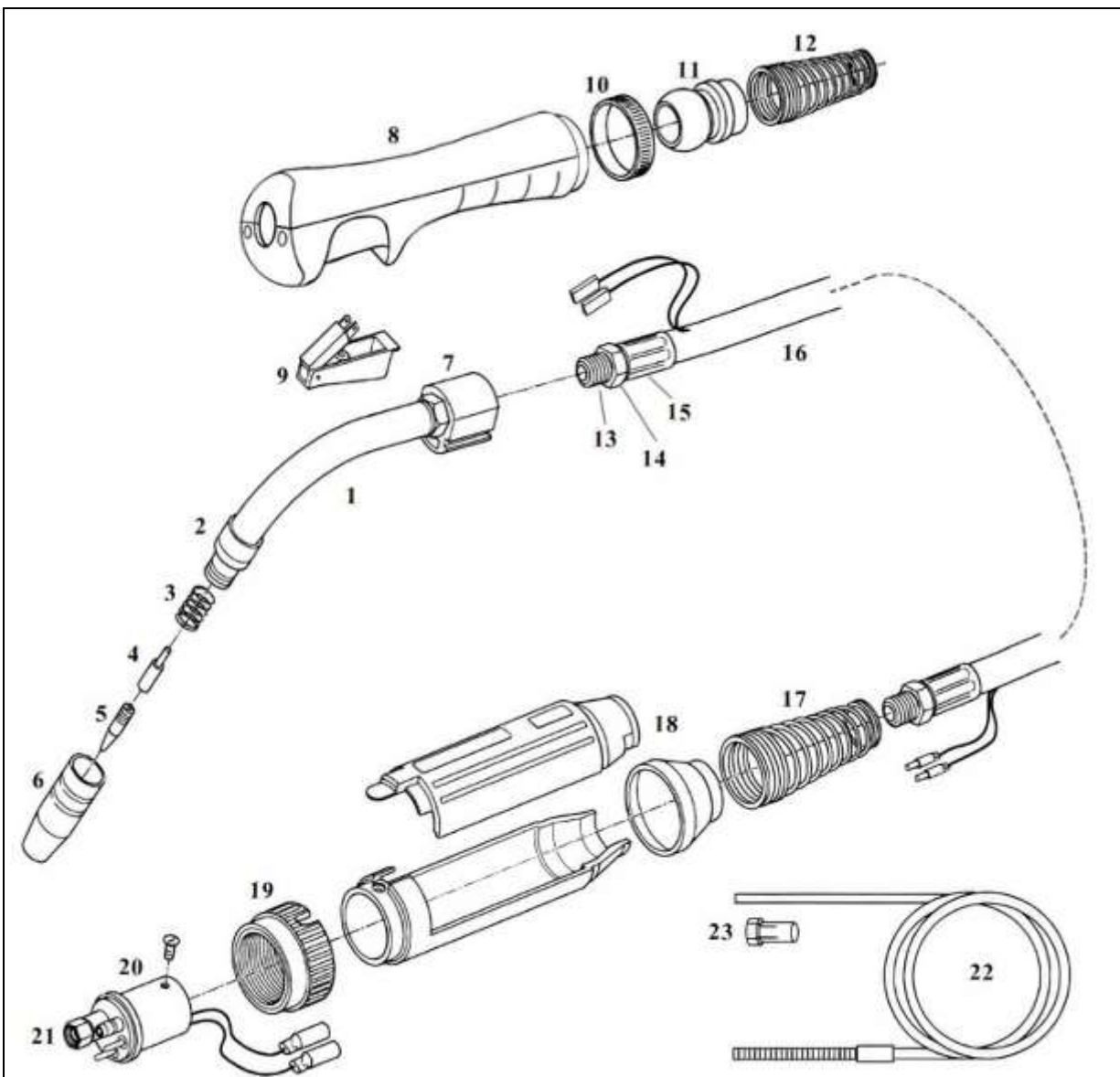
Tips	Metināšanas strāva, A		X, (Duty cycle), %	Stieples diametrs, mm
	CO ₂	MIX M21		
MB 240 D	325	300	100	0,8–1,2
MB 401/401 D	450/475	400/425	100	0,8–1,2
MB 501 / 501D	550/575	500/525	100	1,0–1,6

5.2. tabula. Abicor Binzel (EN IEC 60974-7) MB sērijas degļu (ar šķidrumu dzesēšanai) tehniskie dati.

Degļiem ar šķidruma dzesēšanu (tab. 5.2.) ir daudz lielākas metināšanas strāvas nekā degļiem ar gaisa dzesēšanu. Šie degļi paredzēti darbam smagos apstākļos un piemēroti izmantošanai lielaudas rūpnieciskās metināšanas aparātos ar dzesēšanas blokiem.

5.2. Metināšanas degļu uzbūve (MAG / MIG)

Abicor Binzel kompānijas Mig Binzel® MB 15 tipa deglis attēlots zīm. 5.3.



5.3. zīmējums. Mig Binzel® MB 15 tipa
deglis (ar gaisa dzesēšanu) [2]

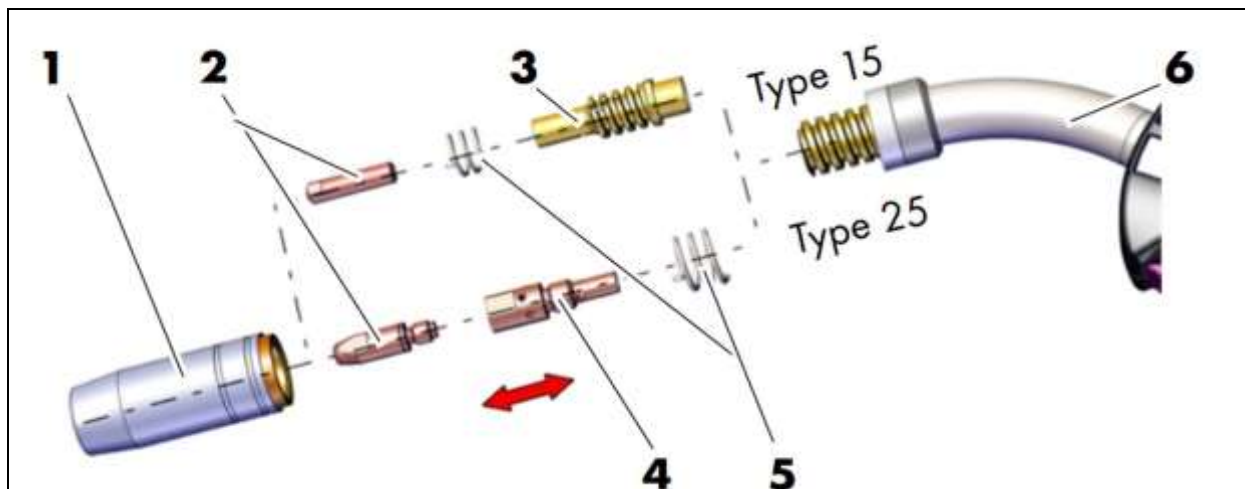
MB 15 tipa Mig Binzel® degļa piederumu saraksts sniegts 5.3. tabulā. Atkarībā no degļa veida (MB 15, MB 24, MB 26 utt.) mainās pozīciju 1–7 konstruktīvā daļa (zīm. 5.3.).

1	Degļa kakliņš, (kreisā vītne)
---	-------------------------------

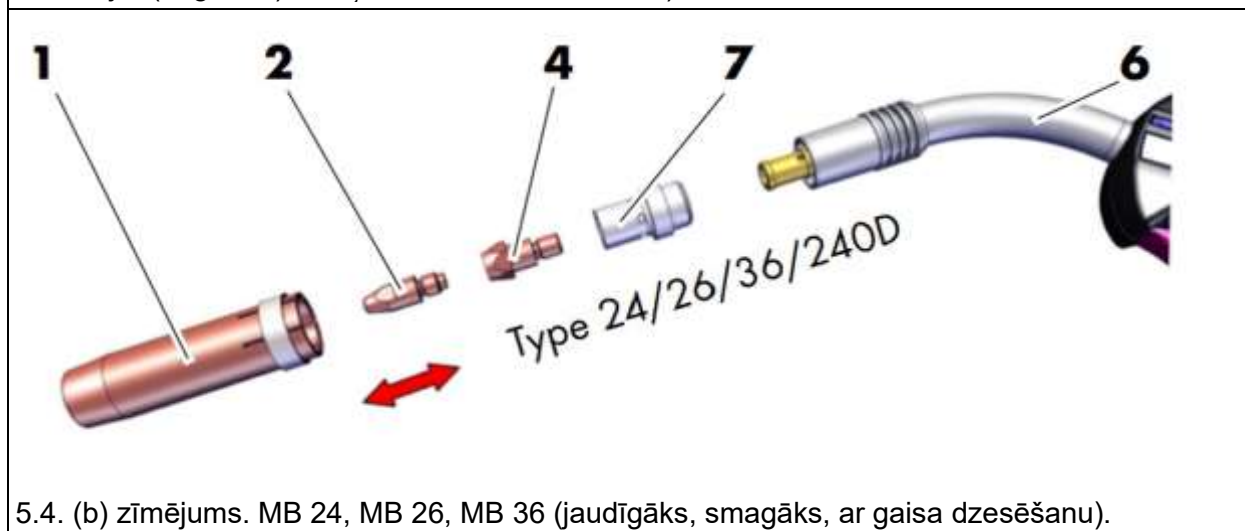
2	Izolators
3	Atspere
4	Kontakta uzgaļa turētājs (kreisā vītne)
5	Kontakta uzgalis (dīze)
6	Konusveida gāzes sprausla
7	Izolācijas apvalks (PVC)
8	Ergonomiskais rokturis
9	Palaišanas poga
10	Uzgrieznis rokturim
11	Savienotājs
12	Atspere
13	Koncentriskā kabeļa savienotājs 16–35 mm ²
14	Uzgrieznis M10 x 1
15	Kabeļa apvalks 16–35 mm ²
16	Kabelis 16 mm ²
17	Atspere
18	Savienotāja korpuss KZ2
19	Savienotāja uzgrieznis
20	EIROsavienotājs KZ2 ar atspērīgiem kontaktiem (M 10 x 1)
21	EIROsavienotāja uzgrieznis
22	Tērauda (teflona) vadītāja metināšanas stieplei

5.3. tabula. MB 15 tipa Mig Binzel® degļa piederumu saraksts

Izplatītākie Mig Binzel® degļu tipi:



5.4. (a) zīmējums. MB 15, MB 25, (mazjaudīgi, vieglāki, ar gaisu dzesējami degļi, izmantojami "iesācēja" (beginner) līmeņa metināšanas iekārtās)



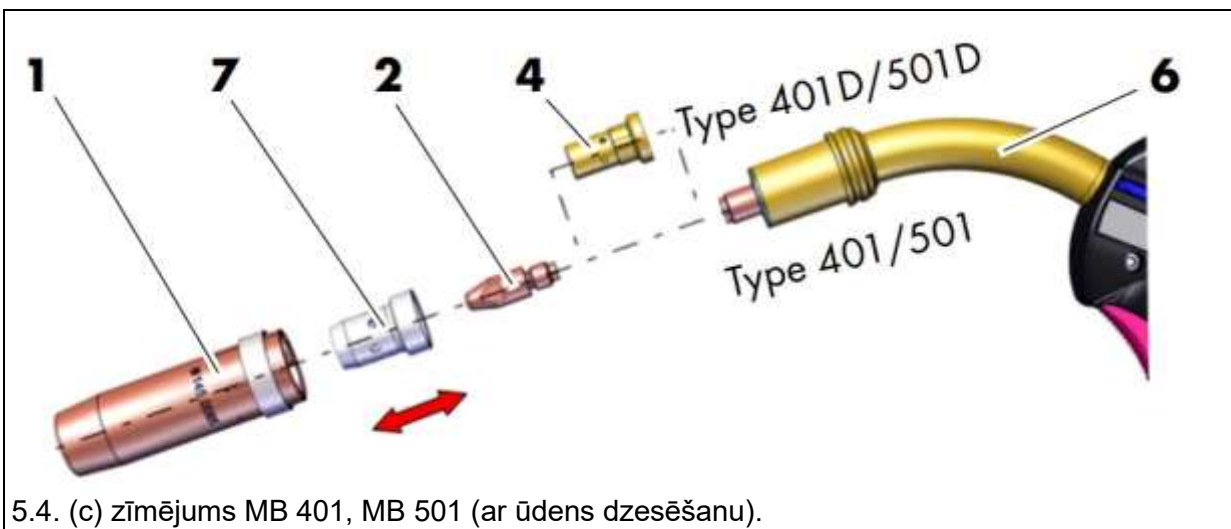
5.4. (b) zīmējums. MB 24, MB 26, MB 36 (jaudīgāks, smagāks, ar gaisa dzesēšanu).

Zīmējumā izmatotie apzīmējumi:

1 - sprausla; 2 — kontaktuzgalis (dīze); 3 — gāzes sprauslas turētājs; 4 - ieliktnis; 5-fiksatora atspere, 6 - degļa kakliņš, 7- gāzes sadalītājs (difuzors).

Sprauslas galvenais mērķis ir koncentrēt un novirzīt aizsarggāzes plūsmu uz metināšanas loku un metināšanas vannu. Sprausla ir izgatavota no vara sakausējuma, dažreiz tai var būt īpašs niķeļa pārklājums.

Kontakta uzgalim ir noteikta diametra (0,6; 0,8; 1,0 mm utt.) kalibrēts kanāls, kas paredzēts stieples padevei. Kontaktuzgalis izgatavots no vara sakausējuma.



5.4. (c) zīmējums MB 401, MB 501 (ar ūdens dzesēšanu).

Kontakta uzgaļa turētājs paredzēts kontaktuzgaļa (dīzes) nostiprināšanai uz degļa. Tas izgatavots no vara sakausējuma. Mig Binzel® degļu modifikācijās MB 15, MB 25, MB 501 turētāja konstrukcija ir apvienota ar difuzoru.

Difuzoram ir viens centrālais caurums un vairāki maza diametra caurumi, kas izvietoti apkārt detaļai. Mazā diametra caurumi paredzēti aizsarggāzes vienmērīgākai padevei lielākā plūsmas ātrumā (zīm. 5.5.). Turklāt izejā no degļa sprauslas šāda aizsarggāzes plūsma labāk pārklāj metināšanas zonu.

Parasti difuzors ir izgatavots no keramiskiem materiāliem.

Metināšanas degļa iekšpusē ir iebūvēta tērauda vai teflona **vadīkla (kanāls)** metināšanas stieples padevei. Tērauda stieples padeves kanāls ir tērauda atspere ar cieši pieguļošām spolēm (zīm. 5.6. un 5.7.).

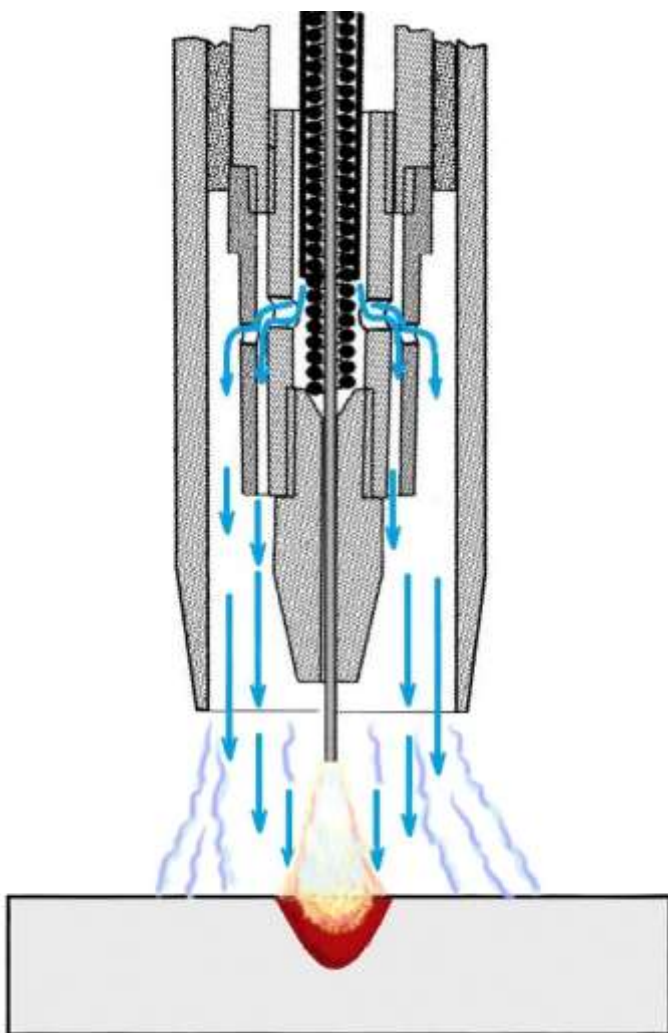
Teflona **vadīkla** (kanāls) ir plānsienu teflona caurule.

Tērauda kanāls paredzēts vienlaidu tērauda, vai pulvera stieples padevei, teflona kanāls – mīksta alumīnija stieples padevei.

Piemēram, saskaņā ar Abicor Binzel klasifikāciju, MB 15 tipa deglim piemēroti šādi stieples kanālu veidi:

- Tērauda stieples kanāls, aizsargāts $\varnothing 1,5 \times 4,0 \text{ mm} / 4 \text{ m}$, zils (stieples diametrs $\varnothing 0,6 - 1,0 \text{ mm}$.);
- Teflona stieples kanāls, zils $\varnothing 1,5 \times 4,2 \text{ mm} / 3 \text{ m}$ (stieples diametrs $\varnothing 0,6 - 1,0 \text{ mm}$), kur $1,5 \text{ mm}$ ir stieples padeves kanāla iekšējais diametrs, $4,0 \text{ mm}$ ir stieples padeves kanāla ārējais diametrs, 4 m padeves kanāla garums.

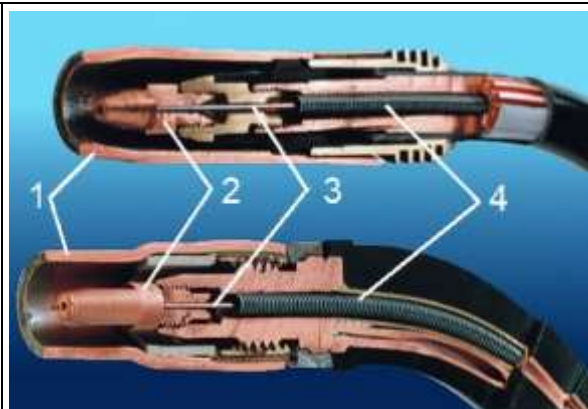
Zilā krāsā (zīm. 5.6.), saskaņā ar Abicor Binzel specifikāciju, tiek atzīmēts stieples kanāls diametrā $0,6 - 1,0 \text{ mm}$. Piemēram, stieples kanāls $\varnothing = 0,6 - 1,2 \text{ mm}$ ir atzīmēts melnā krāsā.



5.5. zīmējums. Aizsarggāzes izplūde no metināšanas degļa sprauslas.



5.6. zīmējums. Tērauda stieples kanāls



5.7. zīmējums. Metināšanas degļa šķēsgriezums:

	1 – sprausla; 2 – kontaktuzgalis; 3 – metināšanas stieple; 4 – tērauda stieples padeves kanāls [4].
--	--

5.3. MAG/MIG metināšanas degļu ekspluatācija

Lai efektīvi darbotos ar metināšanas degļiem (MAG / MIG), jāievēro šādi pamatnoteikumi:

1. sargājiet šļūteni no jebkādu priekšmetu novietošanas uz tās, nekāpiet uz tās;
2. periodiski izpūst metināšanas stieples padeves kanālu (zīm. 5.6.) ar saspīestu gaisu (pēc katras stieples spoles maiņas), lai novērstu kanāla aizsērēšanu un stieples padeves apstāšanos;
3. pārliecinieties, ka metināšanas stieples padeves kanāls ir atbilstošs stieples diametram, un periodiski nomainiet nolietoto kanālu;
4. metināšanas laikā sekot līdzi, lai šļūtene būtu izliekta pēc iespējas lielākā rādiusā, nevis saliekta asā leņķī;
5. pārliecinieties, vai metināšanas degļa šļūtenes savienotājā (zīm 5.8.) gāzes padeves kanālā ir gumijas blīvējums (sarkanais aplis – zīm. 5.8.). Tā trūkuma dēļ metināšanas gāzē var iekļūt gaiss un metinājumā parādīties defekti;
6. pēc katras sametinātās šuves notīriet sprauslu (zīm. 5.9.) un metināšanas degļa kontaktuzgali (dīzi) no pielipušajām metāla šļakatām. Tas novērsīs gāzes aizsardzības pasliktināšanos šuvē.

Jāseko līdzi kontaktuzgaļa atvērsumam – tam jābūt apaļa formā (zīm. 5.10.). Pretējā gadījumā – uzgaļa nolietojuma dēļ iespējami metināšanas loka pārrāvumi (trūkst elektriskais kontakts starp uzgali un stiepli).



5.8. zīmējums. Metināšanas degļa Eiro-savienotājs [4].



5.9. zīmējums. Sprausla attīrīta (pa kreisi) un neattīrīta (pa labi) [4].



5.10. zīmējums. Kontaktuzgaļa atvērums lietošanas kārtībā (pa kreisi) un nolietots (pa labi).

6. Metināšanas aparāta iestatīšana

Iesācēji bieži uzdod vienu un to pašu jautājumu: "Kā pareizi iestatīt pusautomātisko metināšanas aparātu?" vai "Es zinu, kā metināt, bet kas varētu palīdzēt iestatīt nepieciešamos režīmus aparātam?".

Pēc šiem vārdiem iesācēji sāk meklēt informāciju internetā vai vecās grāmatās un žurnālos par metināšanu. Pastāv uzskats, ka šādi "slepenie" dati noteikti kaut kur atradīsies.

Dažreiz jūs varat atrast tabulas ar metināšanas strāvas un sprieguma parametriem, bet diemžēl tas nepalīdz visos gadījumos.

Kā atrisināt problēmu? Varbūt vajadzētu sazināties ar pieredzējušu metinātāju? Parasti viņš, neko nepaskaidrojot, ieslēdz metināšanas aparātā kādu režīmu un aiziet ar vārdiem: "Būs labi!".

Jautājums: Kāpēc es nevaru atrast precīzus iestatījumus tieši manam aparātam un manai detaļai?

Atbilde: Bez parametriem, kas tieši ietekmē metināšanas procesu, piemēram, metināšanas strāva un spriegums, ir daudz netiešu parametru, kurus nevar neņemt vērā.

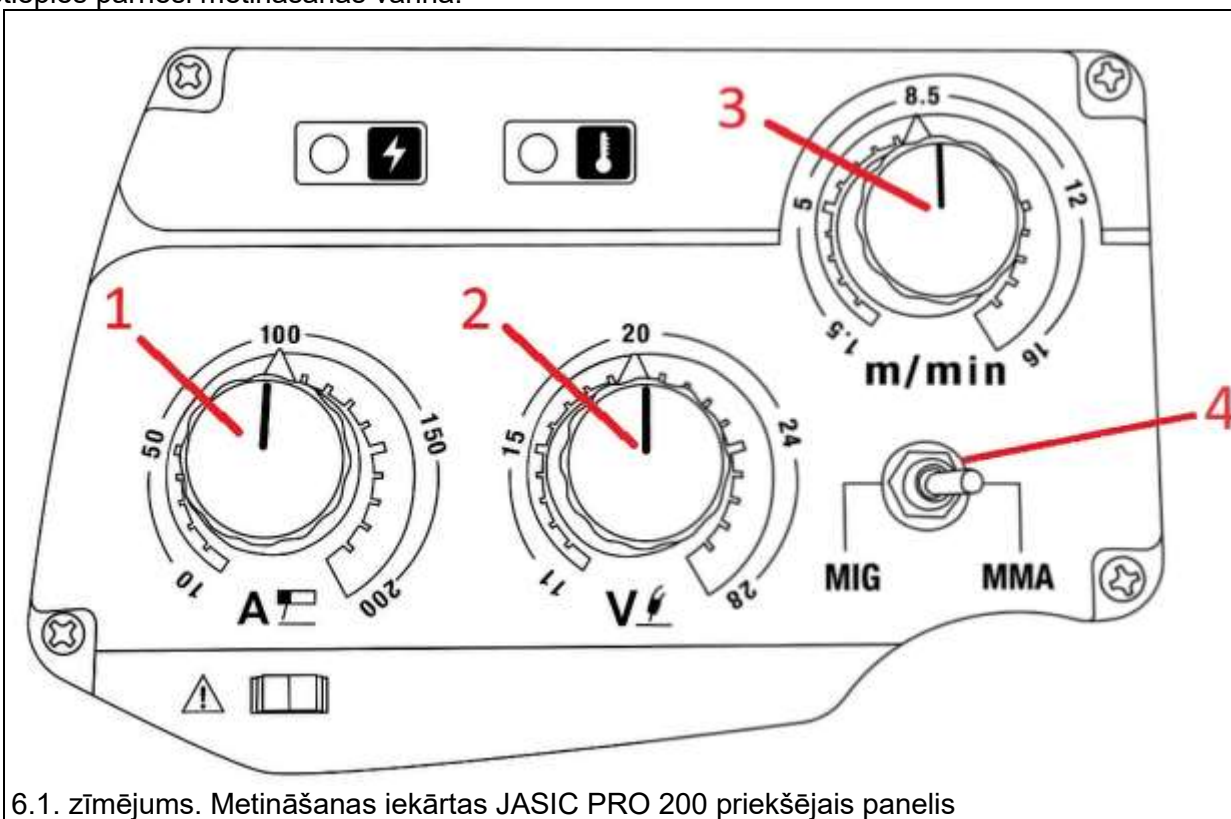
Parametri, kas tieši vai netieši ietekmē metināšanas procesu:

- **metināšanas strāva (A)** tiek saistīta ar stieples padeves ātrumu V (m/min) – regulējama aparātā pirms metināšanas uzsākšanas (skatīt 6.1. nodaļu);
- loka spriegums U (V) tiek regulēts iekārtā pirms metināšanas uzsākšanas (skatīt 6.1. nodaļu);
- droseles induktivitāte tiek regulēta uz aparāta pirms metināšanas uzsākšanas (regulēšana nav pieejama visos metināšanas aparātu modeļos), skatiet 6.1. nodaļu;
- metināšanas ātrums V_w (cm/min; mm/min), to nosaka metinātājs metināšanas procesā, novērojot metāla kušanu, kā arī analizējot iegūtās šuves izskatu (lasot WPS karti);
- stieples izvirzījuma lielums (mm) – attālums no strāvas kontaktuzgaļa līdz detaļai – to nosaka metinātājs metināšanas laikā un tas tiek uzturēts nemainīgs visā šuves garumā (no 10 līdz 25 mm), zīm. 6.9;

- stieples elektroda slīpuma leņķi nosaka metinātājs pirms metināšanas, skatīt 6.1. nodaļu;
- metināšanas stieples diametrs (mm), kā arī stieples veids tiek izvēlēts pirms metināšanas uzsākšanas, ņemot vērā metināmā izstrādājuma metālu (sakausējumu), piemēram, daži kritēriji stieples izvēlei neļegētu mazoglekļa tēraudu metināšanai ir tecēšanas robeža (stiprības robeža) un triecienstigrība. Parasti stieples diametru izvēlas pēc metināmo detaļu biezuma: jo mazāks ir detaļas biezums, jo mazāks ir stieples diametrs;
- aizsarggāzes plūsmu (l/min) nosaka metinātājs, pamatojoties uz stieples diametru, degļa gāzes sprauslas iekšējo diametru, metināšanas strāvu, metināšanas apstākļiem un atbilstoši metināšanas ātrumam. Piemēram, stieplei ar diametru 0,8 mm, gāzes sprauslas iekšējais diametrs 10 mm, metināšanas strāva 150 A, stieples izvirzījuma lielums 15 mm, metināšana notiek slēgtā telpā bez caurvēja, aizsarggāzes plūsma ir iestatīta diapazonā 10–12 l/min.

6.1 Kā pareizi iestatīt metināšanas strāvu (A) un metināšanas spriegumu (V)?

Šajā nodaļā pastāstīsim, kā noregulēt pusautomātisko metināšanas aparātu, lai iegūtu stabilu stieples pārnesei metināšanas vannā.



6.1. zīmējums. Metināšanas iekārtas JASIC PRO 200 priekšējais panelis

Parasti “iesācēja” līmeņa MAG metināšanas aparātos bieži tiek uzstādīts šāda veida metināšanas parametru regulēšanas panelis (zīm. 6.1.):

1. metināšanas strāvas (A) regulētājs MMA metināšanas režīmā (ar pārklātiem elektrodiem);

2. metināšanas sprieguma (V) regulētājs MIG/MAG režīmā;
3. metināšanas stieples padeves regulētājs MIG/MAG metināšanas režīmā, (m/min), šis regulētājs ir saistīts ar metināšanas strāvas regulēšanu (tikai MIG/MAG režīmā)
4. MIG/MMA metināšanas režīma slēdzis.

Metinot ar aizsarggāzi, MIG/MMA slēdzim jābūt pārslēgtam MIG režīmā, zīm. 6.1. Tādējādi turpmāk visus metināšanas parametrus nosaka regulētāji 2 un 3.

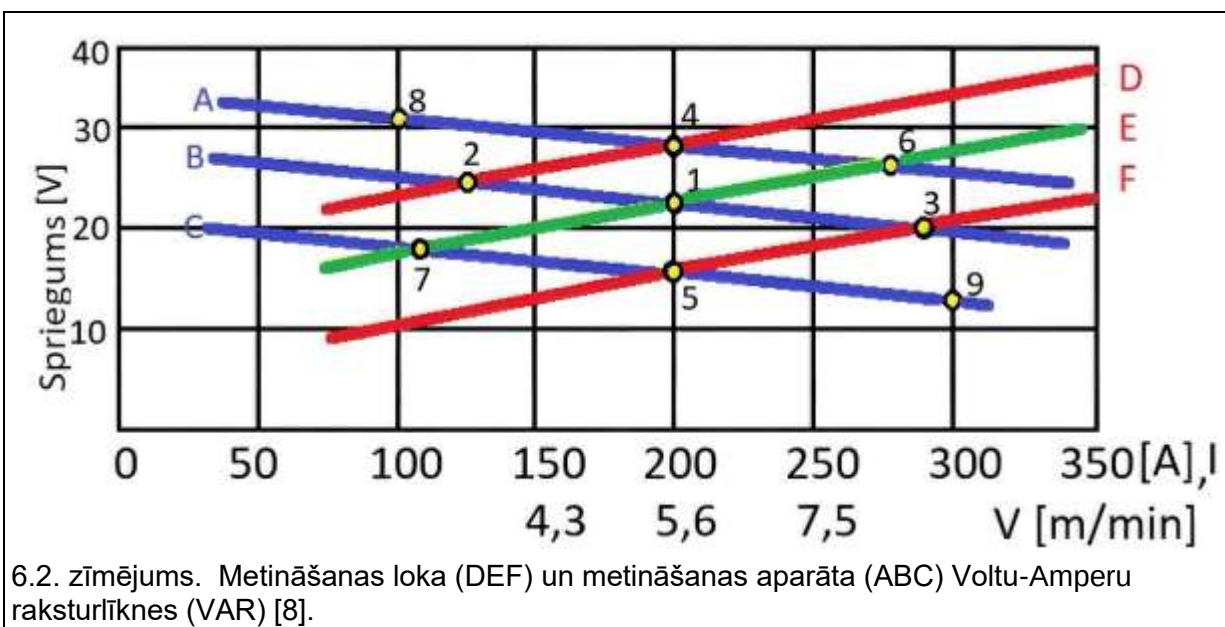
Uz regulētāja 2 mēs redzam sprieguma skalu: 11 - 15 - 20 - 24 - 28 V. Dažkārt metinātāji šo regulējumu kļūdaini sauc par "STRĀVU".

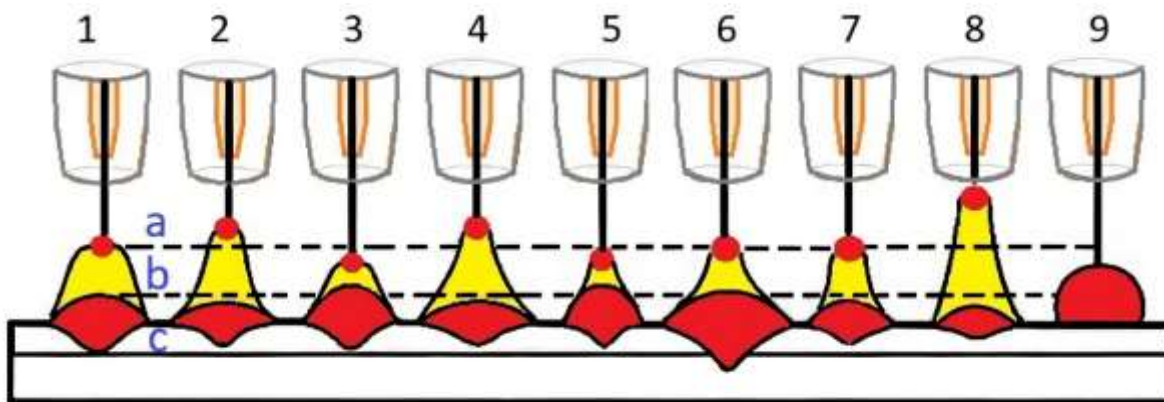
Zīm. 6.2. parādīta saistība starp metināšanas strāvu (horizontālā ass) un spriegumu (vertikālā ass), kur A, B, C ir metināšanas aparāta strāvas-sprieguma raksturlīkne (voltage-ampere characteristic – VAR), D, E, F ir metināšanas loka VAR. Metināšanas aparātu un metināšanas loka raksturlīknes krustpunktos atzīmēti metināšanas loka stabilas degšanas punkti. Šo punktu metināšanas strāvas un sprieguma vērtības var izmantot metināšanas aparātu iestatījumos.

Jautājums: iegādājos kompānijas "X" metināšanas iekārtu, kur es varu atrast šīs iekārtas VAR raksturlīkni un atbilstošās strāvas un sprieguma parametrus?

Atbilde: jūs to neatradīsiet nekur.

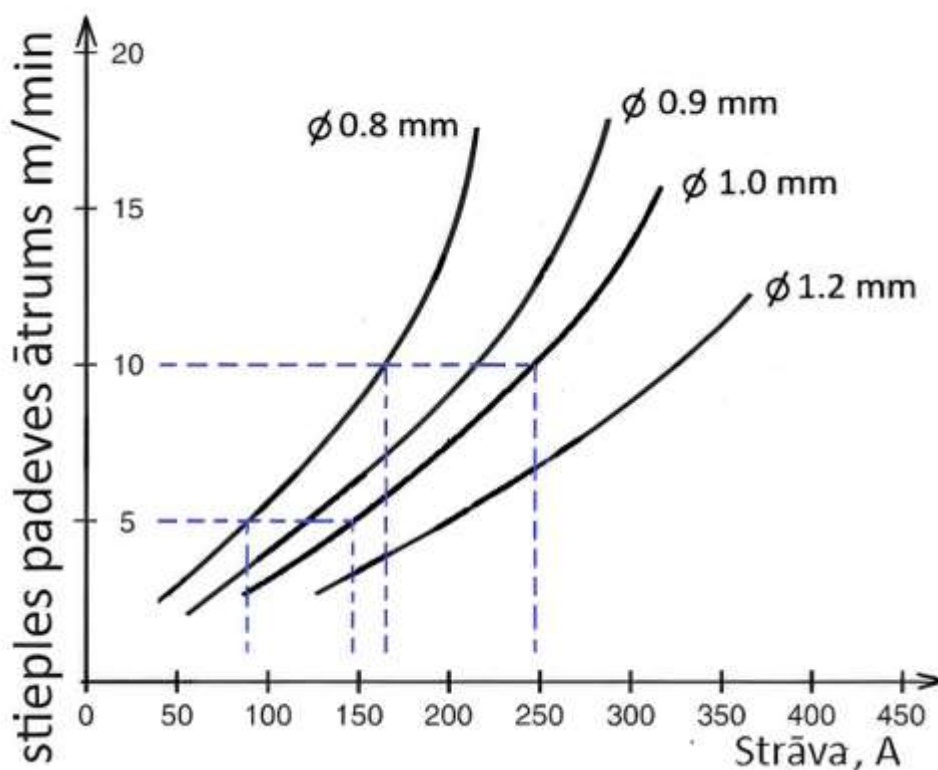
Šos grafikus (metināšanas loka stabilas degšanas punktus) varat iegūt eksperimentāli, ja, regulējot iekārtu, reģistrējat strāvas, sprieguma un metināšanas loka garuma parametrus. Tādējādi zīm. 6.2. redzamā sakarība ir eksperimentāls grafiks konkrētai metināšanas iekārtai, kurā ir uzstādīta noteikta veida un diametra metināšanas stieple.





6.3. zīmējums. Aparāta iestatījumu ietekme uz metināšanas loka veidu un metināšanas šuvi [8].

Jāatzīmē, ka metināšanas procesā daudz svarīgāks ir strāvas blīvums nevis strāva (strāvas blīvums = (metināšanas strāva, A) / (stieples šķēsgriezuma laukums, mm²). Tāpēc, metinot ar stiepli, kuras diametri ir 0,8 mm un 1,0 mm, ar vienu un to pašu stieples padeves ātrumu, metināšanas strāvas stiprums atšķiras. Piemēram, ja stieples padeves ātrums ir 5 m/min, stieplei ar diametru 0,8 mm metināšanas strāva būs zemāka par 100 A, bet stieplei ar diametru 1,0 mm metināšanas strāva būs gandrīz 150 A. Tāpēc biežāk MAG aparātos regulē stieples padeves ātrumu, nevis strāvas stiprumu (zīm. 6.4.).



6.4. zīmējums. Metināšanas strāvas stipruma izmaiņas atkarībā no stieples diametra un padeves ātruma [5].

Loka un aparāta raksturlīknes krustošanās punkti (VAR) ir stabila loka degšanas punkti. Tajos ietilpst: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 (zīm. 6.3. un zīm. 6.2.).

8. punkts – loks sāk degt, jau stieplei izejot no kontaktuzgaļa, loka garums ir pārmērīgi liels, loks nestabils (zīm. 6.3). Šis režīms NAV piemērots metināšanai; jums jāpalielina stieples padeve.

9. punkts – metināšanas stieple atduras pret detaļas metālu, novēršot loka aizdegšanos (zīm. 6.3.). Šis režīms NAV piemērots metināšanai; jums ir jāsamazina stieples padeve.

1. punkts – vidējais (optimālais) loka garums, normāls iespiešanās dziļums un optimālais metinājuma izskats (attiecība = šuves platums/šuves dziļums. Normālā attiecība = 1,2...2), zīm. 6.3. un zīm. 6.2.

Pārtrauktās līnijas zīm. 6.3. atbilst (a) vidējam (optimālajam) loka garumam un (b) vidējam (optimālajam) šuves pastiprinājumam. Nepārtraukta līnija (c) atbilst optimālajam caurmetinājumam (zīm. 6.3.). Metināšanas procesā visbiežāk izmanto vidēja garuma loku.

6. punkts atrodas uz vidēja loka garuma līnijas (zīm. 6.2. – zaļā (centrālā) līnija), kas atbilst loka garumam punktā 1, zīm. 6.3. Taču 6. punktā ir lielākas metināšanas strāvas un sprieguma vērtības, kas atspoguļojas metinājuma izskatā (dziļāka iespiešanās, t. i., režīms izvēlēts biežākam metālam).

7. punkts arī atrodas uz vidēja loka garuma līnijas (6. 2. att. – zaļā (centrālā) līnija), kas atbilst vidējam loka garumam, zīm. 6.3. Tomēr 7. punktā i par zemu ir metināšanas strāva un spriegums, kas parādās kā minimāla izstrādājuma metāla iespiešanās. Metināšanas režīms ir piemērots plānākam metālam.

6.2. Metināšanas sprieguma ietekme uz metināšanas procesu (ar pastāvīgu metināšanas strāvu)

Tālāk, pārejot no teorijas pie praktiskās informācijas, redzēsim, ko ietekmē sprieguma regulēšana metināšanas aparātā.

Pieņemsim, ka esat iegādājies pusautomātisko metināšanas iekārtu ar regulēšanas paneli, kā parādīts zīmējumā 6.1.

Jūs esat iestatījis stieples padevi ar regulatoru 3 (zīm. 6.1.) uz 5,6 m/min. Tas aptuveni atbilst metināšanas strāvai 200 A (zīm. 6.2.). Paskatīsimies grafikā uz punktiem 1, 4, 5.

Izmantojot metināšanas sprieguma regulatoru (zīm. 6.2.2. pozīcija), spriegums tiek noregulēts uz 15 V, kas atbilst 5. punktam (zīm. 6.2.). Metināšanas testā ir nepieciešams novērtēt šuves izskatu un pieņemt lēmumu par metināšanas iekārtas papildu regulēšanu.

Šajā gadījumā šuves izskats atbilst 5. punktam (zīm. 6.3.). Uzkausētā šuves daļa ir pārāk izliekta un tai ir nepietiekama iespiešanās. Metināšanas loka garums ir ļoti īss. Pamatojoties uz šīm pazīmēm, mēs saprotam, ka aparāta darba režīms izvēlēts nepareizi.

Nolemjam atstāt stieples padeves regulatoru tādā pašā stāvoklī (5,6 m/min) un palielināt metināšanas spriegumu. Mēs iestatām spriegumu uz 27 V (zīm. 6.1.2. pozīcija), kas atbilst 4. punktam (zīm. 6.2.). Metināšanas testā loks un šuves veids aptuveni atbilda 4. punktam (zīm. 6.3.). Metināšanas loks kļūst garāks, nogulsnētā šuves daļa kļūst platāka un plakanāka. Iespiešanās kļūst vēl mazāka. Pamatojoties uz metinājuma izskatu, jāsecina, ka spriegums ir jāsamazina.

Mēs nolemjam samazināt metināšanas spriegumu, vienlaikus saglabājot nemainīgu stieples padevi. Tādējādi metināšanas parametri ir: stieples padeve – 5,6 m/min (metināšanas strāva ir aptuveni 200A), metināšanas spriegums – 22 V. Tas atbilst 1. punktam (zīm. 6.2.).

Metinājuma šuves izskats – punkts 1 (zīm. 6.3.) ir plakana augšdaļa, pietiekams pastiprinājums un iespīšanās dziļums. Metināšanas loka garums ir vidēja izmēra.

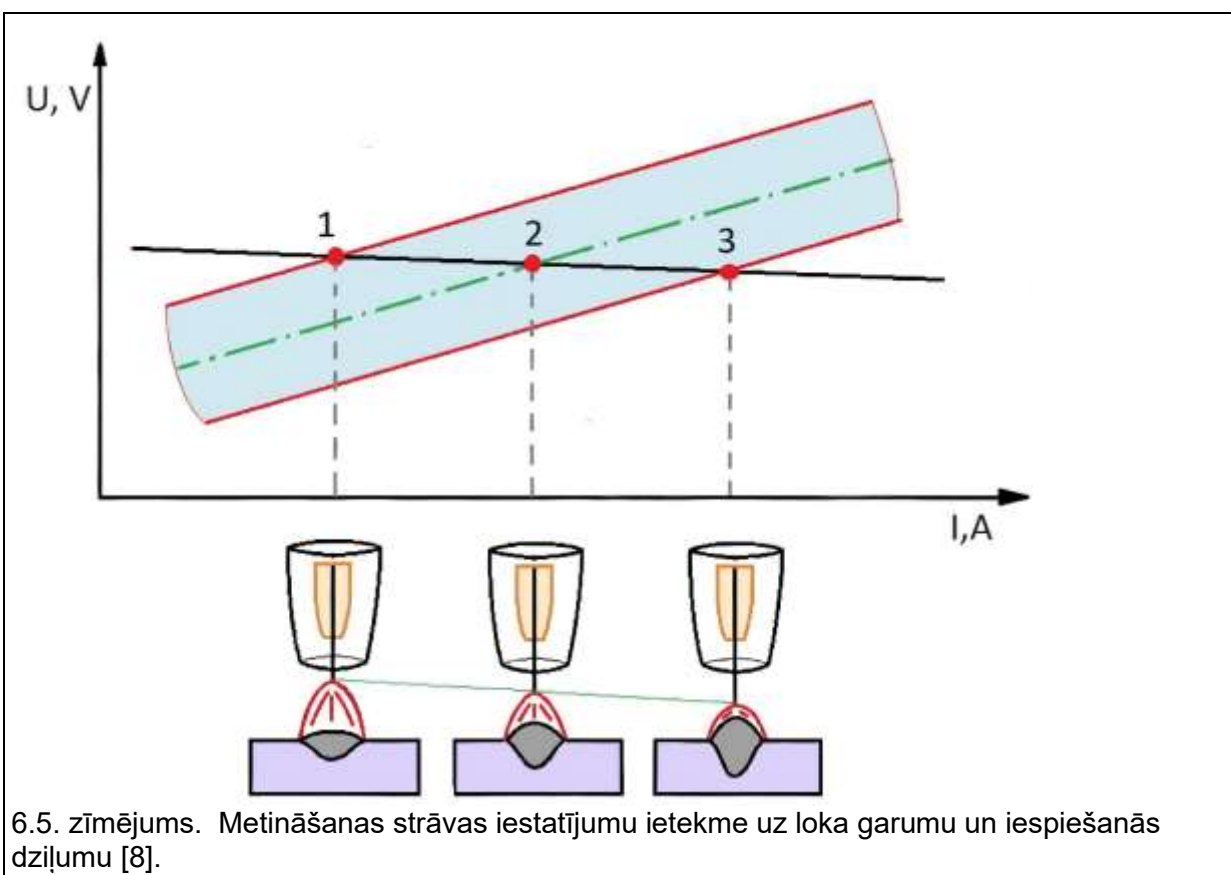
Secinājumi:

1. palielinoties metināšanas spriegumam, palielinās metināšanas loka garums un metināšanas šuves platums; bet, samazinot metināšanas spriegumu, loka garums un metināšanas šuves platums samazinās (pastāvot nemainīgam stieples padeves ātrumam);
2. metināšanas spriegums NEietekmē metināšanas ātrumu un uzkausēšanas ātrumu;
3. metināšanas spriegums IETEKMĒ metināšanas šuves formu.

6.3. Metināšanas strāvas ietekme uz metināšanas procesu (pastāvot nemainīgam metināšanas spriegumam)

Atkal pievērsīsimies zīm. 6.1. uz metināšanas iekārtas regulēšanas paneļa. Ja metināšanas spriegumu (V) fiksējat ar regulatoru 2, tad ar regulatoru 3 var mainīt stieples padeves ātrumu (m/min) un metināšanas strāvu (A), zīm. 6.5.

Metināšanas loka un metināšanas aparāta raksturlīknes krustpunktos (zīm. 6.5., punkti 1, 2, 3) iegūstam stabila loka degšanas punktus. Lūdzu, ņemiet vērā, ka voltu-amperu raksturlīkne metināšanas iekārtai un metināšanas loka raksturlīkne zīm. 6.5. ir tāda pati kā zīm. 6.2., tikai tam ir nedaudz vienkāršots izskats.

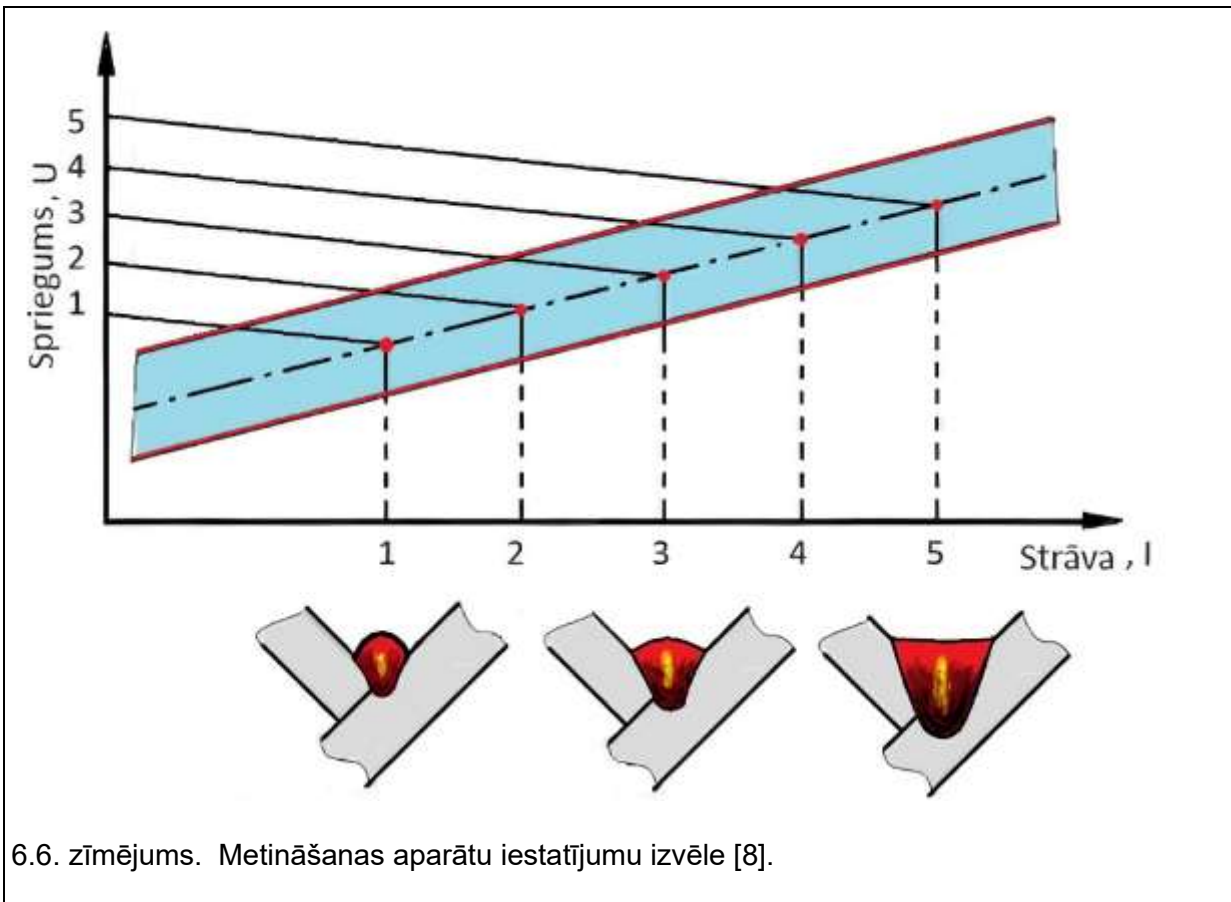


1. Punktā 1 metināšanas strāva ir minimāla, metināšanas laikā ir maksimāls metināšanas loka garums, savukārt metāla iespiešanās un šuves pastiprinājums ir minimāls. Veicot metināšanu, mēģiniet izvairīties no liela loka garuma, spēcīgo šļakatu dēļ, kā arī iegriezumumu iespējamības dēļ. Lai samazinātu loka garumu, jāpalielina stieples padeves ātrums.
2. Palielinot metināšanas strāvu (nemainot metināšanas spriegumu), loka garums samazinās, metāla iespiešanās palielinās – zīm. 6.5. punkts 2. Punktā 2 metināšanas strāvai ir vidēja vērtība, arī loka garumam un šuves pastiprinājumam ir vidēja vērtība. Vairumā gadījumu metināšana jāveic ar vidēju loka garumu.
3. Turpinot palielināt metināšanas strāvu (nemainot metināšanas spriegumu), mēs pārejam pie nākamā punkta – 3, zīm. 6.5. 3. punktā metināšanas strāva ir maksimāla, savukārt loka garums ir minimāls, un šuves pastiprinājums un metāla iespiešanās – maksimāla. Metinot mēģiniet izvairīties no ļoti īsa loka.

Secinājumi:

1. Palielinoties metināšanas strāvai, loka garums samazinās, palielinās metāla iespiešanās spēja un uzkausēšanas ātrums, (kg/m) (nemainot metināšanas spriegumu).
2. Vairumā gadījumu metināšana tiek veikta ar vidēju loka garumu, nodrošinot vislabāko metināšanas formu (plakana virsma) un optimālu iespiešanās dziļumu.

6.4. Metināšanas parametru izvēle



Noskaidrojām, ka, lai iestatītu metināšanas iekārtu, ir jāmaina gan strāva, gan metināšanas spriegums. Vairumā gadījumu strāvas un sprieguma parametrus, kas atbilst vidējam loka garumam, var uzskatīt par optimāliem.

Dažas no svarīgākajām praktiskajām iemaņām, kurām jābūt metinātājam:

- spēja noteikt sprieguma (V) atbilstību metināšanas strāvai (A) pēc strādājoša pusautomātiskās metināšanas aparāta skaņas (vienmērīga, nepārtraukta dūkoņa) un, ja nepieciešams, veikt korekciju;
- spēja metināšanas laikā novērtēt loka garumu (garu, normālu, īsu) un nepieciešamības gadījumā – veikt korekciju;
- spēja pareizi novērtēt izvēlēto strāvu (A), pamatojoties uz šuves formu (plakana, izliekta), un veikt korekciju.

6.5. Ar ko sākt regulēt metināšanas aparātu?

Noregulējot aparātu, jums ir jānovērtē:

- metināmā materiāla biezums mm (jo biezāks materiāls, jo lielāka ir metināšanai nepieciešamā strāva).

- Eksperimentāli to var aprēķināt šādi [9]: 1 mm metāla biezumam vajadzīgs 40 A metināšanas strāvas.

Piemēram, ja metāla biezums ir 4 mm, tad metināšanas strāva būtu: $4 \times 40 = 160 \text{ A}$.

Metināšanas stieples diametra izvēle atkarībā no metināšanas strāvas (attiecas uz nelegētu oglekļa stiepli).

Eksperimentāli tiek pieņemtas šādas sakarības [9]:

0,8 mm stieplei lietojama strāva: no 40 līdz 145 A;

1,0 mm stieplei lietojama strāva: no 60 A līdz 230 A;

1,2 mm stieplei lietojama strāva: no 75 A līdz 250 A.

Piemēram, metālam, 4 mm biezumā, metināšanas strāva būtu: $4 \times 40 = 160 \text{ A}$, jāizvēlas stieple 1,0 mm diametrā.

- metināšanas stieples padeves ātrums;
Stieplei ar diametru 0,8 mm padeves ātrumu izvēlamies kā: 5 cm (0,05 m) padeve uz 1 A metināšanas strāvas [9]. Piemēram, metināšanas strāva $100 \text{ A} \times 0,05 = 5 \text{ (m/min)}$;
- Stieplei ar diametru 1,0 mm padeves ātrumu izvēlamies kā: 3,8 cm (0,038 m) padeve uz 1 A metināšanas strāvas. Piemēram, $100 \text{ A} \times 0,038 = 3,8 \text{ (m/min)}$;
- Stieplei ar diametru 1,2 mm padeves ātrumu izvēlamies kā: 2,5 cm (0,025 m) padeve uz 1 A metināšanas strāvas. Piemēram, $100 \text{ A} \times 0,025 = 2,5 \text{ (m/min)}$;
- Metināšanas spriegums tiek noteikts eksperimentāli: mēs izvēlamies vairākas sprieguma vērtības dotajai strāvai, veicot pārbaudes metināšanu.

Regulējot metināšanas strāvu, jāņem vērā:

- savienojuma veids (stūra šuve, saduršuve, T-veida šuve utt.) (tiek veikta strāvas korekcija: sadursavienojumos metināšanas strāva ir mazāka nekā stūra savienojumos);
- atstarpes lielums starp malām (jo lielāka atstarpe, jo ir zemāka metināšanas strāva);
- malu noslīpinājuma veids (II – taisna, V-, Y-, U- veida utt.);
- metināšanas pozīcija (apakšā, vertikālā, griestu). Vertikālās un griestu pozīcijās metināšanas strāva ir mazāka nekā apakšējā stāvoklī.

Regulējot aparātu, mēs ņemam vērā:

- prasības piegājienu skaitam (viens, divi utt.). Ja nav prasību, tad parasti materiāla biezumam 1–3 mm pietiek ar vienu piegājienu. Pamatojoties uz to, tiek izvēlēta stieples padeve (m/min) un metināšanas ātrums (cm/min).
- aizsarggāzes sastāvs un plūsma (l/min). Aizsarggāzes sastāvu izvēlas atkarībā no metināmā metāla veida (nerūsējošais tērauds, nelegētais tērauds, alumīnija sakausējumi). Piemēram, Ferroline C18 ir piemērots mazoglekļa, mazlegētiem tēraudiem (sk.: gasbox.lv). Aizsarggāzes plūsma ir atkarīga no stieples diametra, metināšanas degļa sprauslas iekšējā diametra, metināšanas strāvas, metināšanas ātruma un metināšanas apstākļiem.

Pieņemsim, ka lietojam (zīm. 6.6.):

- materiālu: mazoglekļa tērauds (S235 ... S355), 4 mm biezs;
- **stieples** diametru: 1,0 mm, EN ISO 14341-A : G 46 5 M21 4Si1;
- T-veida savienojumu;
- savienojumā starp detaļām nav atstarpes;
- malas bez noslīpinājuma – taisnas;

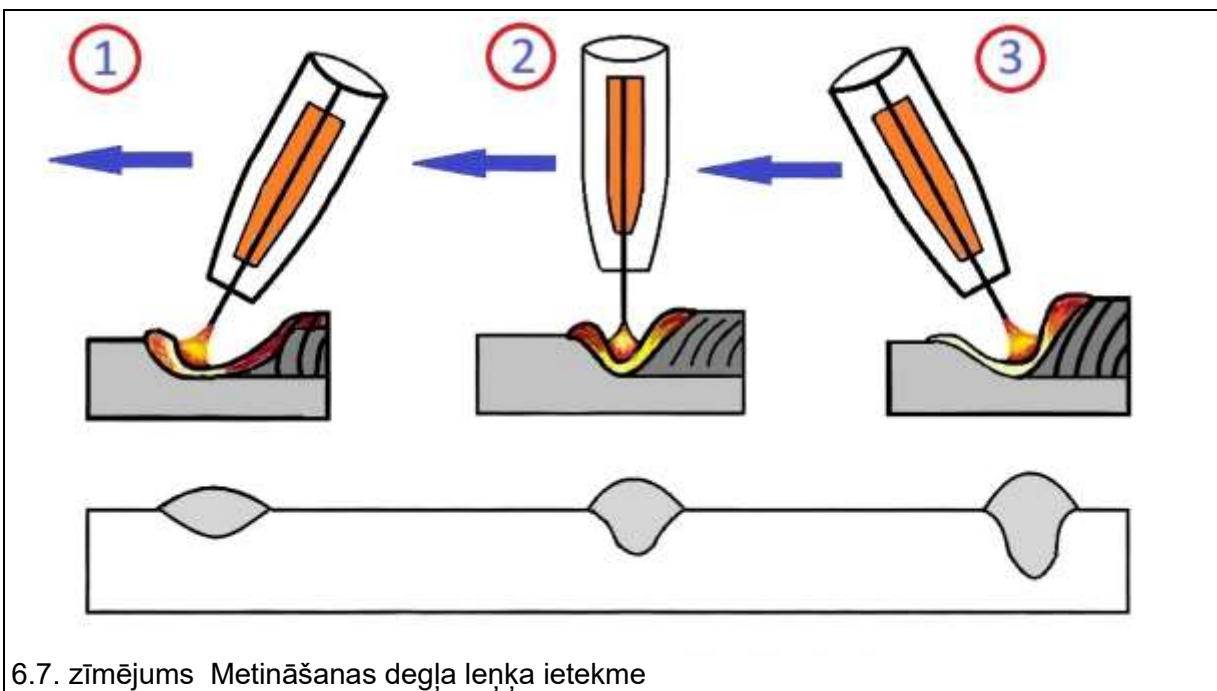
- metināšanas pozīciju - apakšā - PA (EN ISO 6947 **Welding and allied processes — Welding positions**), tā sauktā "laiviņa";
- piegājiens – viens;
- aizsarggāze – Ferroline C18 (18% CO₂, 82% argons. EN ISO 14175:2008, metināšanas palīgmateriāli **Welding consumables — Gases and gas mixtures for fusion welding and allied processes**), gāzes plūsma 10–12 l/min.

Iekārtas regulēšanas piemērs:

1. Paņemsim testam līdzīgus (tērauda veids, biezums) paraugus kā dotajā mezglā un sametināsim dažas šuves. Pirms metināšanas mēs attīrām paraugus no rūsas, netīrumiem un eļļas.
2. Metinātā savienojuma veids parādīts attēlā 6.6. (1., 3., 5. punktos).
3. Pieņemsim, ka, izmantojot iepriekš minēto algoritmu, esam aptuveni noteikuši metināšanas strāvu un spriegumu, pie kura vidējais loka garums atbilst 7. punktam zīm. 6.2. Aparātā iestatīsim parametrus: stieples padeve — 3,8 m/min, spriegums – 18 V (zīm. 6.2.).
4. Pēc metināšanas, šuves izskatās atbilstoši 1. punktam, zīm. 6.6.
5. Pēc pārāk izliektas un šauras šuves formas, ar asu šuves metāla pāreju uz detaļas metālu, mēs saprotam, ka caurmetinājums ir nepietiekams, tāpēc ir nepieciešams palielināt gan strāvu, gan spriegumu.
6. Palielinām stieples padevi līdz 5,6 m/min un spriegumu līdz 22 V, kas atbilst 1. punktam, Zīm. 6.2. Pēc metināšanas iegūstam 3. punktam atbilstošu šuves formu, Zīm. 6.6.
7. Novērtējam šuves izskatu: pastiprinājumu, šuves metāla pārejas gludumu uz detaļasmetālu. Secinām, ka šuves forma, šuves pastiprinājums un caurmetinājums ir atbilstošs. Varam uzskatīt, ka metināšanas aparāta iestatījumi ir optimāli.
8. Tālāk eksperimentējot, mēs palielinām metināšanas strāvu un spriegumu un iestatīsim stieples padeves vērtību: 8 m/min, spriegumu 26 V, 6. punkts, zīm. 6.2.
9. Novērtēsim metinājuma šuvi, 5. punkts, Zīm.6.6.
10. Jau metināšanas procesā bija skaidrs, ka metāls ir pārāk karsts un šķidrā metāla vannai ir ļoti liels tilpums. Metināšanas šuve sanāca praktiski bez pastiprinājuma, šuves platums ir pārāk liels, un šuves forma ir neregulāra (daudz šķakatu). Tādējādi, saprotot, ka strāva un spriegums ir pārāk augsts, mēs atgriežamies pie iepriekšējiem parametriem.

6.6. Metināšanas degļa slīpuma leņķa ietekme

Vislielāko ietekmi uz metināšanas procesu atstāj metināšanas strāva un metināšanas spriegums. Pēc tam seko citi parametri, tostarp metināšanas degļa slīpuma leņķis.



Metināšanas degļa slīpuma leņķis tiek izvēlēts, ņemot vērā metināmā materiāla biezumu, savienojuma veidu, metināšanas pozīciju un darba ērtības.

- Metinot ar “leņķi uz priekšu”, Zīm.6.7 (1), caurmetinājuma dziļums ir mazāks, šuves pastiprinājumam ir plakanāka un platāka augšdaļa, metināšanas laikā veidojas vairāk metāla šlakatu [8].
- Metinot “taisnā leņķī”, Zīm. 6.7 (2) iespiešanās dziļums un šuves pastiprinājums ir nedaudz lielāks. Metināšana taisnā leņķī gandrīz nekad netiek izmantota, jo šāda degļa pozīcija apgrūtina apskati metināšanas laikā. Alumīnija izstrādājumiem ieteicams veikt metināšanu ar gandrīz vertikālu degļa stāvokli (95 grādi - ar leņķi uz priekšu) [8].
- Vislielāko caurmetinājuma dziļumu un šuves pastiprinājumu, kā arī vismazāko šlakatu daudzumu iegūst, metinot “atpakaļgaitas leņķī”, Zīm. 6.7 (3),.
- Tiek uzskatīts par lielu kļūdu vienā metinājuma šuvē apvienot metināšanas metodes “ar leņķi uz priekšu” Zīm.6.7 (1) un “ar leņķi atpakaļ” Zīm. 6.7 (3). [8]

Metināšanu “ar leņķi uz priekšu”, Zīm.6.7 (1), izvēlas:

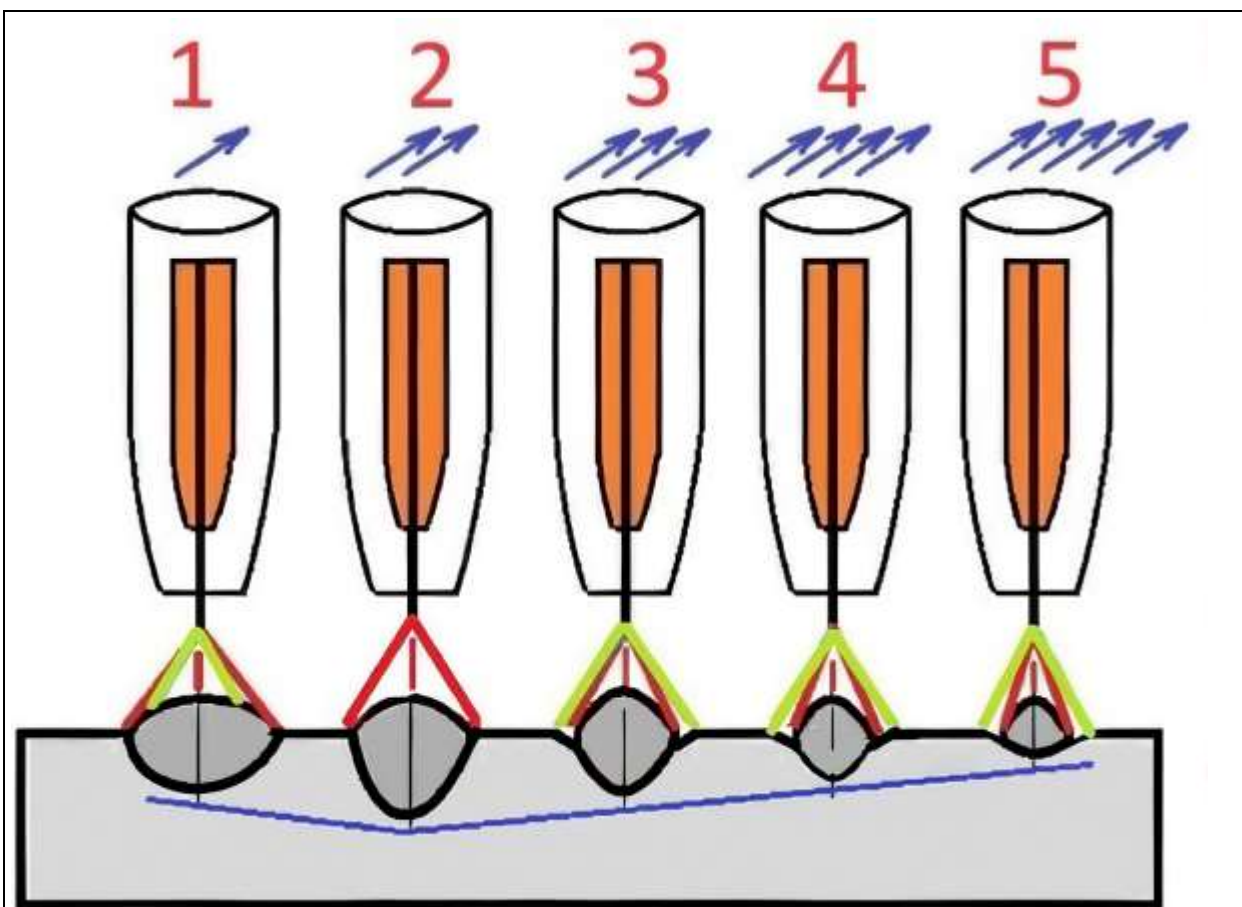
- saduršuvēm
- plānam metālam
- vertikālai (no apakšas uz augšu) metināšanas pozīcijai (PF)

Metināšanu “ar leņķi atpakaļ”, Zīm.6.7 (3), izvēlas:

- biežam metālam, stūra un T-veida savienojumos (FW) apakšējā pozīcijā (PB)
- apakšas un griestu metināšanas pozīcijām (PB FW, PE BW).

6.7 Metināšanas degļa ātruma (metināšanas ātruma) ietekme

Pieņemsim, ka metināšanas spriegums (V) un strāva (A) metināšanas procesā nemainās. Metinot vairākas šuves valnīšus ar dažādiem metināšanas degļa ātrumiem (šo parametru sauc par metināšanas ātrumu un mēra cm/min) šuves valnīši izskatīsies šādi, zīm. 6.8



6.8. zīmējums Metināšanas ātruma ietekme uz metinājuma šuves valnīša veidu. [8]

- minimālais metināšanas ātrums parādīts Zīm. 6.8(1),
- maksimālais metināšanas ātrums parādīts Zīm. 6.8(5),
- normāls (optimālais) metināšanas ātrums parādīts Zīm. 6.8(2).

Metināšanas loka siltuma ietekmes zona iezīmēta zaļā krāsā. Sarkanā krāsā ir iezīmēta vieta, kur metināšanas stieple uzklāta uz detaļas virsmas.

- Kā redzams no Zīm. 6.8.(1) - siltuma ietekmes zona ir šaurāka par metinājuma šuves platumu. Tas noved pie tā, ka uzkausētais metāls plūst uz detaļas metālu, veidojot uzplūdumu (nesakusumu).
- Kā redzams no Zīm. 6.8(5) loka siltuma ietekmes zona ir platāka par stieples metāla seguma zonu, t.i. stieples izkausētais metāls nespēj izplatīties. Tas noved pie iegriezumu veidošanās (rievas, kas nav piepildītas ar metālu) gar šuves malām.

Nesakusumi un iegriezumi ir nopietni defekti (**ISO 6520-1:2007 Welding and allied processes — Classification of geometric imperfections in metallic materials — Part 1: Fusion welding**), kas pavājinā metināto savienojumu un var izraisīt konstrukcijas bojājumus.

Secinājumi:

- Metināšanas ātrums ietekmē gan caurmetinājumu, gan šuves valnīša platumu un augstumu (pastiprinājumu). Jo lielāks metināšanas ātrums, jo mazāks ir iespiešanās platums un dziļums.
- Pārāk liels metināšanas ātrums izraisa iegriezumu veidošanos (rievas gar šuves valnīša robežu) un minimālu metāla iespiešanos.
- Pārāk lēns metināšanas ātrums noved pie uzplūdumu veidošanās (nesakusumu) un metāla pārkaršanas.
- Nepareizi izvēlēta metināšanas ātruma problēma ir izplatīta robotizētajā ražošanā, tāpēc operatoram īpaša uzmanība jāpievērš metināšanas režīmu iestatīšanai.

6.8 Elektrodu izvirzījuma garums.

Elektroda izvirzījuma garums ir attālums no kontaktuzgaļa (dīze) līdz vietai, kur sāk degt metināšanas loks, sk. Zīm. 6.9.

Pusautomāts ir konstruēts tā, lai, mainoties elektroda izvirzījuma garumam, metināšanas loka garums paliktu nemainīgs. Šī svarīgā īpašība atšķir pusautomātisko iekārtu, piemēram, no TIG metināšanas iekārtas vai iekārtas metināšanai ar pārklātiem elektrodiem MMA, kurā loka garums ir atkarīgs no metināšanas degļa augstuma.

Tehniski šī pusautomātiskās ierīces īpašība ir apzīmēta ar CV (Constant Voltage - pastāvīgs spriegums), pretstatā apzīmējumam CC (Constant Current - pastāvīgai strāvai).

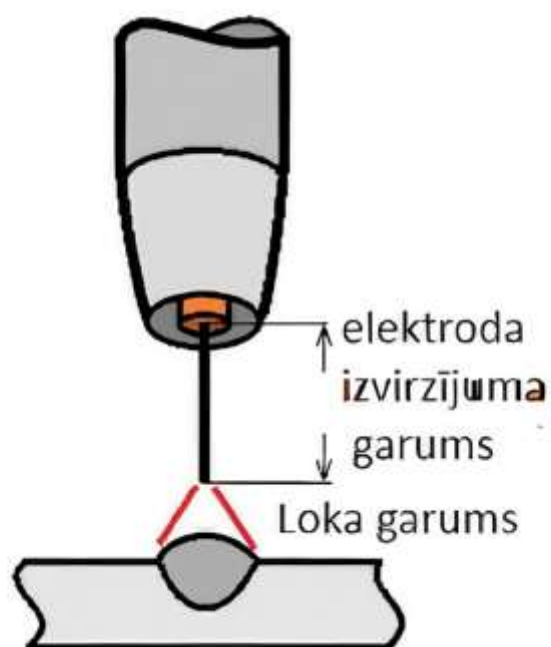
- Zīm. 6.10 (1) stieples izvirzījuma garums ir minimāls, savukārt metinājuma šuvei ir maksimāla dziļa iespiešanās.
- Pakāpeniski, palielinoties elektroda izvirzījuma garumam Zīm 6.10, poz. 2,3,4 iespiešanās dziļums samazinās, un pastiprinājums nedaudz palielinās.

Kā pusautomātiskā metināšanas iekārta saglabā nemainīgu loka garumu metināšanas procesa laikā?

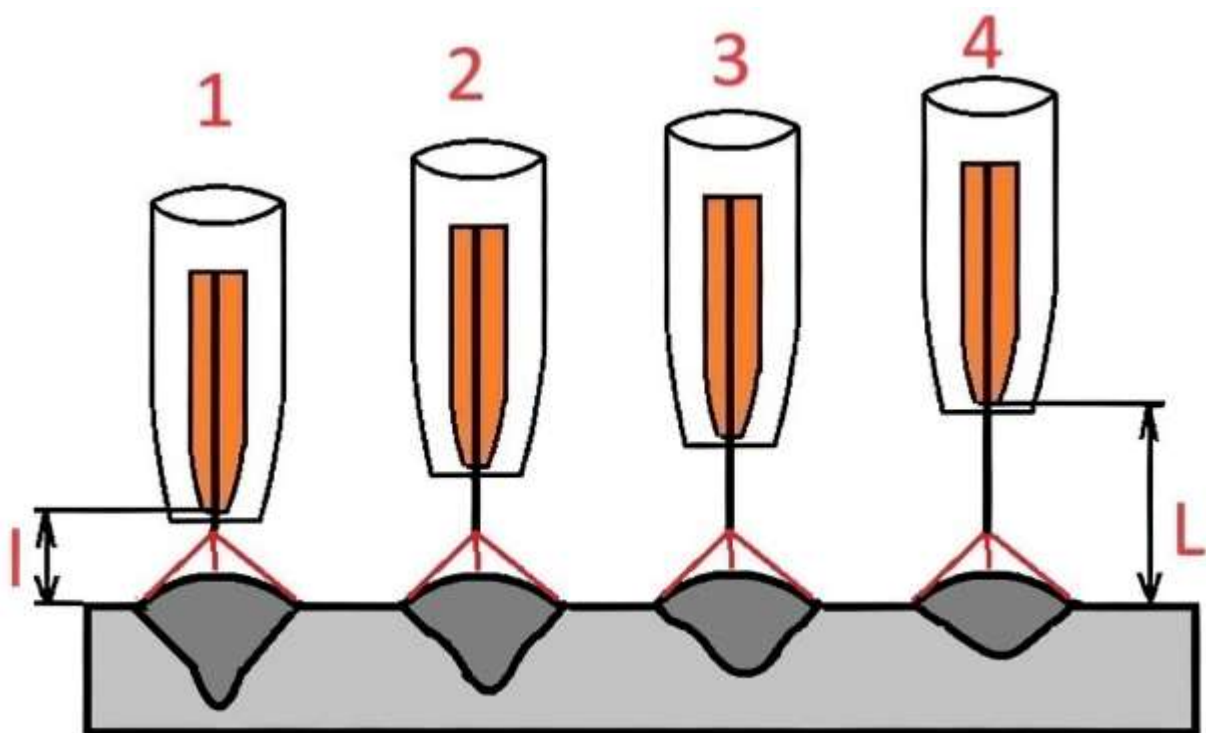
Metināšanas loka garums ir tieši proporcionāls metināšanas spriegumam. Saskaņā ar Oma likumu:

$$U = I \cdot R, (6.1)$$

kur U ir metināšanas spriegums (V), I ir metināšanas strāva (A), R ir ķēdes pretestība, (Om)



6.9. zīmējums Elektroda izvirzījuma garums un loka garums [5]



6.10. zīmējums Elektrodu izvirzījuma garuma ietekme uz metinājuma formu un iespiešanās dziļumu [8]

Ķēdes pretestība ir tieši atkarīga no elektroda izvirzījuma garuma, t.i. jo lielāks stieples izvirzījuma garums, jo lielāks parametrs R .

Tādējādi, lai uzturētu nemainīgu spriegumu (un līdz ar to loka garumu):

1. samazinot stieples izvirzījuma garumu, ierīcei automātiski jāpalielina metināšanas strāva,
2. palielinot stieples izvirzījuma garumu, iekārtai automātiski jāsamazina metināšanas strāva.

Secinājumi:

- Nemainot iekārtas strāvas un sprieguma iestatījumus, metinātājs var mainīt strāvu metināšanas procesa laikā, mainot metināšanas degļa pozīciju: to metālam pietuvinot vai attālinot.
- Lai nodrošinātu garantētu iespiešanos, metinot liela biezuma izstrādājumus, metinātājam jāsamazina stieples izvirzījuma garumu (palielinot metināšanas strāvu), tuvinot degli sagatavei.
- Lai novērstu caurdegumus, metinot maza biezuma izstrādājumus, metinātājs palielina stieples izvirzījuma garumu (tā samazinot metināšanas strāvu), attālinot degli no detaļas.
- Stieples izvirzījuma garumu var mainīt diapazonā: 10 - 25 mm.
- Lai novērstu porainību metinot ar aptuveni 25 mm stieples izvirzījuma garumu, ir nepieciešams palielināt aizsarggāzes plūsmu par 1-2 l/min.
- Neiesaku metināt ar garāko stieples izvirzījuma garumu, jo tādā gadījumā palielinās metāla šķakatu daudzums, ka arī porainība un nesakusumu veidošanas varbūtība. Optimālais stieples izvirzījuma garums ir līdz 15 mm.

6.9 Induktivitātes ietekme.

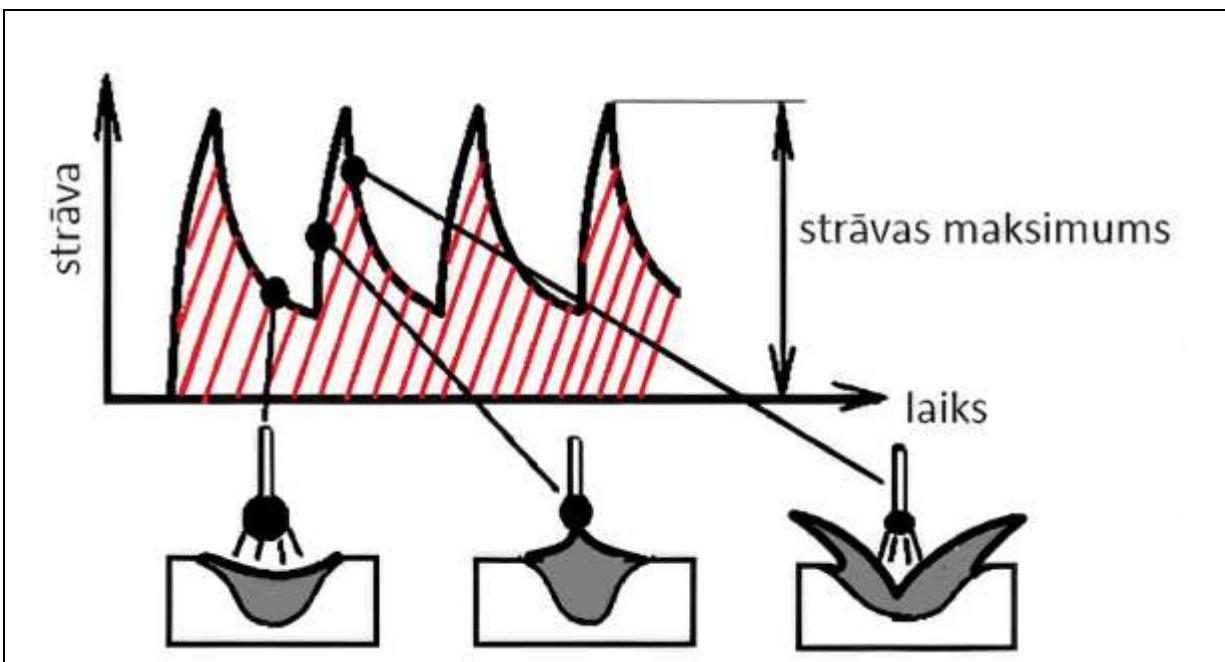
Ne visiem “Iesācēju” grupas metināšanas aparātiem ir iespēja regulēt induktivitāti (piemēram, Jasic PRO 200 modelis nenodrošina šo regulēšanu), bet, piemēram, modelim Spartus Easy MIG 215S ir elektroniska induktivitātes regulēšana, izmantojot interaktīvo izvēlni. Induktivitātes regulēšana ir bezizmēra, un tai bieži ir iestatījumu diapazons: -10, 0, +10.

Jautājums: kāpēc jāregulē induktivitāte?

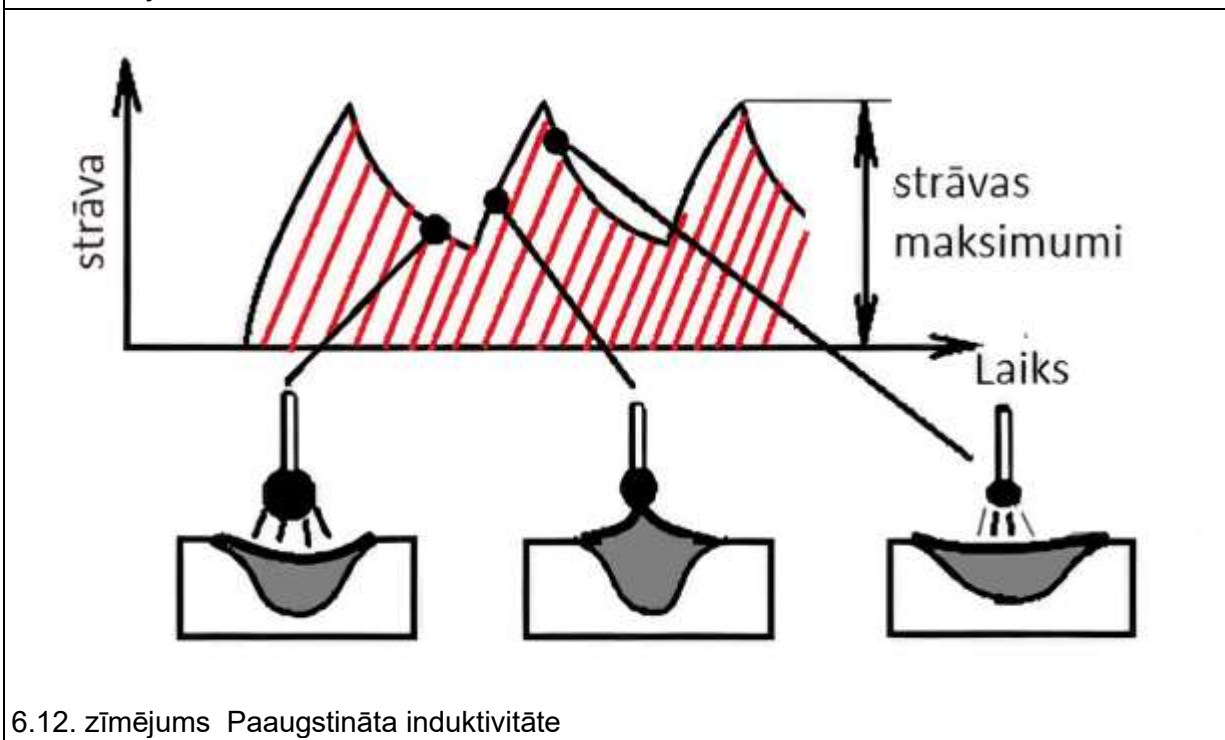
Izmantojot šo regulējumu, jūs varat samazināt izšļakstīšanos, stabilizēt metināšanas loka degšanu un uzlabot metinājuma šuves izskatu.

Zīm. 6.11 attēlots gadījums ar zemu droseles induktivitāti, metinot “īssavienojuma” režīmā. Vertikālā skalā - metināšanas strāva, horizontālajā skalā atzīmēts laiks. Brīdī, kad stieple pieskaras metālam, notiek īssavienojums - metināšanas strāva strauji palielinās – grafikā tas redzams kā “maksimumi”. Ja “virsošnes” ir pārāk augstas, vienā pusē ir spēcīga metāla izšļakstīšanās, bet otrā pusē redzams diezgan stabils metināšanas process.

Palielinot induktivitāti (Zīm. 6.12), metināšanas strāvas “maksimumi” samazinās. Samazinās metāla izšļakstīšanās, uzlabojas metinājuma izskats, bet, no otras puses, pasliktinās loka degšanas stabilitāte. Regulējot induktivitāti, ir jāatrod saprātīgs līdzsvars.



6.11. zīmējums Zema induktivitāte



6.12. zīmējums Paaugstināta induktivitāte

7. Kas jāzina, lai strādātu par metinātāju?

Iesācēju metinātāju vidū pastāv viedoklis, ka galvenais, lai iemācītos metināt - apgūt pareizās degļa kustības, t.i. metināšanas tehniku, bet viss, kas saistīts ar metāliem un sakausējumiem,

standartiem, rasējumiem un metināšanas iekārtu parametriem, ir maznozīmīga informācija. Par metināšanas metodēm mēs parunāsim nedaudz vēlāk, tomēr gribētos uzsvērt, ka mūsdienīgam metinātājam jābūt plašākām zināšanām šajā jomā. Ne vienmēr darba vietā būs meistars, tehnologs vai inženieris, kas visu paskaidros un izlabos, gadījumā ja pats metinātājs kaut ko izdarījis nepareizi!

Mūsdienīgs metinātājs ir universāls darbinieks, kurš māc:

- strādāt ar rokas elektroinstrumentiem, lai iztīrītu metālu, sagatavotu detaļu malas un saliktu konstrukciju ar pieķersuvēm,
- veikt metināšanu bez defektiem, saskaņā ar rasējumiem un citu dokumentāciju,
- izvērtēt visu konstrukcijas izmēru atbilstību, pieļaujamās deformācijas, metinājuma kvalitāti, nepieciešamības gadījumā labot defektus un pēc tam attīrīt konstrukciju no metāla šļakatām.

Dažos uzņēmumos prasības metinātājam ir kā veselai projektēšanas un tehnoloģiskajai nodaļai - tikai pēc mezgla skices metinātājam jāprot izvēlēties tērauda marka, metāla loksnes biezums, metināšanas tehnoloģija, kā arī jāveic materiālu pretestības aprēķini. Un, protams, tas viss jāizdara ļoti īsā laika posmā. Piemērs noteikti ir pārspīlēts - nevienam nav tiesību to visu prasīt no metinātāja, ir jāsaprot, kur beidzas viņa atbildības zona.

Metinātājam nepieciešamās prasmes ir šādas:

- metināšana dažādās telpiskās pozīcijās: PA, PB, PC, PD, PE, PG, PF utt. **(EN ISO 6947:2019 Welding and allied processes — Welding positions)**
- prasme metināt dažāda veida šuves: kakta šuves (FW), saduršuves (BW), **(EN ISO 9606-1:2012 Qualification testing of welders. Fusion welding Part 1: Steels)**
- iemaņas metināt plāksnes (P) un caurules (T)
- metināt dažāda biezuma materiālu, metināt daudzslāņu šuves ar malu noslīpinājumu un bez tā, **(EN ISO 9606-1:2012 Qualification testing of welders. Fusion welding Part 1: Steels)**
- metināt dažāda veida materiālus: oglekļa tēraudu, nerūsējošo tēraudu, alumīnija sakausējumus, vara sakausējumus utt.
- dažādu metināšanas veidu, piemēram, MAG, TIG, MMA pārzināšana.

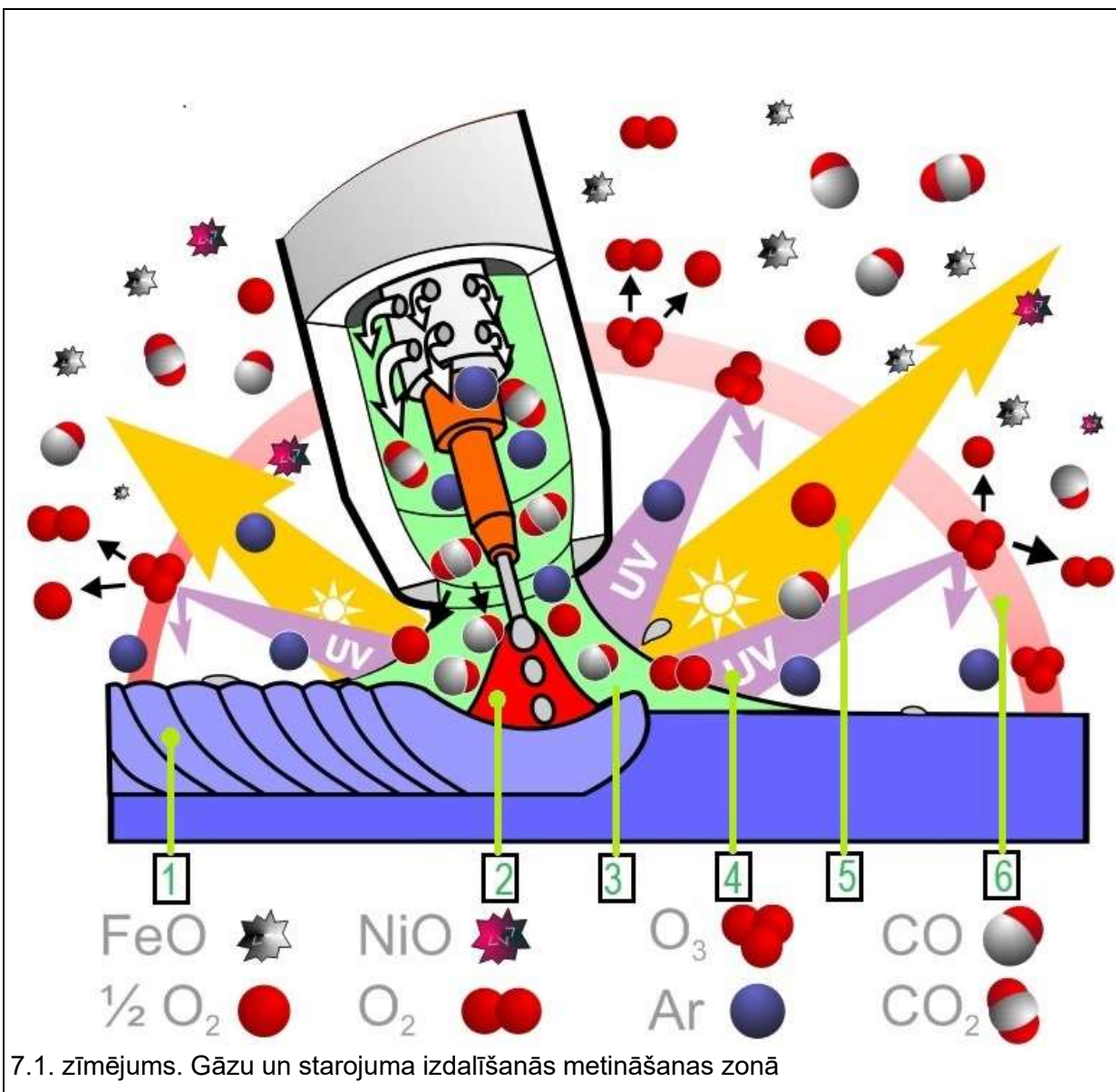
Tomēr, vēlos nomierināt iesācējus, kuri vēl daudz nezina - parasti, darba devējam ir daudz šaurākas prasības. Piemēram, darba sludinājums varētu izskatīties šādi:

Vajadzīgs metinātājs, kas var metināt ar MAG metodi (135) tēraudu no 2 līdz 10 mm biezuma. Parasti jāmetina kakta šuves (FW), apakšējā pozīcijā (PB). Kā priekšrocība - prasme metināt ar TIG metodi (141).

7.1 Metināšanas procesa ekoloģija - MIG /MAG metināšana

Metināmais materiāls: nelegēts, mazlegēts tērauds, augstilegēts tērauds

Aizsarggāze: Ar / CO2 / opcija O2



APZĪMĒJUMI: 1 – metinājuma šuve, 2- elektriskais loks, 3 – aizsarggāze, 4 - ultravioleta starojums, 5 – redzama gaisma, 6 – ozona vairogs.

PROCESS: Aizsarggāzes plūsma izējot no difuzora un gāzes sprauslas ar nelielu spiedienu padodas metināšanas zonā. Metināšanas loka iedarbībā stieples elektrods kūst un iekļūst šķīdā metāla vannā.

Argons ir smagāks par gaisu. Tas aptver metināšanas vannu, nereaģējot ar kausēto metālu. Uzkrājoties telpas grīdās zonā, argons atgriežas gaisā, nepiesārņojot vidi un neietekmējot uz darbiniekiem.

Aiz loka zonas veidojas ozona vairogs, kas pasarga pret gaisa, mitruma un putekļu piekļuves kausēta metālā.

Ogļskābe gāze (CO₂) stabilizē loka degšanu, aktivizē stieples elektroda kūšanu, pastiprina šķidra metāla samaisīšanu un ķīmiski reaģē ar leģējošiem elementiem, kas rezultātā veido izdedžus. Loka stabā notiek termiskās oglekļa dioksīda sadalīšanās reakcijas [10]:



Oglekļa monoksīds (tvana gāze, CO) ir bezkrāsaina indīga, degtspējīga gāze bez garšas un smaržas, nedaudz vieglāka par gaisu [11]. Oglekļa monoksīds pasarga metāla vannu pret skābekļa un slāpekļa iedarbības, daļēji kopā ar citām vielām izdalās iekštelpu gaisā.

Oglekļa dioksīds palielina dūmu un gāzu emisiju no metināšanas zonas. Mūsdienās oglekļa dioksīda īpatsvaru metināšanas maisījumos samazina, daļēji aizvietojot tas ar skābekli, piemēram, **Ferroline C6X1** (CO₂=6%, O₂=1%, atlikums Ar). Oglekļa dioksīda izmantošana (CO₂=100%) metināšanā ir iespējama, bet tā ir neefektīva, un daudz bīstamāka metinātāja veselībai augstā metināšanas aerosola līmeņa dēļ. Izmantojot argona-oglekļa dioksīda gāzu maisījumus, ievērojami samazinās CO koncentrāciju aerosolā.

Pēc **Valsts darba inspekcijas** datiem [12] jēdziens **metināšanas aerosols** tiek skaidrots kā disperss aerosols, kas rodas metālu griešanas un metināšanas darbos. Šāds aerosols bieži satur mangāna, hroma, alumīnija un citu metālu putekļus, slāpekļa oksīdus, tvana gāzi, ozonu, silīcija dioksīdu, kā arī citas vielas.

Metināšanas aerosolu sastāvā esošajām cietvielu daļiņām [12] ir ļoti mazi izmēri (0,01-0,1 μm un lielāki), un tā bīstamība ir saistīta ar cietvielu daļiņu spēju dziļi iekļūt elpošanas orgānos, kuņģī un zarnu traktā. Metināšanas aerosolu toksiskums atkarīgs no izmantotajiem metāliem un lietotā elektroda tipa. Par īpaši toksiskiem elektrodiem un kušņiem uzskata mangānu, hromu, fluoru, niķeli, titānu, silīciju, beriliju un šo elementu ķīmiskos savienojumus (oksīdus u.c.) saturošus elektrodus un kušņus. Pēc [13] pirmo vietu arodslimību struktūrā Latvijā ieņem pneimokonioze un hronisks "putekļu bronhīts".

7.1. tabulā dotas kaitīgo rūpniecisko putekļu pamatklases, to izplatība un bioloģiskā iedarbība [13]

Putekļu veids	Ražošanas nozares un procesi	Reakcijas tips	Plaušu saslimšanas	Piezīmes
Hroms, hroma oksīds, hromāts	Metalurģija, metināšana un griešana ar gāzes liesmu, pigmentu ražošana	Iekaisums, imūnā reakcija, kancinoma	Deguna starpsienas jēlums un čūlas, bronhiālā astma, deguna dobuma kancinoma	Kancerogēni tikai sešvērtīgā (+6) hroma savienojumi (sārmu metālu hromāti, hroma oksīds)
Dzelzs, dzelzs oksīds	Metalurģija, metālapstrāde (metināšana, griešana, slīpēšana)	Uzkrāšanās	Sideroze	Beidzoties kontaktam, rentgenogrammās saglabājas izmaiņas

Mangāns, mangāna oksīdi	Metalurģija, metālapstrāde (metināšana ar mangānu saturošiem elektrodiem). Mangāna rūdu pārstrāde	Iekaisumi, vispārēja toksiska iedarbība	Mangāna pneimonija, necifiskas plaušu saslimšanas	
Niķelis, niķeļa oksīdi, niķeļa sāļi	Metalurģija, galvanika, ķīmiskā rūpniecība	Iekaisumi, imūnā reakcija, karcinoma	Bronhiālā karcinoma, deguna dobuma karcinoma	Niķeļa tertrakarbonīla vispārtoksiska iedarbība (hepatīts, dermatīts)
Vanādijs pentoksīds	Ķīmiskā rūpniecība (vanādijs katalizatoru ražošana)	Iekaisumi	Traheobronhīts, bronhiālā astma, necifiskas plaušu saslimšanas	Dermatīts
Alumīnijs, alumīnijs oksīds	Pirotehnika (alumīnijs pūderis), korunda ražošana (alumīnijs dūmi, kausējot boksītu), vieglo metālu apstrāde (metināšana un griešana ar gāzes liesmu)	Difūzā fibroze, fibroze, iekaisums	“Alumīnijs plauša”, “boksīta kausētāja plauša”, necifiskās plaušu saslimšanas	

7.1. Tab. Kaitīgo rūpniecisko putekļu pamatklases

Pasākumi cilvēka veselības aizsargāšanai no putekļu iedarbības [13]

Nepieciešams novērot (pēc iespējas) putekļu rašanos un to atrašanos ražošanas telpās. Izmantojami šādi paņēmieni:

- aizstāt esošās tehnoloģijas ar tehnoloģijām, kurās izdalās mazāk putekļu;
- iekārtu hermetizācija;
- materiālu pārvietošanai izmantot slēgtas pneimatiskās un hidrauliskās sistēmas;
- ventilācija (kopējā un vietējā);
- pastāvīga gaisa analīze darba vietā;
- individuāli elpošanas ceļu aizsardzības līdzekļi;

- specapgērbs un speciālie apavi.

Personām, kurām būs jāstrādā stipri putekļainā gaisā, pirms tās pieņem darbā, jāiziet medicīniskā apskate, lai noskaidrotu [13] vai veselība ļauj strādāt šo darbu. Pēc tam jāveic periodiskas medicīniskās apskates. Cilvēkus ar funkcionālām vai patoloģiskām izmaiņām plaušās nedrīkst pieņemt darbā, kas saistīts ar putekļu iedarbību, jo ir lielāka iespēja saslimt ar dažādām plaušu slimībām.

Optisko (metināšanas loka) starojumu iedala [14]:

- infrasarkanajā starojumā (IS);
- redzamajā gaismā (VIS);
- ultravioletajā starojumā (UV).

Šo kopējo optiskā starojuma spektru iedala vēl sīkāk mazākos diapazonos, jo katram no tiem ir atšķirīgas īpašības un ietekme.

Pēc [14], ilgstošā laikā **UV starojuma** iedarbība var veicināt ādas novecošanos, kā arī izraisīt dažādus ādas audzējus. Ir iespējami gan radzenes un cīpslenes bojājumi un iekaisumi, gan arī acs lēcas caurspīdīguma samazināšanās (saduļošanās).

Visbīstamākā **redzamas gaismas (VIS)** iedarbība ir tieši uz acs tīkleni, radot augstāku risku kataraktas un t. s. fotoretinīta (ko sauc arī par “sniega aklumu” vai elektrooftalmiju) attīstībai. Tāpat bīstamību var radīt tas redzamās gaismas spektrs, kas robežojas ar infrasarkanā starojumu, un šajā gadījumā tā ir saistīta ar acs tīkles termiskiem apdegumiem [14].

Infrasarkano starojumu (IS) reizēm mēdz saukt arī par siltuma starojumu, jo mēs to neredzam, bet izjūtam kā siltumu [14]. Metināšanas laikā, ja metāla temperatūra pārsniedz 500 °C un metināma detaļa kvēlo sarkani vai dzeltenīgi un temperatūra nepārsniedz 1200–1400 °C, var uzskatīt, ka tīkles bojājumi gandrīz nav iespējami, tomēr, ja ilgstoši jāstrādā šādos darba apstākļos, var attīstīties IS starojuma inducēta katarakta. Sākot ar 1500 °C, kad metāls jau kvēlo spoži balts, risks acs tīkles bojājumiem un ādai ir būtisks [14]. Efektīvākais preventīvais pasākums ir attiecīgu – karstuma izturīga apģērba, cimdu un sejsargu lietošana.

Apkārta elektriska loka zonas veidojas **ozons**. Ozons rodas no divatomu skābekļa garo viļņu (150–200 nm) UV starojuma iedarbības rezultātā [13]. Šāds viļņu garums raksturīgs saules starojumam:



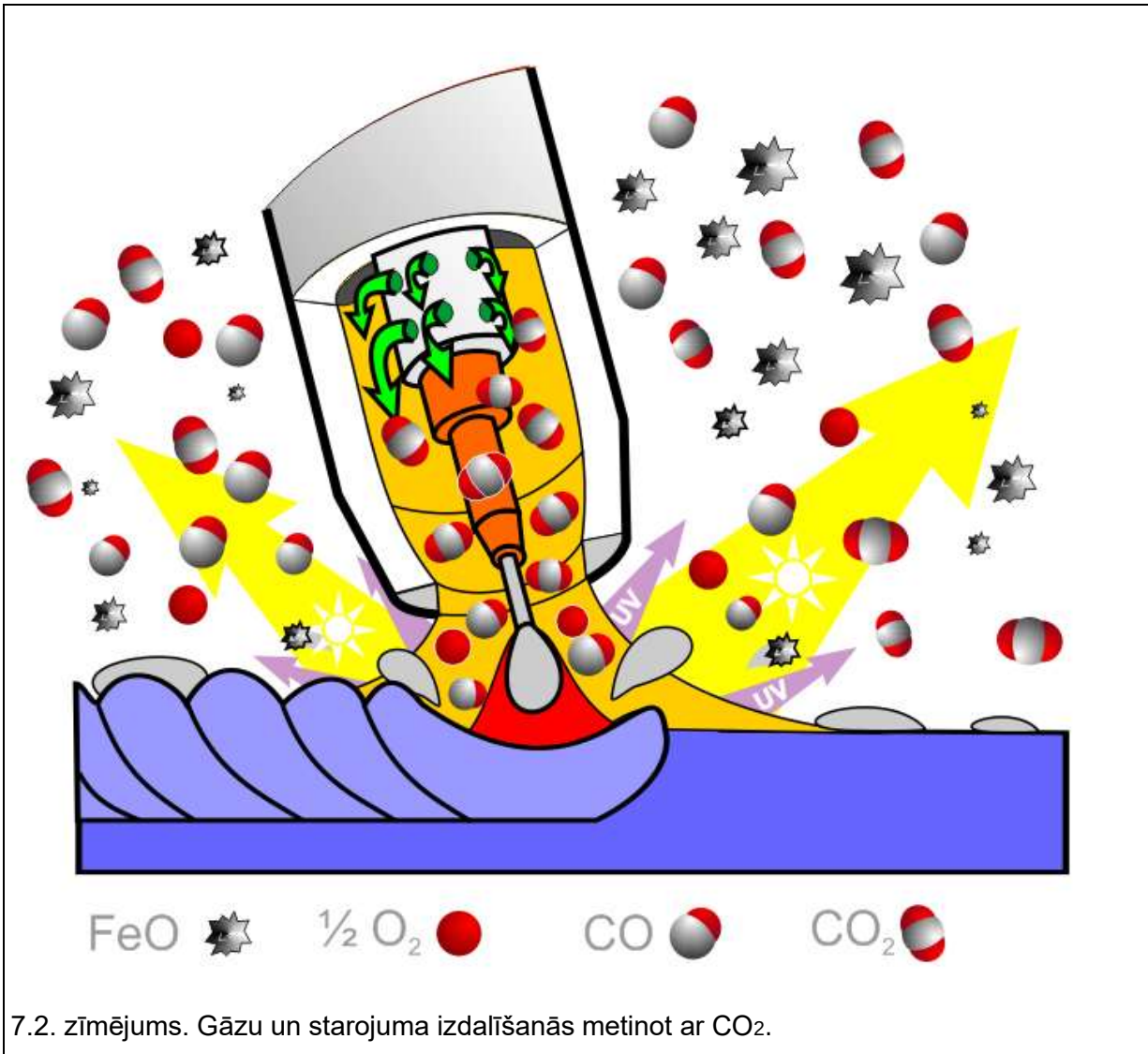
Ozons ir stipra toksiska gāze ar kairinošu iedarbību gan īslaicīgi, gan ilgstoši kontaktējoties [13]. Ieelpojot ozonu, rodas elpošanas ceļu iekaisumi un aizsprostojumi. Sākotnējās ozona iedarbības izraisītās parādības nosakāmas subjektīvi: vispirms sajūtam aromāts, sausums un kairinājums augšējos elpošanas ceļos, galvassāpes un slikta pašsajūta. Pret ozona iedarbību sievietes ir jutīgākas nekā vīrieši. Parasti maksimālo pieļaujamo koncentrāciju var sasniegt tikai metinot alumīniju vai augsti leģētus tēraudus. Neskatoties uz to, ka darba zonā ir noteikta zema ozona koncentrācija, tas tomēr ir ļoti bīstams un pat zemā koncentrācijā nenodrošina pilnīgu nekaitīgumu.

Veicot metināšanas darbus, jābūt nosūces ventilācijai. Personas ar respiratorās sistēmas saslimšanām nedrīkst strādāt ozona ietekmes zonā. Jānodrošina obligātas periodiskas profilaktiskās apskates.

7.2 Metināšanas procesa ekoloģija - MAG metināšana CO₂ aizsarggāzē.

Metināmais materiāls: nelegēts, mazlegēts tērauds

Aizsarggāze: CO₂



PROCESS: Aizsarggāzes plūsma izējot no difuzora un gāzes sprauslas ar nelielu spiedienu padodas metināšanas zonā. Metināšanas loka iedarbībā stieples elektrods kust un iekļūst šķīdri metāla vannā.

Ogļskābe gāze (CO₂) stabilizē loka degšanu, aktivizē stieples elektroda kūšanu, pastiprina šķīdri metāla samaisīšanu un ķīmiski reaģē ar leģējošiem elementiem, kas rezultātā veido izdedžus. Loka stabā notiek termiskās oglekļa dioksīda sadalīšanās reakcijas [10]:



(7.1)

Oglekļa monoksīds (tvana gāze, CO) ir bezkrāsaina indīga, degtspējīga gāze bez garšas un smaržas, nedaudz vieglāka par gaisu [11]. Oglekļa monoksīds pasarga metāla vannu pret skābekļa un slāpekļa iedarbības, daļēji kopā ar citām vielām izdalās iekštelu gaisā. Oglekļa dioksīda izmantošana (CO₂ = 100%) metināšanā ir iespējama, bet tā ir neefektīva, un daudz bīstamāka metinātāja veselībai augstā metināšanas aerosola līmeņa dēļ. Izmantojot argona-oglekļa dioksīda gāzu maisījumus, ievērojami samazinās CO koncentrāciju aerosolā.

Metināšanas aerosolu sastāvā esošajām cietvielu daļiņām [12] ir ļoti mazi izmēri (0,01-0,1 μm un lielāki), un tā bīstamība ir saistīta ar cietvielu daļiņu spēju dziļi iekļūt elpošanas orgānos, kuņģī un zarnu traktā. FeO un citi dzelzs savienojumi, kas nonāk metināšanas aerosola sastāvā nav toksiski, bet ir bīstami plaušām. Tādēļ ir nepieciešams nodrošināt:

- metināšanas darbu automatizāciju slēgtās telpās;
- darba vietas ar vietējo un kopējo ventilāciju;
- ar gaisa analīzi darba vietā;
- individuāli elpošanas ceļu aizsardzības līdzekļiem;

Visbīstamākā **redzamas gaismas (VIS)** iedarbība ir tieši uz acs tīkleni, radot augstāku risku kataraktas un t. s. fotoretinīta (ko sauc arī par “sniega aklumu” vai elektrooftalmiju) attīstībai.

Ultravioletā (UV) starojuma intensitāte, izmantojot CO₂ kā metināšanas aizsarggāzi, ir ievērojami mazāka, nekā metinot argona-oglekļa dioksīda maisījumu vidē. Zema (**UV**) starojuma intensitāte neļauj veidoties ozonam.

Ultravioletā (UV) starojums var izraisīt atklātu ķermeņa zonu apdegumus un acu elektrooftalmiju.

Infrasarkano starojumu (IS) reizēm mēdz saukt arī par siltuma starojumu, jo mēs to neredzam, bet izjūtam kā siltumu [14]. Metināšanas laikā, ja metāla temperatūra pārsniedz 500 °C un metināma detaļa kvēlo sarkani vai dzeltenīgi un temperatūra nepārsniedz 1200–1400 °C, var uzskatīt, ka tīkles bojājumi gandrīz nav iespējami, tomēr, ja ilgstoši jāstrādā šādos darba apstākļos, var attīstīties IS starojuma inducēta katarakta. Sākot ar 1500 °C, kad metāls jau kvēlo spoži balts, risks acs tīkles bojājumiem un ādai ir būtisks [14]. Efektīvākais preventīvais pasākums ir attiecīgu – karstuma izturīga apģērba, cimdu un sejsargu – lietošana.

7.3 Darba drošība.

Veicot metināšanas darbus, cilvēks ir pakļauts dažādiem traumu riskiem. Īsa informācija par to ir sniegta šajā nodaļā, bet plašākas zināšanas variet iegūt specializētajā literatūrā.

1. Redzes traucējumu riski.

Ne tikai redzamā gaisma, bet visi starojuma veidi ir bīstami acīm. Piemēram, neredzami infrasarkanie un ultravioletie stari var arī izraisīt pietūkumu un sāpes, tā sauktās "smiltis acīs". Visbiežāk metinātāji “ķer zaķīšus” nevis no sava metināma aparāta, bet no kolēģiem, kas strādā blakus darba vietā. Šajā gadījumā metināšanas postenī jāaprīko ar aizsargaizkariem. Uzreiz pēc metināšanas nesteidzieties pacelt masku, pagaidiet dažas sekundes, līdz metāls no sarkana kļūst melns. Tas it īpaši attiecas uz gadījumiem, kad jums nepieciešams metināt visa dienas garumā.

Ja esat cehā, bet nenodarbojaties ar metināšanas darbiem, bez aizsarglīdzekļiem nedrīkst atrasties tuvāk par 20 metriem no darba zonas. Parasti metināšanas vieta ir norobežota ar necaurspīdīgiem vairogiem vai aizsargsietiem. Bez aizsargvairogiem pat tad, ja aizverat acis vai pagriežat galvu sānis, metināšanas loka atstarotā gaisma skar jūsu seju, kaklu un acis, un var izraisīt negatīvas sekas.

Metināšanas maska nepieciešama, lai aizsargātu acis, seju un kaklu. Darbam piemērotas gan maskas ar maināmiem stikla aizsargfiltriem ar aptumšojumu no 9 DIN līdz 13 DIN, gan "HAMELEONS" tipa maskas.

- **BS EN 175:1997 Personal protection. Equipment for eye and face protection during welding and allied processes**
- **EN 379:2003+A1:2009 Personal eye-protection - Automatic welding filters**
- **ANSI/ISEA Z87.1-2020: American National Standard For Occupational And Educational Personal Eye And Face Protection Devices.**
- **EN 169:2002 Personal eye-protection - Filters for welding and related techniques - Transmittance requirements and recommended use**
- **EN 166:2001 Personal eye-protection - Specifications**

2. Ādas slimību riski.

Ilgstoša ultravioletā starojuma iedarbība var izraisīt ādas apdegumus un pat ādas onkoloģiskās slimības. Nekad nemetiniet kreklā ar īsām piedurknēm vai šortos (arī vasarā!). Darba apģērbam pilnībā jāpārklāj visas ķermeņa daļas. Metināšanas darbiem izmantojiet tikai speciālu metināšanas kostīmu, kas izgatavots no karstumizturīgiem materiāliem. Jakai jābūt ar garām piedurknēm, un biksēm jābūt pietiekami garām, lai nosegtu apavus (tas pasargās no dzirksteļu iekļūšanas apavos).

- **ISO 11611:2015 Protective clothing for use in welding and allied processes**
- **ISO 11612:2015 Protective clothing. Clothing to protect against heat and flame. Minimum performance requirements**

3. Ķīmiskā saindēšanās.

Metināšanas laikā izdalītās gāzes var saturēt vielas, kas izraisa:

- gļotādas kairinājumu
- elpošanas orgānu slimības
- alerģijas
- ļaundabīgus audzējus

Īpaši daudz kaitīgo gāzu izdalās, metinot leģētos (nerūsējošos) tēraudus: hroms, niķelis, molibdēns un t.t.. Respirators nepalīdzēs pret gāzu iedarbību (tie aiztur tikai putekļu daļiņas). Veicot metināšanas darbus, ir nepieciešama obligāta nosūces ventilācija (īpaši ilgstoša darba laikā). Alternatīva iespēja: metināšanas maska ar filtru un attīrīta gaisu padevi, kas tiek ņemta ārpus metināšanas zonas.

- **EN 405 Valved filtering half mask to protect against gases or gases and particulates.**
- **EN 14387 Gas filters and combined filters. Types of filters (Type A, B, E, K) Classified according to the type of specified gas they remove.**

4. Apdegumu risks.

Metinot, nekad neizmantojiet parastus mājturības cimdus. Šļakatas un karstums no metināšanas zonas, kā arī pieskaršanās karstam metālam var izraisīt roku apdegumus. Darbam ir nepieciešami speciālie cimdi ar paaugstinātu mehānisko un karstumizturību. Metināto (karsto) detaļu pārvietošanai izmantojiet metālapstrādes instrumentus. Darba laikā metāla dzirksteles var uzkrīst uz apaviem, kā arī pielipt pie zolēm vai izraisīt ugunsgrēku. Nepieciešami speciālie apavi no blīviem, nedegošiem materiāliem ar karstumizturīgām, mitrumizturīgām un elektriski izolējošām zolēm. Metināšanas laikā, nekādā gadījumā neizmantojiet sporta apavus (kedas). To sintētiskais audums ir viegli uzliesmojošs un dzirksteļu caurlaidīgs.

- **EN 407:2004 Protective gloves against thermal risks (heat and / or fire)**
- **EN 388:2016+A1:2018 Protective gloves against mechanical risks**
- **ISO 20349-2:2017 Personal protective equipment. Footwear protecting against risks in foundries and welding, part 2: Requirements and test methods for protection against risks in welding and allied processes.**

5. Elektrisko traumu risks.

Metināšanas iekārtas ir pieslēgtas elektrotīklam, tādēļ darbā ar tām jāievēro visas prasības darbam ar elektrību. Nav atļauts strādāt ar slapjiem cimdiem vai slapju apģērbu. Nav atļauts veikt metināšanas darbus mitrā telpā vai brīvā dabā lietainā laikā. Vienmēr uzraugiet metinātāja apģērba stāvokli un metināšanas apstākļus.

Ja šīs prasības netiek ievērotas, metinātājs var tikt pievienots elektriskajai ķēdei, tā izraisot traumas vai pat nāvi.

6. Elpceļu slimības.

Strādājot ar elektriskajiem (pneimatiskajiem) instrumentiem, slīpējot un attīrot metālu no piesārņojuma, gaisā veidojas stabila metāla putekļu suspensija. Ieelpojot, tā nosēžas plaušās, kas laika gaitā izraisa apgrūtinātu elpošanu un dažādas plaušu (un gremošanas trakta) slimības. Darbam izmantojiet respiratoru ar filtriem (FFP1, FFP2, FFP3).

EN 149:2001+A1:2009 Respiratory protective devices - Filtering half masks to protect against particles - Requirements, testing, marking

7. Dažādu acu struktūras bojājumu risks.

Strādājot ar elektroinstrumentiem, nepaļaujieties tikai uz to aizsargapvalku. Pat neliela metāla daļiņa, kas nonāk acīs, var izraisīt iekaisuma procesu, un sekojošu dārgu un ilgstošu ārstēšanu vai pat neatgriezenisku redzes zudumu! Nekad nepadodies vēlmei atstāt novārtā aizsargbrilles, lai paātrinātu darba procesu! Piecu minūšu taupīšana var izraisīt neatgriezenisku redzes zudumu. Vienmēr uzvelciet aizsargbrilles!

EN 388:2016+A1:2018 Protective gloves against mechanical risks.

8. Dzirdes zudums

Metināšanas darbus pavada augsts trokšņa līmenis. Troksni rada gan strādājoša pusautomātiskāetināšanas iekārta, gan elektroinstrumenti. Ilgstoša trokšņa iedarbība uz bungādiņu izraisa ievērojamu dzirdes zudumu. Lai pasargātu sevi pret troksni, izmantojiet speciālas austiņas vai ausu aizbāžņus.

EN 13819-1:2002 Hearing protectors - Testing - Part 1: Physical test methods

7.4 Materiāla un darba vietas sagatavošana.

Šī grāmata domāta iesācējiem, kuri sper pirmos soļusetināšanas jomā. Ja esat profesionālis, varat izlaist šo nodaļu.

Sākumā es vēlos uzdot **jautājumu**:

Vai iesācēja veiktā darba kvalitāte vienmēr atšķiras no profesionāļa veiktā darba kvalitātes?

Starp citu, šis jautājums ir derīgs jebkurai profesijai. Lūdzu, nelasiet tālāk, kamēr neesat atbildējis uz to.

Esmu redzējisetinātāju darbu, kuri tikai pirms nedēļas iepazinušies aretināšanas aparātu, bet viņu radītie izstrādājumi un šuves izskats vizuāli gandrīz neatšķīrās no profesionāļa darbiem.

Tātad, ja jums ir liela vēlme, neatlaidība un nedaudz talanta, jūs varat kļūt par profesionāli nedēļas laikā?

Atbilde: nē.

Iesācējs spēs paveikt ļoti labu darbu, taču viņš pieļaus daudz kļūdu un strādās ar daudz mazāku produktivitāti nekā profesionālsetinātājs. Mainot tērauda biezumu un veidu, kā arīetināšanas pozīciju, iesācējam pielāgošanās prasīs daudz vairāk laika. Iesācējs var ļoti metināt, ar nosacījumu ja tuvumā ir pieredzējis mentors, kas paskaidros, palīdzēs pārkonfigurēt iekārtu un parādīs nepieciešamoetināšanas tehniku. Tādēļ

profesionalitāte – tā ir kvalitāte un ātrums.

Šo ainu esmu redzējis daudzas reizes: iesācējs vēlas ātri pabeigt darbu, sāk metināt, neattīrot detaļu no rūsas, slikti nostiprinot spaiļes kabeļuetināšanas aparātā un stāvot neērtā pozīcijā. Viņam šķiet, ka tās ir tikai nianšes. Betetināšanā nav sīkumu - ja palaidīsi garām sīkumus, labu rezultātu nekad nerasnēsi!

Materiāla sagatavošana

Mācoties metināt (ar MAG), jums ir daudz jātrenējas metināt. Kā testa paraugu iesaku izmantot tērauda plāksni(-es) ar izmēriem: 100 x 200 mm un biezumu 3 - 5 mm.

Rokas lokaetināšana iretināšanas process kura pamatā ir elektriskā ķēde, tādēļ svarīgs ir labs kontakts. Tāpēc mēs rūpīgi attīrām plāksni no eļļas, rūsas un citiem piesārņotājiem. Mēs izmantojam metāla birsti un šķīdinātāju.

Darba vietas sagatavošana

Visērtākā pozīcija metināšanas apguvei ir sēdus pie metāla darba galda. Arī ražošanā nelielas detaļas tiek metinātas sēžot pie galda.

Ideālā gadījumā galda virsma ir bieza (apmēram 10-15 mm), frēzēta metāla loksne. Dažreiz galda virsmā ir izveidoti caurumi skrūvspīļu uzstādīšanai. Profesionālai darbībai šāds galds ir nepieciešams kā obligātā aprīkojuma elements.

Papildus vispārējam apgaismojumam telpā virs galda ir jāuzstāda spoža lampa ar regulējamu leņķi.

Es paredzu **jautājumu: vai metināšanas laikā nav pietiekami daudz apgaismojuma no metināšanas loka?**

Atbilde: metināšanas procesam gaisma nav vajadzīga! Bet pirms darba uzsākšanas ir nepieciešama gaisma, lai degli ar stiepli novirzītu tieši vietā, kurā vēlaties sākt metināšanu.

Tāpat nepieciešams, lai metinātājam pie darba galda būtu ērti sēdēt, t.i. krēsla augstums atbilstu metinātāja augumam.

Metinātāja darba pozīcijas ērtības tieši ietekmē darba ražīgumu un kvalitāti. Šajā gadījumā arī degļa kustības būs viegli kontrolējamas, kas pozitīvi ietekmēs metinājumu.

Kā piemēru var minēt situāciju, kad ražošanā ienāk divi iesācēji ar vienādām metināšanas prasmēm un viņiem tiek doti vienādi uzdevumi, piemēram, sametināt līdzīgas detaļas. Dienas beigās izrādās, ka pirmais metinātājs sametināja 1,5 - 2 reizes vairāk detaļu nekā otrs, un ar labāku šuvju vizuālu kvalitāti. Kā to var izskaidrot? Viena no atbildēm būtu ērtāka pozīcija pirmajam metinātājam. Tādēļ pirmais metinātājs ir mazāk noguris, mazāk laika tiek pavadīts darba pārtraukumos, un viņa produktivitāte ir augstāka.

Metinātāja pozīcija, metinot stūra savienojumus.

Pareiza metinātāja pozīcija (metinot stūra savienojumus - FW) pie darba galda ir parādīta 7.3. zīmējumā.

Pievērsiet uzmanību tam, **KĀ** (?) metinātājs tur metināšanas degli. Viena roka gaisā tur degli un kontrolē slīpuma leņķi un stieples padeves pogu. Otrā roka balsta degļa kakliņu kā arī balstās un slīd pa galda virsmu - regulējot metināšanas procesa ātrumu un vienmērīgumu.

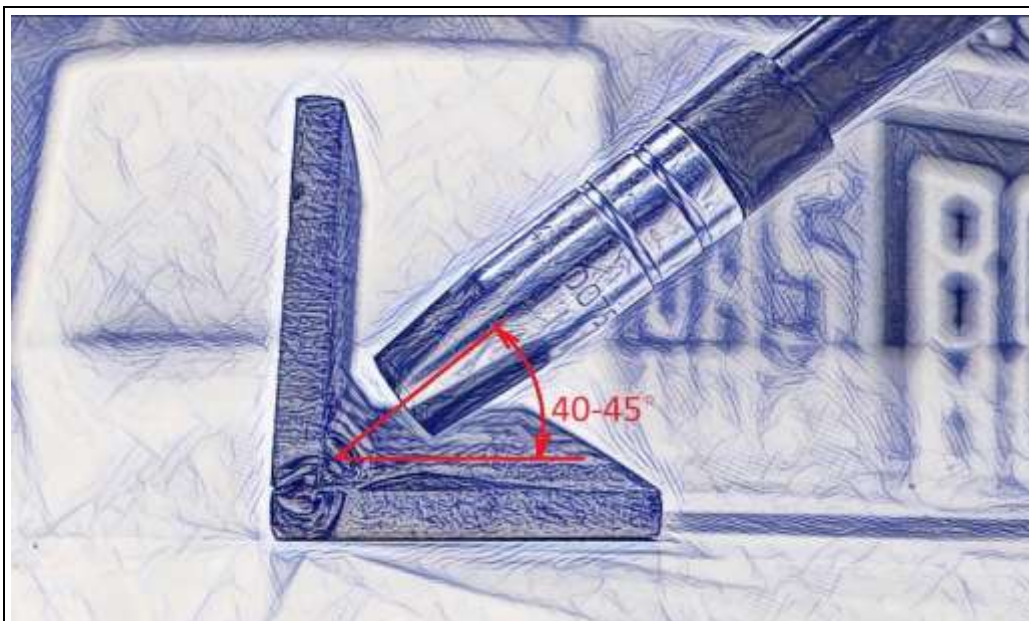
Es paredzu **jautājumu: kāpēc nepieciešams atbalstīties uz galda ar vienu roku?**

Atbilde: vienmērīgākai (bez raustīšanās) degļa kustībai metināšanas procesā, lai saglabātu vienādu elektroda izvirzījuma garumu visā metinājuma garumā, kā arī lai saglabātu nemainīgu slīpuma leņķi.

Tas viss lielā mērā ietekmē metinājuma kvalitāti. Metināšanas degļa pareiza pozīcija un kustība vienmērīgā ātrumā ir galvenā praktiskā prasme, kas iesācējam jāapgūst mācību procesā. Jo tuvāk otrā (atbalsta) roka atrodas sprauslai (un metināšanas lokam), jo ir vieglāk kontrolēt metināšanas procesu, bet neaizmirstiet par metināšanas loka radīto siltumu, kas silda cimdus un roku. Metinātājam jāiemācās turēt savu atbalsta roku pēc iespējas tālāk no loka un tajā pašā laikā labi kontrolēt procesu. Šādi strādājot, viņš spēj sametināt garākas šuves (ar lielāko strāvu), neriskējot apdedzināt roku.



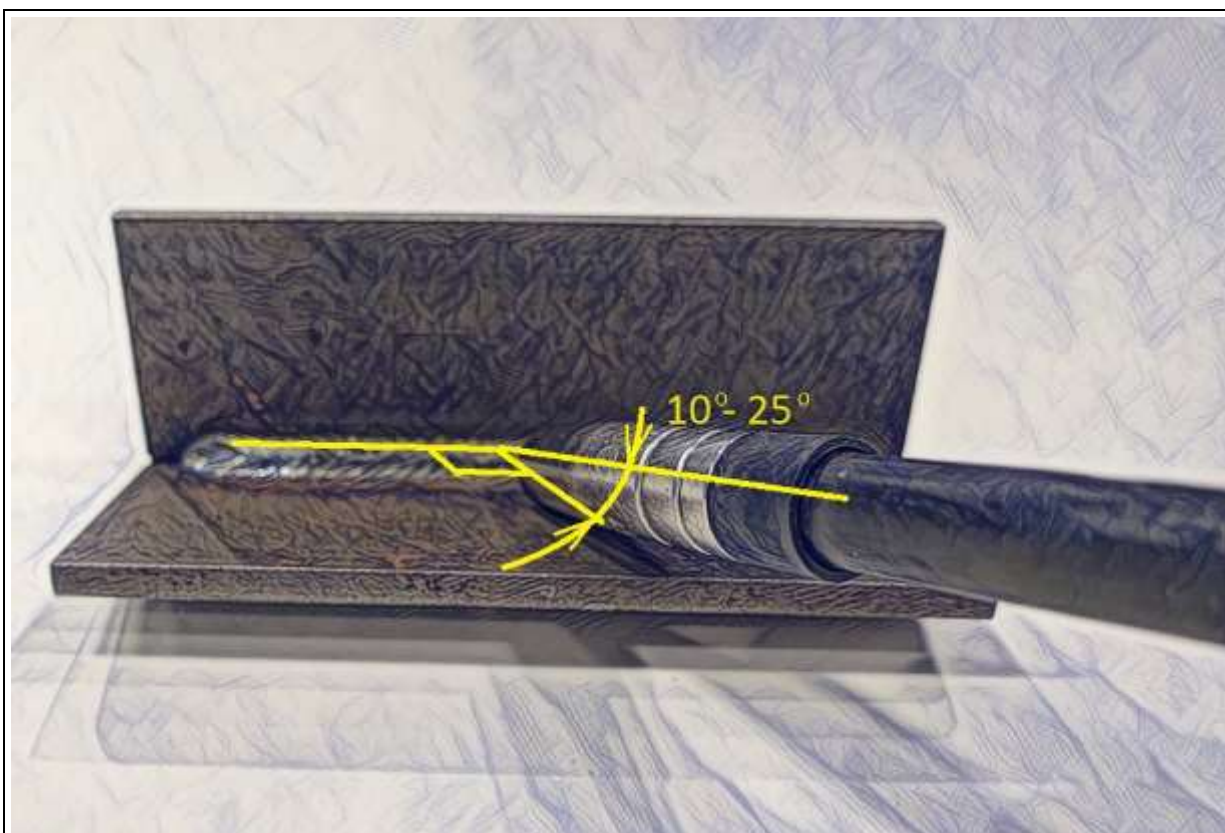
7.3. zīmējums Metinātāja pozīcija metinot kakta šuvi FW



7.4. zīmējums Metināšanas degļa pozīcija, metinot kakta šuvi FW

7.4. zīmējumā parādīts metināšanas degļa stāvoklis, metinot kakta šuvi. Kā minēts iepriekšējās nodaļās, stieples izvirzījuma garumam jābūt 10 - 15 mm

7.5. zīmējumā parādīts degļa leņķis, metinot kakta FW šuvi. Iepriekšējās grāmatas nodaļās aplūkota metināšanas virziena ietekme: ar "leņķi uz priekšu" un ar "leņķi atpakaļ".

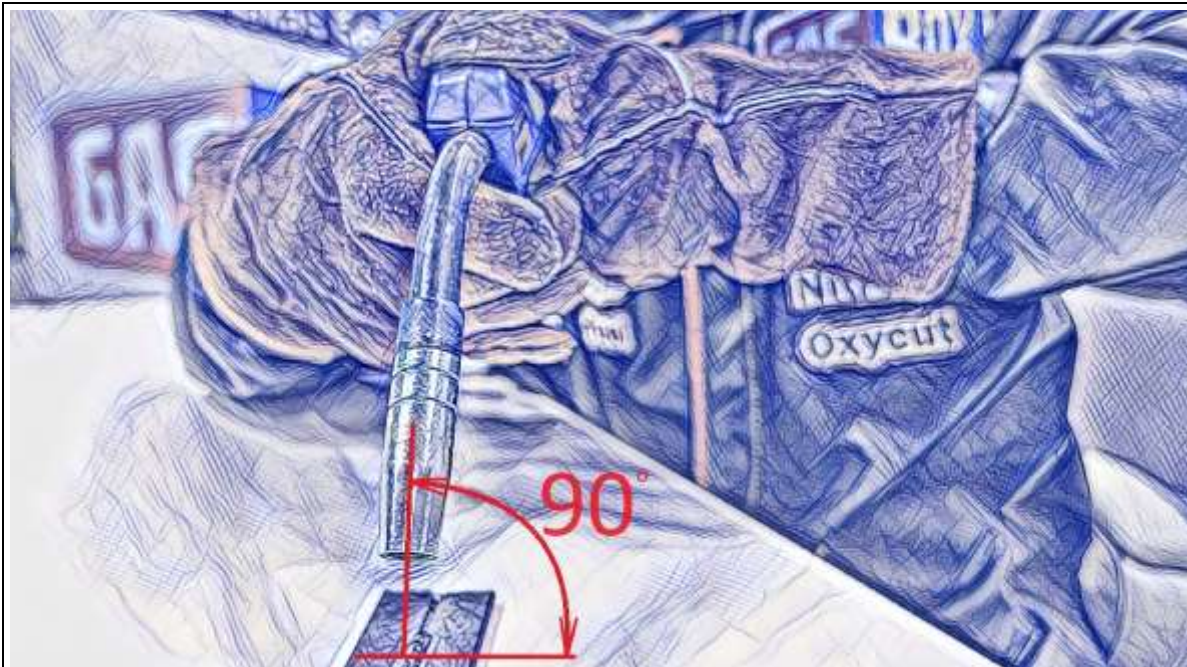


7.5. zīmējums. Metināšanas degļa pozīcija kakta šuves metināšanai

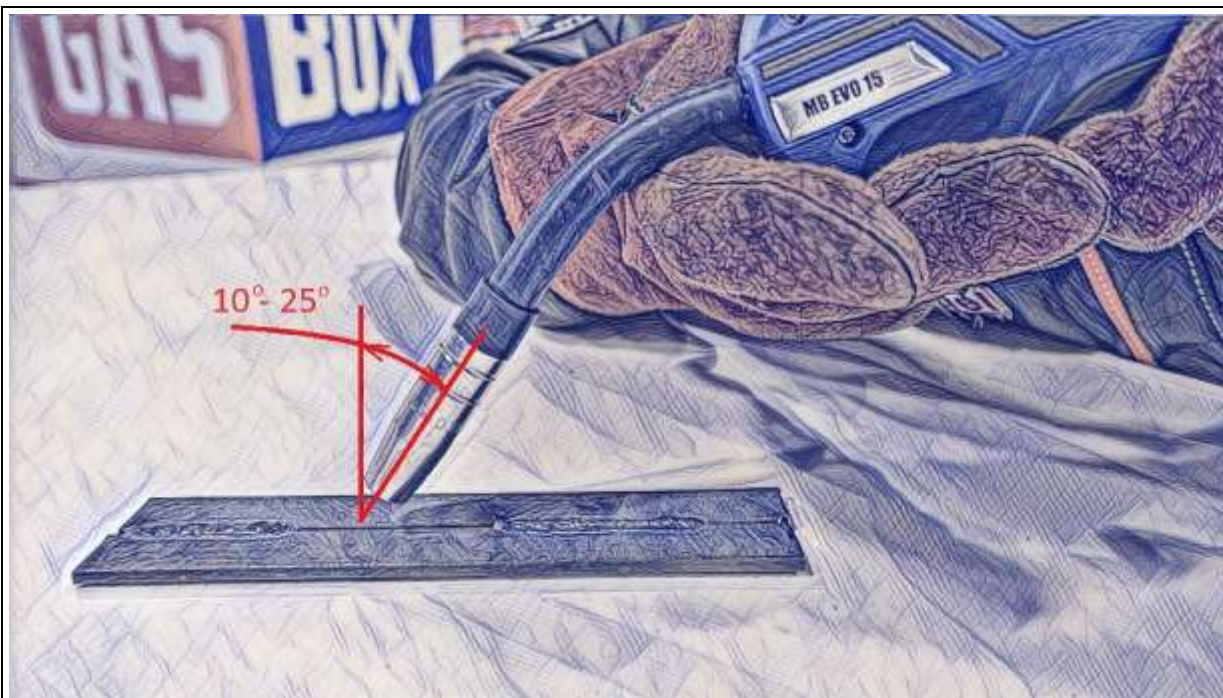
Metinātāja pozīcija, metinot sadursavienojumus.

Metinot sadursavienojumus (PA BW), nedaudz mainās metinātāja pozīcija pie galda. Ir nepieciešams pacelt degli un turēt to perpendikulāri detaļu savienojuma plaknei (Zīm 7.6). Deglis tiek turēts abās rokās: viena roka kontrolē pogu un degļa leņķi, otra roka balstās uz galda un kontrolē metināšanas ātrumu un kustības vienmērību.

7.7. zīmējumā parādīts degļa slīpuma leņķis attiecībā pret metināšanas virzienu. Kā minēts iepriekš, metināšanu var veikt vai nu leņķī uz priekšu, vai leņķī atpakaļ. Kā jau minēts iepriekš - nav ieteicams apvienot dažādus metināšanas virzienus vienā metinājumā.



7.6. zīmējums Metinātāja pozīcija pie galda, metinot sadursavienojumu BW



7.7. zīmējums Metināšanas degļa pozīcija, veicot metināšanu PA BW stāvoklī.

8. Metāla metināšana.

Šī grāmata paredzēta iesācējiem, tāpēc:

- metināšanai izmantosim "iesācēja" līmeņa metināšanas iekārtu ar maksimālo metināšanas strāvu līdz 200 A, (3.1. nodaļa).

- apskatīsim vienkāršākas metodes kakta un saduršuvju metināšanai (PB FW un PA BW), ko iespējams viegli un ātri apgūt. Praktiskiem treniņiem ieteicams sākt ar valnišu uzmetināšanu uz plāksnes. Iegūtās prasmes pēc tam jāizmanto saduršuvju un kakta šuvju metināšanai.

8.1 Valniša uzmetināšana uz plāksnes, pozīcijā PA

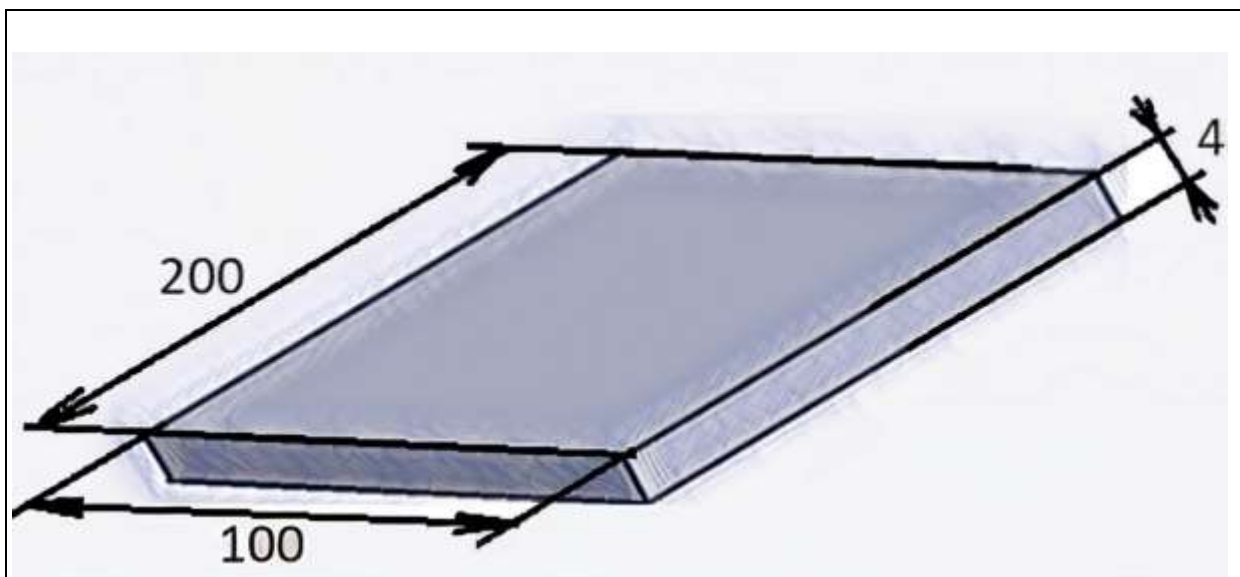
Plāksne 100 x 200 mm (Zīm 8.1.)

Biezums: 4mm.

Metināšanas strāva: $4 \times 40 = 160 \text{ A}$ (skat. 6.5. nodaļu)

Stieples diametrs = 1,0 mm

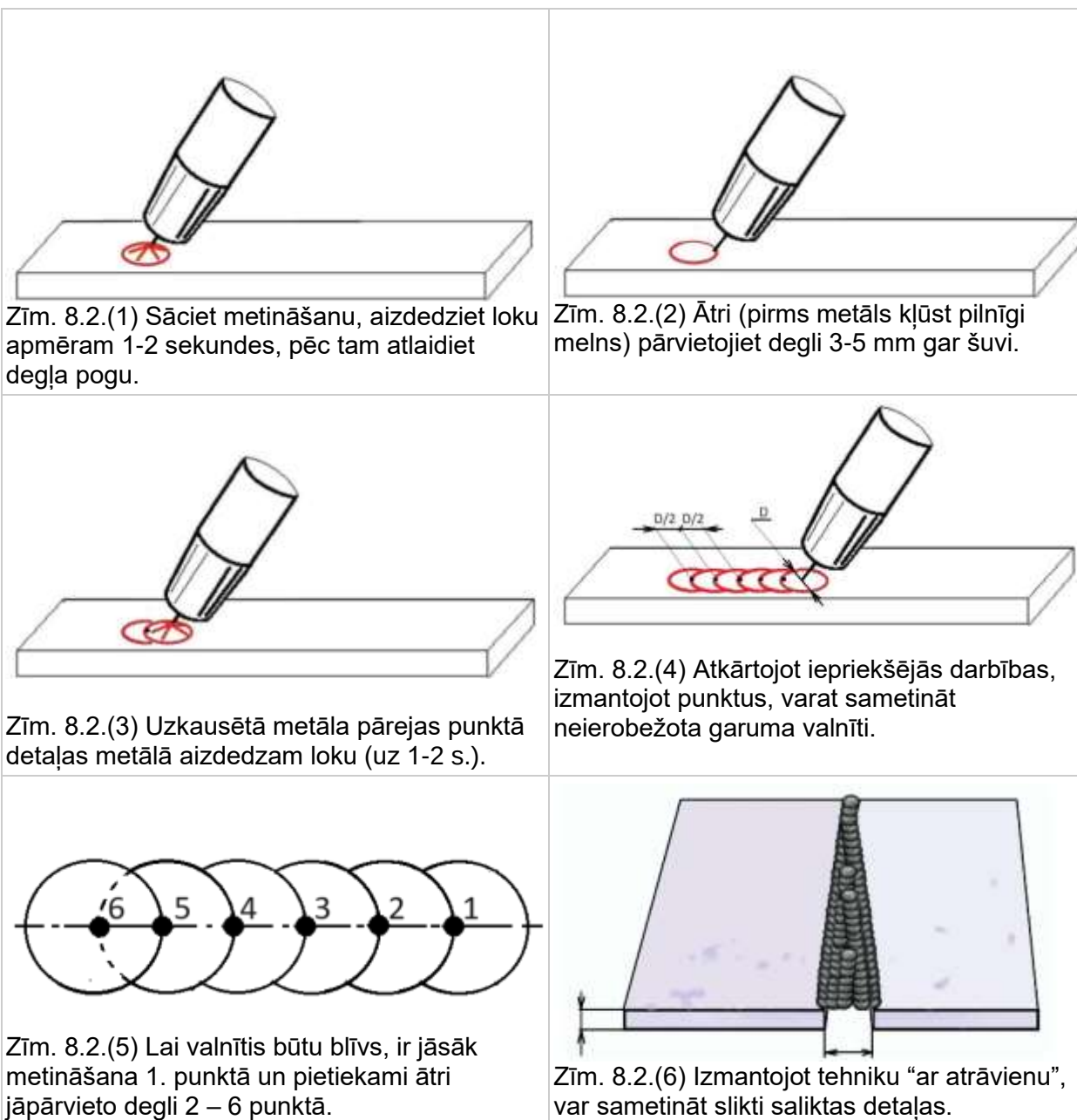
- Stieples padeve: $160 \times 0,038 = 6,0 \text{ m/min}$ (skat. 6.5. nodaļu); uz metināšanas aparāta regulēšanas paneļa Zīm 6.1 uzstādām 6,0 m/min.
- Metināšanas spriegums tiek noteikts eksperimentāli ($U = 19 - 22 \text{ V}$)
- Gāzes padeve 10-12 l/min.
- Metinātāja pozīcija, tāpat kā metinot saduršuvi, Zīm. 7.6., 7.7.



8.1. zīmējums Testa plāksne

Metināšanas tehnika “ar atrāvienu”.

Tehnikas būtība ir tāda, ka metināšana tiek veikta, izmantojot īsas šuves - punktus (7-10 mm diametrā), novietojot tos tuvu viens otram (pārklājoties).



8.2. zīmējums Metināšanas tehnika "ar atrāvienu"

Metinot jāievēro sekojošais:

- metināšanas degļa slīpuma leņķis būtu nemainīgs visā šuves garumā,
- vienmēr pārvietojiet degli vienādā attālumā, lai izvairītos no pārtraukumiem šuvē,
- saglabāji vienādu attālumu starp degli un apstrādājamo priekšmetu visā šuves garumā (elektroda izvirzījuma garums).

Metināšanas tehnikas “ar atrāvienu” priekšrocības.

- viegli apgūt - nav nepieciešama ilga apmācība,
- piemērota neliela biezuma materiāliem,
- loka degšanas ilgumu var mainīt, lai regulētu siltuma ievadu un nepārkarsētu metālu,
- piemērota sadzīves konstrukciju metināšanai,
- piemērota metināšanai dažādās telpiskās pozīcijās,
- ļauj aizmetināt lielu spraugu,
- piemērota plānsienu cauruļu sadurmetināšanai,
- plaši izmanto automašīnu remontdarbnīcās, piemēram, izpūtēja sametināšanā,
- ja tiek ievēroti visi noteikumi, jūs iegūstat glītu šuvi, kas neprasa papildu slīpēšanu.

Metināšanas tehnikas “ar atrāvienu” trūkumi.

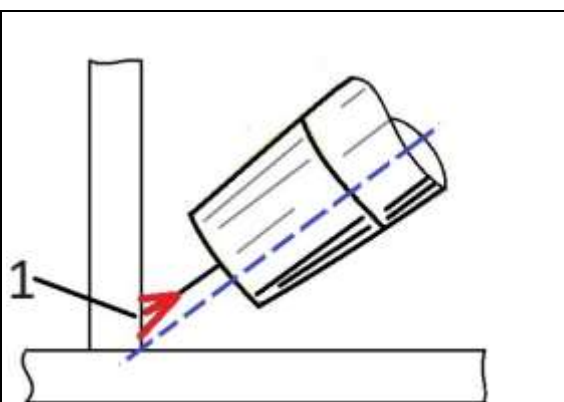
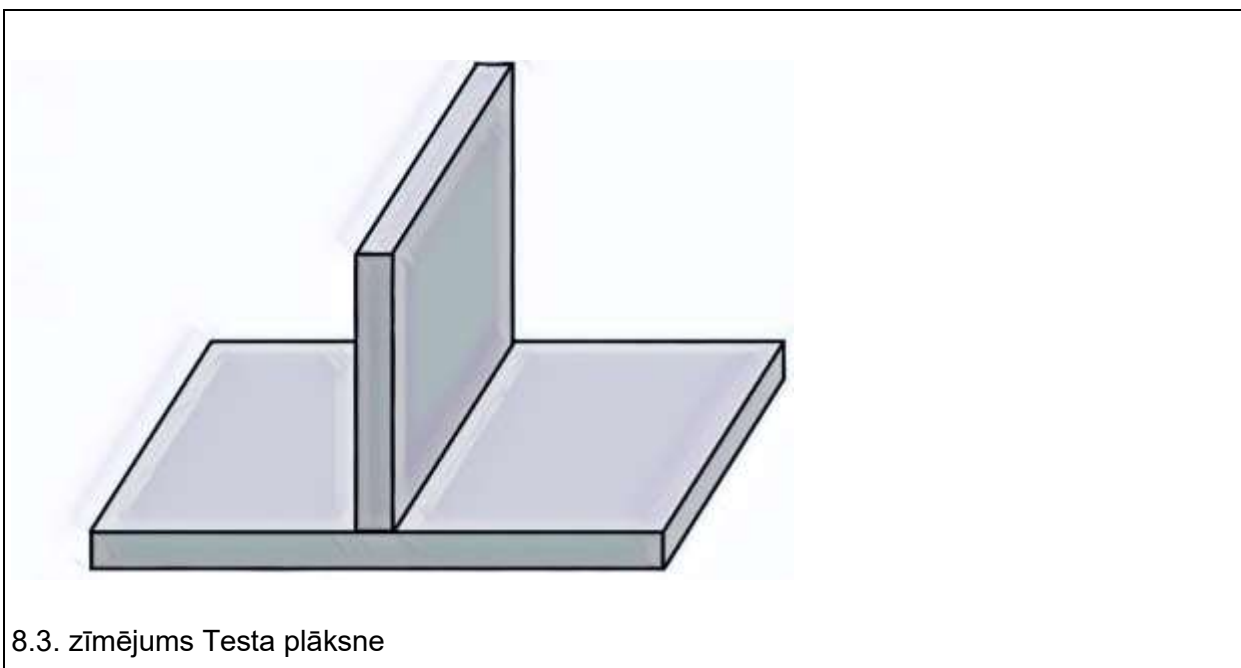
- nav piemērota biezu sienu, atbildīgu konstrukciju metināšanai (caurules zem liela spiediena, mašīnbūves, būvniecības konstrukcijas),
- grūti panākt dziļu caurmetinājumu,
- metināšana ir pārāk “lēna”, ātrums salīdzināms ar metināšanas metodi ar pārklātiem elektrodiem,
- aizdedzinot loku, vienmēr rodas daudz šlakatu procesa nestabilitātes dēļ; grūtības ar detaļu tīrīšanu, lieli stieples materiāla zudumi,
- pastāv liela “nesakusuma” defekta iespējamība, tāpēc jums jāiemācās pietiekami ātri pārvietot degli un aizdedzināt loku, kamēr metāls joprojām ir sarkans.

8.2 Kakta šuves metināšana, izmantojot metodi “egļīte”, FW PB (ar nepārtraukti degošu loku).

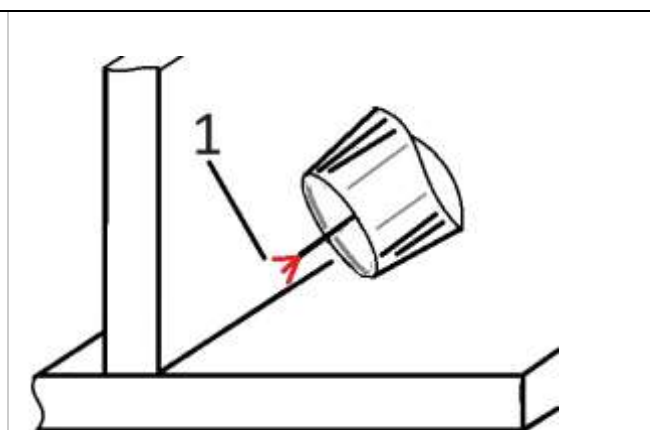
- Plāksne 100 x 200 mm - 2 gab. (Zīm. 8.3),
- Biezums: 4 mm,
- Metināšanas strāva: $4 \times 40 = 160\text{A}$ (skat. 6.5. nodaļu),
- Stieples diametrs = 1,0 mm,
- Stieples padeve: $160 \times 0,035 = 6,0 \text{ m/min}$ (skat. 6.5. nodaļu),
- Metināšanas spriegums tiek noteikts eksperimentāli ($U = 19 - 22 \text{ V}$),
- Gāzes padeve 10-12 l/min.,
- Metinātāja pozīcija, tāpat kā metinot kakta šuvi, Zīm. 7.3 – 7.5.

Metinot jāievēro sekojošais:

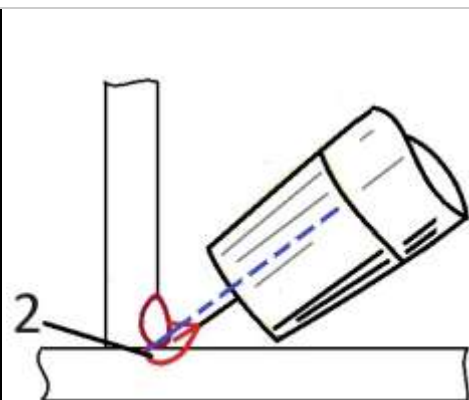
- liela kļūda ir ilga loka uzturēšana detaļu krustojuma līnijā. Šajā gadījumā šuve tiek iegūta ar lielu pastiprinājumu (izliekumu) vidū,
- loka aizkave uz apakšējās plāksnes notiek ar mazāku laiku nekā uz vertikālās plāksnes (lai zem tā neuzkrātos daudz metāla un šuve neizrādītos asimetriska),
- metināšanas degļa slīpuma leņķim jābūt nemainīgam visā šuves garumā,
- vienmēr pārvietot degli vienā solī (2-3 mm), lai izvairītos no iegriezumiem šuvē,
- nemainīt minimālo elektroda izvirzījuma garumu, aptuveni 10 mm.



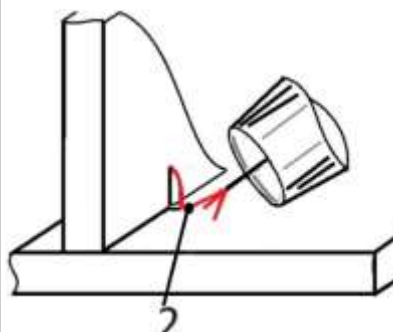
Zīm. 8.4(1) Kakta šuves metināšana sākas 1.punktā, kas atrodas 2-3 mm virs detaļu krustošanās līnijas.



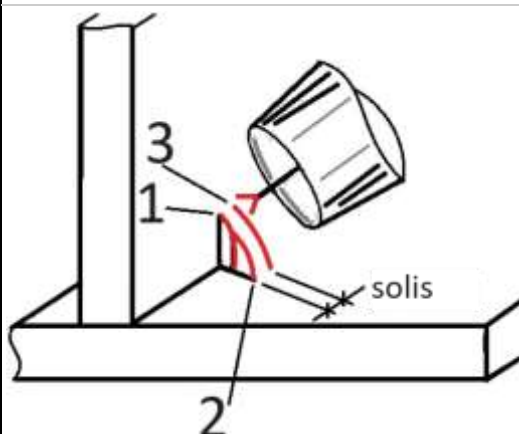
Zīm. 8.4(2) Degli tur 1. punktā apmēram 1-2 sekundes, pēc tam ātri pārvieto 2. punktā.



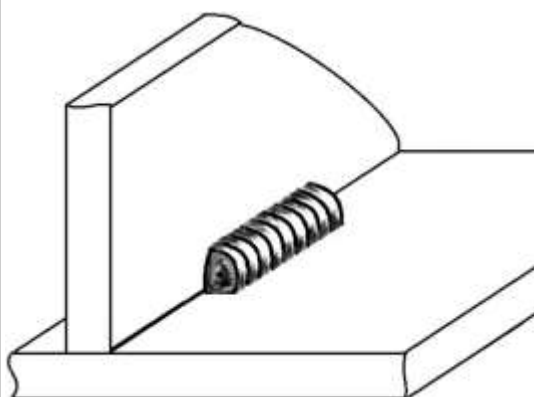
Zīm. 8.4(3) 2. punkts atrodas uz apakšējās plāksnes 1-2 mm attālumā zem detaļu krustošanās līnijas.



Zīm. 8.4(4) Turiet degli 2.punktā apmēram 0,5–1 sekundes. Pēc tam pārejiet 3.punktā



Zīm. 8.4 (5) 3. Punkts atrodas uz augšējās plāksnes 2-3 mm attālumā no 1.punkta Šo attālumu sauc par degļa pārvietošanas soli šuves virzienā.



Zīm. 8.4 (6) Kakta šuve.

8.4. zīmējums. Kakta šuves metināšana ar metodi "egļīte".

Metināšanas metodes "egļīte" priekšrocības.

- viegli apgūt - nav nepieciešams ilgi mācīties,
- ar nelielām izmaiņām var izmantot vertikālo un griestu šuvju metināšanai,
- īpaši piemērota plāniem materiāliem,
- piemērota sadzīves konstrukciju metināšanai,
- ja tiek ievēroti visi noteikumi, jūs iegūstat glītu šuvi, kas neprasa nekādu piestrādi.

Metināšanas metodes "egļīte" trūkumi.

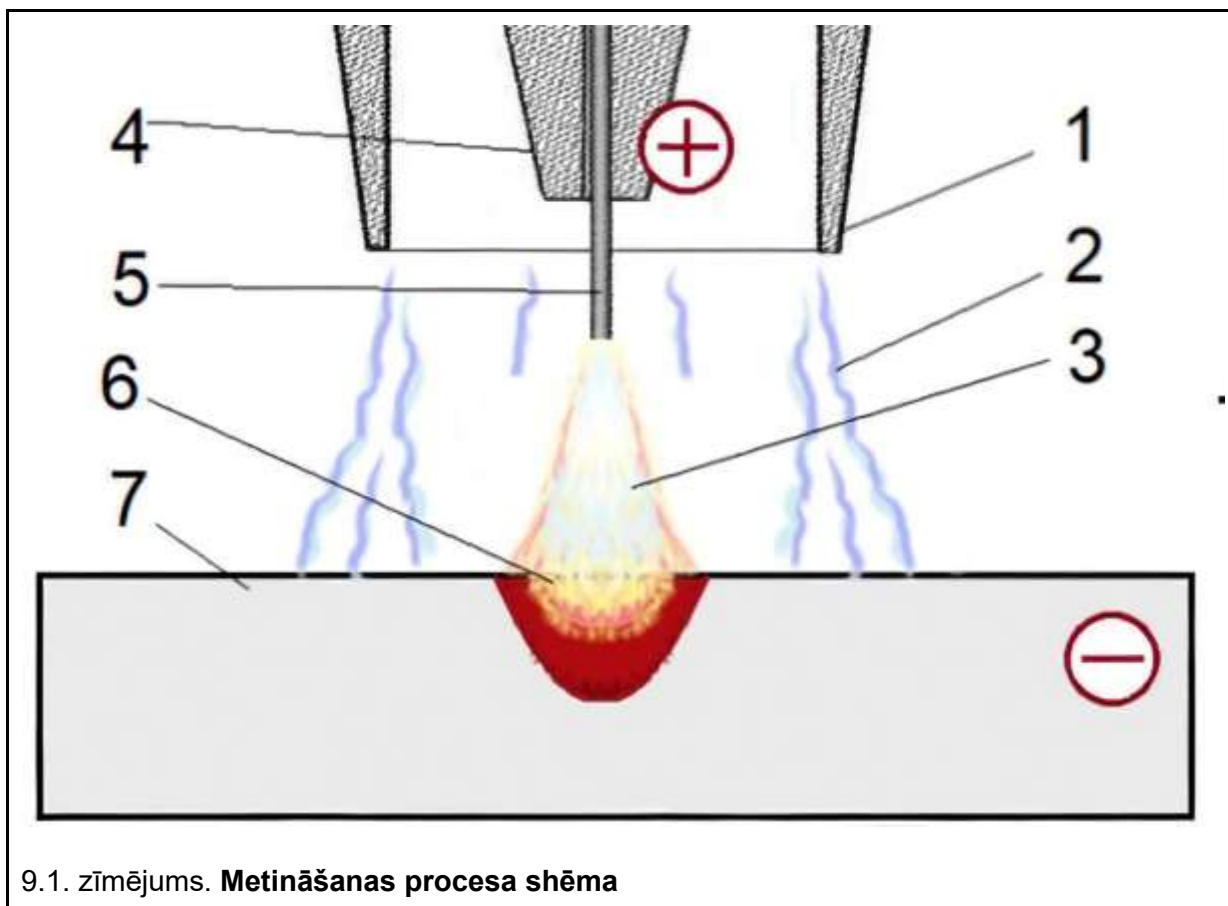
- neliels caurmetinājuma dziļums, metināšanas ar salīdzinoši zemu strāvu dēļ (ar "īssavienojumiem", zīm. 9.2),
- diezgan "lēna" metināšana,
- nav piemērota biezu metālu metināšanai.

9. Stieples metāla pārnese veidi.

Šuves veidošanos ietekmē:

- metināšanas aparāta iestatījumi un t.t (sk. 6 nodaļu: Metināšanas aparāta iestatīšana.)
- aizsargāzes sastāvs (argons %, CO₂%, O₂%) un tās plūsma, l / min, (sk. 9.1 nodaļu: MAG/MIG metināšanai piemērotās gāzes)
- stieples un izstrādājuma materiāla ķīmiskais sastāvs.

Ir vairāki izkausētā stieples metāla pārvietošanas veidi metināšanas vannā. Sākumā apskatīsim metināšanas procesa pamatshēmu. Zīm.9.1



Vairumā gadījumu tērauda metināšanai izmanto vienlaidu (monolītu) metināšanas stiepli **ISO 14341:2020 Wire electrodes and weld deposits for gas shielded metal arc welding of non alloy and fine grain steels**. Ar šo stiepli metināšana notiek ar apgrieztu polaritāti (ar pozitīvo spaili uz stieples).

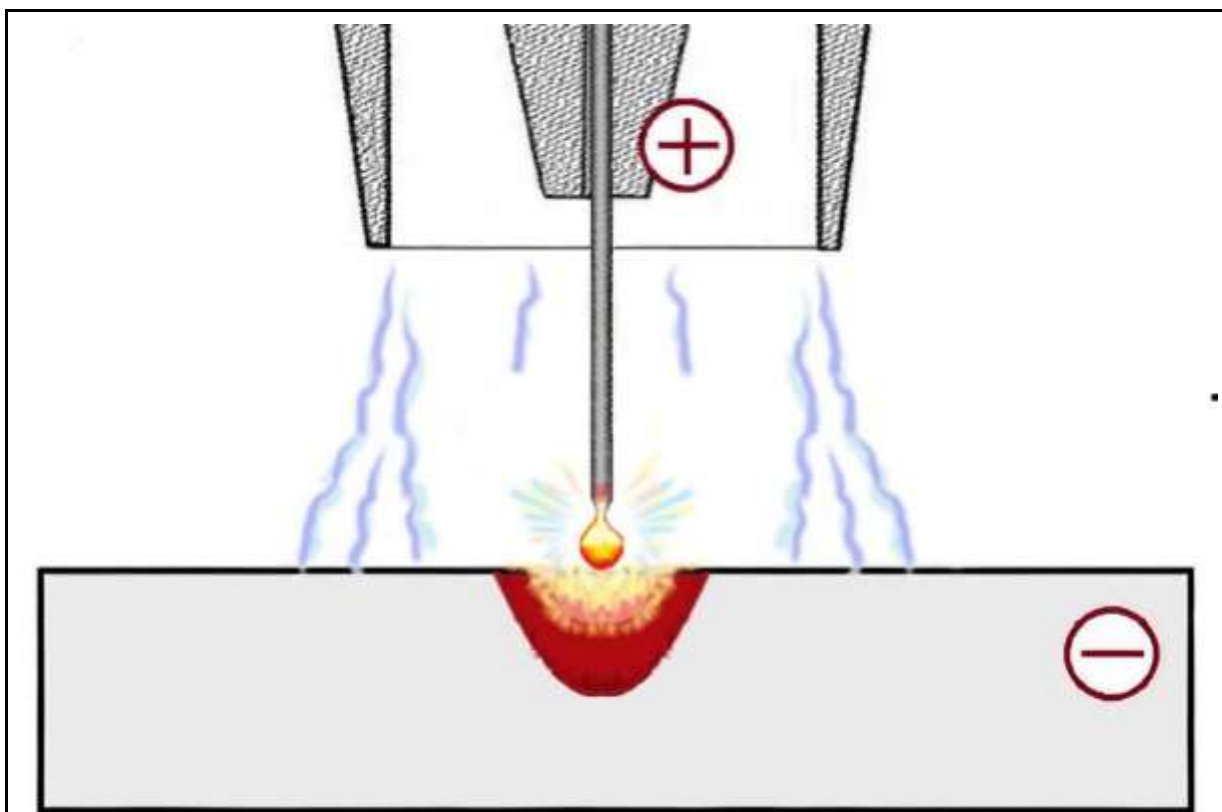
Brīdī, kad metinātājs tuvina degli pie detaļas (7) (Zīm.9.1.) un nospiež uz degļa slēdzi, metināšanas stieple (5), ejot cauri kontaktuzgalim (4) saņem pozitīvu potenciālu. Stieple (5) pieskaras detaļai (7), kam ir negatīvs potenciāls – elektriskā ķēde noslēdzas un tādējādi iedegas metināšanas loks (3). Vienlaicīgi ar metināšanas stieples padevi caur sprauslu (1)

metinājuma zonā tiek padota arī aizsarggāze (2). Aizsarggāze izspiež gaisu, tā aizsargājot metināšanas zonu no skābekļa un slāpekļa un radot vidi izkausētā stieples metāla pārnesei no metināšanas stieples(5) metināšanas vannā (6).

9.1 Metāla pārnese ar īsslēgumiem.

Šis ir vizizplatītākais elektroda metāla pārnese veids (zīm 9.2.), kas raksturīgs metināšanai ar relatīvi zemām strāvām (līdz 180 - 220 A) un neliela garuma metināšanas loku. Šāda veida stieples metāla pārnese cikliski atkārtojas šādi procesi:

1. stieplei pieskaroties detaļas virsmai rodas elektriskās ķēdes īssavienojums un metināšanas loka aizdedze;
2. neliela stieples daļas ātri uzkarst līdz kušanas temperatūrai;
3. stieplei kustot veidojas metāla piliens;
4. izkusušais piliens atdalās no stieples un nonāk metāla vannā (Zīm. 9.2).



9.2. zīmējums. Elektroda (stieples) metāla pārnese ar īsslēgumiem.

Metināšanas procesu ar īsslēgumiem raksturo:

- vienkāršu (monolītu) stieples ar diametru 0,6–1,1 mm izmantošana;
- aizsarggāzes izmantošana: oglekļa dioksīds (CO_2), vai maisījumi: argons + CO_2 , argons + O_2 vai trīskomponentu maisījumu izmantošana (piemēram, MESSER izstrādātie maisījumi: Ferroline C12X2 un Ferroline C6X1 - Tab.10.1);

- zema siltumietilpība detaļas materiālam;
- piemērots lokšņu metāla metināšanai ar biezumu 0,6 - 5,0 mm;
- zemu metināšanas strāvu pielietošana līdz 180 - 220 A (lielākas (virs 220A) metināšanas strāvas rada jaukta veida metāla pārnese režīmu, kas izraisa spēcīgas šļakatas);
- mazražīgs metināšanas veids – vairāk piemērots darbnīcām un autoservisiem.

Priekšrocības metināšanai ar īsslēgumiem:

- spēja metināt visās telpiskajās pozīcijās: apakšējās (PA, PB), horizontālā (PC), vertikālās (PF, PG) un griestu (PD, PE) pozīcijā;
- piemērots slikti saliktu detaļu (ar malu nobīdi) metināšanai un sakņu šuvēm cauruļu savienojumos;
- mazā siltumietilpība samazina metināšanas deformācijas;
- metināšanas process ir viegli vadāms;
- neliela izšļakstīšanās uzlabo šuvju izskatu (metinot ievērojot visas prasības);
- augsta metināšanas stieples izmantošanas efektivitāte (93% un augstāka).

Ierobežojumi metināšanai ar īsslēgumiem:

- nedrīkst metināt bieza metāla detaļas, daudzkārtu, daudzgājienu šuves (izņemot sakņu šuves sadursavienojumos);
- kļūdas metināšanas procesā var izraisīt nesakusumu starp kārtām daudzgājienu šuvēs
- kļūdas metināšanas procesā var izraisīt lielu šļakatu daudzumu (palielinātas tīrīšanas izmaksas, stieples zudumus)

9.2 Metāla pārnese lielu pilienu veidā.

Metināšanas stieples metāla pārnesana lielu pilienu veidā (Zīm. 9.3) ir raksturīga tā dēvētajai pārejas loka daļai. Metinot ar strāvu virs 200A, beidzas metāla pārnese ar īsslēgumiem un sākas pārnese lielu pilienu veidā. Šis process tiek uzskatīts par starpposmu starp pārnese ar īsslēgumiem un metāla pārnesei strūklas veidā.

Metāla pārnesei ar lieliem pilienu ir raksturīgi:

- lielu neregulāras formas metāla pilienu veidošanās (pilienu diametrs ir lielāks par metināšanas stieples diametru);
- pilienu novirze no stieples padeves ass;
- metināšanas procesu ir grūti kontrolēt, izšļakstīšanās ir nenovēršama.

Priekšrocības metāla pārnesei ar lieliem pilienu:

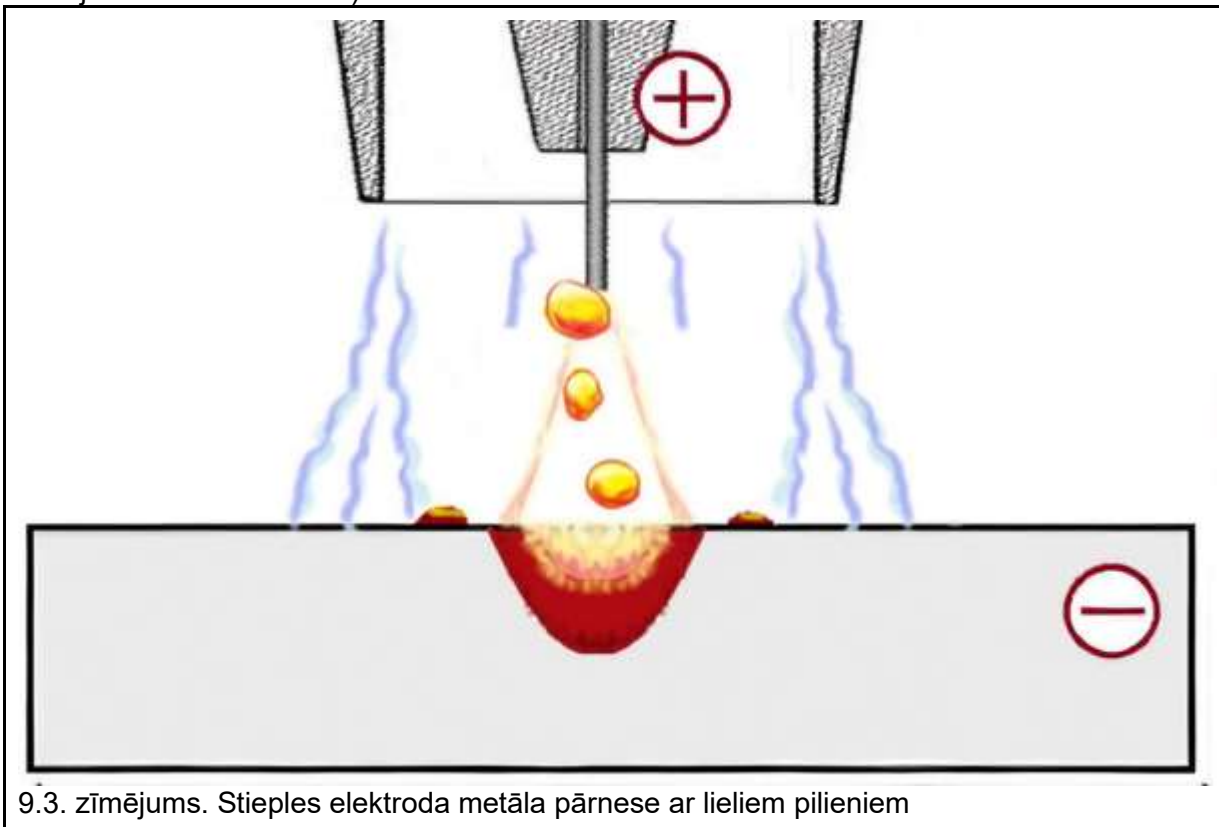
- lētas aizsargāzes - CO₂ (bieži arī argona + CO₂) izmantošana;
- paaugstināta metināšanas produktivitāte;
- izmantojama lēta vienlaidu (vai metāliskā pulvera) stieple;
- lēts metināšanas aprīkojums (pusautomātiska ierīce).

Ierobežojumi metāla pārnesei ar lieliem pilienu:

- paaugstinātas šuves tīrīšanas izmaksas (lielo šļakatu dēļ);
- nepievilcīgi darba apstākļi metinātājam;

- liela nesakušanas un uzplūšanas varbūtība;
- šuves izliekta virsma, slikta samitrināšana šuves sākumā un beigās,
- lielais šļakatu daudzums samazina uzkausēšanas produktivitāti līdz 87-93%

Ražošanas apstākļos ieteicams izvairīties no tāda strāvas stipruma, kas noved pie metināšanas ar lielo pilienu pārnesei. Gadījumā, ja nepieciešams metināt strāvu diapazonā 200-220A, metināšanas iekārtā jāiestata impulsa (pulse) metināšanas režīms (ja iekārtas ražotājs paredzējis šāda režīma izvēli).



9.3. zīmējums. Stieples elektroda metāla pārnese ar lieliem pilieniem

9.3 Elektroda metāla strūklas pārnese.

Šim metāla pārnesei veidam ir raksturīga augsta energoefektivitāte, jo elektroda metāls kūst pie lielām strāvām (virs 250–270A, stieplei ar diametru 1mm), kas izpaužas nelielu izkausēta metāla pilienu plūsmā (strūklā). Metāla pilieni griežas ap metināšanas stieples padeves asi (Zīm. 9.4).

Lai veidotos metāla strūklas pārnese, izmanto aizsarggāzu maisījumus, uz argona bāzes, kurā ir ne vairāk kā 25% oglekļa dioksīda (piemēram, **Ferroline C18**, **Ferroline C8**, maisījumi - Tab. 10.1.), vai maisījumus, kas satur 1-5% skābekļa (piemēram, **Ferroline X4** (Tab. 10.2)). Šim mērķim labi noder arī 3-komponentu gāzu maisījumi - piemēram, **Ferroline C12X2**, **Ferroline C6X1** (Tab.10.1).

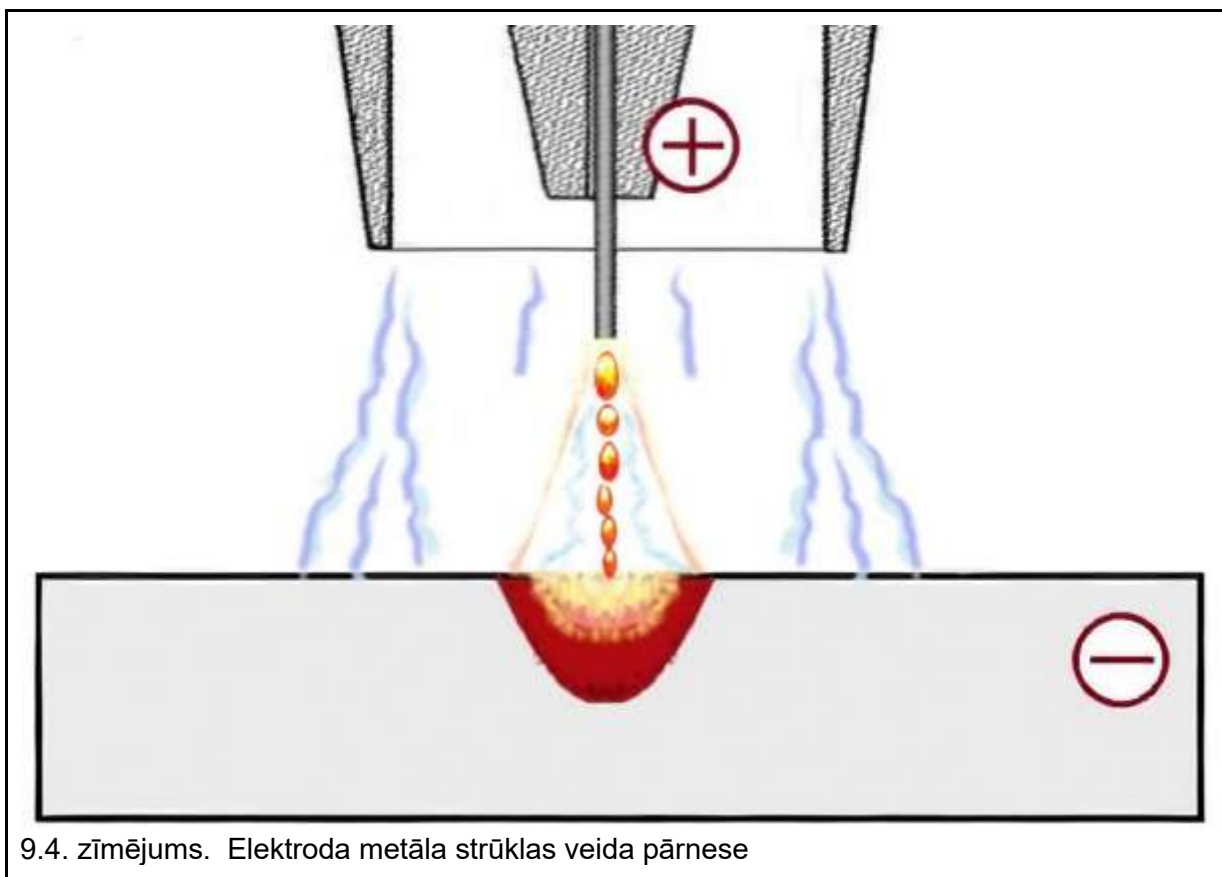
Strūklas veida metāla pārnesei der vienlaidu stieple un stieple ar metalizēto pulveri. Metāla strūklas pārnesei var izmantot, metinot plaši pazīstamus sakausējumus: oglekļa tēraudu, nerūsējošo tēraudu (piem., izmantojot **Inoxline C2**) kā arī materiālus, ko metina, izmantojot MIG tehnoloģiju.

Šāda veida metināšanai raksturīga ļoti karsta un šķidra metināšanas vanna. Šis pārnese veids ir labvēlīgs pietiekami liela biezuma materiālu metināšanai apakšējā T-veida pozīcijā (PB), kā arī biezu metāla lokšņu sākot ar otro kārtu saduršuvju (PA) metināšanai. Gala šuvei, kas metināta strūklas pārnese režīmā, ir lielisks izskats, labs sakusums ar iepriekšējiem slāņiem, turklāt metināšanas process ir ļoti vadāms.

Oglekļa tēraudu var metināt pielietojot argona un skābekļa, kā arī argona un oglekļa dioksīda maisījumus.

Maisījumiem, kas satur argonu (95%) ar skābekli, ir raksturīgs šaurs un dziļš iespiešanās profils (Zīm. 10.7), savukārt, maisījumiem, kuros ir vairāk nekā 10% CO₂ argonā, profilam būs noapaļota forma (Zīm.10.7).

MESSER speciālisti šim procesam izstrādājuši arī trīskomponentu metināšanas maisījumus – piemēram, Ferroline C6X1, Ferroline C12X2. Gāzu maisījumi, kura sastāvā ir gan oglekļa dioksīds, gan skābeklis, ļauj izmantot abu šo gāzu priekšrocības metināšanā.



9.4. zīmējums. Elektroda metāla strūklas veida pārnese

Priekšrocības metināšanai ar strūklas veida metāla pārnesei:

- galvenokārt tiek izmantota bieza metāla metināšanai T veida un kakta šuvju savienojumos;
- liels uzkausēšanas ražīgums;
- augsta metināšanas procesa produktivitāte (metināšanas ātrums līdz 38 cm/min, izmantojot Ferroline C6X1, (Zīm. 10.7.);
- zema elektrodu metāla šļakatu veidošanās;
- iespējams izmantot dažādu veidu un diametru metināšanas stieples;
- laba metināšanas procesa vadāmība;

- nav nepieciešama metināšanas šuves attīrīšana no šļakatām (īpaši, ja tiek izmantots trīskomponentu metināšanas maisījums Ferroline C6X1);
- dziļa iespiešanās pamata metālā;
- metināšanas procesu iespējams automatizēt un robotizēt.

Ierobežojumi metināšanai ar strūklas veida metāla pārnesei:

- nav piemērojams horizontālo (vertikālā plaknē), vertikālo, griestu šuvju, kā arī sakņu (sadursavienojumos) šuvēm un salaidumu metināšanas vietās;
- palielināta metinātā metāla gāzveida komponentu emisija;
- palielināta siltuma un gaismas emisija no metināšanas zonas;
- augstākas metināšanas maisījuma izmaksas, jo tiek izmantoti gāzu maisījumi ar augstāku argona saturu.

9.4. Impulsu metināšanas režīms.

Impulsu metināšanas režīms ir elektroda (stieples) metāla pārnese veids, ko kontrolē noteikts algoritms, lai iegūtu noteiktus parametrus, piemēram, noteiktu iespiešanās dziļumu pamata metālā vai uzkausēšanas koeficientu. Šo pārnese veidu var uzskatīt par 2 režīmu kombināciju: metāla strūklas pārnese (brīdis, kad metāla pilieni atdalās) un metināšana loka degšanas režīms ar strāvas līmeni, kas tuvs metināšanas režīmam ar īsslēgumiem (Zīm 9.5).

Impulsu metināšanas režīmā cikliski atkārtojas šādi procesi:

- straujš metināšanas strāvas pieaugums līdz metāla strūklas pārnese līmenim,
- metāla piliena atdalīšanās no metināšanas stieples,
- straujš metināšanas strāvas samazinājums līdz metināšanas līmenim īsslēguma režīmā,
- metināšanas loka degšana, minimāli izkausējot nelielu stieples daļu.

Impulsa metināšanas režīms ir pieejams tikai (!) metināšanas aparātos kuros ir metināšanas loka datorizēta vadība. Likumsakarīgi šāda aprīkojuma izmaksas ir daudz augstākas nekā metināšanas aparātiem bez metināšanas loka automatizētas vadības. Piemēram, Kemppi Fast Mig aparātā (Zīm.1.3. pielikumā) tiek izmantoti šādi metināšanas loka datorvadības režīmi: **Wise Fusion**, **Wise Penetration**, **Wise Root**.

Wise Fusion rada un uztur optimālos īsslēguma raksturlielumus, izmantojot impulsu MIG/MAG metināšanu un metāla strūklas pārnese metināšanu.

Wise Penetration nodrošina stabilu metināšanas jaudu neatkarīgi no metināšanas degļa novietojuma izmaiņām vai attāluma starp metināšanas degli un sagatavi.

Wise Root ir augsti efektīvs, unikāls īsā loka metināšanas process manuālai (WiseRoot) un automatizētai (WiseRoot-A) sakņu šuvju metināšanai, pielāgojams klienta prasībām. [3]

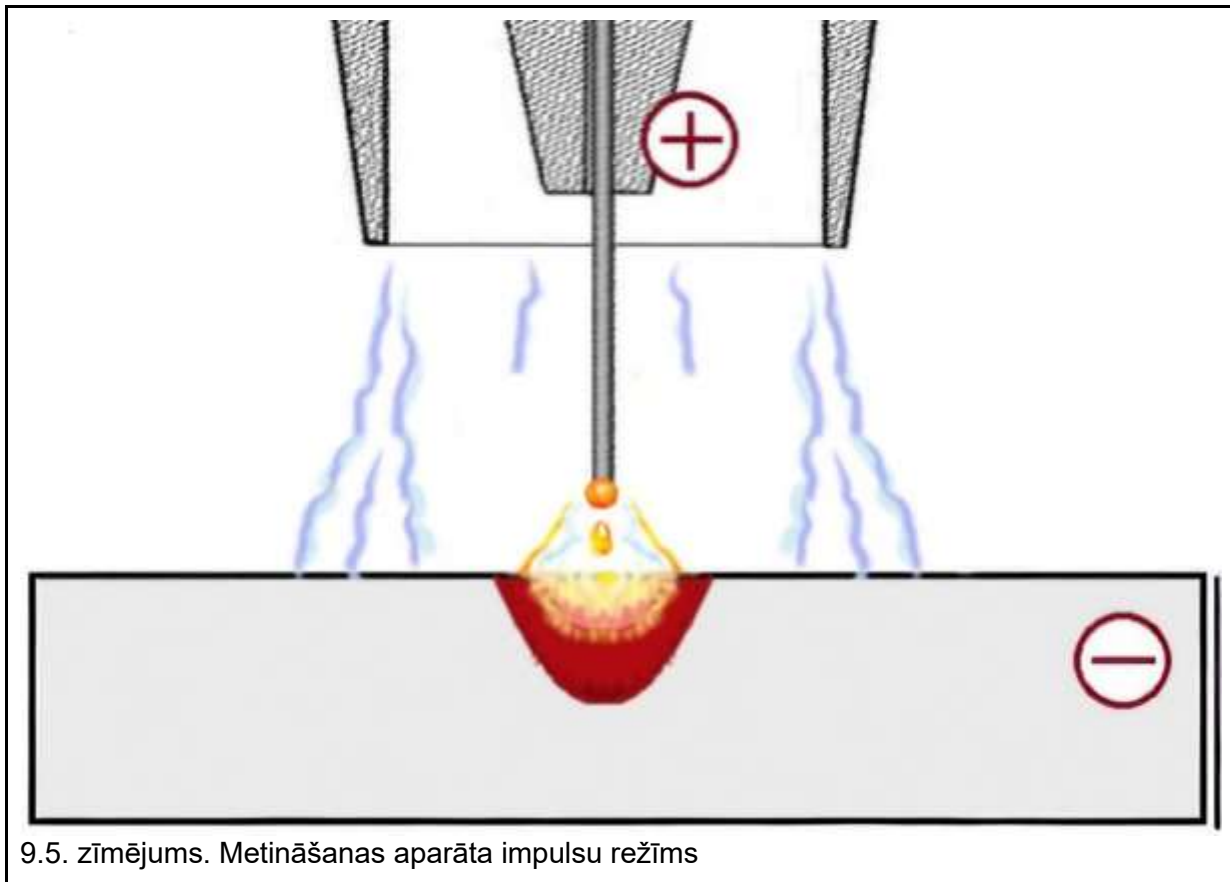
Priekšrocības impulsu metināšanas režīmam:

- metināšanas procesā neveidojas šļakatas, vai tādu ir nedaudz;
- metināšanas šuve ir noturīga pret nesakušanas defektu;
- lielisks šuves ārējais izskats;
- laba metināšanas loka vadība, komfortabli darba apstākļi metinātājam;
- zema šuves metāla siltumietilpība un minimālas deformācijas;
- iespējama metināšana visās pozīcijās;
- samazināta udeņraža veidošanās;
- samazināta tendence loka "staigāšanai";

- zemas metināšanas izmaksas salīdzinājumā ar loka metināšanu zem kušņu kārtas vai loka metināšanu izmantojot pulverstiepli, uzkausēšanas efektivitāte - 98%;
- lieliska iespēja automatizēt un robotizēt procesu;
- iespēja paātrināt metināšanas procesu līdz ātrumam 1,2 m/min;
- samazināta metināšanas izgarojumu emisija (pateicoties metināšanas gāzu ar samazinātu CO2 saturu: Ferroline C8, Ferroline C6X1 izmantošanai).

Ierobežojumi impulsu metināšanas režīmam:

- lielākas metināšanas aparātu izmaksas;
- augstākas metināšanas maisījumu izmaksas, jo tiek izmantoti gāzu maisījumi ar augstāku argona saturu (piemēram, Ferroline C8, Ferroline C6X1);
- sarežģītāka iekārtu apkalpošana un remonts.



10. Gāzes padeves sistēma.

Metināšanas aizsarggāzes padeves sistēma sastāv no šādiem elementiem (Zīm 10.1):

1. aizsarggāzes balons
2. gāzes reduktors
3. gāzes padeves šļūtene metināšanas aparātam
4. metināšanas degļa šļūtenes komplekts

5. difuzors, metināšanas degļa sprausla
Ar bultiņām norādīts gāzes kustības virziens no gāzes balona līdz metināšanas vietai.



10.1 MAG/MIG metināšanai piemērotās gāzes.

Metināšanas gāzu un to maisījumu apzīmējumus, kā arī prasības piemaisījumu saturam nosaka starptautiskais standarts **ISO 14175 :2008 Welding consumables – Gases and gas mixtures for fusion welding and allied processes.**

Produkts	ISO 14175	Maisījuma sastāvs (%)						Pamatpielietojums, materiālu metināšana
		Ar	CO2	O2	He	H2	N2	
Ferroline C8	M20	92	8	-	-	-	-	Oglekļa tēraudi, nelegētie, mazlegēti un legētie tēraudi
Ferroline C18	M21	82	18	-	-	-	-	
Ferroline C25	M21	75	25	-	-	-	-	
Ferroline X4 (*)	M22	96	-	4	-	-	-	
Ferroline X8 (*)	M22	92	-	8	-	-	-	

Ferroline C6X1	M24	93	6	1	-	-	-	Oglekļa tēraudi, nelegētie, mazlegēti un legētie tēraudi
Ferroline C12X2	M24	86	12	2	-	-	-	
Ferroline C5X5	M23	90	5	5	-	-	-	
Ferroline He20C8	M20	72	8	-	20	-	-	
Oglekļa dioksīds	C1	-	100					

* - der arī augsti legēto tēraudu metināšanai

10.1. tabula. Metināšanas gāzu maisījumi (aktīvā gāzu vidē), ko izmanto nelegēta oglekļa un mazlegēto tēraudu (MAG) metināšanai, atbilstoši **Elme Messer Gaas** klasifikācijai.

Produkts	ISO 14175	Maisījuma sastāvs (%)						Pamatpielietojums, materiālu metināšana
		Ar	CO2	O2	He	H2	N2	
Inoxline C2	M12	98	2	-	-	-	-	Augsti legētie tēraudi
Inoxline X2	M13	98	-	2	-	-	-	
Inoxline X8	M22	92	-	8	-	-	-	Maz un augsti legētie tēraudi
Inoxline C3X1	M14	96	3	1	-	-	-	
Inoxline C5X5	M23	90	5	5	-	-	-	Augsti legētie tēraudi
Inoxline He15C2	M12	86	12	2	-	-	-	

10.2. tabula. Metināšanas maisījumi (aktīvā gāzu vidē), kas tiek izmantoti zemu, vidēju un augstu legēto tēraudu (nerūsējošā tērauda) metināšanai saskaņā ar **Elme Messer Gaas** klasifikāciju.

Produkts	ISO 14175	Maisījuma sastāvs (%)						Pamatpielietojums, materiālu metināšana
		Ar	CO2	O2	He	H2	N2	
Argon 4.6	I1	100	-	-	-	-	-	Alumīnijs un tā sakausesējumi
Argon 4.8	I1	100	-	-	-	-	-	
Aluline He30	I3	70	-	-	30	-	-	
Aluline He50	I3	50	-	-	50	-	-	
Aluline He70	I3	30	-	-	70	-	-	

10.3. tabula. Metināšanas maisījumi (inertā gāzu vidē), kas tiek izmantoti alumīnijam un tā sakausesējumiem, saskaņā ar **Elme Messer Gaas** klasifikāciju.

10.2 Metināšanas gāzu maisījumu attīstības posmi.

1. MAG metināšanas process – ar kūstošu elektrodu (stiepli) aktīvas gāzes vidē (100% ogļskābajā gāzē) tika izstrādāts PSRS. 1952. gadā K.Ļubavskis un N.Novožilovs patentēja metināšanu ar kūstošu elektrodu CO₂ vidē un izstrādāja šī procesa metalurģisko pamatojumu [8].

Līdz šim notikumam procesa attīstību kavēja lielais poru daudzums šuvēs, ko izraisīja stieples nepietiekamā dezoksidācija (skābekļa atņemšana no kāda savienojuma, neorganiska vai organiska). Kad apritē parādījās stieple ar paaugstinātu silīcija daudzumu (CB-08ГC un CB-08Г2C, ar silīcija saturu: 0,6-0,85% un 0,7-0,95% - saskaņā ar standartu ГОСТ 2246-70), šī problēma tika atrisināta, un oglekļa dioksīdu kā aizsarggāzi sāka plaši izmantot pusautomātiskajā metināšanā. Oglekļa dioksīda metināšana bija plaši izplatīta Austrumeiropā līdz 1990. gadu vidum.

2. Par nākamo posmu metināšanas gāzu attīstībā kļuva pāreja no oglekļa dioksīda (100%) izmantošanas metināšanas procesā uz argona un oglekļa dioksīda (ar CO₂ saturu maisījumā līdz 20-25 %) maisījumiem. Tas palīdzēja samazināt šļakatas un uzlabot metināšanas šuves izskatu. Tādi maisījumi kā Ferroline C25, Ferroline C18 (skat.Tab. 10.1.), arī mūsdienās tiek pielietoti mazlēģētu un vidēji lēģētu tēraudu metināšanai detaļām ar lielu biezumu (līdz 30mm un vairāk). Dažkārt šos maisījumus lieto arī sakņu šuves (pirmajā kārtā) biezu metālu metināšanā.

3. Tālākā attīstības gaitā plašāku pielietojumu guva maisījumi ar zemāku ogļskābās gāzes daudzumu argonā (zem 10 % CO₂), piemēram Ferroline C8, kā arī maisījumi ar skābekli (līdz 4 - 8% O₂) **Ferroline X4, Ferroline X8**, (skat. Tab. 10.1).

4. Pašlaik palielinās pieprasījums pēc metināšanas maisījumiem, kas sevī apvieno dažādu gāzu priekšrocības: oglekļa dioksīds dod plašāku un salīdzinoši dziļu metināšanas vannu, skābeklis samazina šlakatu izmēru un dod labāku plūstamību, argons dod pievilcīgu šuves ārējo izskatu. Šī iemesla dēļ tirgū aktīvi tiek piedāvāti 3-komponentu maisījumi, kuros ietilpst argons, oglekļa dioksīds un skābeklis.

MESSER kompānijas speciālisti ir radījuši šādu maisījuma optimālo procentuālo attiecību – lai iegūtu dziļu caurkausējumu un minimālas šlakatas, tai pat laikā saglabājot augstu metināšanas produktivitāti - Ferroline C6X1, Ferroline C12X2, (skat. Tab. 10.1)

10.3 Gāzu fizikālas īpašības.

Oglekļa dioksīds (CO_2)

Oglekļa dioksīds (CO_2) - bezkrāsaina gāze bez smaržas un garšas. Gāze šķīst ūdenī, veidojot vāju skābi (ogļskābi), ko izmanto gāzētā ūdens iegūšanai.

Rūpnieciskā mērogā CO_2 iegūst kā ķīmiskās rūpniecības blakusproduktu (no izplūdes gāzēm), no rūpniecisko katlu māju dūmgāzēm, kas rodas alkohola fermentācijas laikā, kā arī no kalķakmens, koksa vai antracīta, tos sadedzinot īpašās krāsnīs [6].

Oglekļa dioksīds ir 1,5 reizes smagāks par gaisu, kas nosaka tā spēju uzkrāties zemās, slikti vēdinātās vietās. Pēc 2016. gada datiem zemes atmosfērā ir aptuveni 0,04 % (400 ppm) CO_2 . Oglekļa dioksīds traucē degšanai, tādēļ to plaši izmanto ugunsdzēsamajos aparātos.

Oglekļa dioksīds ir nepieciešams cilvēka dzīvības uzturēšanai tāpat kā skābeklis, tikai daudz zemākā koncentrācijā - tam ir liela loma asinsrites un elpošanas regulēšanā. CO_2 līmeņa paaugstināšanās asinīs izraisa kapilāru paplašināšanos, tā ļaujot iekļūt vairāk asiņu, kas organisma audiem piegādā skābekli un aizvada no tiem oglekļa dioksīdu. Cilvēka izelpotais gaiss satur apmēram 4,5% CO_2 . Par drošu cilvēka veselībai tiek uzskatīts 0,08% (800 ppm) CO_2 līmenis gaisā. Ja CO_2 koncentrācija gaisā palielinās virs 0,1% (1000 ppm), tas izraisa nogurumu, galvassāpes un samazinātas darba spējas.

CO_2 koncentrācijai gaisā paaugstinoties virs 0,5% noved pie vispārīgas ķermeņa intoksikācijas un var izraisīt hiperkapniju (apgrūtināta elpošana, slikta dūša, galvassāpes, iespējams samaņas zudums), tālāk pieaugot CO_2 līmenim, iestājas hipoksija (skābekļa bads) – tas notiek, neskatoties uz pietiekamu skābekļa saturu gaisā. [7]

Metināšanu oglekļa dioksīda vidē raksturo:

- plaša un samērā dziļa iespiešanās pamata metālā (skat. Zīm. 10.2, Zīm. 10.8);
- iespējama metināšana visās metināšanas pozīcijās (apmierinoša metinājuma kvalitāte ar strāvu līdz 180-200A, izmantojot metināšanas stiepli ar diametru 1,0 mm);
- process notiek tikai īsslēgumu režīmā (nav iespējams panākt metāla strūklas pārnesei);
- metināšanas stieples metāla pārnese lielu un vidēju pilienu veidā;
- metināšanas šuve ar lielām šlakatām (palielinātas šuves tīrīšanas izmaksas, palielināts stieples patēriņš, zems uzkausēšanas līmenis);
- nestabila loka degšana strāvas diapazonā no 250 līdz 350 A;
- negluds un raupjš metinājuma izskats.

Tīrā veidā CO_2 gāzi visplašāk izmanto metināšanai ar pulverveida stiepli, ka arī ar vienlaidu stiepli autoservisos. Dažreiz, ar CO_2 gāzi metina pirmo - sakņu šuvi biezu sienu detaļām. Varētu šķist, ka izmantojot 100% CO_2 gāzi metināšanas procesā, tā izmaksas būs zemākas, bet,

ņemot vērā metināšanas šuves tīrīšanas izmaksas, šļakatu radītos zudumus un zemo uzkausēšanas koeficientu (kg/m), kopējās metināšanas izmaksas ir augstas.



10.2. zīmējums. Ar CO₂ (100%) metinātas šuves profils [4]

Metināšanas parametri:

plākšņu biezums — 5 mm,

metināšanas strāva — 180 A,

metināšanas spriegums — 29,5 V,

stieples padeves ātrums — 9 m/min,

metināšanas ātrums — 22 cm/min

vienlaidu stieples diametrs—1,0 mm.

Parauga metināšana veikta kompānijas MESSER laboratorijā. [4]

Literatūrā dots metināšanas izmaksu sadalījums: 5% - izmaksas par metināšanas gāzi, 15% - izmaksas par metināšanas stiepli, 80% - izmaksas par metinātāja darbu.[9]

Nedaudz palielinot izdevumus uz gāzi (argons + CO₂), jūs varat paaugstināt darba produktivitāti un samazināt citu saistīto darbu izmaksas.

Argons (Ar)

Argons – bezkrāsaina gāze bez smaržas un garšas. Tā ir 1,38 reizes smagāka par gaisu. Argons ir visizplatītākā inertā gāze Zemes atmosfērā - 1m³ (1000 l) gaisa satur 9,34 litrus argona. Tā siltumvadītspēja ir ļoti zema un veido tikai 10 % no hēlija un ūdeņraža siltumvadītspējas. Tādēļ argonu bieži izmanto kā pildījuma gāzi logu stikla paketēs. Galvenā rūpnieciskā argona iegūšanas metode ir zemo temperatūru rektifikācija (gaisa atdzesēšana līdz tā sastāvdaļu kondensācijas temperatūrai).

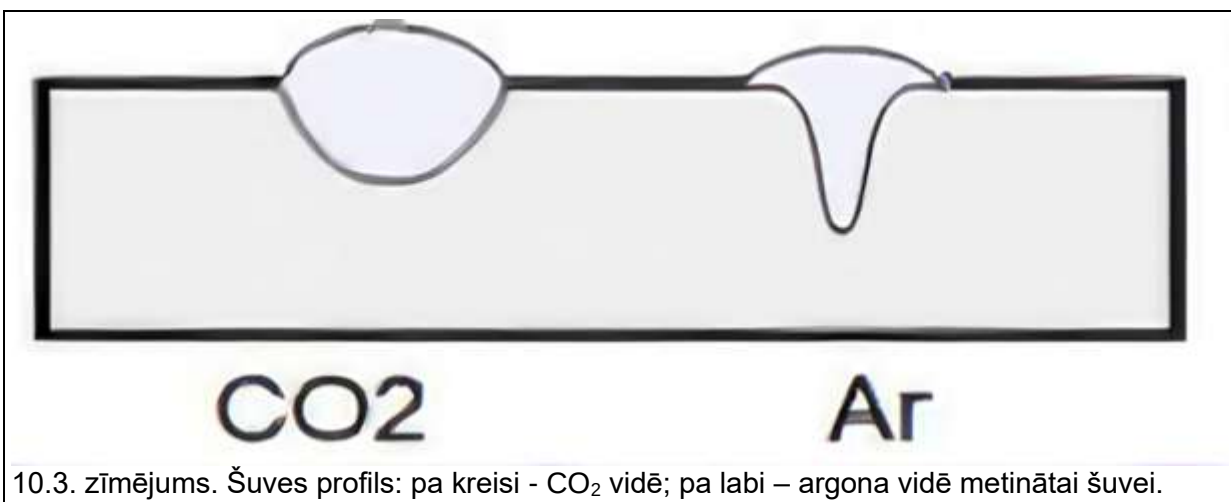
Tādā veidā iegūst arī skābekli un slāpekli. Argons nav toksisks, bet tas var aizstāt elpošanai nepieciešamo skābekli, tāpēc tā noplūde slēgtās telpās var būt nāvējoša.

Argona vissvarīgākā ķīmiskā īpašība ir tā inertums – tas nereaģē ar citiem metāliem un nemetāliem. Tas padara to par ideālu aizsarggāzi pat tik augstās temperatūrās kā dzelzs kušanas temperatūra (1539 °C) un vēl augstākas, ko plaši izmanto metalurģijā un elektroloka metināšanā.

Argons ir metināšanā visbiežāk izmantotā inertā gāze. Metināšanas loka aizdedzināšanai nepieciešama jonizēta vide. Argona jonizācijas enerģija (elektronu atdalīšanās enerģija) ir 15,7 eV (hēlijam - 24,5 eV). Šāda zema jonizācijas enerģija, no vienas puses, atvieglo elektriskā loka aizdegšanos, no otras puses - palīdz iegūt šauru un dziļu (pirksta formas) iespiešanās profilu (Zīm.10.3). Tomēr, tas ne vienmēr ir vēlams.

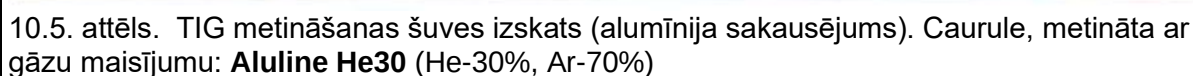
Argonu izmanto arī kā pamatsastāvdaļu divkomponentu un trīskomponentu metināšanas gāzu maisījumos MAG metināšanā.

Argons veicina stieples metāla strūklas veida pārnesei MAG metināšanas laikā. Tas raksturīgi argona + CO₂ maisījumiem, kuros CO₂ īpatsvars ir mazāks par 18-20 %. Metinot niķeļi, varu, alumīniju, titānu un magniju saturošus sakausējumus, izmanto tīru argonu (MIG, TIG metināšana) ar vismaz 99,996 % tīrību (titāna metināšanai 99,999 %).



Hēlijs (He).

Hēlijs ir visbiežākāk izmantotā piedeva maisījumiem, ko izmanto nerūsējošā tērauda un alumīnija sakausējumu metināšanai. Tā siltumvadītspēja ir ļoti augsta (salīdzinājumā ar argonu) – tādēļ metināmajam materiālam tiek nodots vairāk siltumenerģijas, un iespiešanās profils veidojas plašāks, bet ne izteikti dziļš. Gāzu maisījumam pievienojot hēliju, loka stabilitātei ir jāpaliek spriegums. Hēlija pievienošana argonam ir īpaši efektīva metinot korozijizturīgus tēraudus. Hēlijs samazina pamatmateriāla sajaukšanos. Argona un hēlija maisījumus plaši izmanto liela biezuma (20 mm un vairāk) alumīnija un tā sakausējumu MIG/TIG metināšanai (skat. Zīm. 10.4).

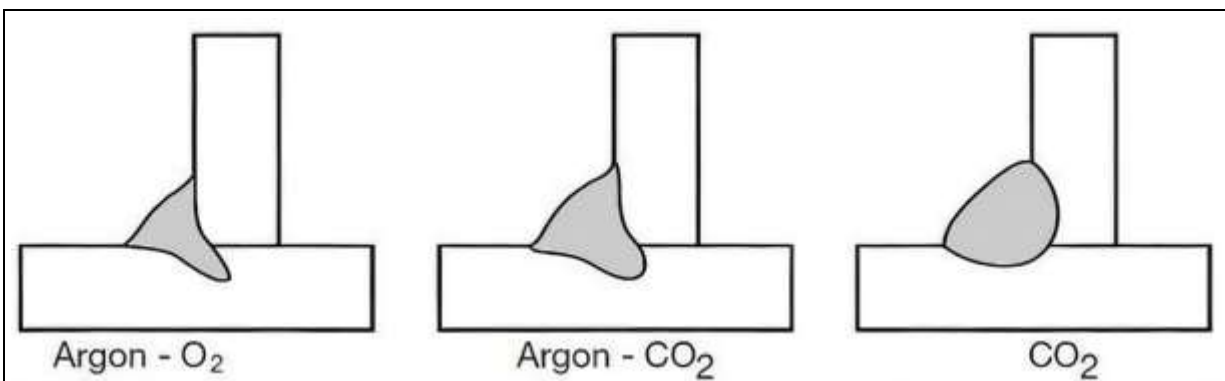




10.6. attēls. TIG metināšanas šuves izskats (alumīnija sakausējums) Caurule, metināta ar Argonu (Ar 4.8 – 99,998%)

Skābeklis (O_2).

Skābeklis ir visizplatītākais elements zemes garozā, atmosfērā skābekļa saturs ir 20,95 % (V). Normālos apstākļos skābeklis ir gāze bez krāsas, garšas vai smaržas. Tas ir nedaudz smagāks par gaisu un nedaudz šķīst ūdenī. Galvenā rūpnieciskā skābekļa iegūšanas metode ir atmosfēras gaisa zemo temperatūru rektifikācija. Rūpniecībā izmanto arī skābekļa ražotnes, kas darbojas uz membrānu tehnoloģijas bāzes.



10.7. zīmējums. Šuves profili, metinot dažādu aizsarggāzu vidē [5]

Skābeklis ir oksidētājs – tas metināšanas procesā reaģē ar šķidrās vannas sastāvdaļām, veidojot oksīdus. MAG metināšanā, gāzu maisījumos ar argonu (nelielās proporcijās: 1-5 %, tas nodrošina labu loka stabilitāti un lielisku metinājuma izskatu. Salīdzinot dažādu gāzu iespiešanās profilu (Zīm. 10.7), var redzēt, ka argona-skābekļa maisījums dod tā saukto “adatu” - šauru un dziļu profilu. Reducētāju izmantošana metināšanas stieples sastāvā kompensē oksidācijas efektu.

Silīcijs (Si) un mangāns (Mn), reaģējot ar skābekli, veido oksīdus, kas mazu, tumši caurspīdīgu salu (sārņu) veidā parādās uz metinājuma šuves. CO₂ vidē šādu sārņu ir ievērojami vairāk (Zīm. 10.8).



10.8. attēls. Kakta šuves izskats - CO₂ (100%) vidē.

Metāls: mazoglekļa tērauds

Plāksnes biezums 5mm

Metināšanas stieples diametrs: 1mm

Tumšie plankumi uz metinājuma - izdedži.

10.4 Divkomponentu (binārie) gāzu maisījumi metināšanai.

Visizplatītākie binārie metināšanas maisījumi ir:

- argons /oglekļa dioksīds (Ar + CO₂),
- argons/skābeklis (Ar + O₂),
- argons/hēlijs (Ar + He).

MAG metināšanas gāzu maisījumi: Ar+CO₂.

Maisījumi (kuros CO₂ saturs ir mazāks par 20%) ļauj veikt augsti kvalitatīvu metināšanu visās telpiskajās pozīcijās, izmantojot metināšanu īsslēgumu (Zīm. 9.2), impulsu (Zīm. 9.5) un strūklas pārnese veidā (Zīm. 9.4).

Metināšana īsslēgumu veidā ir lēns metināšanas process ar minimālu siltuma ievadi. Šim metināšanas veidam optimāli piemēroti maisījumi, kuros CO₂ saturs ir 18% un vairāk (piemēram **Ferroline C25, Ferroline C18**).

Nerūsējošā tērauda metināšanai tiek izmantoti arī argona maisījumi ar CO₂ saturu līdz 5% (piemēram **Inoxline C2**).

Palielinot CO₂ koncentrāciju maisījumā, palielinās siltuma ievade šuvē un mainās iespiešanās raksturs (skat. Zīm. 9.7).

Ferroline C25

ISO 14175-M21

Sastāvs:

75% - metināšanas argons

25% - oglekļa dioksīds

Pielietojums:

Maisījums ar salīdzinoši augstu iespiešanās līmeni pamatmetālā, piemērots biezu sienu detaļu, mazoglekļa nelegētu tēraudu metināšanai. (Tab. 10.1)

Īpašības

- Intensīva metāla kušana,
- Augsts siltuma ievads,
- Piemērots metināšanai jebkurā pozīcijā,
- Piemērots liela biezuma materiāla metināšanai.

Ferroline C18

ISO 14175-M21

Sastāvs:

82% - metināšanas argons

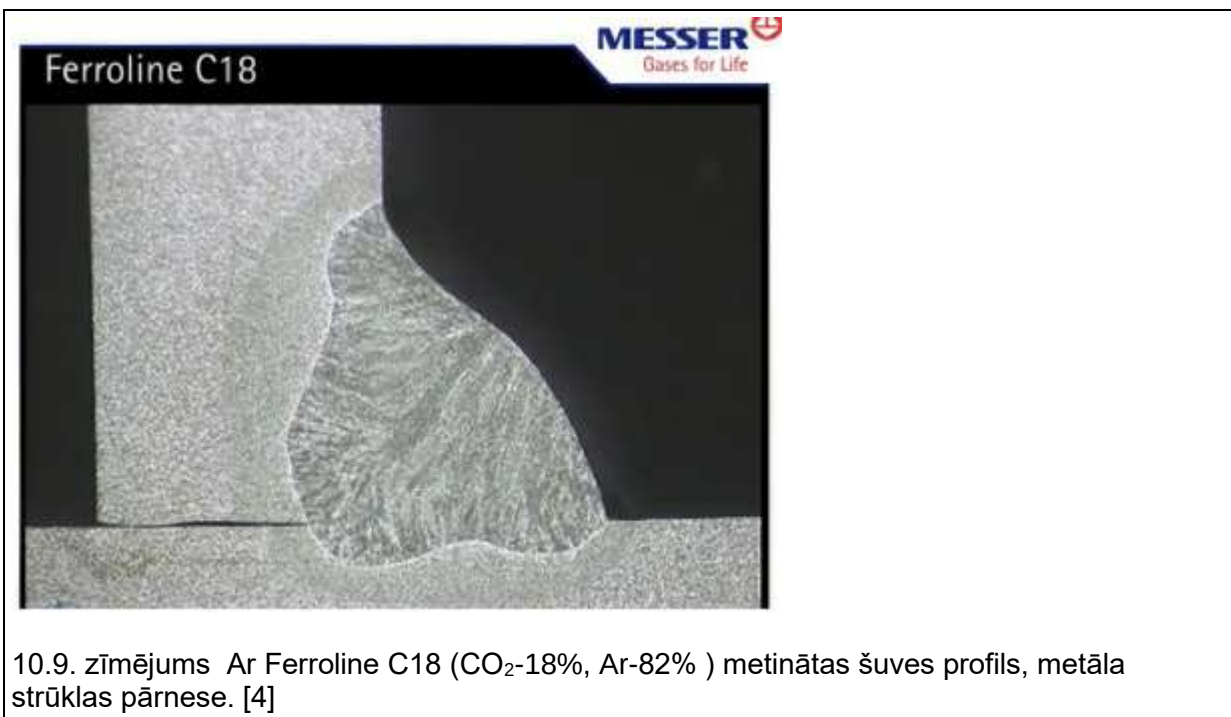
18% - oglekļa dioksīds

Pielietojums:

Plaši pielietojams MAG metināšanā, maisījums dod samazinātu šķakatu daudzumu, piemērots vidēja biezuma (līdz 10-15mm) mazoglekļa nelegētu tēraudu metināšanai. (Tab. 10.1., Zīm. 10.9)

Īpašības:

- Mierīgs, stabils elektriskais loks,
- Labi piemērots impulsa metināšanai,
- Intensīva metāla kušana,
- Piemērots metināšanai jebkurā telpiskajā pozīcijā,
- Piemērots dažāda biezuma materiāla metināšanai

**Metināšanas parametri:**

plāksņu biezums - 5 mm

metināšanas strāva - 252A

metināšanas spriegums - 32,3V

stieples padeves ātrums - 13 m/min

metināšanas ātrums - 32 cm / min

stieples diametrs - 1 mm

Parauga metināšana veikta kompānijas MESSER laboratorijā.

Ferroline C8**ISO 14175-M20****Sastāvs:**

92% - metināšanas argons

8% - oglekļa dioksīds

Pielietojums:

Maisījums ātrai automātiskā un manuālā režīma impulsu metināšanai nelegētiem oglekļa tēraudiem ar plāksnes biezumu līdz 10 mm. (skat. Tab. 10.1.)

Priekšrocības:

- neliels šļakatu daudzums;
- neliels izdedžu daudzums uz šuves virsmas;
- gluda šuves virsma;
- neliels metināšanas dūmu daudzums - vislabākie darba apstākļi metinātājam;
- piemērots metināšanai jebkurā pozīcijā;

- Īpaši piemērots metināšanai impulsu režīmā, robotizētai metināšanai.

Trūkumi:

- ierobežoti izmantojama liela biezuma (vairāk nekā 10-12 mm) metāla metināšanai
- ierobežoti izmantojama daudzkārtu sakņu šuvju metināšanai.
- nepieciešama augstāka metinātāja kvalifikācija.

Inoxline C2

ISO 14175-M12

Sastāvs

Metināšanas argons ar oglekļa dioksīda 2,5% piemaisījumu.



10.10. zīmējums, ar **Inoxline C2** metinātas šuves profils. Parauga metināšana veikta kompānijas MESSER laboratorijā [4].

Metināšanas parametri:

Pamatmetāls: 1.4301, biezums: 5mm, Metināšanas aparāts: Fronius TPS 5000, gāzu plusma: 13l/min

Strāva	Spriegums	Stieples padeve	Metināšanas ātrums	Biezums	Bāzes gāze	H2	CO2	He
[A]	[V]	[m/min]	[cm/min]	[mm]		[%]	[%]	[%]
88	18,5	4,5	35	5	Argons		2,5	

Pielietojums:

Gāzu maisījums, kas ir vispiemērotākais leģēto (nerūsējošo) tēraudu metināšanai (mazākā mērā – arī oglekļa tēraudam), strūkļas pārneses un impulsu režīmā. Metināšanas procesā veido šķidru metināšanas vannu, kas ļauj sasniegt lielu metināšanas ātrumu. (skat. Tab. 10.1.)

Priekšrocības:

- metinātā metāla zema oksidācijas pakāpe, zemā oglekļa dioksīda satura dēļ;
- neliels izdedžu daudzums uz šuves virsmas;
- piemērots metināšanai jebkurā pozīcijā;
- piemērots metināšanai impulsu režīmā;
- vairumā gadījumu nav nepieciešama gāzes padeve no šuves saknes puses (formējošā gāze), jo metināšanas ātrums ir diezgan augsts un metālam nav iespējas oksidēties
- glūda, tīra šuves virsma.

MAG metināšanas gāzu maisījumi: Argons + Skābeklis (Ar+O₂)

Argona un skābekļa maisījumi ļauj sasniegt strūkļas veida metāla pārnesi pie zemākām metināšanas strāvām, nekā izmantojot argona-oglekļa dioksīda maisījumus. Metāla pilienu izmērs ir mazāks, un metināšanas vanna – karstāka, salīdzinājumā ar argona-oglekļa dioksīda maisījumiem.

Argona - skābekļa maisījuma izmantošana sākotnēji tika saistīta ar lielāku metināšanas ātrumu, lietojot to plāniem materiāliem. Metināšanai ar argona-skābekļa maisījumiem vienlīdz labi piemēroti ir gan nerūsējošais, gan oglekļa tērauds.

Ferroline X4

ISO 14175-M22

Sastāvs:

96% - metināšanas argons

4% - skābeklis

Aizsarggāze ir piemērota rokas un automatizētai nelegēta un mazlegēta, kā arī augsti leģēta tērauda metināšanai ar MAGM metodi, piemēram, mašīnbūves konstrukcijām, mašīnās, celtņos un rezervuāros. Vispiemērotākais leģētā (augsti leģētā, nerūsējošā) tērauda metināšanai. (skat. Tab. 10.1)

Priekšrocības:

- stabils elektriskais loks;
- piemērots metināšanai impulsu režīmā;
- intensīva kušana (salīdzinot ar CO₂ maisījumiem metāla vanna ir karstāka);
- augsts metināšanas ražīgums;
- piemērots metināšanai jebkurā pozīcijā;

- ļoti mazs šļakatu daudzums uz metāla virsmas (šļakatas ir sīkas)
- maisījumu iespējams piegādāt jau samaisītu ($\text{Ar} + \text{O}_2$), gatavu lietošanai šķidrā (kriogēnā) veidā, kas liela patēriņā gadījumā ir ekonomiski izdevīgāk

Trūkumi:

- šuves profilam ir šaura (pirkstveida) caurmetinājuma forma (salīdzinot ar $\text{Ar} + \text{CO}_2$ maisījumiem) – skat Zīm. 10.7;
- augstāka metinātās virsmas oksidācijas pakāpe (vairāk izdedžu uz metinājuma virsmas, salīdzinājumā ar CO_2 maisījumiem)

Inoxline X2

ISO 14175-M13

Sastāvs:

98% - metināšanas argons

2% - skābeklis

Aizsarggāze ir piemērota rokas un automatizētai augsti leģēta tērauda (Cr-Ni) metināšanai ar MAGM metodi, piemēram, pārtikas produktu konstrukcijām (rezervuāri, cauruļvadi), kriogēnu šķidrumiem. (skat. Tab. 10.1)

Priekšrocības:

- stabils elektriskais loks;
- piemērots metināšanai impulsu režīmā;
- intensīva kušana (salīdzinot ar CO_2 maisījumiem metāla vanna ir karstāka);
- augsts metināšanas ražīgums;
- piemērots metināšanai jebkurā pozīcijā;
- ļoti mazs šļakatu daudzums uz metāla virsmas (šļakatas ir sīkas)
- maisījumu iespējams piegādāt jau samaisītu ($\text{Ar} + \text{O}_2$), gatavu lietošanai šķidrā (kriogēnā) veidā, kas liela patēriņā gadījumā ir ekonomiski izdevīgāk

Trūkumi:

- šuves profilam ir šaura (pirkstveida) caurmetinājuma forma (salīdzinot ar $\text{Ar} + \text{CO}_2$ maisījumiem) – skat Zīm. 10.7;
- augstāka metinātās virsmas oksidācijas pakāpe (vairāk izdedžu uz metinājuma virsmas, salīdzinājumā ar CO_2 maisījumiem)

Ferroline X8

ISO 14175-M22

Sastāvs

92% - metināšanas argons

8% - skābeklis

Pielietojums:

Aizsarggāze piemērota rokas un automatizētai nelegēta un mazlegēta tērauda metināšanai ar MAG metodi, vidēja biezuma un biezākām metālam.

Priekšrocības:

- stabils elektriskais loks;
- augsts metināšanas ražīgums;
- ļoti mazs šļakatu daudzums uz metāla virsmas (šļakatas ir sīkas)
- piemērots metināšanai impulsu režīmā;
- piemērots metināšanai jebkurā pozīcijā;
- piemērots jebkāda biezuma materiāliem;
- maisījumu iespējams piegādāt jau sajauktu, gatavu lietošanai šķidrā (kriogēnā) veidā, kas liela patēriņā gadījumā ir ekonomiski izdevīgāk

Trūkumi:

- šuves profilam ir šaura (pirkstveida) forma (salīdzinot ar CO₂ maisījumiem) – skat. Zīm.10.7;
- augstāka metinātās virsmas oksidācijas pakāpe (vairāk izdedžu uz metinājuma virsmas, salīdzinājumā ar CO₂ maisījumiem)

MIG/TIG metināšanas gāzu maisījumi: Argons + Hēlijs (Ar+He)

Pievienojot hēliju gāzu maisījumam, metināšanas vanna kļūst šķidrāka un metināšanas šuves virsma - plakanāka (skat.Zīm. 10.5).

Argona un hēlija maisījumus plaši izmanto MIG/TIG metināšanai – niķeļa, vara, titana un alumīnija sakausējumiem. MIG metināšanas procesā visbiežāk notiek elektroda metāla pārnese impulsu režīmā (ja tāds paredzēts) vai strūklas pārnese režīmā.

Tādēļ metināšanas aparātam jābūt aprīkotam ar impulsu strāvas metināšanas režīmu.

Neizmantojot impulsa strāvu, alumīnija MIG metināšana ir iespējama, taču ir samērā grūti iegūt augstas kvalitātes metinājuma šuvi.

Metināšana argona un hēlija gāzu maisījumos ievērojami atvieglo metinātāja darbu.

Aluline He

ISO 14175-I3

Nosaukums

Aluline He 90

Aluline He 70

Aluline He 50

Aluline He 30

Sastāvs:

10% argons + 90% hēlijs

30% argons + 70% hēlijs

50% argons + 50% hēlijs

70% argons + 30% hēlijs

Pielietojums

Šo maisījumu (skat. Tab. 10.3) visbiežāk izmanto alumīnija un vara-niķeļa sakausējumu metināšanai.

Maisījums ierobežoti piemērots arī nerūsējošā tērauda metināšanai (parasti TIG metināšanā).

Hēlija piejaukums ļauj palielināt liela biezuma materiālu caurkausējumu (skat. Zīm.10.4,

Zīm.10.5.). Hēlija ietekme ir īpaši redzama metināšanas sākuma posmā (TIG), kad nepieciešams izkausēt metālu un izveidot metināšanas vannu. Hēlija saturs ir atkarīgs no metāla veida un biezuma.

Aluline He 90 bieži pielieto līdzstrāvas TIG (DC) alumīnija (un alumīnija sakausējumu metināšanai).

Augsts hēlija saturs Aluline He 70 ļauj būtiski samazināt porainību, palielināt metināšanas ātrumu un samazināt materiālu uzsildīšanas.

Aluline He 50 – tā ir universālākais gāzes maisījums, kas der gandrīz jebkura biezuma materiālu metināšanai.

Aluline He 30 visbiežāk pieprasītais maisījums alumīnija metināšanai, kas nodrošina lielu metināšanas ātrumu, dziļu iespiešanos un salīdzinoši zemu cenu sniedz efektīvāko uzsildīšanu nekā argons.

10.5 Trīskomponentu gāzu maisījumi MAG metināšanai.

Pašlaik trīskomponentu maisījumi gūst arvien plašāku pielietojumu oglekļa tērauda, nerūsējošā tērauda un dažkārt arī niķeļa sakausējumu metināšanā.

Oglekļa tērauda metināšanā visbiežāk izmanto gāzu maisījumus, kuru sastāvā ir:

argons + CO₂ + skābeklis.

Oglekļa dioksīda priekšrocība - plašāks iespiešanās profils, bet skābeklis palielina tā dziļumu, samazina šlakatu daudzumu un to izmēru, kā arī uzlabo "samitrināšanu".

Metināšanai ar metāla pārnesei īsslēgumu režīmā, pat 20% hēlija pievienošana argona un CO₂ maisījumam nodrošina plašāku iespiešanās profilu. Tomēr piemērotākais: **argona-CO₂-hēlija** maisījuma izmantošanas veids ir lielākā biezuma nerūsējošā tērauda metināšana. Minētais maisījums nodrošina saplūšanu, kas ir īpaši svarīgi, metinot biezu metālu.

Ferroline C6X1

ISO 14175-M24

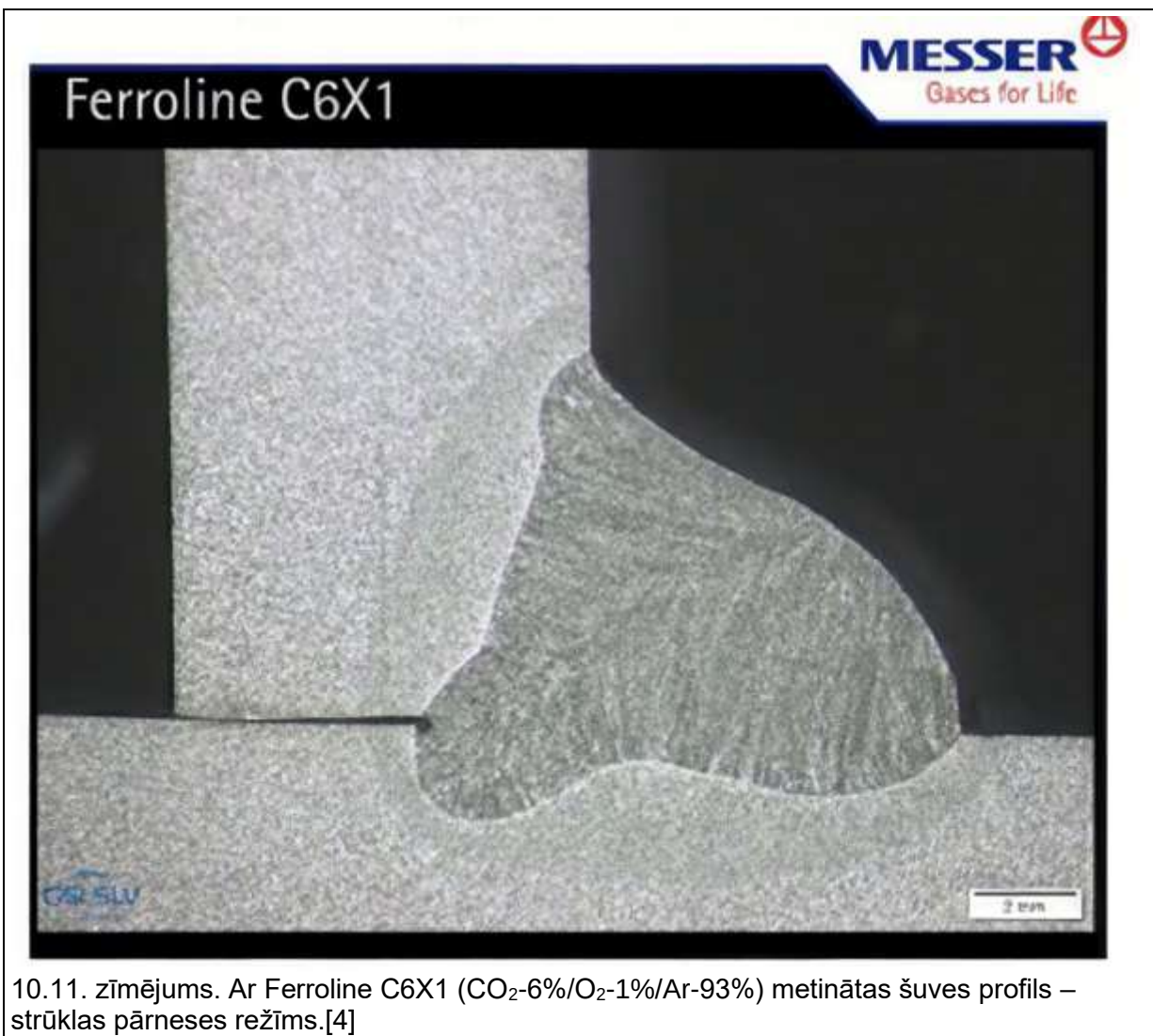
93% - metināšanas argons

6% - oglekļa dioksīds

1% - skābeklis

Gāzu maisījums **Ferroline C6X1** (skat. Tab. 10.1. tab.), ko izstrādājuši MESSER speciālisti, ir piemērots maza un vidēja biezuma oglekļa tēraudu metināšanai ar dažādu strāvas stiprumu: īsslēgumu metināšanas režīmā (strāvas stiprums līdz 180-200 A, stieple ar diametru 1mm), metāla strūklas pārnesei režīmā ar (metināšanas strāvas stiprumu virs 260 A), (skat Zīm. 10.11), kā arī impulsu pārnesei režīmā.

Zīm.10.10 redzams šuves profils, kas raksturīgs trīskomponentu maisījumiem CO₂ / O₂ / Ar. Siltuma ietekmes zonai (attēlā redzamais gaiši pelēkais fons apkārt metinājuma profilam) ir pieņemami izmēri, kas norāda, ka metināšanas laikā metāls nepārkarst. Tomēr, jāatzīmē ka attēlā redzamā metināšanas process tika veikts ar diezgan lielu ātrumu (38,4 cm/min), kas noteica siltuma ietekmes zonas minimālo izmēru.



Metināšanas parametri:

- plākšņu biezums - 5 mm,
- metināšanas strāva – 292 A,
- metināšanas spriegums – 31,5 V,
- stieples padeves ātrums – 15,6 m/min,
- metināšanas ātrums – 38,4 cm/min,
- stieples diametrs - 1 mm.

Parauga metināšana veikta kompānijas MESSER laboratorijā.

Ferroline C3X1

ISO 14175-M14

96% - metināšanas argons

3% - oglekļa dioksīds

1% - skābeklis

Pielietojums

Ferroline C3X1 – tiek pielietots gan manuālai, gan automatizētai MAG metināšanai nelegētiem, mazlēģētiem un augsti leģētiem tēraudiem. **Ferroline C3X1** izmanto plāno tēraudu metināšanai jebkurā pozīcijā. Raksturīgs smalkpilienu stieples metāla pārnese un minimāla šuves metāla oksidēšana.

Ferroline C12X2

ISO 14175-M24

86% - metināšanas argons

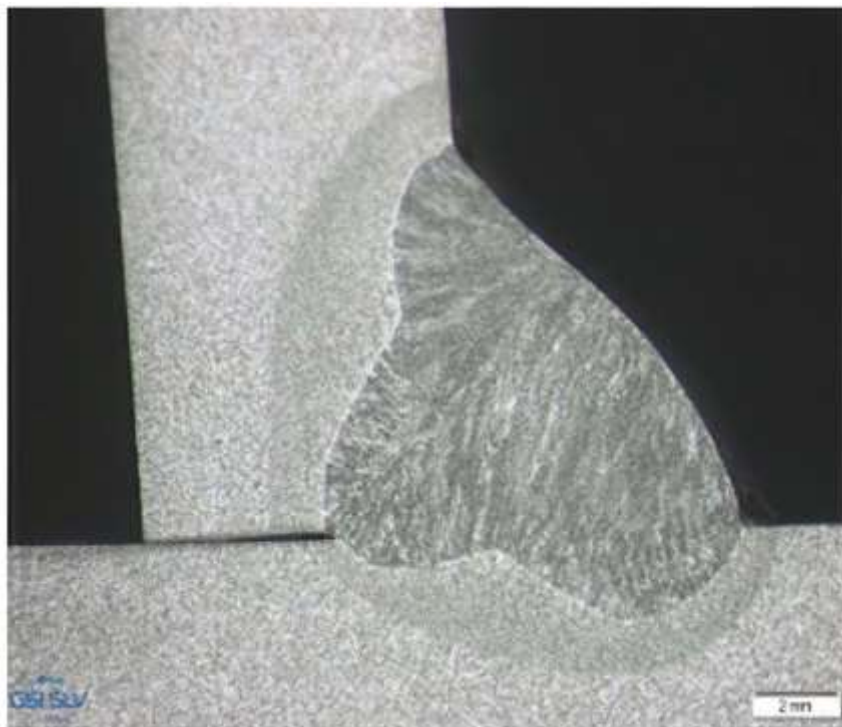
12% - oglekļa dioksīds

2% - skābeklis

Gāzu maisījums Ferroline C12X2 (skat. Tab. 9.1), ko MESSER speciālisti izstrādājuši kā alternatīvu divkomponentu maisījumam Ferroline C18, piemērots augsti kvalitatīvai vidēja biezuma un biezu oglekļa tēraudu metināšanai ar palielinātu metināšanas ātrumu un mazu šlakatu daudzumu (metāla strūklas pārnese režīmā).



10.12. zīmējums Ar Ferroline C6X1 metinātas šuves ārējais izskats, strūklas pārnese režīms. Raksturīgs minimāls šlakatu un izdedžu daudzums.



10.13. zīmējums. Ar Ferroline C12X2 (CO_2 -12%/O₂-2%/ Ar-86%) metinātas šuves profils-strūklas pārnese režīmā.[4]

Metināšanas parametri:

- plākšņu biezums - 5 mm,
- metināšanas strāva - 260A,
- metināšanas spriegums - 32,0V,
- stieples padeves ātrums - 13m/min,
- metināšanas ātrums - 32 cm/min.
- stieples diametrs - 1 mm.

Parauga metināšana veikta kompānijas MESSER laboratorijā

Maisījums Ferroline C12X2 ir piemērots gan metināšanai īsslēguma režīmā (ar strāvas stiprumu līdz 180-200A, izmantojot stiepli ar diametru 1,0mm), gan metināšanai ar metāla strūklas pārnesei (stieples diametrs -1,0mm), strāvas stiprums virs 250A), gan arī impulsu režīmā. Zīm. 10.13 attēlā redzamais metinājuma profils ir samērā plats un dziļš, neliels šķakatu un izdedžu daudzums.

Ferroline C5X5

ISO 14175-M23

90% - metināšanas argons

5% - oglekļa dioksīds

5% - skābeklis

Pielietojums

Aizsarggāze pielietojas gan manuālai, gan automatizētai MAG metināšanai nelegētiem un mazlegētiem tēraudiem. **Ferroline C5X5** izmanto plāno un vidēja biezuma tēraudu metināšanai jebkurā pozīcijā. Raksturīga smalkpilienu stieples metāla pārnese un minimāla šuves metāla oksidēšana.

Īpašības

- Intensīva kušana
- Gludāka šuves virsma, maz izdedžu
- Minimāla izšļakstīšana
- Piemērots metināšanai ar jebkuru pozīciju

Inoxline He15C2

ISO 14175-M12-HeArC-15/2

Sastāvs:

83% - metināšanas argons,

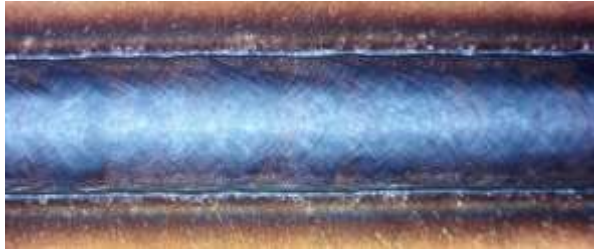
15% - hēlijs,

2% - oglekļa dioksīds

Maisījums piemērots augsti leģētam tēraudam ar biezumu, līdz 10mm un vairāk.

Metināšanas parametri:

Pamatmetāls: 1.4301, biezums: 5mm, Metināšanas aparāts: Fronius TPS 5000, gāzu plusma: 13l/min								
Strāva	Spriegums	Stieples padeve	Metināšanas ātrums	Biezums	Bāzes gāze	H2	CO2	He
[A]	[V]	[m/min]	[cm/min]	[mm]		[%]	[%]	[%]
88	19,5	4,5	35	5	Argons		2,0	15,0



10.14. zīmējums Ar Inoxline He15C2 metinātas šuves profils. Parauga metināšana veikta kompānijas MESSER laboratorijā [4]

Pielietojums:

- Lieliski piemērots impulsa MAG metināšanai
- Glūda un tīra šuves virsma, pateicoties hēlija un CO2 saturam argonā.
- Liels ražīgums, pateicoties hēlijam
- Metinot nelegēto tēraudu, gandrīz nenotiek pamata un piedevu materiāla samaisīšana
- Izdedžu un šļakatu minimālais daudzums, un kā secinājums minimāla šuves pēcapstrāde
- Piemērots metināšanai jebkurā telpiskā pozīcijā

Inoxline C3H1

ISO 14175-M11

Sastāvs:

96% - metināšanas argons,
3% - oglekļa dioksīds,
1% - ūdeņradis

Jauns! maisījums, kas labi piemērots augsti leģētam tēraudam.



10.15. zīmējums Ar Inoxline C3H1 metināts šuves profils. Parauga metināšana veikta kompānijas MESSER laboratorijā [4]

Metināšanas parametri:

Pamatmetāls: 1.4301, biezums: 5mm, Metināšanas aparāts: Fronius TPS 5000, gāzu plusma: 13l/min								
Strāva	Spriegums	Stieples padeve	Metināšanas ātrums	Biezums	Bāzes gāze	H2	CO2	He
[A]	[V]	[m/min]	[cm/min]	[mm]		[%]	[%]	[%]
88	19,6	4,5	35	5	Argons	1,0	3,0	

Priekšrocības:

- Lieliski piemērots impulsa MAG metināšanai
- Izcila metināšanas šuves kvalitāte,
- Stabils metināšanas loks,
- Izdedžu un šļakatu minimālais daudzums, un kā secinājums minimāla šuves pēcapstrāde,
- Piemērots MAG metināšanai jebkurā telpiskā pozīcijā

Ferroline He20C8

ISO 14175-M20-HeArC-20/8

Sastāvs

72% - metināšanas argons,
20% - hēlijs,

8% - oglekļa dioksīds

Maisījums piemērots mazlēģētam, nelēģētam, mazoglekļa tēraudam ar biezumu līdz 10 mm un vairāk MAG metināšanai ar augstu ražīgumu.

Priekšrocības:

- Stabils elektriskais loks
- Dziļš un plašs caurmetinājums
- Augsts metināšanas ražīgums
- Minimālā metāla oksidācija
- Neliels šķakatu daudzums
- Labs šuves un bāzes metāla samitrinājums
- Glūda šuves virsma, maz izdedžu
- Neliela metāla virsmas oksidēšanās (zemā CO₂ satura un hēlija piemaisījumu dēļ).

11. Gāzu baloni.

Gāzes balons ir spiedieniekārta kurā var ilgstoši uzglabāt gāzes saspiestā vai šķidrā veidā.

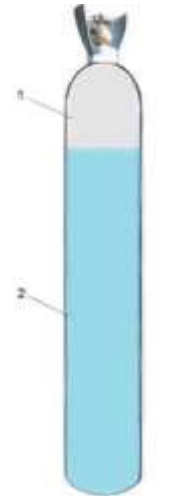
Darba spiediens balonos ir augstāks par atmosfēras spiedienu.

Gāzes balonā var būt šādos stāvokļos:

- Saspiestā veidā: argons (Ar), maisījums (argons (Ar) /oglekļa dioksīds (CO₂)), hēlijs (He), slāpeklis (N₂), skābeklis (O₂), ūdeņradis (H₂) u.c. Eiropā parasti metināšanas gāzu maisījumi tiek uzglabāti gāzu balonos ar darba spiedienu 200bar (arī 300bar) +15°C temperatūrā.
- Sašķidrinātā veidā: oglekļa dioksīds (CO₂), propāns, butāns u.c. Oglekļa dioksīda balonu pilda pēc svara, piemēram, pilnā 50 l balonā ir 37 kg šķidra oglekļa dioksīda (balonu uzpilda ar nosacījumu, lai tajā būtu aptuveni 80-90 % tilpuma gāze šķidrā fāzē un 10-20 % tilpuma – gāzes fāzē), skat. Zīm 11.2. Maksimālais spiediens ar CO₂ piepildītajā balonā ir aptuveni 60 bar (+15°C temperatūrā).
- Izšķīdinātā veidā: acetilēns (C₂H₂) balonā, kas pildīts ar porainu masu (adsorbentu) atrodas izšķīdināts acetona (skat. Zīm.11.1). Maksimālais spiediens šādā balonā nepārsniedz 18 bar spiedienu.



11.1. zīmējums. Acetilēna balons šķērsgrīzumā (balta viela ir poraina masa)



11.2. zīmējums. CO₂ balons šķērsgrīzumā. 1- gāzes fāze (~10-20 %), 2- šķidrā fāze (~80-90 %).

Metināšanai izmantoto balonu marķēšana

Vissu marķējumu pamatā ir standarts DIN EN 1089-3

ELME MESSER GASES
Gases for Life

Pneuma krāsa: Sudrabi zils (RAL 9001)	Pneuma krāsa: Sarkana (RAL 3003)	Pneuma krāsa: Zaļa (RAL 6001)	Pneuma krāsa: Svina (RAL 9006)	Pneuma krāsa: Purpura (RAL 7037)	Pneuma krāsa: Melnā (RAL 9005)	Pneuma krāsa: Balta (RAL 9010)	Pneuma krāsa: Rusnā (RAL 3009)
Argona gāze metināšanai bez šķērslīnēm *	Argona gāze metināšanai ar šķērslīnēm *	Argona Metināšanas argona īpaši tīrs metināšanas argona	Helija Helija	Ogļveida dioksīds Ogļveida dioksīds	Ālģveids Ālģveids 4.0 Ālģveids 5.0 Nikotils	Skābeklis Skābeklis metināšanai Ciklons	Acetilēns

DIN 1555

EN 1089-3

Bezpečības marķējumi (saskaņā ar GHS)	
No. 2.2 Neatbilstošais gāzes Metināšanas gāze	Neatbilstošais gāze Var izraisīt neatbilstošas, ja gāze tiek apstrādāta neatbilstoši. Bīstams, ja izdalās neliels (200) gaisa saturamais gāzes 10, procentiem.
No. 5.1 Oksidējošs gāze	Skābekļa gāze Iespējams, ka izraisīs uzturēšanos neapstrādātā gāzē, kas ir bīstama, ja gāze atrodas uz gāzes saturamā gāzes 10, procentiem.
No. 5.1 Oksidējošs gāze	Skābekļa gāze (ja gāze satur šķērslīnēm) Gāze, kas var izraisīt uzturēšanos neapstrādātā gāzē, kas ir bīstama, ja gāze atrodas uz gāzes saturamā gāzes 10, procentiem.
GHS 02 Iespējama sadedzāšanās	Gāze, kas var izraisīt uzturēšanos neapstrādātā gāzē, kas ir bīstama, ja gāze atrodas uz gāzes saturamā gāzes 10, procentiem.

11.3 zīmējums. Gāzu balonu marķējums

Gāzu balonu marķējums ir atkarīgs no tajos pildītās gāzes – saskaņā ar standarta EN 1089-3 prasībām (skat. Zīm.11.3).

Metināšanas aparāts, izmantojot šļūteni, kas marķēta saskaņā ar ISO 3821, tiek savienots ar gāzes balona reduktoru, marķētu īpaši attiecīgajai gāzei vai gāzu maisījumam. Savukārt reduktors ir pieskrūvēts pie gāzes balona (skat. Zīm.10.1).

Gāzu baloni izgatavoti no tērauda – tie ir viengabala, bez šuvēm, un tiek ražoti ar “dziļās vilkšanas” metodi. Balona kaklā ir ieskrūvēts gāzes izplūdes ventīlis kam ir īpaša vītne, paredzēta savienojumam ar gāzes spiediena regulatoru..

Elme Messer Gaas metināšanas maisījumu balonu ventīļiem tiek izmatotas sekojošas vītnes:

Din 477 Nr. 9 G $\frac{3}{4}$ “ – argonam, skābeklim, maisījumiem: argons/CO₂, argons/skābeklis, argons/CO₂/skābeklis/hēlijs;

Din 477 Nr.1 W 21,80 x 1/14 LH - ūdeņradis, propāna-butāna gāzes.

Din 477 Nr.6 W 21,80 x 1/14 – citām speciālām (pārtikas) gāzēm.

Pirms balona uzpildes tiek veikta balona vakuumēšana, lai novērstu piemaisījumus gāzes sastāvā.

Papildus atsevišķiem baloniem gāze tiek piedāvāta arī balonu saišķos, kas sastāv no vairākiem kopā savienotiem gāzes baloniem (Zīm.11.4 (b) – 12 x 50l balonu saišķis).

Elme Messer Gaas piedāvā arī saišķi “MegaPack” (11.4. (a) zīm.) – 4 x 150 l, lielas ietilpības gāzes balonu saišķi. Pateicoties 300 bar spiedienam tas satur ievērojami lielāku gāzes daudzumu - 1,4 reizes vairāk nekā 12 x 50 l balonu saišķis.



11.4.(a) zīmējums. MegaPack



11.4.(b) zīmējums. Balonu saišķis (12x50 l)

Pēc tam uz īsu brīdi nepieciešams nedaudz atvērt (virzot prom no cilvēkiem) gāzes balona regulatoru, lai no vārsta iekšpuses izpūstu putekļu daļiņas.
Gāzes reduktoru savieno ar balona ventili, izmantojot uzgriezni (2), blīvēšanai nepieciešama īpaša blīve. Gāze izplūst no balona, kurā tā atrodas zem spiediena, iet caur reduktora pāreju (1)

un nonāk reduktora korpusa (3) kanālā. Augstspiediena manometrs (14) uzrāda gāzes spiedienu balonā.

Membrāna (7) caur stieņa galvu (6) iedarbojas uz konusa formas vārstu (8), tādējādi atverot un aizverot kanālu gāzes padevei uz zema spiediena kameru (15). Sistēma darbojas šādi: kad vārsts (8) ir zemākajā pozīcijā, gāze no augstspiediena kameras neiepūst zemā spiediena kamerā. Šajā brīdī gāzes spiediens kamerā (15) caur membrānas (7) izliekto virsmu iedarbojas uz atsperi (4), to saspiežot. Kad spiediens kamerā samazinās, membrāna (7) iztaisnojas un atsperes (4) ietekmē vārsts (8) paceļas, tāpēc daļa gāzes no balona nonāk zema spiediena kamerā. Kad spiediens kamerā palielinās līdz ieregulētajam, membrāna (7) atkal atgūst izliektu virsmu un saspiež atsperi (4). Tā iedarbojas uz vārstu 8, nolaižot to uz leju un bloķējot gāzes padevi. Spiedienu zema spiediena kamerā (15) regulē ar atsperi 4 (atspere 11 rada spēku no pretējās puses), kas uzstādīta korpusā (5). Pagriežot regulatoru (16) pulksteņrādītāja virzienā, paaugstinās spiediens zema spiediena kamerā, pagriežot to pretēji pulksteņrādītāja virzienam spiediens samazinās.

No zemspiediena kameras gāze caur kanālu reduktora korpusā nokļūst zema spiediena manometrā (13) (manometra skala bāros var būt aizvietota ar skalu l/min, vai manometrs aizviets ar plūsmas mērītāju ar kolbu), un reduktora izejā.

Reduktorā iebūvēts regulators (10), kas ļauj noslēgt gāzes padevi. Tas domāts, lai būtu iespējams atvienot šļūteni no reduktora, nenoslēdzot gāzes balonu un nerastos gāzes zudumi. Gāzes šļūtene (kas saskaņā ar ISO 3821, īpaši marķēta Ar un CO₂ gāzes padevei) caur ātrā savienojuma pieslēgumu un uzgriezni 9 ar G 1/4 " vītņi savienojas ar reduktoru. Ātrā pieslēguma savienojuma uzbūve ļauj gāzei plūst tikai virzienā no balona uz metināšanas aparātu.

Centrālais mikrofiltrs (12) ir paredzēts gāzes attīrīšanai no sīkiem mehāniskiem piemaisījumiem. Blakus mikrofiltram uzstādīts drošības vārsts, kas atveras, ja spiediens reduktorā ievērojami pārsniedz aprēķināto darba spiedienu.

12.2 Divpakāpju reduktora pieslēgšana un ekspluatācija.

Vienpakāpes reduktoru trūkums ir gāzes zudums darba sākumā, ko izraisa lielā spiediena starpība augsta un zema spiediena kamerās.

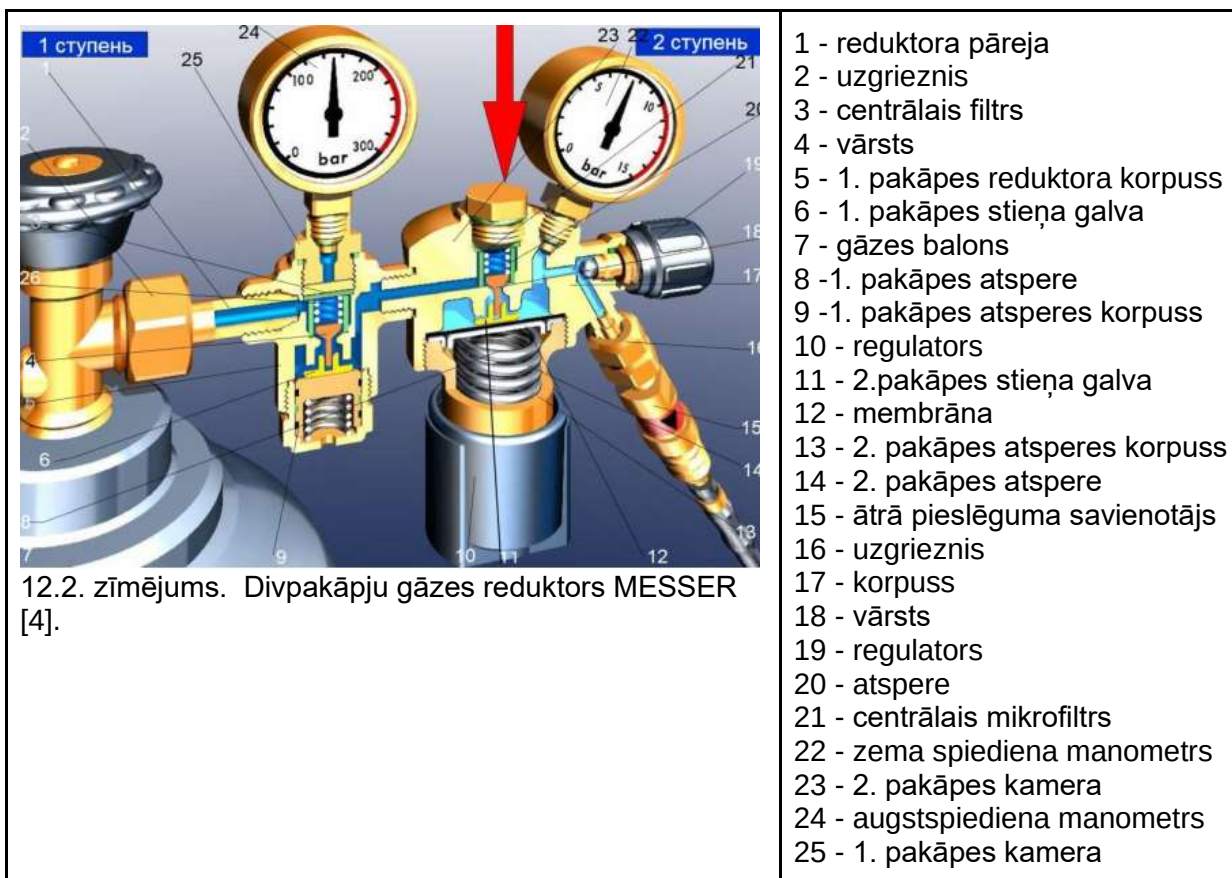
Divpakāpju reduktori ļauj iegūt stabilizētu gāzes spiedienu.

Pēc pirmās reducēšanas pakāpes gāze zem spiediena (10-30 bar, atkarībā no reduktora veida) caur atbilstošo kanālu nonāk 2 pakāpes reducēšanā. Ja vārsts (18) ir atvērts (stieņa galvai (11) iedarbojoties uz to caur membrānu (12)), gāze, izejot caur centrālo mikrofiltru (21), iekļūst 2. pakāpes zema spiediena kamerā.

Pagriežot pulksteņa rādītāja virzienā regulatoru (10), ar atsperes (14) palīdzību spiedienu zemspiediena kamerā palielina, griežot regulatoru pretēji pulksteņrādītāja virzienam, spiediens – samazinās. Reduktorā uzstādītais vārsts (18), noslēdz gāzes padevi reduktora izejai.

Izmantojot uzgriezni (16) ar G 1/4 "vītņi, ātrā pieslēguma savienotāju (15) savieno reduktoru ar šļūteni. Ātrā pieslēguma savienotāja konstrukcija ļauj gāzei plūst tikai virzienā no balona uz metināšanas aparātu.

Ar sarkano bultu 12.2. attēlā norādīts drošības vārsts.



13. Metināšanas nepilnības (defekti).

Standartā **EN ISO 5817:2014 Welding — Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded) — Quality levels for imperfections** aprakstīti tērauda, niķeļa, titāna un to sakausējumu metināšanas šuvju defekti. Alumīnija un tā sakausējumu defekti aprakstīti standartā **ISO 10042:2018 Welding Arc-welded joints in aluminium and its alloys Quality levels for imperfections**.

Saskaņā ar **EN ISO 5817:2014** metināšanas nepilnības (defekti) ir iedalītas 6 lielās grupās:

1. Plaisas
2. Poras, gāzes dobumi
3. Cietie ieslēgumi
4. Nesakusumi un caurmetināšanas trūkumi
5. Šuves formas defekti
6. Citi defekti (nejaušas loka pēdas, šlakatas, nobrāzumi utt.)

Metināšanas defekts, kas saistīts ar aizsarggāzi ir porainība. Standartā **EN ISO 5817:2014** nosaka pieļaujamo atsevišķu un vairāku poru skaitu un izmēru.

Metinot darbnīcās, kurās notiek lielgabarīta preču iekraušana un izkraušana, un nav iespējams veikt metināšanas darbus atsevišķās slēgtās kabīnēs (posteņos), pastāv liels caurvēju risks. Caurvējš traucē metinājuma šuves aizsardzību un tā rezultātā veicina porainību, (skat. Zīm.

13.a). Lai novērstu caurvēja ietekmi var uzstādīt metināšanas vairogus vai nedaudz palielināt aizsarggāzes plūsmu.

Metinot dažādas detaļas, atkarībā no metāla biezuma, jāmaina arī metināšanas strāva (un metināšanas ātrums). Dažreiz metinātājs var aizmirst par aizsarggāzes plūsmas korekciju (jo lielāka ir metināšanas strāva, jo lielākai jābūt arī aizsarggāzes plūsmai). Šajā gadījumā, metinot biezu metālu gāzes plūsmas (skat. zīm. 13.b.) var nepietikt. Tā rezultātā parādās šuves porainība. Lai novērstu defektus, ieteicams periodiski pārbaudīt aizsarggāzes plūsmu ar portatīvo plūsmas mērītāju.

Minimālo gāzes plūsmu (I / min) nosaka pēc formulas (13.1):

$$p = d \times 10, \quad (13.1)$$

kur

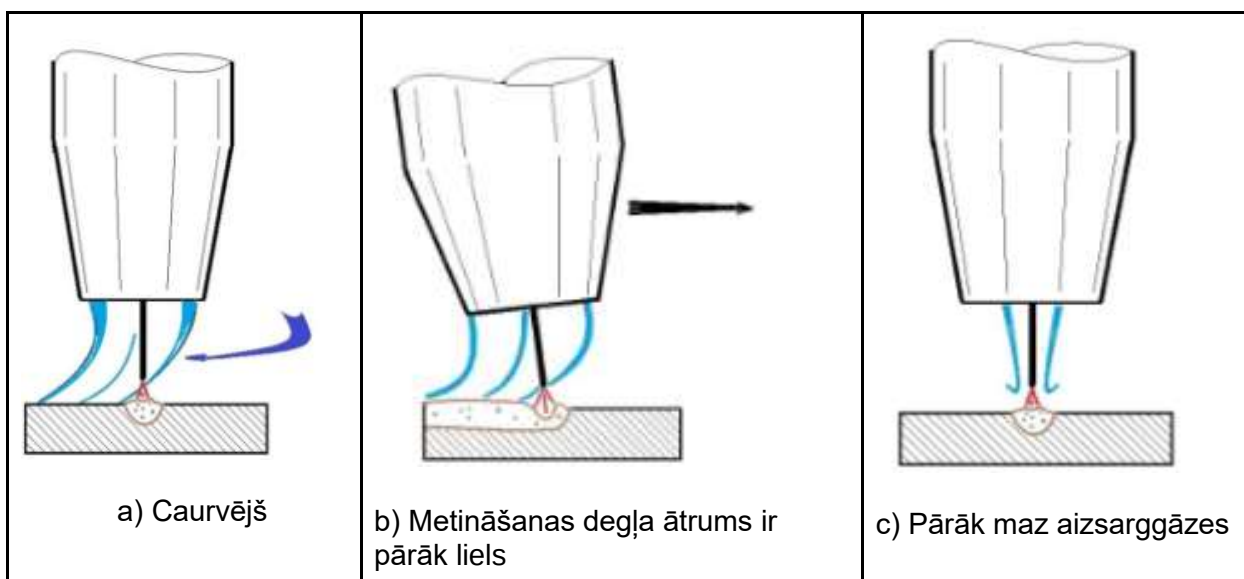
d - metināšanas stieples diametrs, mm

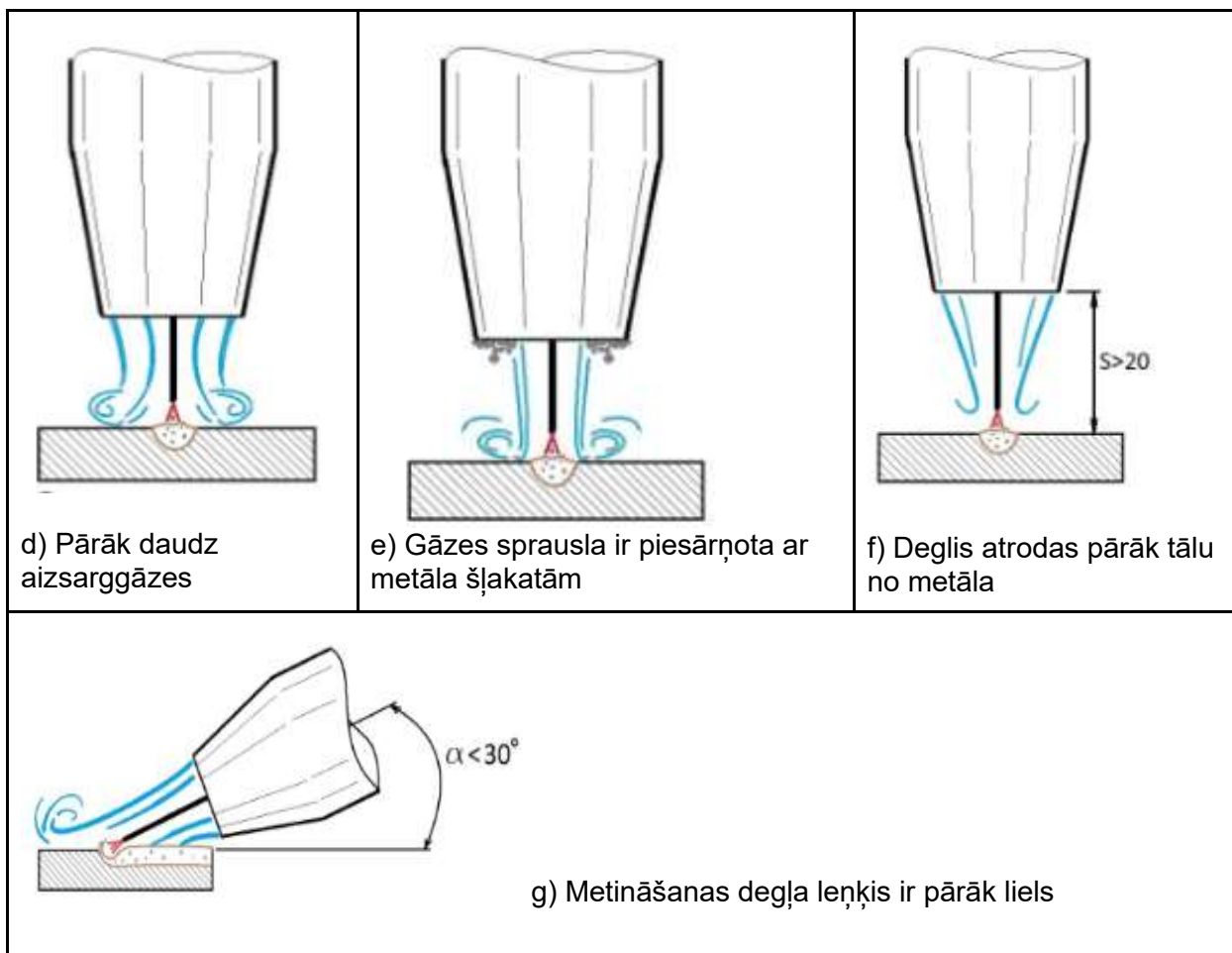
Pārāk maza gāzes plūsma (zīm. 12 c) izraisa porainību. Pārāk liela aizsarggāzes plūsma (skat. zīm. 13.d.) var izraisīt turbulenci. Kā rezultātā gaiss iekļūst metināšanas zonā un šuvē var parādīties porainība. Lai novērstu defektus, periodiski ieteicams pārbaudīt aizsarggāzes plūsmu.

Metinot rūpnieciskās konstrukcijas, pēc katras sametinātas šuves ir jāpārbauda metināšanas deglis – vai uz tā sprauslas ārējās un iekšējās virsmas nav pielipušas šļakatas (skat. zīm.13.e). Šļakatu klātbūtne traucē aizsarggāzes padevi, kas noved pie metinājuma defektiem (porainība). Iesācēji metinātāji bieži vien tur degļa sprauslu pārāk tālu no detaļas virsmas (20 mm un tālāk). Vislabākais attālums metināšanai un kārtīgai metināšanas vannas aizsardzībai ir līdz 15-20 mm (skat. zīm. 13.f).

Metinot garās šuves neērtā pozīcijā vai nogurumā, metinātājs tur degli pārāk asā leņķī pret detaļas virsmu (skat.zīm.13.g). Šajā gadījumā aizsarggāze slīpi saskaras ar detaļas virsmu, slikti aizsargājot šuvi, kas veicina porainību.

MIG/MAG metināšanā biežākais defektu cēlonis ir kļūdas aizsarggāzes padevē un izmantošanā.





Zīm. 13.1. Metināto šuvju porainības iemesli

14. Iespējamie gāzes piesārņojuma cēloņi, tās ceļā no balona līdz metināšanas zonai.

Problēmas cēlonis: Metināšanas sākumā reduktorā un metināšanas šļūtenēs ir gaiss. Tā rezultātā procesa sākumā metināšanas maisījumā ir gaisa piejaukumi.

Ieteikumi: Pirms metināšanas, pēc ilgstošām dīkstāvēm, no metināšanas šļūtenēm, nepieciešams izspiest gaisu, caurpūšot tās ar metināšanas gāzu maisījumu.

Problēmas cēlonis: Papildu aprīkojums traucē aizsarggāzes plūsmas pagaidu palielināšanos. Šī aizsarggāzes plūsma palīdz attīrīt šļūtenes no gaisa un novērš poru veidošanos metināšanas procesa sākumā.

Ieteikums: Lai uz laiku palielinātu aizsarggāzes plūsmu, nedrīkst būt šķēršļu. Lai novērstu spiediena palielināšanos, attālumam (šļūtenes garumam) starp spiediena regulatoru un metināšanas zonu jābūt pēc iespējas īsākam (ne vairāk kā trīs metri).

1. Spiediena regulators

Problēmas cēlonis: Gāzes noplūde (blīvējuma zudums) reduktora piestiprināšanas vietā (200/300 bar).

Ieteikums: Nepieciešams regulāri pārbaudīt blīvējumu.

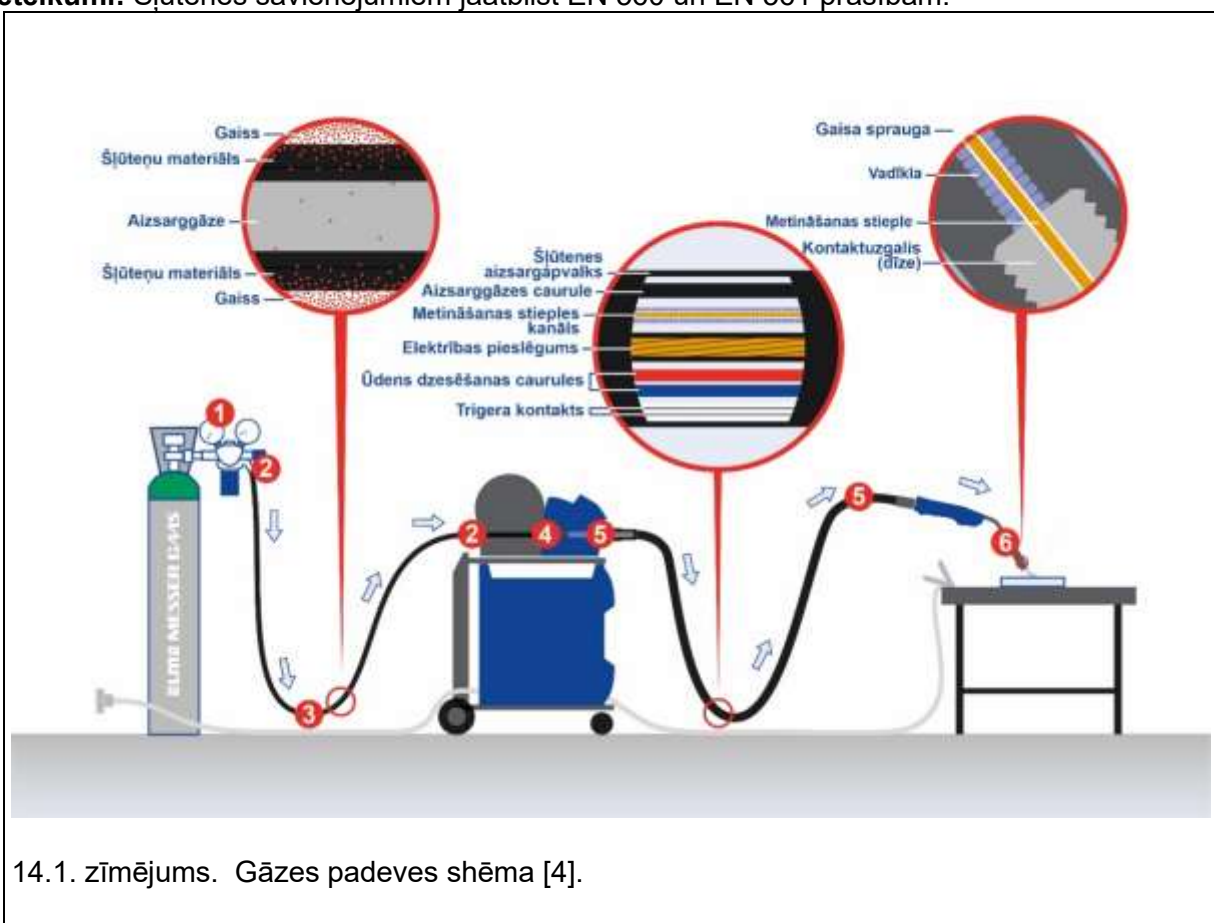
Problēmas cēlonis: Spēcīgs triecienvilnis, kas iedarbojas uz reduktora manometru.

Ieteikums: Pirms atvērt balona ventili maksimāli aizveriet reduktora regulatoru.

2. Šļūtenu savienojumi

Problēmas cēlonis: Nepiemērotu savienojumu izmantošana vai nepareiza savienojuma montāža.

Ieteikumi: Šļūtenes savienojumiem jāatbilst EN 560 un EN 561 prasībām.



14.1. zīmējums. Gāzes padeves shēma [4].

3. Šļūtenes

Problēmas cēlonis: Nepiemērotu vai vecu šļūtenu izmantošana.

Ieteikumi: Pieļaujama tikai ISO 3821 vai ISO 1327 prasībām atbilstošu šļūtenu izmantošana. Šļūtenes materiāls var absorbēt skābekli, slāpekli vai mitrumu no apkārtējās vides un pēc tam izdalīt to sausajā gāzē. Ja tiek izmantota šļūtene, kas izgatavota no nepiemērota materiāla

(ieskaitot PVC šļūtenes saspiestam gaisam), iespējams vairāku simtu ppm, piesārņojums, ja šļūtenes ir jaunas.

Šajā gadījumā jūs vairs nevarat būt pārliecināti par gāzes tīrību.

Plašāku informāciju skatīt DVS datu lapā 0971.

4. Metināšanas iekārta

Problēmas cēlonis: Šļūtenes un caurules vai to savienojumi ierīces iekšpusē var būt nehermētiski.

Ieteikumi: Nepieciešamas savienojumu regulāras pārbaudes, nepieciešamības gadījumā, kontaktējieties ar metināšanas iekārtas ražotāju.

5. Šļūteņu pakete

Problēmas cēlonis: Bojāts vai nehermētisks blīvējums degļa šļūteņu paketes savienojumā ar metināšanas aparātu.

Ieteikumi: Nepieciešams regulāri pārbaudīt blīvējumu.

Problēmas cēlonis: Nepiemērotu vai vecu gāzes šļūteni izmantošana.

Ieteikumi: Šļūteņu paketēs bieži tiek uzstādītas zemas kvalitātes PVC šļūtenes. Tomēr atkarībā no metināšanas darbu veida var būt nepieciešams izmantot augstākas kvalitātes šļūtenes. Šļūteņu paketēs iekšienē uzstādītās gāzes šļūtenes ir metināšanas degļa daļa, tapēc uz tām attiecas EN 60974-7 prasības. Metināšanas degļa nomaiņas nepieciešamības gadījumā, sazinieties ar ražotāju.

Plašāku informāciju skatiet DVS datu lapā 0971.

Problēmas cēlonis: Ja stieples vadītka ir pārāk liela, metināšanas vietai caur to var piekļūt pārāk daudz gaisa.

Ieteikums: Izmantojiet stieples izmēram un sprauslai atbilstošu vadiklu.

6 Deglis

Problēmas cēlonis: Piesārņota metināšanas degļa sprausla samazina gāzes aizsardzību.

Ieteikumi: Metināšanas degļa sprauslu regulāri jāattīra no pielīpušām šļakatām un uzdeguma.

Papildus: Lietojot gāzes difuzoru, to arī regulāri jātīra no šļakatām un nogulsnēm.

Problēmas cēlonis: Kontaktuzgaļa (dīzes) pārāk liela diametra dēļ, rodas problēmas ar loka aizdedzi un novirze no centra metināšanas stieples pievadē. Tas izraisa arī gaisa ieplūdi metināšanas gāzē, caur kontaktuzgaļa caurumu.

Ieteikumi: Regulāri mainiet kontaktuzgali (dīzi). Izmantojiet stieples diametram atbilstošu kontaktuzgali.

Problēmas cēlonis: Sprauslas sēžas nolietojums uz metināšanas degļa noved pie gāzes noplūdes un pie asimetriska sprauslas novietojuma (poru veidošanās).

Ieteikumi: Regulāri jāpārbauda metināšanas degļa sprausla uz gāzes noplūdēm.

15. Poras vai plaisas?- Aizsarggāzes mitrums

Aizsarggāzes tīrībai ir būtiska loma, gan tādu jutīgu materiālu kā titāns apstrādē, gan metinot parastos strukturālos tēraudus un alumīniju. Metināšanas aizsarggāzu kvalitātes prasības ir noteiktas ISO 14175 standartā.

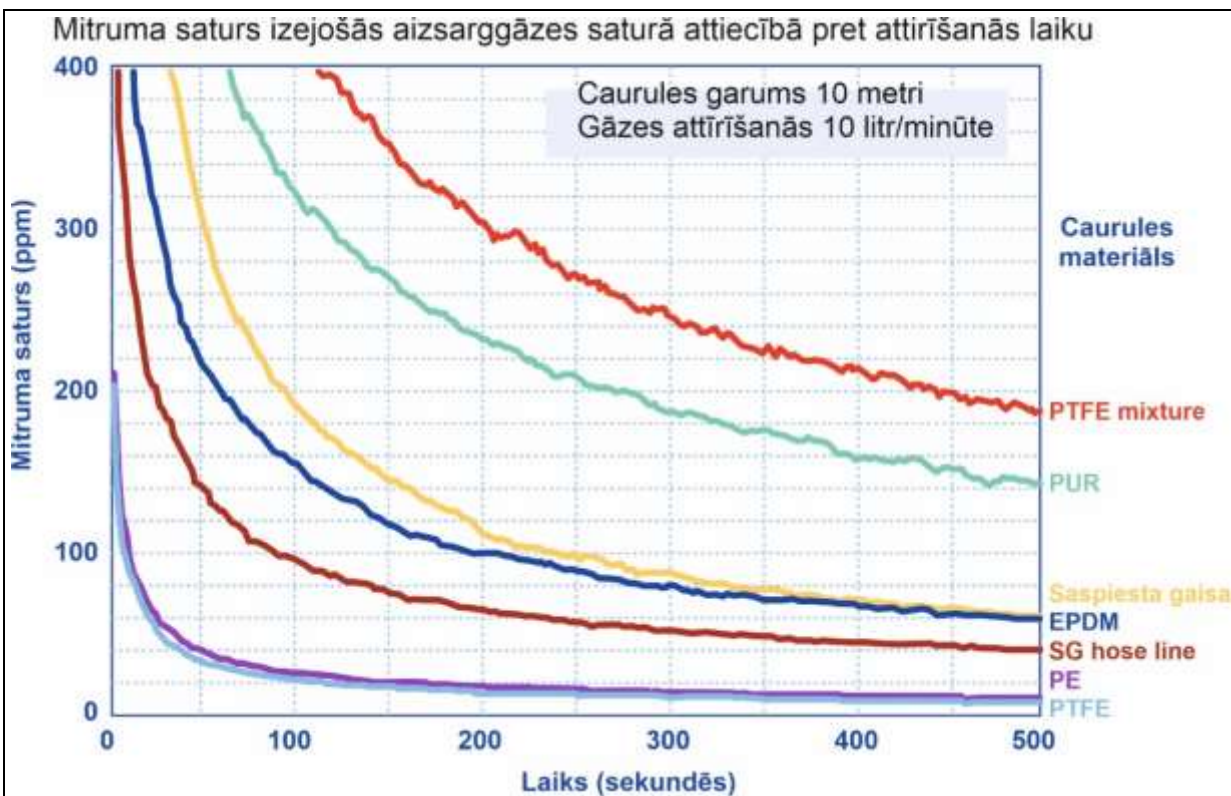
Par spīti augstam gāzes tīrības līmenim, poras vai udeņraža plaisas ir bieža parādība. Tās galvenokārt izraisa gāzes caurules, kā arī gāzes piegādes sistēmas noplūdes. Aizsarggāzes vajadzētu padot, izmantojot caurules, kuras atbilst ISO 3821 (iepriekš 559) standartam. Šīs caurules ir viegli atpazīt, jo uz tām uzdrukāts standarta nosaukums.

Daudzi lietotāji izmanto saspiesta gaisa caurules ar tādu kvalitāti, kāda parasti atrodamas būvmateriālu lielveikalos. Lai arī tās ir ievērojami lētākas, tām ir skaidri trūkumi: gaisa mitrums caur caurules sienīgu nonāk tās iekšpusē, kur tas tiek pārnestš sausajā aizsarggāzē un attīrīšanās notiek ļoti lēni.

Mitrums caurulēs.

Tas nozīmē, ka gāzes ražotāja nodrošinātā kvalitāte netiek pilnībā izmantota.

Mūsu padoms: Pārliecinieties, ka saņemat sertificētu kvalitāti, iegādājoties aksesuārus! Mūsu tehniskie konsultanti ar prieku palīdzēs Jums izdarīt pareizo izvēli.



15.1. zīmējums. Mitruma saturs caurulēs [4].

16. EN 1090-2 - kura aizsarggāze atbilst standartam?

Kopš 2014. gada jūlija tērauda balsta konstrukcijas jāražo saskaņā ar EN 1090-2 standartu. Katra jauna regula rada jaunus jautājumus, piemēram: "Kura aizsarggāze atbilst standartam?"

Metināšanas izejmateriālu prasības ir aplūkotas EN 1090-2 standarta 5.5. daļā. Tajā norādīta būtiska atsaucē.

Visiem metināšanas izejmateriāliem jāatbilst 5. tabulā norādītajiem nosacījumiem.

Attiecībā uz metināšanas aizsarggāzēm, tabula atsaucas uz ISO 14175 "Metināšanas izejmateriāli -Gāzes un gāzu maisījumi loka metināšanai". Šajā starptautiskajā standartā norādītas visas nepieciešamās prasības, kas attiecas uz metināšanas aizsarggāzēm.

Tādējādi visas gāzes, kas atbilst ISO 14175 prasībām, atbilst arī EN 1090-2 standartam.

Tas attiecas uz visiem mūsu gāzu maisījumiem. Tā kā tie atbilst ISO 14175, tie atbilst arī EN 1090-2

17. Messer pakalpojumi Jums: kompetenti, draudzīgi, ātri.

Daudziem klientiem ir nepieciešamas ekspertu konsultācijas, it īpaši pārejot uz jaunu gāzu maisījumu. Mums tas ir pašsaprotami. Mēs atbildēsim uz visiem jautājumiem un bažām saistībā ar gāzes metināšanas un griešanas procesiem - ātri, personīgi un individuāli.

Ekspertu konsultācijas

- Tieši mūsu klientu telpās,
- Procesu optimizācija uzlabotai efektivitātei un kvalitātei,
- Problēmu noteikšana procesu attīstībā,
- Palīdzība gāzu izvēlē.

Tehniskā apmācība

- Lai Jūs vienmēr būtu informēts par jaunumiem,
- Procesi un to pielietojums,
- Dažādu aizsarggāzu izmantošana metināšanai,
- Droša industriālo gāzu lietošana,

Ienesīguma analīze

- Ātrākai un efektīvākai ražošanai,
- Pastāvošo procesu analīze,
- Potenciālo optimizācijas jomu noteikšana,

- Procesi pārmaiņas,
- Pirms / pēc efektivitātes salīdzinājums.

Pielikums 1.



1.1 zīmējums. Metināšanas pusautomāts Jasic MIG 200C (JM-200C)

Tehniskie parametri:

- strāva / spriegums, apkārtējās vides temperatūrā: + 40 °C:
X 35% 200 A / – V;
X 100% – A / – V;
 - vienfāzes tīkla spriegums 50/60 Hz, 230 V ±15 %;
 - stieples diametri: 0,6 mm, 0,8 mm, 1,0 mm;
 - spoles izmērs: D= 200 mm;
- stieples veidi: tērauds (vienlaidu stieple), tērauds (pulverstieple), nerūsējošais tērauds, alumīnija un vara-silīcija stieple;
- komplektācijā ietilpst: MAG metināšanas deglis, masas kabelis, elektrodu turētājs;

- iespējas strādāt gan no tīkla, gan no ģeneratora;
- tukšgaitas spriegums : 53V;
- Izmēri, GxPxA: 485 × 185 × 370 mm;
- Masa (bez papildus aprīkojuma): 12,8 kg.



1.2 zīmējums. Metināšanas MAG aparāts EWM Taurus 355 Basic TKM

Tehniskie parametri.

- darba cikls, strāva (temperatūrā + 40 °C)
X (40%) - 350 A;
X(60%) - 300A;
X(100%) - 270 A;
- trīsfāzu spriegums, 400 V +-20%, 50/60 Hz;
- metināšanas stieples diametri: no 0,8 mm līdz 1,2 mm;
- spoles diametri: 300 mm (200 mm);
stieples veidi: tērauds (vienlaidu stieple), tērauds (pulverstieple), nerūsējošais tērauds, alumīnija un vara-silīcija stieple;
- stieples padeves regulēšana: 0,5–25,0 m / min;
- darba temperatūras diapazons -20...+40 °C;

- 2T/4Tslēdzis;
- punktveida un pārtrauktas metināšanas taimeris;
- drošinātājs (aizkavēts): 16 A (400 V);
- gabarīta izmēri, LxPxA: 636 × 298 × 482 mm;
- svars (bez papildus aprīkojuma) 36 kg.



1.3. attēls MAG metināšanas aparāts Kemppi FastMig M

Tehniskie parametri.

Strāvas avots

- izejas strāva (+40 °C):
- X (60%) - 520 A;
- X(100%) - 430 A;
- trīsfāzu spriegums, 400 V +15 %, 50/60 Hz;
- metināšanas stieples diametrs: līdz 1,6 mm (Fe), līdz 2,4 mm (Al);
- drošinātājs 35 A;
- minimālā ģenerators izejas jauda 27 kVA (60%), 20 kVA (100 %);

- gabarīta izmēri, LxWxH: 590 × 230 × 430 mm (mehāniskais modulis);
- svars (bez papildu aprīkojuma): 36 kg (barošanas modulis);

Stieples padeves mehānisms:

- Stieples padeves mehānisms: 4 rullīši;
- Stieples padeves ātrums: 0 – 25 m/min;
- Padeves rullīšu diametrs: 32 mm;
- Stieplu spoles svars (maks.) 20 kg;
- Stieplu spoles diametrs (maks.) 300 mm;
- Kopējie izmēri: 620 × 210 × 445 mm;
- Svars: 11,1 kg;
- metināšanas procesa datorvadības papildu režīmi: Wise Fusion, Wise Penetration, Wise Root u c. (tikai dažādos modeļos).

Literatūra:

- [1] Kemppi Minarc Mig Evo 170, 220, lietošanas pamācība, www.kemppi.com
- [2] Abicor Binzel, Catalogue 2017/2018, www.binzel-abicor.com
- [3] www.kemppi.com
- [4] information from: www.messergroup.com
- [5] Gas Metal Arc Welding. Product and procedure selection. Jeff Nadzam, Senior Application Engineer, Lincoln Electric www.lincolnelectric.com
- [6] <http://weldering.com/sposoby-polucheniya-uglekislogo-gaza>; 24/07/2019
- [7] <https://tion.ru/blog/dioksid-ugleroda-co2/> 24/07/2019
- [8] Baum L. and V. Fichter: The shielding gas welder, Part II, MIG/MAG welding. Welding technology practice, Volume 12 (1999), DVS-Verlag, Düsseldorf.
- [9] Guidelines For Gas Metal Arc Welding (GMAW), Miller Electric Mfg. Co.
- [10]. Лебедев Ю. А, Шахатов В. А. Разложение CO₂ в тлеющем разряде (аналитический обзор) / Ю. А Лебедев, В. А. Шахатов // Научно-технический журнал “Успехи прикладной физики”. - 2022. - том 10. - № 4. - С. 323.
- [11]. Большая российская энциклопедия 2004–2017.
- [12]. Tematiskais pielikums „Metināšanas aerosols, mangāns un hroms metināšanas un gāzes griešanas darbos”. Pētījuma „Darba apstākļi un riski Latvijā, 2017-2018” publikācijas pielikums CD. Rīga, 2018.gads, 141 lpp.
- [13]. Valentīna Urbāne, Skaidrīte Lavendele. Bīstamo vielu lietošanas drošība. Trešais izdevums. Rīga: RTU Izdevniecība, 2023, 222 lpp.
- [14]. Drošs darbs ar optisko starojumu. Rīgas Stradiņa universitātes Darba drošības un vides veselības institūts, 2016.



GĀZE UN APRĪKOJUMS VIENUVIET!

Izmantojot GasBox.lv klientam ir iespēja tiešsaistē apskatīt un izvēlēties visu mūsu produktu klāstu. Bez tam klienta kabinetā jūs varat redzēt un kontrolēt dokumentu apmaiņas plūsmu starp jums un ELME MESSERGAAS.

HAPPY WELDER IDEJAS

