

1.13 PJOVIMAS IR KITI BRIAUNŲ PARUOŠIMO BŪDAI

Paruošė: V. Rudzinskas

Vilnius

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----

Turinys

<i>1.13 PJOVIMAS IR KITI BRIAUNŲ PARUOŠIMO BŪDAI</i>	<i>3</i>
<i>1.13.1 Pjovimas elektros lanku</i>	<i>3</i>
<i>1.13.2. Orinis-lankinis pjovimas ir drožimas</i>	<i>5</i>
<i>1.13.3. Deguoninis-lankinis pjovimas</i>	<i>7</i>
<i>1.13.4. Lankinis pjovimas po vandeniu</i>	<i>9</i>
<i>1.13.5. Plazminis-lankinis pjovimas</i>	<i>9</i>
<i>1.13.6. Mikroplazminis medžiagų pjovimas</i>	<i>11</i>
<i>DUJINIS PJOVIMAS</i>	<i>11</i>
<i>1.13.7. Dujinio pjovimo taikymas</i>	<i>13</i>
<i>1.13.8 Pjovikliai</i>	<i>15</i>
<i>1.13.9 Deguoninio pjovimo mašinos</i>	<i>19</i>
<i>1.13.10. Pjoviklių eksploatavimo taisyklės</i>	<i>21</i>
<i>1.13.11 Deguoninio pjovimo technologija</i>	<i>22</i>
<i>1.13.12 Deformacijos, atsirandančios pjauant deguonimi</i>	<i>24</i>
<i>1.13.13 Deguoninis-fliusinis pjovimas</i>	<i>25</i>
<i>1.13.14 Metalų ir gelžbetonio pjovimas deguonine ietimi</i>	<i>29</i>
<i>1.13.15 Lazerinis pjovimas</i>	<i>30</i>
<i>1.13.16 Medžiagų pjovimas aukšto spaudimo abrazyvine vandens čiurkšle</i>	<i>32</i>
<i>Literatūros sąrašas</i>	<i>55</i>

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----

1.13 PJOVIMAS IR KITI BRIAUNŲ PARUOŠIMO BŪDAI

ELEKTRINIS PJOVIMAS

1.13.1 Pjovimas elektros lanku

Elektros lanku pjaunama metaliniais lydžiaisiais elektrodais, angliniais arba grafitiniais elektrodais, taip pat argone nelydžiaisiais volframiniais elektrodais. Pjaunant elektros lanku, pjūvio vietoje išlydytą metalą pašalina savasis svoris ir lanko slėgis. Šiuo būdu pjaunamas anglinis, legiruotasis, gausiai legiruotas plienas, ketus ir spalvotieji metalai.

Angliniu arba grafitiniu elektrodu pjaunama tada, kai nesvarbu matmenų tikslumas, pjūvio plotis ir kokybė. Pjaunama iš viršaus į apačią tam tikru kampu tarp pjaunamojo paviršiaus ir horizontalės, kad būtų lengviau metalui ištekti. Pjaunama tiesioginio poliarumo nuolatine arba kintamąja srove. Siauresniam pjūviui gauti naudojami plokšteliniai grafitiniai elektrodai.

12–25 mm skersmens angliniais arba grafitiniais elektrodais galima perpjauti iki 300 mm storio metalą. Angliniai elektrodai janglina briaunas, todėl jas sunku mechanškai apdirbti. Grafitiniais elektrodais pjūvis būna glotnesnis, jie patvaresni, galima naudoti didesnio tankio srovę.

LST EN ISO 7287:2000 2000.12.01 Grafiniai terminio pjovimo įrenginių simboliai (ISO 7287:1992)

LST EN ISO 7287:2003 2003.02.03 Grafiniai terminio pjovimo įrenginių simboliai (ISO 7287:2002)

Nelydžiuoju volframinio elektrodu argone pjaunama gana retai, tik iki 5 mm storio legiruotuosius plienus arba spalvotuosius metalus. Pjaunama 20–30% stipresne srove už suvirinimo srovę, kad kiaurai pralydytų metalą.

LST EN ISO 6848:2005 2005.02.12 Lankinis suvirinimas ir pjovimas. Nelydieji volframo elektrodai. Klasifikavimas (ISO 6848:2004)

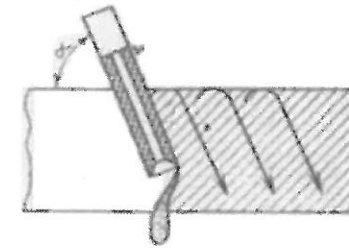
Pjovimas lydžiuoju elektrodu kol kas bene plačiausiai taikomas statybos montavimo darbams, nes yra paprastas, elektriniai įrenginiai nesudėtingi. Pjaunama lydžiuoju elektrodu, nuolatine ir kintamąja srove, 30–40% stipresne negu suvirinama, todėl lankas kiaurai pralydo metalą. Lankas uždegamas pjūvio pradžioje ant viršutinės briaunos ir vedžiojamas iš viršaus į apačią, kaip parodyta 1 paveiksle. Elektrodo glaisto gaubtelis išstumia išlydyto metalo lašus iš pjūvio ir neleidžia elektrodu metalui trumpai susijungti su pjaunamuoju metalu.

Praktiškai dažniausiai pjaunama paprastais glaistytais pjovimui ar suvirinimui skirtais elektrodais. Pjaunant elektrodu su sunkiau negu suvirinimo elektrodų besilydančiu glaistu, darbo našumas yra didesnis, nes ant elektrodo galo susiformuoja ilgesnė glaisto „makštis“, koncentruojanti karštį. Darbo našumas daugiausia priklauso nuo srovės stiprumo ir elektrodo posvyrio į pjaunamąjį paviršių kampo (žr. 1 pav.). Jis didžiausias tada, kai kampas $\alpha = 10^\circ$.

Vis dėlto pjaunant lydžiuoju elektrodu darbo našumas yra mažas, pjūvis nepakankamai glotnus, užteka metalo ant apatinės briaunos, daug sunaudojama pagrindinio metalo, elektros energijos.

Pjaunant besisukančiu plieniniu disku, prie plieno disko ir pjaunamojo metalo prijungiama elektros srovė. Prisilietus diskui prie metalo, užsidega lankas, kuris išlydo metalą ir išmeta jį iš pjūvio. Plieniniai diskai būna iki 500 mm skersmens ir 4–6 mm storio. Diskas aušinamas suslėgtu oru. Terminio poveikio zona susidaro iki 1 mm. Plieninis diskas sudyla ne daugiau kaip 2% pašalinto metalo masės.

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----



1 pav. Pjovimo metaliniu elektrodu schema

Iki 30 mm storio legiruotasis plienas kartais pjaunamas automatu po flisu.

1 lentelė. Pieno skiriamojo pjovimo angliniu arba grafitiniu elektrodu režimai

Pjaunamojo plieno storis, mm	Elektrodo skersmuo, mm	Pjovimo režimai	
		Srovės stiprumas, A	Pjovimo greitis, m/h
6	10	400	21,0
10	10	400	18,0
16	10	400	10,5
25	15	600	4,8
50	15	600	2,7
75	15	600	1,8
100	20	800	1,0
200	20	800	0,45
300	20	800	0,24

2 lentelė. Pjovimo lydžiuoju elektrodu režimai

Metalas	Metalas storis, mm	Elektrodo skersmuo, mm	Pjovimo režimai	
			Srovė, A	Greitis m/h
Mažaanglis plienas	6	2,5	140	12,36
	12			7,2
	25			2,1
	6	3	190	13,8
	12			8,1
	25			3,8
	6	4	220	15
	12			9,3
	25			4,5
	25			4,5
Korozijai atsparus plienas	6	2,5	130	12,0
	12			4,38
	25			3,0
	6	3	195	18,72
	12			8,7
	25			4,5
	6	4	220	18,9
	12			10,2
	25			5,4
	25			5,4

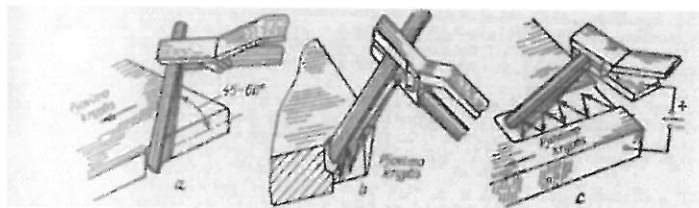
1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----

3 lentelė. Automatinio pjovimo po flusu režimai

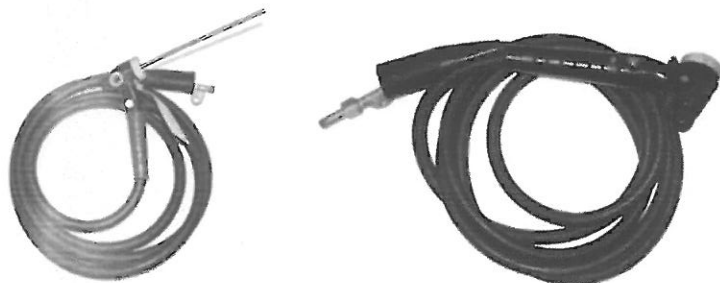
Legiruotojo plieno storis, mm	Suvirinimo vielos skersmuo, mm	Pjovimo režimai		
		Srovė, A	Lanko įtampa, V	Greitis, m/h
10	4	1000	40-42	34,8
20	4	1200	42-44	30
30	4	1500	46-50	24,9

1.13.2. Orinis-lankinis pjovimas ir drožimas

Oriniu-lankiniu pjovimu ir drožimu vadinamas pjūvio darymas lanko šiluma ir suslėgto oro srove. Uždegus lanką tarp elektrodo ir metalo, lanko zonoje ant pagrindinio metalo susidaro skysto metalo vonelė, kurią išpučia elektrodui lygiagrečiai oro srovė (2 pav.).



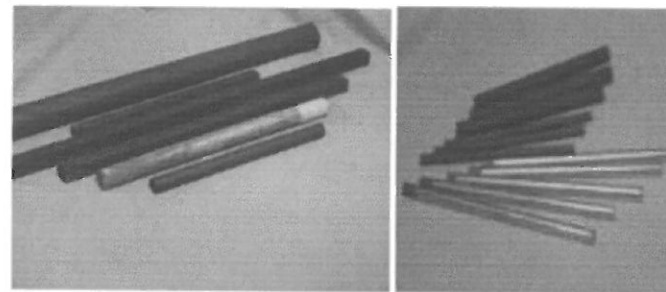
2 pav. Orinio-lankinio pjovimo schema: a – iki 20 mm storio metalo pjovimas, b – storesnio kaip 20 mm metalo pjovimas, c – plačių griovelių išlydymas



3 pav. Orinio-lankinio pjovimo pjovikliai

Šiuo būdu atliekamas 5–25 mm storio anglinių ir gausiai legiruotų plienų, spalvotųjų metalų, aliuminio, ketaus ir sunkiai besioksiduojančių lydinių skiriamasis pjovimas. Juo taip pat išpjaunami metalo paviršiuje esantys defektai, pramušamos skylės ir kt. Pjaunama rankiniu arba mechanizuotu būdu. Angliniai ir nerūdijantys plienai dažniausiai pjaunami atvirkščio poliarumo nuolatine srove, spalvotieji metalai – tiesiojo poliarumo nuolatine arba kintamąja srove (su osciliatoriumi). 6, 8, 10 ir 12 mm skersmens, 300 mm ilgio elektrodai gaminami iš anglies ir padengiami variu.

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----



4 pav. 6, 8, 10 ir 12 mm skersmens, 300 mm ilgio elektrodai gaminami iš anglies ir gali būti padengiami variu.

Pjovikliui suslėgtas oras tiekiamas iš cecho tinklo arba iš kompresoriaus. Jei slėgis per didelis, lankas nutrūksta, jei per mažas, blogai išpučiamas metalas. Elektrodo iškyša turi būti ne ilgesnė kaip 100 mm. Dirbant elektrodas nudega, todėl reikia laikas nuo laiko jį pastumti.

4 lentelė. Paviršinio orinio-lankinio drožimo angliniu elektrodu režimai

Elektrodo skersmuo, mm	Srovė, A	Griovelio		Plieno pjovimo greitis, m/h	
		Plotis, mm	Gylis, mm	Anglinio	Nerūdijančio
6	270	7,5-8	10-11	20-30	25-35
8	370	11-12	11-12	20-30	25-35
10	500	12-14	12-14	20-30	25-35

5 lentelė. Orinio-lankinio pjovimo režimai

Pjaunamojo plieno storis, mm	Elektrodo skersmuo, mm	Srovė, A	Pjovimo greitis, m/h	
			Mažaanglio	Legiruoto
5	6	270-300	60-62	63-65
	8	360-400	26-28	30-32
10	10	450-500	30-32	32-34
			20-22	22-24
12	12	540-600	22-24	24-26
20	10	450-500	10-12	12-14
	12	540-600	12-14	14-15
			8-10	10-12
25	14	630-700	10-11	12-13

Oro vožtuvas atidaromas prieš uždegant lanką. Uždegus lanką, pjoviklis vedamas taip, kad visą laiką liestųsi su išlydyto metalo vonelės priešakine briauna. Nereikia spausyti elektrodo, nes įkaitęs greit lūžta. Pjovimo drožiant gylis didėja, kai stiprinama srovė, didinamas kampas tarp elektrodo ir metalo ir mažinamas elektrodo vedimo greitis. Tolygiai vedamas elektrodas pjauna lygų griovelį, metalas nesitaško. Jei griovelis turi būti platesnis už elektrodo skersmenį, elektrodas vedžiotas dar ir skersai griovelio. Drožiant elektrodas laikomas 35–40° kampu į metalą, pjaunant 45–60° kampu. Kuo stipresnė srovė ir plonesnis metalas, tuo greičiau metalas pjaunamas. Lėčiau jis pjaunamas, kai elektrodo skersmuo didesnis.

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----

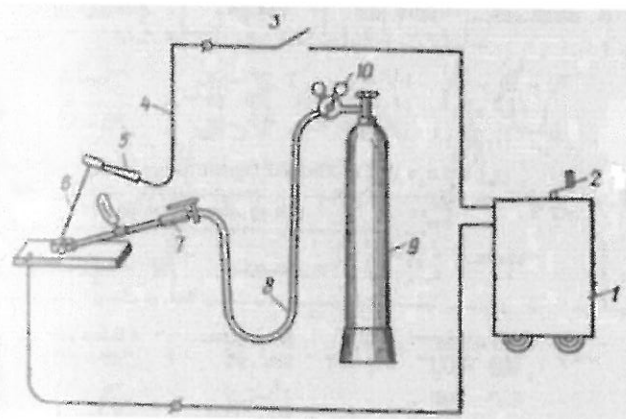
Tačiau pjaunant oriniu-lankiniu pjovimo būdu, įanglėja pjūvis, palyginti daug sunaudojama elektros energijos, reikalinga didesnė šaltinių tuščiosios eigos įtampa.

1.13.3. Deguoninis-lankinis pjovimas

Deguoniniu-lankiniu pjovimu vadinamas pjūvio darymas lanku ir deguonies srove. Tarp elektrodo ir pjaunamojo metalo uždegamas lankas, kuris metalą įkaitina ir ima lydėti. Kartu į pjūvį pučiama techniškai švaraus deguonies čiurkšlė. Ji sudegina išlydytą metalą ir išpučia iš pjūvio. Naudojami plieniniai strypeliai, vamzdeliniai arba angliniai elektrodai. Vamzdeliniai plieniniai elektrodai gaminami iš 5–7 mm išorinio skersmens (vidinis skersmuo gali būti 1–3,5 mm) mažo anglio arba nerūdijančio plieno vamzdelių, padengtų specialiu glaistu, izoliuojančiu jį nuo gaminio. Deguonis tiekiamas per tą patį vamzdelinį elektrodą. Pjaunant plieniniu arba angliniu strypelinio elektrodo, deguonis tiekiamas atskiru vamzdeliu arba žarna (13.4 pav.). Vietoj plieninių strypelių galima naudoti įprastinius glaistytus elektrodus.

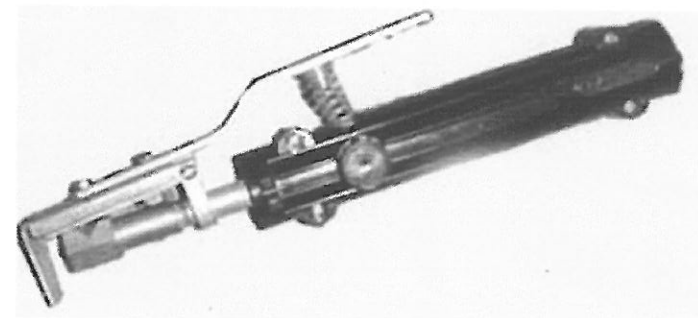
Glaistyti elektrodai įstatomi į pjoviklį, kurio galvutėje yra deguonies antgalis ir kreipiamoji įvorė elektrodo (5 pav.). Deguonis teka, paspaudus rankenėlę 6. Paprastai pjovėjas vienoje rankoje laiko elektrodo laikiklį su elektrodo, o kitoje—deguoninį pjoviklį. Prilietus elektrodą prie gaminio, lankas užsidega, elektrodas palenkiamas 75–80° kampu į pjaunamąjį paviršių ir vedamas pjūvio vieta. Lanko ilgis palaikomas minimalus. Pjaunama visose erdvinėse padėtyse.

Deguoniniu-lankiniu būdu dažniausiai pjaunamas metalas po vandeniu. Pjaunama rankiniu ir mechanizuotu būdu nuolatine ir kintamąja srove.



5 pav. Deguoninio-lankinio pjovimo strypelinio elektrodo posto schema: 1—suvirinimo transformatorius, 2—srovės reguliatoriaus rankenėlė, 3—kirtiklis, 4—laidai, 5—elektrodo laikiklis, 6—elektrodas, 7—pjoviklis, 8—deguonies žarna, 9—deguonies balionas, 10—reduktorius

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----



6 pav. Pjoviklis deguoniniam lankiniam pjovimui

6 lentelė. Deguoninio-lankinio pjovimo vamzdeliniu elektrodo režimai

Metalas	Metalio storis mm	Elektrodo skersmuo mm		Srovė A	Deguonies		Pjovimo greitis m/h
		vidi- nis	išori- nis		slėgis kg/cm²	tekančios deguonis dm³/min	
Mažanglis plienas	5	1	5	110	3,5	45	51
	10	1,5	5	110	5,5	60	55
	20	1,5	5	140	6,5	115	37
	40	2	5	140	6	340	23
	100	3	7	430	7	1600	13
Chromo-nikelio plienas	3	1	5	210	1,5	65	52
	10	1	5	320	2,5	180	27
	20	1	5	220	2,5	400	12
	40	1	5	220	2,5	800	4,2
	100	2	7	300	3,5	1400	2,7
Bronza, žalvaris	3	1	5	210	2,5	70	48
	10	1	5	320	3	200	21
	20	1	5	300	2	250	6
	40	1	5	300	2	500	3
	100	2	7	480	0,8	1300	1,2

Metalas	Metalio storis mm	Elektrodo skersmuo mm		Srovė A	Deguonies		Pjovimo greitis m/h
		vidi- nis	išori- nis		slėgis kg/cm²	tekančios deguonis dm³/min	
Varis	5	1	5	300	3	125	33
	10	2	7	600	3	325	15
	20	2	7	660	3,5	1200	9

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----

1.13.4. Lankinis pjovimas po vandeniu

Vandenyje galima gauti pakankamai stabilų lanką, kuris išgarina ir išskaido vandenį. Išgaravęs vanduo aplink lanką sudaro apsauginį dujų burbulą, taigi lankas dega ne vandenyje, o dujose. Dujose daugiausia yra vandenilio, atsirandančio disocijuojantis vandeniui dideliame karštyje. Vykstant disociacijai susidarantis deguonis oksiduoja elektrodo metalą.

Naudojami metaliniai arba angliniai elektrodai. Jie turi būti padengti vandeniui nelaidžiu storu glaistu. Iš lauko pusės glaistas aušinamas vandeniu, todėl lydosi lėčiau, sudarydamas gaubtelį. Šis gaubtelis padeda dujų burbului geriau formuotis, taigi padidina lanko stabilumą. Jei glaistas vandenį leidžia, tai, degant lankui, elektrodas kaista, ir nuo jo metalinio paviršiaus garuodamas vanduo glaistą ardo. Dėl to glaistas padengiamas parafinu. Jį galima pasigaminti iš geležies suriko (80%) ir kreidos (20%), o kad geriau liptų prie strypelio, įdedama skysto stiklo.

Srovės stiprumas – 60–70 A vienam elektrodo skersmens milimetrui.

Po vandeniu galima pjauti oriniu-lankiniu arba deguoniniu-lankiniu būdu.

1.13.5. Plazminis-lankinis pjovimas

Šis metalų pjovimo būdas bene perspektyviausias, ypač orinis-plazminis. Orinis-plazminis pjovimas daug pranašesnis už kitus pjovimo būdus, ypač už acetileno-deguoninį, nes: 1) nereikalingos dujos, kurioms tiekti sugaištama daug laiko, naudojama nemažai transporto priemonių; 2) darbas labai našus; 3) gaunamas gana glotnus pjūvis, todėl nereikia papildomai apdoroti metalo briaunų prieš suvirinant; 4) galima pjauti bet kokius metalus; 5) lengvai pramušamos lakštų skylės prieš pradėdant pjauti, kai pjaunama iš lakšto vidurio (deguoniniai pjovikliai sunkiai jas pramuša).

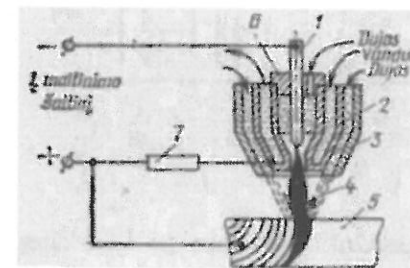
Orinio-plazminio pjovimo trūkumas yra tai, kad sudegusio metalo dulkės bei garai gana smarkiai teršia aplinką. Dar vienas trūkumas yra tai, kad gaunamas didesnis pjūvio kampas negu pjaunant deguonimi, todėl negalima šiuo būdu pjauti paketu, jei reikalingas status pjūvio kampas.

Plazma — tai dujos, susidedančios iš teigiamai ir neigiamai įelektrintų dalelių. Šių dalelių proporcija yra tokia, kad bendras krūvis lygus nuliui. Įelektrintas daleles veikia elektrinis laukas. Plazma yra laidus elektros srovei. Kuo didesnis jonizacijos laipsnis, tuo plazma laidesnė. Srovę plazmoje veikia magnetinis laukas. Įelektrintos dalelės, veikiamos elektrinio ir magnetinio laukų, greitai lekdamos, susiduria su neutraliomis dalelėmis, ir visa plazma ima kryptingai judėti, sudarydama srovę, kurios temperatūra — 20 000–30 000 °C. Plazmą sudarančios dujos gali būti argonas, azotas, vandenilis, jų mišiniai arba oras. 8 paveiksle pavaizduota plazminio-lankinio pjovimo schema. Uždegamas „budintis“ lankas tarp volframinio elektrodo 1 ir varinės tūtos 2. Tada jis, suslėgtomis dujomis paverčiamas plazmos srove 4, ima degti tarp volframinio elektrodo 1 ir gaminio 5. Ši srovė metalą lydo, o suslėgtų dujų srovė išlydytą metalą pučia iš pjūvio. 9 paveiksle pavaizduotas temperatūrų pasiskirstymas plazmos srovėje.

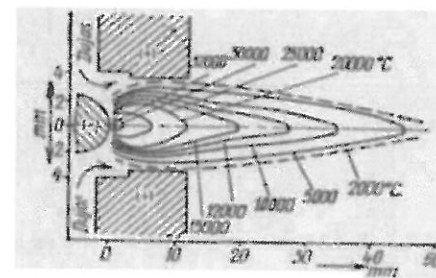


7 pav. Plazminio-lankinio pjovimo įrenginiai

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----

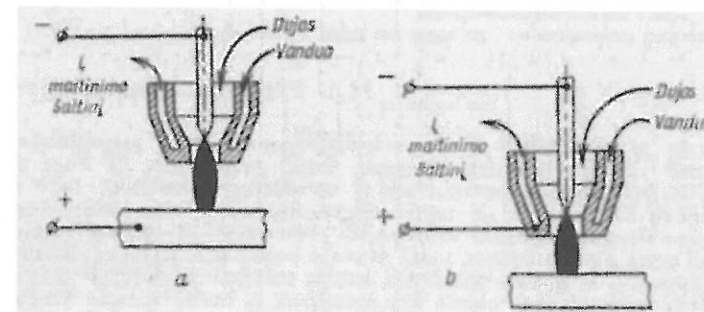


8 pav. Plazminio-lankinio pjovimo principinė schema: 1-volframinis elektrodas, 2-varinė vandeniu aušinama tūta, 3-išorinė tūta, 4-plazmos srovė, 5-pjaunamasis metalas, 6-izoliacinė poveržlė, 7-balastinė varža



9 pav. Temperatūros pasiskirstymas plazmos srovėje, kai srovė 400 A ir argono sraudo 0,6 m³/h

Pagal naudojamą elektrinę schemą plazminis-lankinis pjovimas būna tiesioginio ir netiesioginio veikimo plazmos srove. Pjovimas tiesioginio veikimo plazmos srove yra tada, kai šaltinio teigiamas polius prijungiamas prie gaminio (10 pav., a), o netiesioginio,— kai teigiamas polius prijungiamas prie plazmotrono elektrodo (10 pav., b).



10 pav. Plazminio-lankinio pjovimo principinė schema: a-tiesioginio veikimo, b-netiesioginio veikimo

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----

7 lentelė. Lakštinio metalo mašininio plazminio pjovimo orientaciniai parametrai

Metalas storis mm	Tiesos šlaito kampas laipsniais	Sutvirtinimo spaudimas MPa	Sąsaudos distancija mm			Ištempimo jėga MPa	Pjovimo greitis mm/min	Pjovimo kokybės rodikliai	
			anodu	vandenilio	deguonies			virinimo	analinis
Mažangalis plienas:									
10	5	500	20–25	—	60–75	70–75	2,5–2,7	5–12	1,5–4,5
15			20–25	—	60–75	75–80	1,4–1,5		
20			20–25	—	60	80–85	1,1		
25			15–20	—	45–60	80–85	0,7–0,8		
30			15–20	—	45–60	80–85	0,5–0,55		
40			15	—	45	85–90	0,35–0,43		
Korozijos atsparus plienas									
10	5	500	20–25	—	60–75	75	1,5	5–12	1,5–4,0
20			15–20	—	45–60		2,75		
30			12–15	—	35–45		0,9		
40			12–15	—	12–15		0,55		
50			12–15	—	12–15		0,45		
Aluminis ir jo lydiniai:									
5	5	450–500	9,5	—	—	80	9,5–0,3	5–12	1,5–4,5
10			8,0	—	—	80–85	5,8–6,2	5–12	1,5–4,0
15			2,5–3,0	—	—	85–90	3,4–3,6	5–12	1,5–4,0
20			2,4–3,2	—	—	85–90	2,5–2,9	8–14	2–5
30			2,4–3,2	—	—	90–95	1,0–1,1	8–14	2–5
40			2,4–3,2	3,5–5,0	—	95–100	0,75–0,9	8–14	2–5
60			2,4–3,2	3,5–5,0	—	100–105	0,5–0,55	10–15	4–6
80			2,4–3,2	3,5–5,0	—	110–115	0,35–0,45	10–15	4–6
90			2,4–3,2	3,5–5,0	—	120	0,1	10–15	4–6
Žaliavos:									
5	5	235	140	—	—	70	2,35	3,9	1,7
10–15	5	300	40	—	—	75	0,75	5,5	2,0
15–20	5	350	90	—	—	80	0,55	7,5	3,4
20–25	5	350	15	—	—	83	0,28	9,0	5,7

1.13.6. Mikroplazminis medžiagų pjovimas

Netiesioginio veikimo lanku galima pjauti metalinę foliją, plonus metalinius sietus, dirbti tokius darbus, kur reikia tiksliai dozuoti labai mažas galias. Su mikroplazma galima preciziškai apdirbti plonus metalus. Atlikti sėkmingi bandymai pjauti mikroplazma tekstilės audinius. Pagrindinis šio pjovimo būdo privalumas yra tai, kad pjovimo kokybė nepriklauso nuo pjovimo greičio. Mikroplazma pjaunamų dirbtinių ir sintetinių audinių, stiklo audinių kraštai apsidildo, todėl gaunamas kokybiškesnis pjūvis.

DUJINIS PJOVIMAS

Dujiniam pjovimui naudojamos dujos.

Dujiniam suvirinimui bei pjovimui naudojamos tokios dujos: deguonis, acetilenas, propanas butanas, gamtinės ir kitos dujos.

Deguonis. Dar Leonardo da Vinci (1452–1519 m.), tirdamas degimo procesus, pažymėjo, kad oras susideda iš skirtingų elementų, bet tik vienas elementas eikvojamas degimo metu. Deguonį 1771–1773 m. išskyrė ir aprašė tik 1777 m. švedų mokslininkas K. Šelė, o nepriklausomai nuo jo – 1774 m. anglų mokslininkas Dž. Pristlis. Prancūzų mokslininkas A. Lavuazjė nustatė, kad deguonis yra oro sudedamoji dalis ir kad degimas – tai medžiagų jungimosi su deguonimi reakcija. Buvo manoma, kad deguonis yra būtina visų rūgščių sudedamoji dalis, todėl šis elementas buvo pavadintas *oxygenium* (lot.) – „gimdanciu rūgštį“. Deguonies atradimas leido teisingai aprašyti degimo procesą.

Deguonis – tai cheminis elementas, laisvojo būvio jis dažniausiai būna dviejų modifikacijų: deguonis (O_2) ir ozonas (O_3).

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----

Normaliomis sąlygomis deguonis yra bespalvės, bekvapės ir beskonės dujos. Ore yra apie 21 %, Žemės plutoje 47 % deguonies. Deguonis įgyja skystąją būseną –183 °C temperatūroje, o esant –219 °C temperatūrai užšąla. Esant atmosferos slėgiui skystasis deguonis sudaro tik iki 1/854 savo dujinės būsenos tūrio. Tai leidžia pervežti bei saugoti kriogeniniuose induose didelius kiekius skystojo deguonies. 1 m³ deguonies sveria 1,33 kg, jis truputį sunkesnis už orą, gali kauptis uždarose patalpose, o ypač palei žemę arba žemiau jos lygio. 1 dm³ skystojo deguonies sveria 1,14 kg ir iš 1 dm³ išgarinto skystojo deguonies susidaro 860 dm³ dujų. Deguonis yra chemiškai aktyvus (už jį aktyvesnis tik fluoras ir chloras). Yra tik keletas cheminių elementų, su kuriais deguonis nereaguoja. Su daugeliu cheminių elementų jis reaguoja tiesiogiai: susidaro oksidai, peroksida ir išsiskiria šiluma. Didinant temperatūrą, oksidacija spartėja ir prasideda degimas. Oksidavimosi bei degimo procesai deguonies prisotintoje atmosferoje vyksta daug greičiau negu paprastoje oro atmosferoje. Ši savybė daro deguonį nepakeičiamą daugybėje pramonės gamybos procesų. Jis naudojamas kaip oksidatorius lydant kietų, plieną ir kai kuriuos spalvotuosius metalus, taip pat apdirbant dujų liepsną, suvirinant ir pjaustant metalus. Kai ore yra 21 % deguonies, jo kiekiai padidėjus iki 24 %, degimo greitis padvigubėja. Esant 40 % deguonies, degimo greitis tampa dešimteriopai didesnis.

Svarbiausias deguonies gavimo būdas: suskystinto oro frakcinis distiliavimas ir vandens elektrolizė. Dujinis deguonis laikomas ir transportuojamas plieniniuose balionuose, suslėgtas iki 15 MPa ir 20 MPa, o suskystintas deguonis transportuojamas Diuaro induose ir specialiose cisternose.

Didelio slėgio deguoniui susilietus su alyva ar tepalais, pastarieji gali užsidegti arba sprogti. Todėl svarbu, kad įrangoje, kuri naudojama deguonies sistemoje, nebūtų net mažiausio kiekio alyvos ar tepalų.

Acetilenas C_2H_2 . Molekulinė masė 26,04. Virimo temperatūra 83,6 °C, tankis 1,089 kg/m³ (20 °C, esant normaliajam slėgiui). Tai bespalvės, aštraus kvapo dujos. Kvapą skleidžia sieros ir fosforo vandenilis, amoniakas ir kitos priemaišos, esančios acetilene. Ilgiau pakvėpavus acetileno dujomis ima pykinti ir nuo didesnio jų kiekio galima apsinuodyti. Reaguodamas su variu ir sidabru, acetilenas sudaro sproguojantį mišinį. Suslėgtas, ypač skystas, nuo smūgio sprogtas. Kai mišinyje yra 2,5–81 % acetileno, pastarasis gali sprogti net esant atmosferos slėgiui. Acetileno mišinys su deguonimi (2,8–93 % acetileno pagal tūrį) irgi gali sprogti. Taip pat acetilenas gali sprogti, jei jo slėgis yra 0,15–0,2 MPa. Deguonyje acetilenas dega kaitria (iki 3 200 °C) liepsna, todėl naudojamas metalams virinti bei pjaustyti.

Paprastai acetilenas gaunamas iš kalcio karbido: $CaC_2 + 2H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$ arba iš metano oksidacinės pirolizės bei krekingo: $2CH_4 \rightarrow C_2H_2 + 3H_2$. Pasaulyje per metus acetileno pagaminama apie 5 mln. t.

Propano ir butano dujų mišinys. Mišinį sudaro propanas (C_3H_8) ir 5–30 % butanas (C_4H_{10}). Šis mišinys gaunamas iš naftos dujų arba naftos. Esant atmosferos slėgiui ir 20 °C temperatūrai, propano virimo temperatūra yra –44,5° C, o butano –0,5° C.

Esant atmosferos slėgiui ir –40 °C temperatūrai, propano ir butano mišinys suskystėja. Išgarinus 1 kg suskystinto propano, gaunama 535 dm³ dujų, o išgarinus 1 kg suskystinto butano – 406 dm³ dujų.

Propano ir butano mišinys apie 1,7 karto sunkesnis už orą, todėl kaupiasi žemose vietose ir gali sudaryti sprogiuosius mišinius. Jis transportuojamas ir laikomas plieniniuose 40 ir 55 dm³ talpos balionuose arba 50 t cisternose suslėgtas iki 1,6 MPa. Suskystinto propano ir butano pripilama tik dalis baliono, nes, pakilus temperatūrai, dujų mišinio slėgis didėja ir balionas gali sprogti.

Degančio propano ir butano mišinio temperatūra palyginti neaukšta (2 400 °C), todėl juo galima suvirinti tik plonus (iki 3 mm) metalus. Storesni metalai per mažai įkaista, todėl negalima jų pakankamai giliai įvirinti. Propano ir butano mišinys dažniausiai naudojamas metalams pjauti, lengvai lydiems metalams suvirinti, pakaitinti detalėms, o kai reikia jas lyginti – metalų paviršiams nuvalyti liepsna.

Skystas propano ir butano mišinys savaime virsta dujomis baliono viršuje, nes dujų lyginamasis tan-

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----

kis mažesnis už skysto mišinio tankį.

Gamtinės dujos. Tai natūralios dujos, esančios Žemės plutos uolienose, mineraluose, poplutinėse gelmėse. Šios dujos yra bespalvės ir beveik bekvapės, todėl į jas pridama specialių aštraus kvapo medžiagų, kad būtų galima pajusti esant jų nutekėjimui. Gamtinių dujų pagrindą sudaro metanas CH_4 (77–98 %), o kitą dalį propanas, butanas, azotas ir kitos dujos.

Gamtinės dujos dažniausiai transportuojamos vamzdynais, rečiau – balionuose. Skystėjimo temperatūra apie $-158^\circ C$. Metano ir deguonies mišinio liepsnos temperatūra yra 2 100–2 200 $^\circ C$, todėl šis mišinys dažniausiai naudojamas metalams pjauti.

1.13.7. Dujinio pjovimo taikymas

Didžioji dalis metalo pjovimo darbų ir atliekama naudojant dujas.

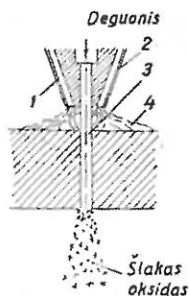
Dujiniam pjovimui visada naudojamas deguonis, todėl šis pjovimo būdas dar vadinamas *deguoniniu pjovimu*.

Dujinis metalų pjovimas pagrįstas tuo, kad metalas sudega deguonies sriaute. Prieš tai metalas yra įkaitinamas iki užsiliepsnojimo temperatūros. Šis metalų pjovimo būdas yra labai našus ir plačiai naudojamas net didelio storio plieno gabalams (iki 2000 mm ir daugiau) perpjauti.

Dujiniu būdu gali būti pjaunami tik tie metalai, kurių lydymosi temperatūra yra aukštesnė už užsiliepsnojimo temperatūrą ir kurių oksidų lydymosi temperatūra, be to, yra žemesnė už paties metalo lydymosi temperatūrą.

Iš čia darytina išvada, kad toks metalas, kaip mažai anglingas plienas, duodasi pjaustomas dujiniu būdu, nes jo užsiliepsnojimo temperatūra yra 1350° , o lydymosi temperatūra 1500° . Ketus, atvirkščiai, negali būti pjaunamas šiuo metodu, nes jis užsiliepsnoja tik esant 1350° temperatūrai, o jau esant 1200° — lydosi. Negali būti pjaunamas ir aliuminis, kurio lydymosi temperatūra yra 660° , o jo oksidų (Al_2O_3) — 2050° . Netinka pjauti šiuo metodu taip pat varis ir jo lydiniai.

Metalam pjauti dujiniu būdu naudojami specialūs degikliai, kuriuose yra papildomas kanalas deguoniui tiekti. 11 paveiksle pavaizduota dujinio metalo pjovimo schema. Žiedo pavidalo kanalu 1—2 tiekiamas degamasis mišinys ($C_2H_2 + O_2$), kuris sudegdamas sudaro liepsną, reikalingą metalui įkaitinti iki užsiliepsnojimo temperatūros. Po to kanalu 3 paleidžiama deguonies srovė, kuri sudegina metalą ir išstumia oksidus.



11 pav. Dujinio pjovimo schema: 1 ir 2—žiedo pavidalo kanalas mišiniui tiekti, 3—deguonies srovė, 4—liepsna

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----

Pjūvis metalė susidaro degikliui judant ir sudeginant vis naujas metalo daleles.

Dujinis pjovimas gali būti tiek rankinis, tiek ir mašininis. Pastaruoju atveju mechanizuojamas degiklio judesys išilgai pjūvio linijos. Naudojamos tokios universalinės metalų pjovimo mašinos, kurios gali pjauti metalą ne tik skersai ir išilgai tiesiomis linijomis, bet ir kreivėmis.

Taip pat įsisavintas metalų dujinis pjovimas po vandeniu. Šiuo atveju degiklis aprūpinamas specialiu gaubteliu, į kurį įleidžiamas suslėgtas oras, kuris išspaudžia ir pašalina vandenį iš po gaubtelio. Suslėgto oro slėgimas yra didinamas arba mažinamas priklausomai nuo vandens gilumo, kuriame yra plaunamas metalas. Pjaunant metalą po vandeniu naudojamos įvairios degamosios dujos: didesniems gilumams (iki 40 m) — vandenilis ir mažesniems (nuo 15 iki 20 m) — acetilenas.

Metalui pjauti reikalingas deguonies kiekis randamas pagal empirinę formulę

$$Q = \delta (2,7 a + 1), \text{ kur } Q \text{ — deguonies sunaudojimas } l;$$

δ — metalo storis mm;

a — pjūvio plotis mm, kuris priklauso nuo metalo storio.

Ryšys tarp dydžių δ ir a duotas lentelėje:

Medžiagos storis δ mm	iki 50	50-100	100-200	200-300
Pjūvio plotis a mm	3-4	4-5	5-6	6-7

Deguoninio pjovimo procesas vyksta šitaip: pakaitinančiojo deguonies liepsna metalą įkaitina iki temperatūros, artimos jo lydymosi temperatūrai, o pjaunančio deguonies čiurkšlė sudegina metalą ir kartu pašalina iš pjūvio susidarancius oksidus. Degalai yra acetilenas, propanas-butanai, gamtinės, pirolizinės ir miesto dujos, taip pat žibalo garai.

Deguonimi galima pjauti tuos metalus, kurie tenkina šias sąlygas:

metalų užsiliepsnojimo deguonyje temperatūra žemesnė už lydymosi temperatūrą; priešingu atveju metalas lydysis ir ims tekėti iš pjūvio anksčiau, negu jis pradės degti deguonyje;

metalų oksidų lydymosi temperatūra žemesnė už metalo degimo temperatūrą, nes sunkiai lydžių oksidų deguonies srovė neišpūs, ir pjovimo procesas gali nutrūkti;

degant metalui, deguonis turi išskirti šilumos tiek, kad jos pakaktų metalo užsiliepsnojimo temperatūrai palaikyti;

metalų šiluminis laidumas turi būti nedidelis, nes kitaip bus sunku įkaitinti metalą iki degimo temperatūros. Esant intensyviam šilumos nuvedimui, pjovimo procesas nevyks.

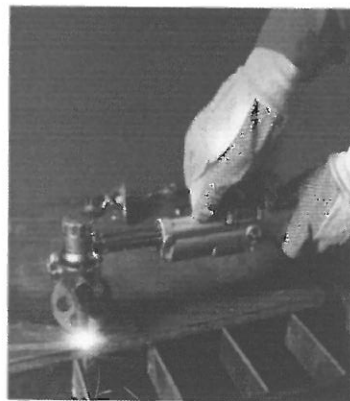
Šias sąlygas atitinka mažangliai, vidutinio anglingumo ir mažai legiruoti plienai, kuriuose yra iki 0,3% anglies. Apytikslėms plieno pjovimo galimybėms nustatyti naudojamos anglies ekvivalentu, rodančiu anglies ir legiruojančiųjų elementų įtaką pjovimui. Anglies ekvivalentą C_{ekv} galima apskaičiuoti pagal formulę

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----

$$C_{ekv} = C + 0,16Mn + 0,3(Si + Mo) + 0,4Cr + 0,2V + 0,04(Ni + Cu).$$

8 lentelė. Plienų klasifikacija pagal jų pjovimo galimybes

Cekv	C%	Pjaunamumas
Iki 0,6	Iki 0,3	Pjaunamas gerai bet kuriomis sąlygomis, termiškai apdirbti nereikia
0,6–0,8	Iki 0,5	Pjaunamas patenkinamai. Žiema reikia iš anksto arba pjaunant pakaitinti iki 150°C temperatūros
0,81–1,1	Iki 0,8	Pjaunamas ribotai, grūdina, trūkinėja; pjaunant pakaitinamas iki 200–300°C temperatūros
Daugiau kaip 1,1	Daugiau kaip 0,8	Pjaunamas blogai, trūkinėja; pjaunant pakaitinamas iki 300–450°C temperatūros ir perpjausta lėtai aušinti



12 pav. Dujinis pjovimas

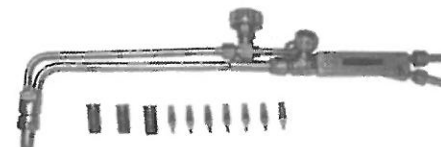
1.13.8 Pjovikliai

Pjovikliai reikalingi degiosioms dujoms arba skystiems sumaišyti su deguonimi, pakaitinančiai liepsnai formuoti ir grynai deguoniui tiekti į pjūvio zoną. Jie skirstomi: pagal pjovimo būdą — į naudojamus skiriamajam ir paviršiniam pjovimui (deguoniniam ir deguoniniam-fluusiniam); pagal paskirtį — rankiniam, mechanizuotam ir specialiam pjovimui; pagal degalus — acetilenui, jo pakaitalams ir skystiems degalams. Pagal veikimo principą jie yra injektiniai ir neinjektiniai, pagal deguonies slėgį — žemojo ir aukštojo slėgio, pagal mundštukų konstrukciją — plyšiniai ir daigiatūčiai.

Dažniausiai naudojami universalieji injektiniai rankiniai pjovikliai su plyšiniu mundštukų, kuriais atliekamas skiriamasis pjovimas.

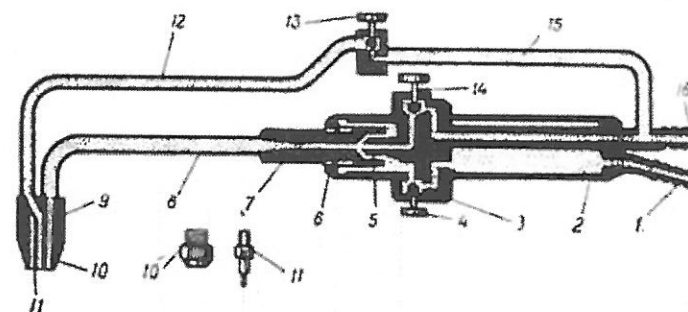
Universalieji injektiniai pjovikliai. Panašiai kaip ir injektiniai degikliai, susideda iš dviejų pagrindinių dalių: stiebo ir antgalio, bet dar turi vamzdelį su ventiliu pjaunamajam deguoniui tiekti (13.9 pav.). Deginių dujų nipelis įsriegiamas į dešinįjį sriegį turintį stiebo atvamzdį. Mundštukai yra keičiami priklausomai nuo pjaunamo metalo storio. Pjoviklio injektorius analogiškas degiklio injektorius.

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----

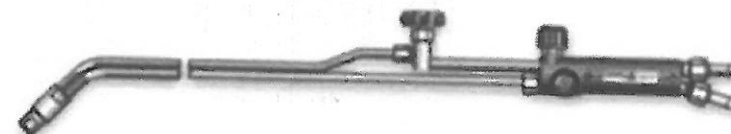


13 pav. Universalus injektinis pjoviklis

Mundštukai būna su žiedine pakaitinančia liepsna — plyšiniai arba daigiatūčiai. Abiejų konstrukcijų mundštukuose deguonis tiekiamas centriniu kanalu. Plyšiniai mundštukai susideda iš vidinio 1 ir išorinio 2 mundštukų, įsukamų į pjoviklio galvutę arba prijungiamų prie jos gaubiančiąja veržle. Pakaitinančiosios liepsnos dujos eina pro plyšį 3 tarp mundštukų. Liepsnos galia reguliuojama keičiant mundštukus (9 lentelė).

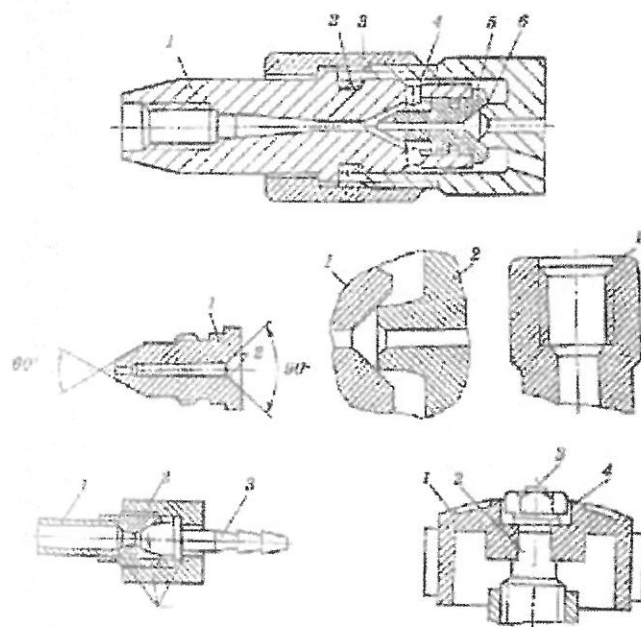


14 pav. Universalus injektinio pjoviklio schema

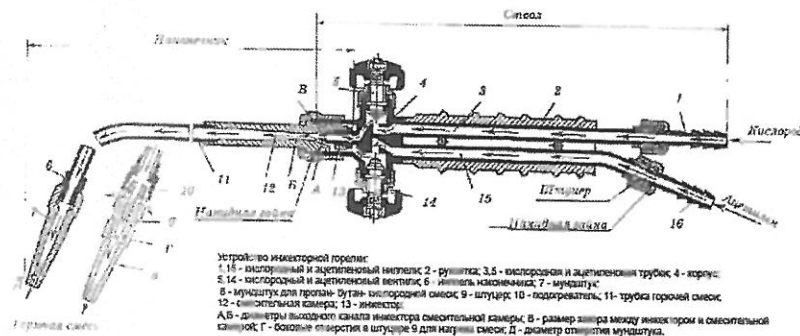


15 pav. Universalus injektinis pjoviklis

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----



16 pav. Pjoviklio injektorius schema



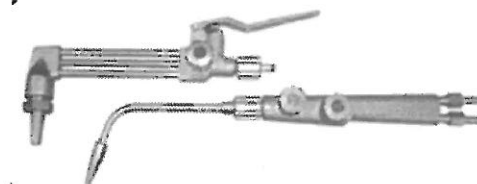
17 pav. Universalaus injekcinio degiklio schema

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----

9 lentelė. Rankinio universaliojo pjovimo techninė charakteristika

Rodikliai	Pjaunamojo metalo storis mm					
	3-5	5-25	25-50	50-100	100-200	200-300
Mundštuko numeris vidinio	1	2	3	4	5	5
išorinio	1	1	1	2	2	2
Pjaunamojo deguonies slėgis kgf/cm ²	3	4	6	8	10	12
suvaudo m ³ /h	3,0	6,0	10,0	15,0	26,0	40,0
Acetileno suvaudo m ³ /h	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
Apytikslis pjūvio plotis mm	2-2,5	2,5-3,5	3,5-4,5	4,5-7	7-10	10-15
Pjovimo greitis m/h	33	22	16	10	6	5

Istatomieji pjovikliai naudojami rankiniam skiriamajam pjovimui statybose, montavimo darbuose ir kitur. Pjovikliai susideda iš korpuso su ventiliu pjaunamajam deguoniui tiekti, maišymo kameros, galvutės su mundštuku ir jungiančio įtaiso su gaubiančiąja veržle.



18 pav. Universalus injekcinis degiklis – pjoviklis

Žibalinio pjoviklio konstrukcija kitokia negu dujinių pjoviklių. Žibaliniai pjovikliai veikia dvejopai:

- degalai išgarinami pjoviklyje, juos pakaitinant liepsna;
- degalai pjoviklio galvutėje pakaitinančiosios liepsnos deguonimi paverčiami dulkėmis ir išgarinami įkaitusiame išoriniame mundštuke.

Specialiaisiais pjovikliais atliekamas paviršinis deguoninis pjovimas. Nuo skiriamojo pjovimo pjoviklių jie skiriasi tuo, kad deguonies srovės išėjimo angos yra didelės, be to, jie gerokai ilgesni. Deguonies srovė iš mundštuko eina mažu greičiu, todėl spėja sudegti tik metalo paviršius. Paviršiniam pjovimui naudojamas acetilenas ir jo pakaitalai. Šiuo būdu išpjaunami įtrūkimai, nuvalomas siūlės pašaknis užvirinant pavirinio rumbele ir kt.

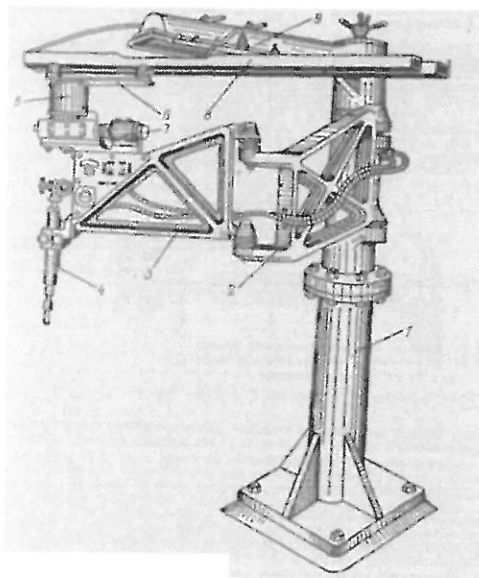
„Nuplovimo“ proceso pjovikliai tiekia tris pjaunamojo deguonies sroves. Viena pagrindinė srovė pjauna metalą, o dvi pagalbinės eina paskui pagrindinę ir tartum „nuplauna“ — šlifuoja pjūvio nelygumus. Gaunamas 5-osios švarumo klasės pjūvis. Darbas 1,5–2 kartus našesnis, negu pjaunant įprastiniu deguoniniu būdu.

Mašininių pjoviklių veikimas nesiskiria nuo rankinių. Pjoviklio išorėje yra dantyta juosta jam persutolti vertikaliai. Jo konstrukcija ir tipas priklauso nuo mašinos tipo.

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----

1.13.9 Deguoninio pjovimo mašinos

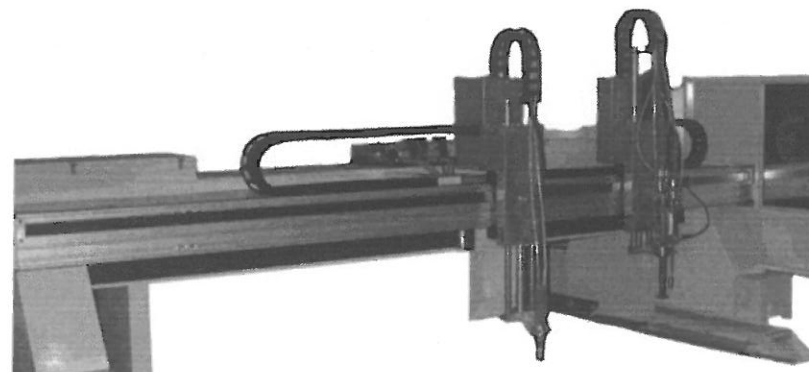
Stacionarinės deguoninio pjovimo mašinos naudojamos masinėje detalių gamyboje, kai reikia išpjauti paprastos ir sudėtingos konfigūracijos detales. Šios mašinos turi po kelis pjoviklius (nuo 2 iki 12), kurie vienu metu gali išpjauti kelias detales. Pjaunamas 5 – 100 mm storio metalas. Stacionarinės mašinos valdomos šiais būdais: 1) mechaninio kopijavimo, kai pjovikliai kopijuoja judesius smailaus strypelio, judančio brėžinio linijomis; 2) elektromagnetinio kopijavimo, kai pjovikliai kopijuoja judesius įmagnetinto piršto, kuris pritraukiamas prie plieninio šablono briaunos; 3) fotoelektroninio kopijavimo, kai specialieji fotoelektroniniai galvutė eina brėžinio linijomis ir siunčia atitinkamas komandas pjovikliams; 4) programinio kopijavimo, kai ant perforuotos užrašomos visos technologinės operacijos ir pjaunamųjų detalių kontūrai.



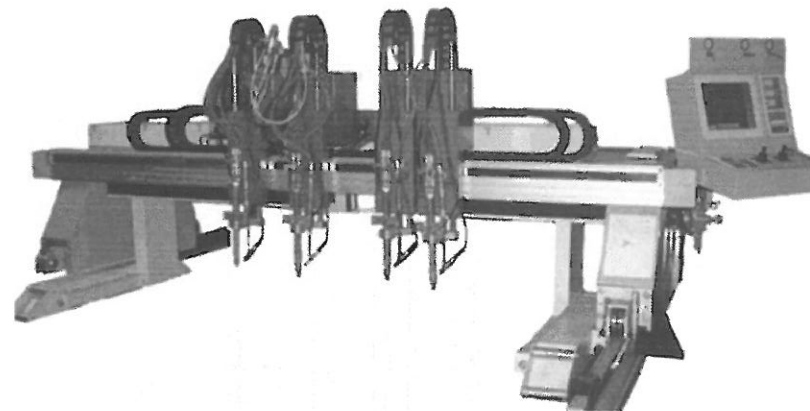
19 pav. Pjovimo mašina

Pjovimo mašina pavaizduota 19 pav., ji turi elektromagnetinę galvutę, skirtą iki 750×1500 ir 1000×1000 mm dydžio ir iki 100 mm storio figūriniams detalėms išpjauti pagal plieninį šabloną. Pjūvio kontūras kopijuojamas magnetiniu ritinėliu. Šablonas pritvirtintas prie strypų 8 su straubliu 9. Ant mašinos kolonos 1 pritvirtinti šarnyriniai rėmai 2 ir 3. Viršutinėje rėmo 3 dalyje yra elektros variklis 7 ir vedančioji galvutė su magnetine rite 5. Ritės viduje sukasi įmagnetintas plieninis pirštas su rifliuotu galu, kuris rieda šablono kontūru. Apatinėje rėmo 3 dalyje įtvirtintas pjoviklis 4 tiksliai kopijuoja lakšto paviršiuje magnetinio piršto judesius. Pjoviklio ašis sutampa su magnetinio piršto ašimi, todėl gaunamas tikslus pjūvis.

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----



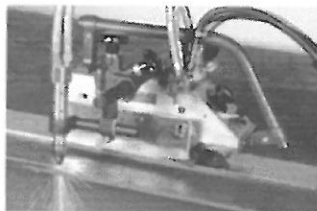
20 pav. Pjovimo mašina



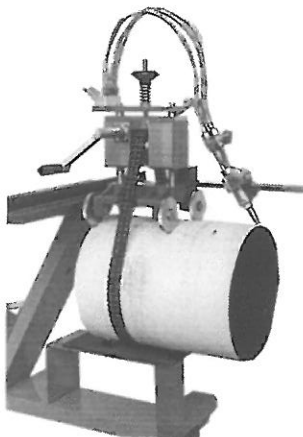
21 pav. Pjovimo mašina

Kilnojamosios deguoninio pjovimo mašinos. Tai savaciegiai vežimėliai su vienu ar keliais pjovikliais. Juos stumdo elektros pavara, spyruoklinis mechanizmas arba dujų turbinėlė. Šios mašinos statomos ant pjaunamojo lakšto. Pjūviu mašina nukreipiama rankomis. Galima pjauti ir pagal kreipiančiąją juostą arba pagal skriestuvinį įtaisą.

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----



22 pav. Pjovimo mašina „SECATOR“



23 pav. Pjovimo mašina „TAGLIATUBI“

1.13.10. Pjoviklių eksploatavimo taisyklės

Prieš pradėdant darbą, būtina susipažinti su pjoviklių eksploatavimo taisyklėmis ir įsitikinti, ar pjoviklis nesugedęs.

Deguonies ir acetileno darbinis slėgis nustatomas pagal pjoviklio eksploatacines charakteristikas. Pjoviklis uždegamas šia tvarka: 1/4 apsisukimo atidaromas pašildymo deguonies ventilis, kad dujų kanaluose susidarytų dalinis vakuumas. Po to atidaromas dujų ventilis ir padegamas degusis mišinys. Pašildančioji liepsna reguliuojama deguonies ir dujų ventiliais. Jei metalas įkaitinamas iki šiaudų spalvos, atidaromas pjaunantiojo deguonies ventilis, ir pjaunamas metalas.

Baigus darbą, pjoviklis užgesinamas: pirma uždaromas degiųjų dujų, po to — deguonies ventilis.

Kai pjaunant įkaista mundštukas, reguliuojama pašildančioji liepsna iki normalios. Labai įkaite atgalis aušinamas vandeniu. Kad vanduo nepatektų į pjoviklio kanalus, uždaromas tik dujų ventilis. Užsiter-

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----

šę mundštuko kanalai išvalomi varine arba aliuminine adata.

1.13.11 Deguoninio pjovimo technologija

Perpjauto paviršiaus kokybė priklauso nuo: 1) statmenumo, t.y. kiek briauna nukrypusi nuo lakšto paviršiaus statmens; 2) nelygumų, t.y. vagelių ant briaunos gylis; 3) viršutinės briaunos aplydymo laipsnio, t.y. sąlyginio briaunos aplydymo spindulio.

Pjūvio kokybei turi įtakos deguonies srovė ir pakaitinančios liepsnos sąveika, t.y. deguonies srovės kokybė ir forma, deguonies grynumas ir slėgis, pjovimo greičio santykis su metalo oksidacijos (degimo) greičiu ir kt. Labai svarbu, kad pjoviklis judėtų tolygiai. Todėl rankiniu būdu padarytas pjūvis yra blogesnės kokybės negu mašina.

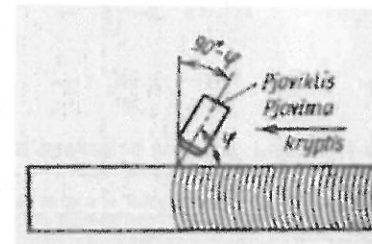
Kai pjaunama deguonimi, arti pjūvio susidaro terminio poveikio zona, briaunos aušdamos gali įtrūkinėti, todėl svarbių konstrukcijų briaunos prieš suvirinant mechanškai apdirbamos.

LST EN ISO 9013:2003 Terminis pjovimas. Terminų pjūvių klasifikavimas. Geometrinis gaminio aprašas ir pjūvio kokybės leidžiamosios nuokrypos (ISO 9013:2002)

Pjaunamasis lakštas padedamas ant padėklų ir, jei reikia, pritvirtinamas, pjūvio vieta nuvaloma ir pažymima. Paprastai pjauti pradėdama nuo lakšto krašto. Jei reikia pradėti pjauti nuo lakšto vidurio, pirmiausia pradeginama skylė, ir nuo jos pradėdama pjauti. Pjaunama šitaip. Pakaitinamas metalas pakaitinančiąją liepsną iki degimo temperatūros, po truputį atidaromas pjaunantiojo deguonies ventilis, pjoviklis pamažu leidžiamas žemyn, pjaunantiojo deguonies slėgis didinamas iki optimalaus. Pjoviklis vedamas pjūvio vieta. Pakaitinančioji liepsna turi metalą laikyti įkaitusį iki degimo temperatūros tol, kol pjaunama. Taigi pakaitinimo laikas priklauso nuo metalo storio. Pavyzdžiui, 10–50 mm storio metalas kaitinamas 3–10 s, 100–200 mm storio – 25–44 s.

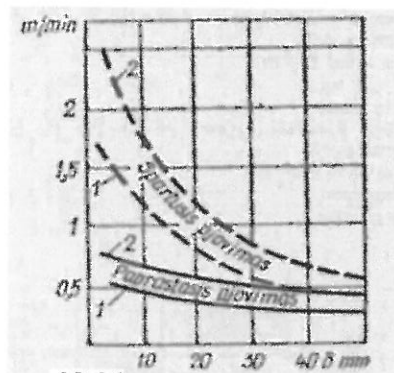
Pjovimo režimai. Pagrindiniai pjovimo režimo rodikliai yra pjaunantiojo deguonies slėgis ir pjovimo greitis. Jie priklauso nuo pjaunamojo plieno storio, deguonies grynumo ir pjoviklio konstrukcijos. Kai deguonies slėgis nepakankamas, neišpučiamas šlakas iš pjūvio ir metalas kiaurai neperpjaunamas. Kai slėgis per didelis, daugiau sunaudojama deguonies, pjūvis nepakankamai švarus. Deguonies grynumas turi didelę įtaką pjovimo greičiui. Sumažinus 1% jo grynumą, pjovimo greitis gali sumažėti net 20% ir deguonies sąnaudos padidėti 25–30%.

Nemažą įtaką tiesinio pjovimo greičiui turi taip pat degiklio ir pjaunamojo gaminio paviršiaus sudaromas kampas. Pjaunant „kampu į priekį“ (iki 50–70°, žr. 24 pav.), pjovimo greitis gerokai didesnis negu pjaunant statmenu pjovikliu.



24 pav. Pjoviklio padėtis sparciojo tiesinio pjovimo metu

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----



25 pav. Paprasto ir sparčiojo įvairaus storio plieno deguoninio pjovimo greitis: 1—atliekant glotnų pjovimą, kai briaunos kokybiškos, 2—pjauant ruošinius

Iki 12–15 mm storio metalą galima pjauti be apdugų mažesnio grynumo deguonimi, laikant pjoviklį kampu į priekį.

Labai storas (storesnis kaip 300 mm) metalas pjaunamas specialiais pjovikliais, mažesniu deguonies slėgiu. Pjovimo pradžioje pjoviklis pastatomas mažu (2–3°) kampu atgal. Pjovimo greitis turi būti toks, kad spėtų įkasti apatiniai metalo sluoksniai, nes gali nutrūkti pjovimo procesas. Baigiant pjauti, pjoviklis šiek tiek palenkiamas atgal, kad pirmiau būtų perpjauta metalo apačia. Pakaitinančiajai liepsnai pailginti tiekama daugiau acetileno.

10 lentelė. Mašininio deguoninio pjovimo režimai

Rodikliai	Pjaunamojo metalo storis mm							
	8	10	20	30	60	100	150	300
Mundšuko numeris	1	1	2	3	4	4	5	6
Deguonies slėgis kgf/cm²	3,5	4,5	4,5	4,5	6,0	10,5	10,5	10,5
Vieno pjoviklio pjovimo greitis m/h	35–40	30–32	23–25	21–23	18–20	14–16	12–14	12–13
Sąnaudos dm³/m:								
deguonies	65	95	160	250	560	1180	2250	3920
acetileno	12	15	23	27	42	62	95	125
Dviejų pjoviklių pjovimo greitis m/h	24–30	19–20	16–20	14–17	11–14	10–12	—	—
Sąnaudos dm³/m:								
deguonies	—	215	255	565	1260	2700	—	—
acetileno	—	35	50	60	95	140	—	—

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----

11 lentelė. Pjovimo be apdugų režimai

Pjaunamo metalo storis mm	Vidutinio mundšuko numeris	Pjaunamojo deguonies		Pjovimo greitis m/h	Išorinių mundšukų numeriai pjaunant			Pjaunamosios srovės degiųjų dujų sąnaudos m³/h		
		slėgis kgf/cm²	sąnaudos m³/h		acetileno	propano-butano	gaminčių dujų	acetileno	propano-butano	gaminčių dujų
5	1	1,7	0,8	35–40	1	3	3	0,4–0,6	0,2–0,4	0,6–1,0
10	2	1,7	1,45	30–32	2	4	4	0,4–0,6	0,3–0,5	0,9–1,5
20	2	3,7	2,50	23–25	2	4	4	0,4–0,6	0,3–0,5	0,9–1,5
30	3	2,9	3,85	21–23	2	4	4	0,4–0,6	0,3–0,5	0,9–1,5
50	3	5,0	5,90	18–20	2	4	4	0,4–0,6	0,3–0,5	0,9–1,5
80	4	4,5	9,70	16–17	2	4	4	0,4–0,6	0,3–0,5	0,9–1,5
100	4	4,5	11,40	14–16	2	4	4	0,4–0,6	0,3–0,5	0,9–1,5

Pastaba. Pakaitinančiosios liepsnos koeficientai: acetilenui — 1,1, propanui-butanui — 3,5, gaminčių dujoms — 1,5.

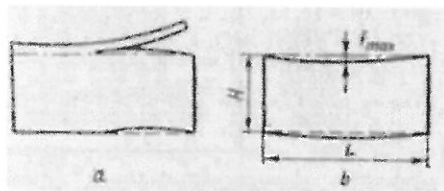
12 lentelė. Paketų pjovimo režimai

Lakštų storis, mm	Lakštų skaičius pakete, vnt.	Pjaunamojo deguonies slėgis kgf/cm²	Pjovimo greitis, m/h
4	15	1-1,1	12
6	12	1,1-1,2	11
10	8	1,2-1,4	10
12	6	1,2-1,4	11
16	6	1,2-1,4	10
20	4	1,2-1,4	10
24	3	1,2-1,4	11
30	3	1,3-1,5	10
60	2	1,4-1,7	9

Gaminant detales iš plono (plonesnio kaip 5 mm) metalo, pakaitinančioji liepsna perkaitina metalą, ir lakštai labai deformuojasi. Gerų rezultatų gaunama pjaunant detales paketais. Tai daroma šitaip. Surenkami keli lakštai į paketą, suspaudžiami veržtuvais, ir paketas pjaunamas įprastiniais būdais. Paketais galima pjauti anglinius ir mažai legiruotus plienus, turinčius iki 0,25% anglies.

1.13.12 Deformacijos, atsirandančios pjaunant deguonimi

Deguonimi pjaunamos detalės visada deformuojasi, t. y. pakinta jų formos ir matmenys. Šios deformacijos analogiškos suvirinimo deformacijoms, bet turį savų ypatumų. Kai atpjaunamas lakšto kraštas (26 pav., a), laikinosios deformacijos lakštą lenkia. Kadangi labiausiai įkaitusi briauna negali laisvai plėstis nuo šilumos, ataušusiam lakšte lieka įtempimai, ir jis įgyja formą, parodytą 26 paveiksle, b.



26 pav. Lakšto deformavimas pjauant deguonimi

Didelės detalės pjauamos paprastai išlinksta įgaubtai, o mažo pločio detalės (iki 100 mm), – išgaubtai.

Detalių deformacijoms sumažinti reikia laikytis šių taisyklių:

1. detalę pradedama pjauti nuo ilgiausios briaunos, o baigiama ties trumpąja briauna arba ties briauna, kuri po pjovimo bus mechaniškai apdirbama. Mažo ir mažesnio tikslumo detalės išpjauamos pirma išpjovus stambias tikslas detales;
2. skylės detalėse išpjauamos anksčiau negu išorinis kontūras;
3. tikslios mažos detalės pjauamos ne iš viso lakšto, o pirma lakštas supjaustomas į dalis, kiek didesnes už detales. Bet šitaip susidaro didesnių metalo atliekų;
4. prieš pjauant stambias detales (flanšus, diskus ir kt.), patartina lakštą pritvirtinti;
5. naudotis specialiais stalais, ribojančiais pjauamojo lakšto poslinkius ir nusvirimą;
6. taikyti trečiojo pjūvio metodą, naudoti skerses, sumažinti lakšto įkaitinimą, išsklaidyti jam įkaitimą ir t. t.

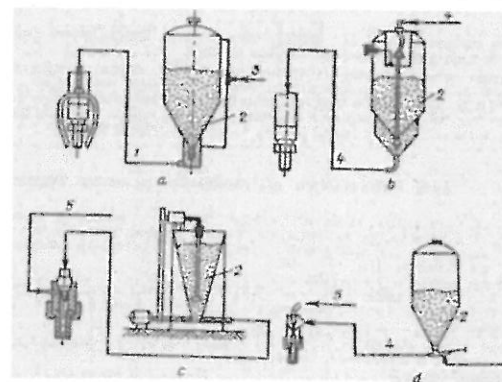
1.13.13 Deguoninis-fliusinis pjovimas

Jei pjauant metalą susidariusių oksidų lydymosi temperatūra bus aukštesnė už metalo, pjauti deguonimi neįmanoma. Tokie metalai yra nerūdijantys, kaitrai atsparūs, karštyje stiprūs plienai, ketus, varis, vario lydiniai ir kt. Norint šiuos metalus pjauti deguonimi, reikia išlydyti sunkiai lydžius oksidus, kad pasidarytų šlakas. Tai atliekama papildomai kaitinant pjūvio vietą degančiu fliusu. Deguoninio-fliusinio pjovimo esmė sudaro tai, kad į pjūvio vietą kartu su pjaunančiuoju deguonimi ir pakaitinančiąja liepsna purškiamas miltelinis fliusas. Jis atlieka dvi funkcijas: šiluminę ir abrazyvinę. Fliaus, degdamas pjūvio vietoje, išskiria daug šilumos ir pakelia temperatūrą, sunkiai lydūs oksidai tampa takūs, todėl, veikiami savos masės ir deguonies srovės, lengvai pašalinami. Fliaus dalelės, lėkdamos dideliu greičiu, nušveičia nuo pjūvio oksidus.

Aparatūra. Deguoninio-fliusinio pjovimo įrenginys susideda iš dviejų pagrindinių mazgų: fliaus maitintuvo ir rankinio arba mašininio pjoviklio. Yra keturios fliaus tiekimo schemos: 1) išorinis fliaus tiekimas; 2) fliaus tiekimas aukštu slėgiu; 3) mechaninis fliaus tiekimas; 4) fliaus tiekimas dviguba injekcija.

Išorinio fliaus tiekimo schema (27 pav., a) fliaus, injekuojamas iš bakelio žemo slėgio oru, azotu ar deguonimi, patenka ne į pjoviklį, o į miltelinę galvutę, kurios fliaus kanalai yra įprastinio mundštuko išorėje. Dujų-fliaus mišinys, einantis iš šios galvutės angų, pjaunančiojo deguonies srovę injekuojamas per liepsną ir patenka į pjovimo zoną.

Fliaus, tiekiamą aukštu slėgiu (27 pav., b), iš bakelio siurbia pjaunančiojo deguonies srovė. Jis lekia į pjūvio vietą kartu su dujomis pjoviklio mundštuko centriniu kanalu.

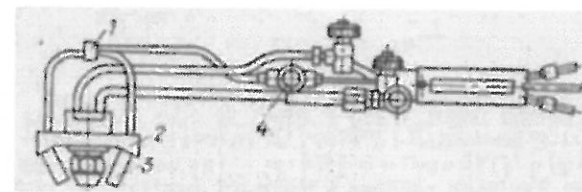


27 pav. Deguoninio-fliusinio pjovimo įtaisų schemos: a–fliusas tiekiamas iš išorės, b–fliusas tiekiamas vienu vamzdiu, c–fliusas tiekiamas mechaniškai, d–dviguba fliaus injekcija; 1–dujų-fliaus mišinys, 2–fliusas, 3–fliusą nešančios dujos, 4–deguonies-fliaus mišinys, 5–pjaunantysis deguonis

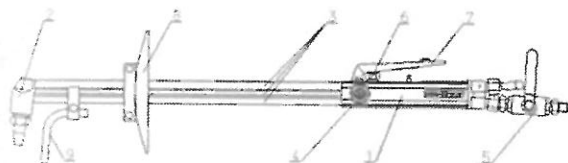
Mechaniškai (27 pav., c) fliaus iš bakelio tiekiamas į pjoviklio galvutę sraigtinio mechanizmu, o iš galvutės siurbiamas pjaunančiojo deguonies srovė.

Fliaus, tiekiamas dviguba injekcija (27 pav., d), patenka iš bakelio į injekcinį reguliavimo įtaisą, į kurį einantis žemo slėgio deguonis nusineša fliausą į pjoviklį. Aukšto slėgio deguonis, einantis į pjoviklio galvutę, injekuojama deguonies-fliaus mišinį ir, susimaišęs su juo, sudaro pjaunančiąją srovę.

Deguoniniai-fliusiniai pjovikliai nuo deguoninių pjoviklių skiriasi tuo, kad turi papildomų mazgų fliausui tiekti. Vienuose pjovikliuose fliaus tiekiamas pro centrinį kanalą, kituose — per išorę. Universalieji pjovikliai turi keičiamus mundštukus. Pjoviklis (28, 29 pav.) susideda iš serijinio rankinio pjoviklio sukomplektuoto su specialia įranga, kuri tinka bet kokios konstrukcijos serijinės gamybos pjovikliams. Ji susideda iš trinkelės 2 ir trišakio / sujungtų vamzdelių. Į trinkelę įstatomos keičiamosios įvorės 3 25° kampų į mundštuko ašį dujų-fliaus mišiniui tiekti. Miltelinis ventilis 4 įjungia ir išjungia fliausą.



28 pav. Deguoninio-fliusinio pjovimo pjoviklis



29 pav. Deguoninio-fliusinio pjovimo pjoviklis

Fliusai. Kad geriau išsilydytų pjūvyje susidariusi pjaunamojo plieno oksidų plėvelė, naudojami fliusai, dažniausiai geležies milteliai. Degant geležies milteliams, susidaro lengvai besilydantys geležies oksidai, kurie, lydydamiesi su pjūvio paviršių dengiančia oksidų plėvele, sudaro gana lydžius šlakus, lengvai pašalinamus iš pjūvio vietos.

Prieš naudojimą fliusas išsijojamas. Smulkesnių negu 0,07 mm dalelių turi būti ne daugiau 10%, stambesnių negu 0,28 mm — ne daugiau kaip 5%. Jei bus daug stambių dalelių, gali užsikimšti vamzdžiai, ir fliusas į pjoviklį eis netolygiai.

Nerūdijantieji plienai stabiliai pjaunami, kai geležies milteliuose yra iki 0,4% anglies ir iki 6% deguonies (oksidų). Jei anglies ir deguonies yra daugiau, pjūvyje sumažėja temperatūra ir pablogėja jo kokybė, daugiau sunaudojama miltelių.

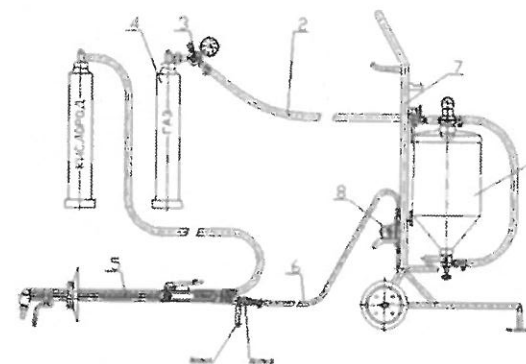


30 pav. Deguoninio-fliusinio pjovimo įtaisas

Deguoniniam-fliusiniam pjovimui naudojami geležies milteliai, turintys geležies atitinkamai ne mažiau kaip 98,5; 98,0; 96,0; 94,0%; kitą dalį sudaro anglis, silicis, manganas, sierra ir fosforas.

Be geležies miltelių, naudojami jų mišiniai su aliuminio milteliais ir kt.

Deguoninio-fliusinio pjovimo technologija. Pagrindiniai deguoninio-fliusinio pjovimo parametrai yra: deguonies slėgis ir sąnaudos, pjovimo greitis, pakaitinančios liepsnos galia, fliuso sąnaudos. Jie paprastai parenkami kiekvienam pjovimo įtaisui atskirai.

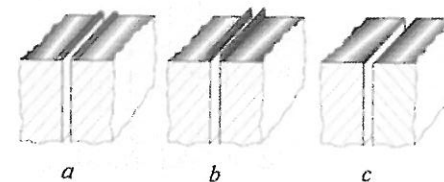


31 pav. Deguoninio-fliusinio pjovimo įtaisas

Pjaunant deguoniniu-fliusiniu būdu gausiai legiruotus plienus, legiruojančiųjų elementų kiekis įvairiai veikia metalo pjaunamumą. Chromas sudaro karbidus, kurie 400—800 °C temperatūroje išsidedo grūdėlių paviršiuje; plienas pasidaro mažiau atsparus korozijai. Nikelis silpnai oksiduojasi. Chrominiai plienai, kuriuose yra ne daugiau kaip 2% nikelio, greičiau grūdinasi, todėl briaunos gali įtrūkinėti. Manganas lengvai oksiduojasi. Plienai, kuriame yra iki 2% mangano, pjaunamas be papildomų priemonių, bet kai jame mangano yra daugiau, briaunų metalo kietumas padidėja. Silicis netrukdo pjauti, jei jo yra mažai. Kuo daugiau silicio, tuo mažesnis pjovimo greitis. Molibdenas, aliuminis, volframas didina plieno kietumą ir trapumą. Pjūviai apdirbami termiškai. Titanas ir niobis panašūs į anglį, todėl aukštoje temperatūroje sudaro titano ir niobio karbidus ir pašalina chromo-nikelio plienų tarpkristalinę koroziją. Po pjovimo jie termiškai neapdirbami.

Deguoninio-fliusinio pjovimo technika panaši į deguoninio pjovimo techniką. Pjaunama rankiniu ir mašininu mechanizuotu būdu. Naudojamas deguonis arba jo pakaitalai.

Pjaunami lakštai ar detalės padedamos taip, kad jų apačioje būtų vietos (ne mažiau kaip 300 mm) šlakui nutekėti. Pjauti pradama nuo briaunos, pjoviklis laikomas statmenai lakšto plokštumai taip, kad mundštukas būtų virš pjaunamojo lakšto. Kai tam tikras metalo kiekis įkais iki temperatūros, artimos jo lydymosi temperatūrai, pjoviklis atitraukiamas atgal taip, kad pjaunamojo deguonies centrinis kanalas tik truputį liestų briauną. Pjoviklis vedamas tolygiai, netrukčiojant. Baigiant pjauti, jis truputį palaikomas ties išėjimu iš pjūvio apatinei metalo daliai baigti pjauti.



32 pav. Briaunų formos priklausomybė nuo tiekiamo fliuso kiekio: a) pakankamas fliuso tiekimas, b) per didelis fliuso tiekimas, c) nepakankamas fliuso tiekimas

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----

13 lentelė. Įvairių metalų deguoninio–flusinio pjovimo režimai

Metalas	Didžiausias metalo storis mm	Pjovimo greitis m/h	Dujų sąnaudos		Flusos sąnaudos kg/m
			deguonies dm ³ /m	acetileno dm ³ /m	
Nerūdijantis plienas	500	2–45	500–15000	100–1400	1,7–40
Kelias	300	1–8	900–43000	100–1300	2,0–28
Varis	100	0,5–7	1000–10000	120–1100	1,7–25
Žalvaris	150	1–11	600–20000	100–1300	2,0–35
Bronza	150	1–11	600–20000	100–1300	2,0–35
Nikelis	100	2–13	600–15000	100–1250	1,5–32
Aliuminis	150	6–10	1150–3000	220–350	1,25–2,0

1.13.14 Metalų ir gelžbetonio pjovimas deguonine ietimi

Deguonine ietimi pjaunama tada, kai reikia liejinių perteklių pašalinti, ašies skylės išgręžti, taip pat išgręžti galias skylės vykdant sprogdinimo darbus, jas išgręžti labai storame metalo, gelžbetonyje. Galima taikyti šį pjovimo būdą statybose, kai reikia pragręžti gelžbetonyje įvairias skylės.

Pjaunant deguonine ietimi, metalo ar gelžbetonyje skylę pradeginama deguonies srove, tiekama mažo skersmens plieniniu vamzdžiu, kurio galas prie pjaunamojo gaminio įkaišas iki medžiagos įsiliepsnojimo deguonyje temperatūros. Prie kito vamzdžio galo prijungiama žarna deguoniui tiekti.

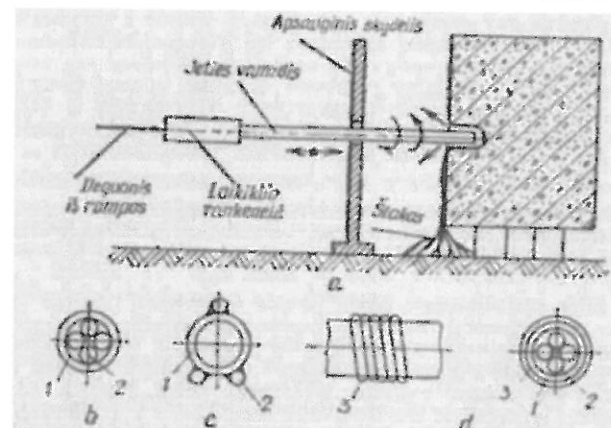
Pradedant pjauti vamzdžio galas įkaitinamas iki užsiliepsnojimo temperatūros elektros lanku su angliniu elektrodu arba leidžiant srovę iš suvirinimo šaltinio vamzdžiu ir angline plokšte, padėta ant pjaunamojo gaminio. Padavus 0,1–0,2 MPa slėgio deguonį į vamzdį, užsiliepsnoja įkaitusi plokštelė ir vamzdžio galas. Tada deguonies slėgis padidinamas iki 0,5–0,6 MPa ir vamzdžio galas prispaudžiamas prie gaminio. Toliau vamzdis ir metalas dega be pašalinio šilumos šaltinio. Vamzdis tolygiai stumiamas pirmyn. Sudegęs vamzdis pakeičiamas nauju.

Vienas iš šio pjovimo trūkumų yra tai, kad sunku iš skylės pašalinti šlaką. Geriausiai šlakas pašalinamas, kai skylės gręžiamos iš apačios į viršų. Gręžiant apvalias skylės, vamzdis sukiojamas į abi puses maždaug pusę apsisukimo.

Ietys daromos iš mažo anglio plieno vamzdžių. Į vamzdžio vidų įdedama apie 5 mm skersmens vielos strypėlių, kad sumažėtų jo sąnaudos. Gelžbetonį arba betoną galima pjauti deguonine, strypeline–deguonine, milteline–deguonine ietimi, dujine–milteline reaktyvine srove, miltelinio–deguoninio pjoviklio, plazmos srove ir netiesioginio veikimo angliniu lanku. Dažniausiai betonas pjaunamas deguonine ietimi. 33 paveiksle pateikta gelžbetonio pjovimo deguonine strypine ietimi schema.

Gręžiant skylės betone, vamzdis laikas nuo laiko patraukiamas atgal, kad lengviau būtų galima pašalinti šlakus iš skylės.

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----



33 pav. Gelžbetonio pjovimas strypine ietimi: a–pjovimo procesas, b–ietis su šerdimi iš strypėlių, c–ietis su trimis išoriniais prikabintais strypeliais, d–ietis su šerdimi iš strypėlių ir užvyniota viela; 1–vamzdis, 2–strypelis, 3–užvyniota viela

14 lentelė. Horizontalių skylių pradeginimo gelžbetonyje deguonine–strypine ietimi režimai

Vamzdžio skersmuo mm		Strypėliai		Pradeginimo greitis m/h	Plieno sąnaudos kg/h	Deguonies sąnaudos m ³ /h
Išorinis	Vidinis	skersmuo mm	vien.			
20	16	4	2	0,70	39,2	11
20	16	4	6	1,20	47,0	11
16	12	3	8	2,48	30,0	22
16	12	3	10	3,25	35,0	22
10	8	1	17	3,00	22,8	22
10	8	1	17	3,90	22,8	22
10	8	2	8	4,00	21,2	22
10	8	2	8	5,10	21,2	22

1.13.15 Lazerinis pjovimas

Praktikoje naudojami įvairūs metalo pjaušimo būdai. Daugiausiai ir labiausiai išplitęs yra mechaninis pjovimas juostiniais pjūklais, frezomis ir pan. Gamyboje taip pat plačiai naudojamos įvairios bendros ir specialios paskirties staklės, skirtos metalo lakštų pjaušimui, profiliu ir kitokių ruošinių iš skirtingų metalų ar jų lydinų ruošimui. Mechaninis procesas turi daug privalumų, bet yra ir nemažai trūkumų. Šis būdas yra mažai našus ir pjovimo įrankis greitai susidėvi. Taip pat sunku, o kartais net neįmanoma išpjauti iš metalo sudėtingo kontūro figūrą.

Pramonėje pastaruoju metu naudojama ir nemažai metalo pjovimo būdų, kai taikomi elektrocheminiai, elektrofiziniai ir fizikiniai mechaniniai principai. Plazminis pjovimas ir kiti fizikiniai cheminiai pjovimo metodai užtikrina, palyginus su mechaniniu pjovimu, didesnę našumą, tačiau negali užtikrinti aukšto tikslumo. Nupjautas paviršius nebūna lygus, todėl daugeliu atveju būtinas papildomas mechaninis apdirbimas.

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----

Naudojant elektrinį erozinį pjovimą pjovimo takas būna siauras, o pats pjovimas kokybiškas, tačiau jis yra mažai našus, todėl atsiranda poreikis sukurti ir pramonėje naudoti tokius metodus, kurie leistų pjaustyti šiuolaikines konstrukcines medžiagas, sujungtų ne tik aukštą kokybę ir našų gamybinį procesą, bet būtų tikslius ir paliktų kokybišką pjovimo paviršių. Tokiems perspektyviems procesams galima priskirti lazerinį metalų pjovimą, cheminę degimo reakciją ir atliekų pašalinimą iš pjovimo zonos.

Sutelktasis lazerio spindulys gali pjaustyti bet kokius metalus ar lydinius nepaisant jų šiluminio ir fizikinio savybių. Naudojant šį metodą galima gauti siaurą pjūvį, o šiluminio poveikio zona neišsiplečia. Pjaunant lazeriu nevyksta mechaninis metalo apkrovimas, todėl atsirandančios deformacijos, tiek pjovimo metu, tiek ir tos, kurios lieka baigus pjauti, yra minimalios. Būtent todėl lazerinis pjovimas yra labai tikslus, todėl jį drąsiai galima naudoti gaminant detales ar ruošinius iš lengvai deformuojamų ar netvirtų metalų. Didelis lazerinio spinduliavimo galios tankis užtikrina aukštą darbo našumą ir kokybišką pjūvio paviršių. Lengvas ir palyginti paprastas lazerio pluošto valdymas leidžia naudoti lazerinį pjovimą pjaustant sudėtingų kontūrų plokščias ar net tūrinis detales ir ruošinius. Trumpai apžvelgtos lazerinio pjovimo ypatybės aiškiai parodo šio proceso privalumus lyginant jį su tradiciniais mechaniniais pjovimo būdais. Dar labiau lazerinio pjovimo privalumai išryškėja mažėjant gaminių gamybos apimtims ar keičiantis gaminiui keliamiems reikalavimams. Kitaip sakant, visus lazerinio pjovimo privalumus galima pajauti tada, kai atsiranda realus lankstaus automatizuoto proceso poreikis. Būtent lankstumas gamyboje lemia lazerinio pjovimo patogumą ir naudingumą. Visame pasaulyje metalų pjaustymui naudojami technologiniai įrenginiai, pagaminti naudojant kietakinius ir dujinis CO₂ lazerius, kurie gali veikti tiek nuolatinio, tiek ir impulsinio periodinio spinduliavimo režimu. Tiesa, palyginus su kitomis pjūvių pjaustymui naudojamomis technologijomis lazerinė įranga yra palyginti brangi. Įvertinus masiškumą, darbo našumą, tikslumą, paprastumą perprogramuojant įrangą vienai ar kitai detalei ir galimybę naudoti tokiose srityse, kur tradicinių metodų naudojimas būtų problemiškas, galima teigti, kad lazerinis pjovimas yra viena iš perspektyvių ir konkurentiškų pramonės rūšių. Lietuvoje jau kuris laikas galima pasinaudoti lazerinio pjovimo galimybėmis. Vieną iš galingiausių lazerinio pjovimo staklių (4,4 KW, pjauna 10 metrų per minutę). Šis prietaisas pritaikytas ne tik lakštinių metalo pjovimui, bet gali daryti išpjovas ir vamzdžiuose. Tiksliai pjauna plieną iki 25 mm, nerūdijantį plieną iki 15 mm. ir aliuminį 5 mm. Staklės gali dirbti su dideliais metalo lakštais, ribinis dydis 3x1,5 metro.

Orinis plazminis metalo pjovimas

Taip pat perspektyvus, paprastas, patikimas, saugus ir ekonomiškai metalų pjovimo būdas yra naudojant orinius plazminius įrenginius. Paprastai orinio plazminio pjovimo įrenginiai taip pat gali pjaustyti bet kokius metalus ar lydinius: plieną, įskaitant ir nerūdijantį, ketų, varį, bronzą, aliuminį, titaną ir kitus, kurių storis siekia nuo 1 iki 100 mm. Vidutinio dydžio plieno lakštas perpjaujamas maždaug per 3 minutes. Be to, orinio plazminio pjovimo aparatus galima naudoti darbu laukuose ar net atšiauriuose klimatinėse sąlygose. Šie įrenginiai, leidžia užtikrinti žemą darbų savikainą ir aukštą darbo našumą, nes juose nenaudojamos dujos.

Taip pat orinio plazminio pjovimo aparatai gali veikti be pertraukos 24 valandas. Jie užtikrina didelį pjovimo greitį ir aukštą pjūvio kokybę. Pjaunamas metalas, kaip ir naudojant lazerinę technologiją, beveik nesideformuoja. Elektros maitinimo schema paprasta ir patikima. Šiuolaikiniai įrenginiai pagaminti taip, kad juos būtų lengva prižiūrėti ir remontuoti, o operatorius yra visiškai apsaugotas nuo elektros išlaidų. Be to, naudojant šio tipo aparatus nereikia specialios kontrolinės matavimų aparatūros, kuria būtų nustatomas pjovimo procesas. Aparatai gali ne tik pjaustyti sudėtingus ar laiptuotus profilius, bet ir vienu metu pjaustyti skirtingų rūšių metalus. Šio tipo aparatai efektyviai naudojami laivuose ir laivų remonto įmonėse, aviacijoje, metalo perdirbimo įmonėse, tildų statybomis ir remonto užsiimančiose įmonėse, juodosios ir spalvotosios metalurgijos įmonėse, mašinų gamyboje ir metalo apdirbimo pramonėje.

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----

1.13.16 Medžiagų pjovimas aukšto spaudimo abrazyvine vandens čiurkšle

Šiuo metu plačiau naudojami šie žinomi metalo lakštų pjovimo būdai:

Mechaninis kirpimas, šampavimas, posegmentinis šampavimas, pjovimas juostiniais pjūklais, pjovimas deguonies/acetileno dujomis, pjovimas plazma, lazeriu, elektroerozinis pjovimas ir pjovimas aukšto spaudimo abrazyvine vandens čiurkšle.

- Mechaninis lakštų kirpimas pats greičiausias ir pigiausias juostų bei tiesinių detalių paruošų gamybos būdas. Ribotas storis, priklausantis nuo įrenginio galingumo, įrankio kokybės. Didelės mechaninės deformacijos ir žymus krašto nuožulnumas;
- Mechaninis šampavimas- geras detalių atkartojamumas, didelė darbo sparta, galimos įvairios konfigūracijos. Dėl brangaus įrangos paruošimo, priimtinas tik daugiau serijiniams gaminiams, nelankstus;
- Posegmentinis šampavimas revolveriniu presu - tai greitaeigis figūrinis iškirtimo būdas storiams iki 6 mm naudojant įvairius keičiamus instrumentus. Gana lankstus, kompiuterinis valdymas. Pakankamai aukšta kaina, reikalingas didelis įrankių asortimentas;
- Pjovimas juostiniais pjūklais- kokybiškas, pakankamai greitas, pigus. Riboti gabaritai, galimi tik tiesūs pjūviai;
- Deguonies/acetileno dujos- rankinis, grubus būdas atidailinti storus sunkius lakštus ar paruošas. Pjauna tik juoduosius metalus, kai degimo temperatūra žemesnė nei lydymosi temperatūra. Labai prasta pjūvio kokybė, reikalingos žymios sąnaudos tolimesniam apdirbimui, dideli medžiagų nuostoliai;
- Plazminis pjaustymas (rankinis arba kompiuterinis) Pjauna tik elektrai laidžias medžiagas, rentabilus iki 20-30 mm storio lakštams. Prasta pjūvio kokybė, didelis šiluminis poveikis metalui;
- Lazerinis - dėl riboto galingumo ir sudėtingo spindulio fokusavimo pjauna ribotą medžiagų storį: plieną iki 25 mm, nerūdijantį plieną iki 12 mm. Didelis pjovimo greitis, siauras pjūvis, visi kompiuterinio valdymo privalumai. Galima pjauti vamzdžius. Labai brangi įranga, turi įtakos paviršiaus blizgumui. Negali pjauti legiruotų plienų. 10. Elektroerozinis pjovimas labai lėtas, bet tikslus pjovimas naudojamas legiruotų plienų pjovimui;
- Vienas naujausių medžiagų pjovimo būdų yra pjovimas aukšto slėgio abrazyvine vandens čiurkšle. Tai universalus būdas pjauti ne tik visus žinomos metalus iki 100-150 mm storio, bet ir kitas plačiai paplitusias medžiagas - granitą, marmurą, stiklą, medį, plastiką, gumą. Nors pati įranga ir jos aptarnavimas pakankamai brangūs, tačiau pjūvio kaina, įvertinus galimą pasiekti pjūvio kokybę, greitį ir galimybes yra prieinama kiekvienam vartotojui.

Apie natūralios gamtos jėgos - vandens - sugebėjimą ardyti kietus paviršius buvo žinoma gana seniai. XX a. pradžioje pradėta plačiau domėtis vandens panaudojimo galimybėmis. Tačiau vandens čiurkšlė, kaip pjovimo įrankis pirmą kartą buvo panaudota 1940 m rudos gamyboje. Dar tuo metu niekas neįtarė kaip ši natūrali gamtos jėga didžiuoju pagrėičiu įsivėrė į skirtingiausių medžiagų apdirbimo pramonės sritis.

JAV kompanija "Flow" pjovimo abrazyvine vandens čiurkšle technologijos bei įrenginių tiekimo lyderis pasaulyje ir buvo viena iš šios technologijos pradininkių. Ši kompanija buvo įkurta septintojo dešimtmečio pradžioje, kaip aukšto spaudimo siurblių gamintoja. Pirmasis pramoninis pjovimo įrenginys, naudojantis vandens čiurkšlę, buvo panaudotas 1971 m vaikiškų vystyklų gamyboje. "Flow" greitai suvokė tokios technologijos poreikį rinkoje ir, apjungę mokslo pasiekimus su aukšta gamybos technologija, rinkai pasiūlė išbaigtus produktus, skirtus įvairiausioms pramonės šakoms nuo maisto produktų gamybos iki aviacinės ir kosminės pramonės.

"Flow" laboratorijoje 1980 m pirmą kartą buvo prapjautas plienas. 1981 m. buvo užpatentuota specializuota vandens abrazyvinė galvutė. Tokiu būdu "Flow" žengė ryžtingą žingsnį apjungdama vandens čiurkšlę su abrazyvine medžiaga ir pasiekė dar didesnę pjovimo jėgą, kuri įgalino pjauti ne tik metalus bet ir stiklą, akmenį kitas sunkiau apdirbamas medžiagas didžiuoju tikslumu ir kas ypač svarbu, nedarydama žalingo poveikio aplinkai.

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----

2001 m. duomenimis visoje Europoje buvo apie 1200 sėkmingai dirbančių pjovimo įrenginių. Iš jų Estijoje- 4 vnt, Latvijoje- 2, Lietuvoje - 2, Suomijoje - 50, Švedijoje - 80, Lenkijoje - 10 vnt.

Tokį žymų abrazyvinės vandens čiurkšlės naudojimo augimą sąlygojo ne tik jau paminėti veiksniai, bet ir kiti privalumai, kuriuos teikia šios technologijos panaudojimas:

Paruošos gabaritai apribotas tik stalo dydžio (galimi įvairūs išpildymai iki 12 m), Pjūvio forma neribojama;

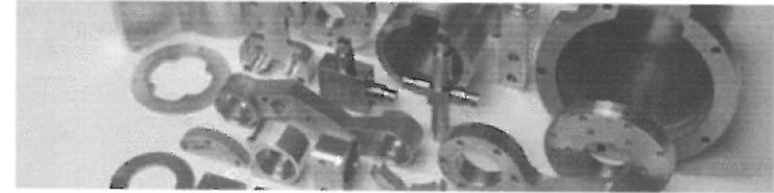
- Vienoda tiesaus ir figūrinio pjūvio kaina;
- Pakankamai greitas paruošos formos paruošimas, koregavimas, tiek vienetiniam tiek serijiniam detalių pjovimui;
- Galima pjauti visų rūšių plienus, įskaitant legiruotus, aliuminį, varį, titaną ir t.t. net iki 200 mm storio;
- Pakankamai aukšta pjūvio kokybė, priklausanti nuo pjovimo greičio, dažnai reikalaujanti tik minimalaus tolimesnio briaunos apdirbimo. Papildomo apdirbimo sąnaudos sumažinamos iki minimumo;
- Minimalus pjūvio plotis (1-1,2 mm) ir detalių lakšte optimalus išdėstymas įgalina maksimaliai sumažinti kartais brangiai kainuojančių medžiagų sąnaudas;
- Puikus išpjautų detalių atsikartojamumas;
- Gana tikslus paruošų pjovimas, ypač aktualu didesnių matmenų gaminių gamyboje, kai reikalingi specifiniai apdirbimo įrenginiai, gali pilnai pakeisti tekimo, gręžimo, frezavimo operacijas;
- Neturi žymaus šiluminio poveikio (medžiaga maksimaliai gali įkaisti iki 60- 70 C) pjaunamos medžiagos briaunos paviršiui ir nekeičia fizinių medžiagos savybių. Todėl pjaunamos net ir jautrios šilumai medžiagos kaip plastikai, legiruoti ar nerūdijantys plienai;
- Pjovimo procesas nedaro jokio pavojingo poveikio aplinkai (išskyrus atvejus, jei pjaunamos medžiagos ar jų atliekos pačios turi tokį poveikį) ir laikomas ekologiškai švari;
- Be akivaizdžių privalumų, kuriuos teikia vartotojui tokios technologijos naudojimas, trūkumai nėra esminiai veiksniai, ribojantys vandens-abrazyvinio pjovimo įrenginių plitimą ir panaudojimą medžiagų apdirbimo srityse;
- Palyginti nemaža pjovimo savikaina, susijusi su dideliu elektros energijos sunaudojimu, pakankamai didelė abrazyvinės medžiagos išėiga, didelėmis įrangos aptarnavimo išlaidomis ir pačios įrangos kaina;
- Pjovimas vykdomas vandens čiurkšle ir arti vandens paviršiaus, todėl įmirkimas praktiškai neišvengiamas;
- Sudėtingas ruošinių tvirtinimas ant stalo ir pakankamai dažnas pagalbinių priemonių poreikis, kas padidina paruošimo išlaidas ir laiką;
- Aukšti reikalavimai vandens ir abrazyvinės medžiagos kokybei.

Trumpai apibendrinant visus pjovimo būdus, jų privalumus ir trūkumus, galima drąsiai teigti, kad pjovimas vandens čiurkšle kitų pjovimo būdų gamoje turi pakankamai stiprias pozicijas, kurias sąlygoja kai kurie pranašumai:

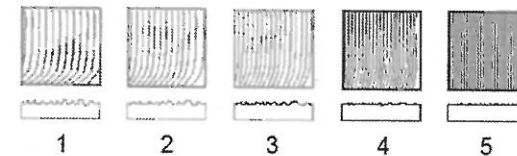
- nesusidaro struktūriniai šiluminiai pjaunamos briaunos pakitimai (kas svarbu pjaunant lengvai besilydiančius, ar jautrius šiluminiams poveikiui lydinčius) kaip pjaunant lazeriu ar plazma;
- Visiškai nežymi atpjautos briaunos užvartas, kas būdinga beveik visiems kitiems būdams;
- Nesunkiai pjauna metalus virš 30 mm storio, kuris kitiems būdams yra ribinis;
- Didėjant lakšto storiui jau nuo 8 mm pjovimo greitis susilygina su lazerio pjovimo greičiu.

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----

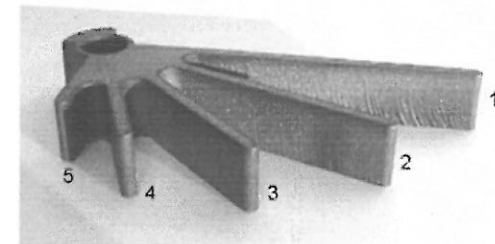
Greitis. Tikslumas. Kokybė.



Pjovimo kokybė. Pjovimo kokybė yra atvirkščiai proporcinga pjovimo greičiui. Tai yra: kuo lėčiau pjaunama, tuo pasiekama geresnė kokybė.

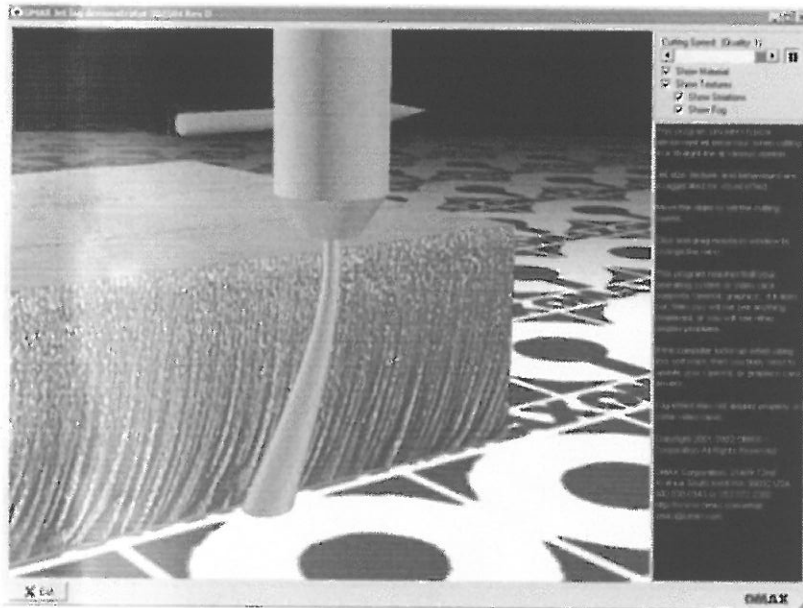


Yra 5 kokybės lygiai, kuriuos galima vaizdžiai įvertinti šiame ir sekančiame paveikslėliuose.



Visoms kojėlėms išpjauti buvo sugaišta vienodi laiko tarpai. Todėl, gerinant kokybės lygį, lėtejo pjovimo greitis.

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----



Šiame paveikslėlyje matome, kaip pjaunant didžiausiu greičiu (taigi, ir mažiausiai pjūvio kainai) storesnėse medžiagose atsiranda tam tikri pjūvio nelygumai. Taip atsiranda dėl tam tikro srovės "vėlavimo" pjūvio metu. Jei reikalinga preciziška pjūvio kokybė, ji pasiekama mažinant pjūvio greitį.

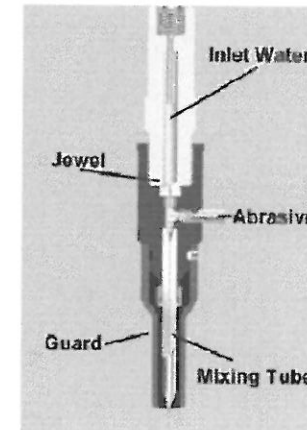
Apie pjovimą aukšto slėgio vandens srove

Pjovimas aukšto slėgio vandens srove yra kompiuterizuota šalto pjovimo technologija, kuria galima apdoroti daugumą medžiagų pagal bet kokią dviejų matmenų brėžinį. Marmuras, granitas, porcelianas, keramika, linoleumas, vinilas ir visi metalai yra lengvai apdorojami aukšto slėgio vandens srove. Šis procesas yra tikslus, nepalieka šlakų, nesukelia terminės deformacijos, neužgrūdina metalo.

Bet koks brėžinys, kurį galima nubraižyti kompiuteriu, gali būti panaudotas pasirinktos medžiagos pjovimui. Naudojantis kitokiomis technologijomis, daugumos medžiagų, tokių kaip akmuo, porcelianas ar nerūdijantis plienas tiesiog neįmanoma išpjauti pagal sudėtingus brėžinius.

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----

Kaip pjaunama aukšto slėgio vandens srove su smėliu?



Pjovimo vandens srovė staklės turi du būtinus komponentus: koordinavimo įrenginį, judinantį pjovimo galvutę x-y-z koordinatėmis virš pjaunamos medžiagos ir aukšto slėgio vandens pompą, kuri generuoja 3500 atmosferų slėgį. Esant tokiam slėgiui, vienas vanduo gali pjauti plastiką, putplastį, medį, gumą ir panašias minkštas medžiagas. Pjovimo galvutė turi purkštuką su 0,5 mm skersmens safyrine arba deimantine anga, pro kurią vanduo prateka du kartus viršydamas garso greitį. Šio purkštuko judesius valdo kompiuteris pagal instrukcijas iš nurodyto brėžinio. Pjaunant kietesnes medžiagas, tokias kaip metalą, akmenį, keramiką ar stiklą, kartu su vandeniu tame pačiame purkštuke maišomas specialus abrazyvas (smėlis). Gaunama abrazyvinė vandens srovė, turinti stipresnę erozinę poveikį, bet neveikianti nei slėgiu, nei karščiu pjaunamų medžiagų.

Pjovimas vandens srove yra persilaužimas gamybos metoduose industriniame ir architektūriniame pritaikyme. Priklausomai nuo medžiagos storio ir pjūvio sudėtingumo, šis metodas yra pastebimai pigesnis, lyginant su tradiciniais pjovimo būdais. Pjovimas aukšto slėgio abrazyvine vandens srove turi žymų pranašumą prieš pjovimą plazma, dujomis, lazeriu. Tai taip pat gali būti alternatyva liejimui bet pjauti medžiagas, kurios, naudojant tradicinius pjovimo būdus, buvo laikomos neapdorojamomis.

Šio proceso pranašumas prieš tradicinius pjovimo būdus neapsiriboja pigumu ir greičiu: jis leidžia pjauti pagal sudėtingus brėžinius, sudėtingus elementus, tokius, kaip vidiniai kampai, grioveliai, architektūriniai ar meniniai darbai. Pjaunama ne tik greitai bei lengvai, bet ir dideliu tikslumu. Kadangi pjovimo procesas valdomas kompiuteriui vadovaujantis CAD brėžiniais, tai siūlo idealaus kartojimo galimybę, kas kituose pjovimo metoduose negali būti pasiūlyta. Tai idealu pjaunant kompozitines medžiagas ar plastiką, kurie netoleruoja karščio, mechaninio pažeidimo ar esant sunkiam priėjimui prie pjaunamo paviršiaus.

Aplinkos tausojimas

Pjovimas aukšto slėgio vandens srove yra visiškai nekenksmingas aplinkai. Šio procesas yra švarus, jo metu nesukuriama dulkių, drožlių, skeveldrų ar cheminio oro teršimo. Taip pat nėra naudojami jokie pjovimo tepalai ar emulsijos: tik paprastas vanduo, smėlis ir elektros energija.

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----

LST EN ISO 9692-1:2003

Suvirinimas ir panašūs procesai. Jungčių paruošimo rekomendacijos. 1 dalis. Plienų rankinis lankinis suvirinimas, lankinis suvirinimas lydinio elektrodų apsauginėse dujose, dujinis suvirinimas, TIG suvirinimas ir pluoštinis suvirinimas (ISO 9692-1:2003)

Introduction

This part of ISO 9692 defines the parameters characterizing the joint preparation and the collection of frequently recurring values and shapes.

The recommendations given in this part of ISO 9692 have been compiled on the basis of experience and contain dimensions for types of joint preparation that are generally found to lead to suitable welding conditions. However, the extended field of application makes it necessary to give a range of dimensions. The dimension ranges specified represent design limits and are not tolerances for manufacturing purposes. Manufacturing limits depend, for instance, on welding process, parent metal, welding position, quality level, etc. Because of the common character of this part of ISO 9692, the examples given cannot be regarded as the only solution for the selection of a joint type.

Specific fields of application and manufacturing requirements (e.g. pipeline construction) may be covered by selected ranges specified in other standards adapted from this basic part of ISO 9692.

Request for an official interpretation of technical aspects of this part of ISO 9692 should be directed to the relevant secretariat of ISO/TC 44/SC 7 via the user's national standardization body; a listing of these bodies can be found at www.iso.org.

Welding and allied processes — Recommendations for joint preparation —

Part 1: Manual metal-arc welding, gas-shielded metal-arc welding, gas welding, TIG welding and beam welding of steels

1 Scope

This part of ISO 9692 specifies types of joint preparation for metal-arc welding with covered electrode, gas-shielded metal-arc welding, gas welding, TIG welding and beam welding of steel (see Clauses 3 and 4).

It applies to joint preparation for full penetration butt welds and for fillet welds. For partial penetration butt welds, types of joint preparation and dimensions differing from those specified in this part of ISO 9692 may be stipulated.

The root gaps referred to in this part of ISO 9692 are those gaps presented after tack welding, if used.

Consideration should be given to altering the joint preparation details (where appropriate) to facilitate temporary backing, "one-sided welding", etc.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----

ISO 2553:1992, *Welded, brazed and soldered joints — Symbolic representation on drawings*

ISO 4063, *Welding and allied processes — Nomenclature of processes and reference numbers*

ISO 6947, *Welds — Working positions — Definitions of angles of slope and rotation*

3 Materials

Joint preparations recommended in this part of ISO 9692 are suitable for all kinds of steel.

4 Welding processes

Joint preparations recommended in this part of ISO 9692 are suitable for welding carried out in accordance with the following processes as specified in Tables 1 to 4; combinations of different processes are possible.

(3) gas welding; oxyfuel gas welding;

(111) manual metal arc welding (metal arc welding with covered electrode); shielded metal arc welding;

(13) gas-shielded metal arc welding; gas metal arc welding includes:

(131) metal inert gas welding; MIG welding; gas metal arc welding;

(135) metal active gas welding; MAG welding; gas metal arc welding;

(136) tubular cored metal arc welding with active gas shield; flux cored arc welding;

(137) tubular cored metal arc welding with inert gas shield; flux cored arc welding;

(141) tungsten inert gas welding; TIG welding; gas tungsten arc welding;

(5) beam welding;

(51) electron beam welding;

(512) electron beam welding in atmosphere;

(52) laser welding; laser beam welding.

NOTE The numbers in parentheses refer to the reference number of the welding process specified in ISO 4063.

5 Finish

The longitudinal edges of the root face should be de-burred and may be chamfered (up to 2 mm).

6 Type of joint preparation

The recommended types of joint preparation and dimensions are specified in Tables 1 to 4.

Table 1—Joint preparations for butt welds, welded from one side

Ref. No.	Material thickness	Type of preparation	Symbol (in accordance with ISO 2553)	Cross-section	Dimensions				Recommended welding process (reference number in accordance with ISO 4063)	Weld illustration	Remarks
					Angle ^a	Gap ^b	Thickness of root face	Depth of preparation			
					α, β	b	c	d			
1.1	$t \leq 2$	rolled edges			—	—	—	—	3 111 141 542		Usually without filler metal
1.2.1	$t \leq 4$	Square preparation			—	$b = t$	—	—	3 111 141		Where indicated with backing strip
1.2.2	$3 < t \leq 6$								54		
	$t > 6$								54 141 52		

Table 1 (continued)

Ref. No.	Material thickness	Type of preparation	Symbol (in accordance with ISO 2553)	Cross-section	Dimensions				Recommended welding process (reference number in accordance with ISO 4063)	Weld illustration	Remarks
					Angle ^a	Gap ^b	Thickness of root face	Depth of preparation			
					α, β	b	c	d			
1.2.3	$t \leq 10$	Square preparation with backing			—	—	—	—	31		—
1.2.4		Square preparation with centering lip									
1.3	$3 < t \leq 10$	Single-V preparation			$40^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$	≤ 4	≤ 2	—	3 111 141		Where indicated with backing strip
	$t > 12$								52		
1.4	$t > 10$	Double-flaked single-V preparation			$40^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$	$b \leq 4$ $c \leq 10$	—	—	111 52		With backing strip

Table 1 (continued)

Ref. No.	Material thickness t mm	Type of preparation	Symbol (in accordance with ISO 2553)	Cross-section	Dimensions				Recommended welding process (reference number in accordance with ISO 4063)	Weld illustration	Remarks
					Angle ^a α, β	Gap ^b b mm	Thickness of root face r mm	Depth of preparation s mm			
1.5	$5 \leq t \leq 40$	Single-V preparation with bevel root face	Y		$\alpha = 60^\circ$	$1 \leq b \leq 6$	$2 \leq r \leq 4$	—	111 13 141		—
1.6	> 12	Single-U preparation with V root	U		$60^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ $8^\circ \leq \beta \leq 12^\circ$	$1 \leq b \leq 2$	—	≈ 4	111 13 141		$5 \leq t \leq 9$
1.7	> 12	Single-V preparation with V root	V		$60^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ $10^\circ \leq \beta \leq 12^\circ$	$2 \leq b \leq 4$	≥ 2	—	111 13 141		—

Table 1 (continued)

Ref. No.	Material thickness t mm	Type of preparation	Symbol (in accordance with ISO 2553)	Cross-section	Dimensions				Recommended welding process (reference number in accordance with ISO 4063)	Weld illustration	Remarks
					Angle ^a α, β	Gap ^b b mm	Thickness of root face r mm	Depth of preparation s mm			
1.6	> 12	Single-U preparation	U		$8^\circ \leq \alpha \leq 12^\circ$	≤ 4	≤ 3	—	111 13 141		—
1.3.1	$5 \leq t \leq 10$	Single-bevel preparation	V		$30^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$	$2 \leq b \leq 4$	$1 \leq r \leq 2$	—	111 13 141		—
1.9.2											—

Table 1 (continued)

Ref. No.	Material thickness s	Type of preparation	Symbol (in accordance with ISO 2553)	Cross-section	Dimensions				Recommended welding process (reference in accordance with ISO 4063)	Weld illustration	Remarks
					Angle ^a	Gap ^b	Thickness of root face	Depth of preparation			
					α, β	b mm	c mm	h mm			
1.10	> 16	Single bevel preparation	L		$15^\circ < \alpha, \beta < 60^\circ$	$6 \leq b \leq 12$	—	—	111		Welding strip
						≤ 12			13 141		
1.11	> 16	Single U preparation	Y		$10^\circ < \alpha, \beta < 30^\circ$	$2 \leq b \leq 4$	$1 \leq c \leq 2$	—	111 13 141		—
						—			—		
1.12	≤ 16 ≤ 100	Groove preparation	—		—	—	—	—	52		—
									51		

1.13

Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai

IIVE

Table 1 (continued)

Ref. No.	Material thickness	Type of preparation	Symbol (in accordance with ISO 2553)	Cross-section	Dimensions			Depth of preparation	Recommended welding process (reference in accordance with ISO 4063)	Weld illustration	Remarks
					Angle ^a	Gap ^b	Thickness of root face				
					α, β	b mm	c mm	h mm			
1.13	≤ 16 ≤ 100	Square preparation	—		—	—	—	—	52 51		—
									—		

^a Angles are also larger and/or asymmetric for welding in position PC according to ISO 15647 (vertical position).

^b Dimensions given apply to the beveled condition.

^c The indication of the working process does not mean that it is applicable for the whole range of workpiece thicknesses.

^d With filler metal.

^e Symbol and number not yet standardized in ISO 2553, 1992.

Table 2 — Joint preparation for butt welds, welded from both sides

Ref. No.	Material thickness	Type of preparation	Symbol (in accordance with ISO 2553)	Cross-section	Angle ^a	Gap ^b	Thickness of root face	Depth of preparation	Recommended welding process (reference number in accordance with ISO 4063)	Weld illustration	Remarks
	t mm				α, β	b mm	c mm	h mm			
2.1	≤ 6 ≤ 15	Square preparation			$\alpha = 90^\circ$	$\frac{t}{2}$	—	—	111 141		—
						$\frac{t}{2}$	—	—	13		
						0	—	—	13		
2.2	$3 \leq t \leq 40$	Single-V preparation			$\alpha = 60^\circ$ $40^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$	≤ 3	≤ 2	—	111 141		Sealing run is excluded
						—	—	—	13		
2.3	> 50	Single-V preparation with bevel root face			$\alpha = 60^\circ$ $40^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$	$1 \leq b \leq 3$	$2 \leq c \leq 4$	—	111 141		In special cases, also applicable for smaller root face thickness and welding process 3, flowing run is excluded.
						—	—	—	13		

Table 2 (continued)

Ref. No.	Material thickness	Type of preparation	Symbol (in accordance with ISO 2553)	Cross-section	Angle ^a	Gap ^b	Thickness of root face	Depth of preparation	Recommended welding process (reference number in accordance with ISO 4063)	Weld illustration	Remarks
	t mm				α, β	b mm	c mm	h mm			
2.4	> 10	Double-V preparation with bevel root face			$\alpha = 60^\circ$ $40^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$	$1 \leq b \leq 4$	$2 \leq c \leq 6$	$\frac{t}{2} \leq h \leq \frac{t}{3}$	111 141		—
						—	—	—	13		
2.5.1	> 10	Double-V preparation			$\alpha = 60^\circ$ $40^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$	$1 \leq b \leq 3$	≤ 2	$\frac{t}{2}$	111 141		—
						—	—	—	13		
2.5.2	> 10	Asymmetrical double-V preparation			$\alpha_1 \approx 60^\circ$ $\alpha_2 \approx 90^\circ$ $60^\circ \leq \alpha_1 \leq 80^\circ$ $40^\circ \leq \alpha_2 \leq 60^\circ$	$1 \leq b \leq 3$	≤ 2	$\frac{t}{3}$	111 141		—
						—	—	—	13		

Table 2 (continued)

Ref. No.	Material thickness	Type of preparation	Symbol (in accordance with ISO 2553)	Cross-section	Dimensions			Recommended welding process (reference number in accordance with ISO 4063)	Weld illustration	Remarks
					Angle ^a	Gap ^b	Thickness of root face			
					α, β	b mm	c mm	A mm		
2.6	< 12	Single V preparation			$8^\circ < \beta \leq 12^\circ$	$1 < A \leq 3$	≤ 5	≤ 5	111 13 141 ^c	Sealing run is indicated
2.7	< 30	Double V preparation			$8^\circ < \beta \leq 12^\circ$	≤ 5	≤ 3	$\frac{t}{2} \leq A \leq \frac{t}{3}$	111 13 141 ^c	This type of joint preparation can also be prepared asymmetrically in a similar manner to the asymmetric double V preparation
2.8	$3 < t \leq 10$	Single bevel preparation			$30^\circ < \beta \leq 60^\circ$	$1 < A \leq 4$	≤ 2	—	111 13 141 ^c	Sealing run is indicated

Table 2 (continued)

Ref. No.	Material thickness	Type of preparation	Symbol (in accordance with ISO 2553)	Cross-section	Dimensions			Recommended welding process (reference number in accordance with ISO 4063)	Weld illustration	Remarks
					Angle ^a	Gap ^b	Thickness of root face			
					α, β	b mm	c mm	A mm		
2.9.1	> 10	Double bevel preparation			$30^\circ < \beta \leq 60^\circ$	$1 < A \leq 4$	≤ 2	$\frac{t}{2}$ or $\frac{t}{3}$	111 13 141 ^c	This type of joint preparation can also be prepared asymmetrically in a similar manner to the asymmetric double bevel preparation
2.10	> 10	Single bevel preparation			$10^\circ < \beta \leq 20^\circ$	$1 < A \leq 3$	≤ 2	—	111 13 141 ^c	Sealing run is indicated

Table 2 (continued)

Ref. No.	Material thickness t mm	Type of preparation	Symbol (in accordance with ISO 2553)	Cross-section	Angle ^a α, β	Dimensions			Recommended welding process (reference number in accordance with ISO 4063)
						Gap ^b h mm	Thickness of root face c mm	Depth of preparation b mm	
2.11	> 30	Double-J preparation			$10^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$	≈ 3	≥ 2	$\approx \frac{t-c}{2}$	111 13 141 ^c
							< 2	$\approx \frac{t}{2}$	
2.12	≤ 25	Square preparation	_d		—	—	—	—	52
	≤ 170								51

^a Angles are also larger and/or asymmetric for welding in position PC according to ISO 6347 (horizontal position).

^b Dimensions given apply to the tacked condition.

^c The indication of the welding process does not mean that it is applicable for the whole range of workpiece thicknesses.

^d Symbol and number not standardized in ISO 2553:1992.

1.13

Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai

IWE

Table 3 — Joint preparations for fillet welds, welded from one side

Ref. No.	Material thickness t mm	Type of preparation	Symbol (in accordance with ISO 2553)	Cross-section	Dimensions		Recommended welding process ^a (reference number in accordance with ISO 4063)	Weld illustration
					Angle α, β	Gap h mm		
3.1.1	$t_1 > 2$ $t_2 > 2$	Square preparation			$70^\circ \leq \alpha \leq 100^\circ$	≤ 2	3 111 13 141	
3.1.2	$t_1 > 2$ $t_2 > 2$	Square preparation			—	≤ 2	3 111 13 141	
3.1.3	$t_1 > 2$ $t_2 > 2$	Square preparation			$50^\circ \leq \alpha \leq 120^\circ$	≤ 2	3 111 13 141	

^a The indication of the welding process does not mean that it is applicable for the whole range of workpiece thicknesses.

^b Symbol is only applicable for $\alpha = 90^\circ$.

Table 4 — Joint preparations for fillet welds, welded from both sides

Ref. No.	Work-piece thickness t mm	Type of preparation	Symbol (in accordance with ISO 2553)	Cross-section	Dimensions		Recommended welding process ^a (reference number in accordance with ISO 4063)	Weld illustration
					Angle α, β	Gap b mm		
4.1.1	$t_1 > 3$ $t_2 > 3$	Square preparation			$70^\circ < \alpha < 100^\circ$	≤ 2	3 111 13 141	
					$60^\circ < \alpha < 120^\circ$	—	3 111 13 141	
4.1.3	$t_1 \leq 4$ $t_2 \leq 4$	Square preparation			—	—	3 111 13 141	
							3 111 13 141	

^a The indication of the welding process does not mean that it is applicable for the whole range of workpiece thicknesses.
^b Symbol is only applicable for $\alpha = 90^\circ$.

LST EN ISO 9013:2003 2003.07.02 Terminis pjevimas. Terminų pjūvių klasifikavimas. Geometrinis gaminio aprašas ir pjūvio kokybės leidžiamosios nuokrypos (ISO 9013:2002)

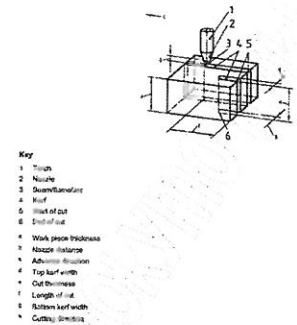


Figure 1 — Terms related to the cutting process of the work piece

3.2.2 Terms on the finished work piece

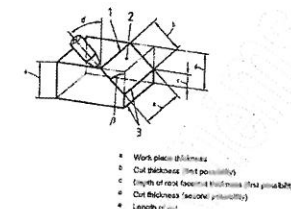
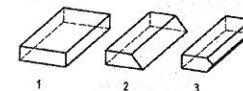


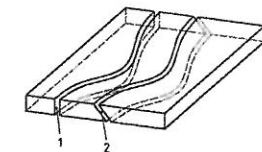
Figure 2 — Terms on the finished work piece

3.2.3 Cutting types



Key
1 Vertical cut
2 Bevel cut

Figure 3 — Straight cut



Key
1 Vertical cut
2 Bevel cut

Figure 4 — Contour cut

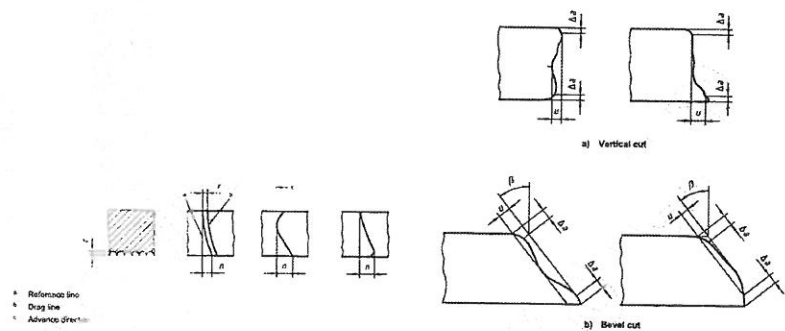


Figure 5 — Drag line

Figure 6 — Perpendicularity and angularity tolerances

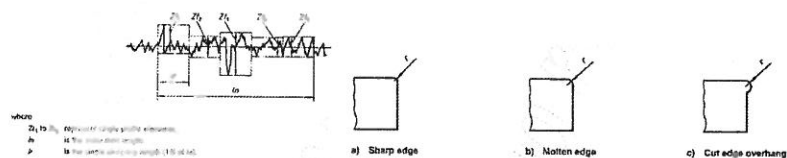


Figure 7 — Mean height of the profile

Figure 8 — Melting

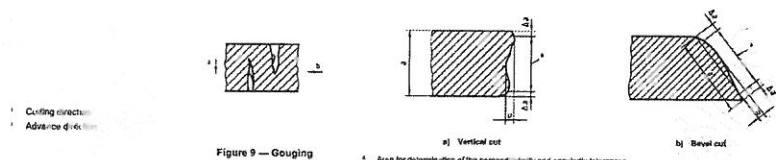
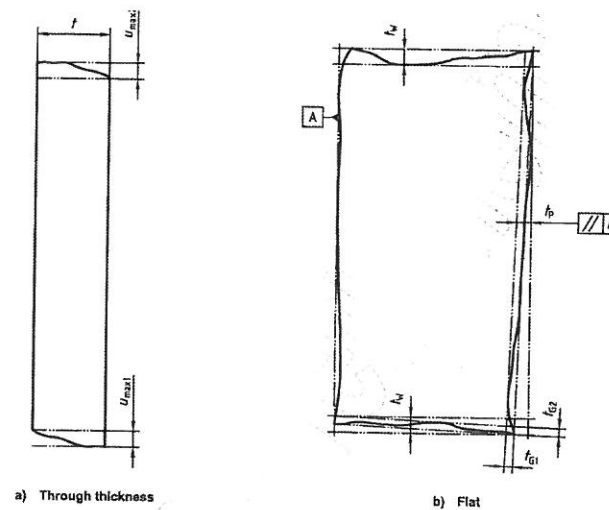


Figure 9 — Gouging

Figure 11 — Definition of the measuring range for perpendicularity and angularity tolerances



where

- u is the perpendicularity tolerance (see 14.8 of ISO 1101:1983) in cutting direction;
- t_W is the perpendicularity tolerance (see 14.8 of ISO 1101:1983) for cut width referred to A;
- t_P is the parallelism tolerance (see 14.7 of ISO 1101:1983) for cut width referred to A on sheet level;
- t_{G1} is the straightness tolerance (see 14.1 of ISO 1101:1983) for cut length;
- t_{G2} is the straightness tolerance (see 14.1 of ISO 1101:1983) for cut width.

Figure 10 — Form and location tolerances shown by the example of a sheet plate

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----

Literatūros sąrašas

- LST 1627:2000 2000.12.01 Dujinio suvirinimo įrenginiai. Pramonėje naudojami liepsniniai degikliai rankiniams ir mašininiams kaitinimui bei panašioms procesams (CR 13259:1998)
- LST EN 1256:2000 2000.12.01 Dujinio suvirinimo įrenginiai. Techniniai reikalavimai suvirinimo, pjovimo ir panašių procesų įrenginių žarnų jungtims
- LST EN 1256:2006 2006.05.31 Dujinio suvirinimo įrenginiai. Techniniai reikalavimai, kečiami suvirinimo, pjaustymo ir panašių procesų įrenginių žarnų sąrankoms
- LST EN 12584:2001 2001.11.05 Deguoninio liepsninio, lazerinio ir plazminio pjovimo defektai. Terminija
- LST EN 1326:2000 2000.12.01 Dujinio suvirinimo įrenginiai. Nedideli aukštatemperatūrio litavimo ir suvirinimo komplektai
- LST EN 1327:2000 2000.03.02 Dujinio suvirinimo įrenginiai. Termoplastikinės suvirinimo ir panašių procesų žarnos
- LST EN 13622:2004 2004.09.24 Dujinio suvirinimo įrenginiai. Terminija. Dujinio suvirinimo įrenginių terminai
- LST EN 13918:2004 2004.05.25 Dujinio suvirinimo įrenginiai. Suvirinimo, pjovimo ir panašių procesų balionuose naudojami integruoti debitmačio reguliatoriai. Klasifikavimas, techniniai reikalavimai ir bandymai
- LST EN 26848:2000 2000.12.01 Lankinio suvirinimo apsauginėse dujose ir plazminio pjovimo bei suvirinimo volframo elektrodai. Kodifikacija (ISO 6848:1984)
- LST EN 28206:2000 2000.12.01 Priimamieji deguoninių pjovimo mašinų bandymai. Atgaminimo tikslumas. Eksploatacinės charakteristikos (ISO 8206:1991)
- LST EN 29090:2000 2000.12.01 Dujinio suvirinimo ir panašių procesų įrenginių sandarumas dujoms (ISO 9090:1989)
- LST EN 29539:2000 2000.12.01 Dujinio suvirinimo, pjovimo ir panašių procesų įrenginių medžiagos (ISO 9539:1988)
- LST EN 559:2000 2000.03.02 Dujinio suvirinimo įrenginiai. Guminės suvirinimo, pjovimo ir panašių procesų žarnos
- LST EN 559:2003 2003.09.01 Dujinio suvirinimo įrenginiai. Guminės suvirinimo, pjovimo ir panašių procesų žarnos 2005.08.17
- LST EN 560:2000 2000.12.01 Dujinio suvirinimo įrenginiai. Suvirinimo, pjovimo ir panašių procesų įrenginių žarnų jungtys
- LST EN 560:2005 2005.08.17 Dujinio suvirinimo įrenginiai. Suvirinimo, pjaustymo ir panašių procesų įrenginių žarnų jungtys 2003.02.03
- LST EN 561:2000 2000.12.01 Dujinio suvirinimo įrenginiai. Suvirinimo, pjovimo ir panašių procesų įrenginių spartaus jungimo jungtis su uždoriu
- LST EN 561:2003 2003.02.03 Dujinio suvirinimo įrenginiai. Suvirinimo, pjovimo ir panašių procesų įrenginių spartaus jungimo jungtis su uždarymo vožtuvu 2003.10.01
- LST EN 562:2000 2000.12.01 Dujinio suvirinimo įrenginiai. Suvirinimui, pjovimui ir panašioms procesams naudojami manometrai
- LST EN 562:2003 2003.10.01 Dujinio suvirinimo įrenginiai. Suvirinimui, pjovimui ir panašioms procesams naudojami manometrai
- LST EN 730:2000 2000.12.01 Dujinio suvirinimo įrenginiai. Dujinio suvirinimo, pjovimo ir panašių procesų įrenginiai, saugos įtaisai degiosioms dujoms ir deguoniui arba suslėgtam orui. Bendrosios techninės charakteristikos, reikalavimai ir bandymai
- LST EN 730-1:2003 2003.07.02 Dujinio suvirinimo įrenginiai. Saugos įtaisai. 1 dalis. Įmontuotasis liepsnos (atbulinės liepsnos) uždoris

1.13	Pjovimas ir kiti briaunų paruošimo būdai	IWE
------	--	-----

- LST EN 730-2:2003 2003.07.02 Dujinio suvirinimo įrenginiai. Saugos įtaisai. 2 dalis. Neįmontuotasis liepsnos (atbulinės liepsnos) uždoris
- LST EN 731:2000 2000.12.01 Dujinio suvirinimo įrenginiai. Rankiniai siurbiantys orą degikliai. Techniniai reikalavimai ir bandymai
- LST EN 874:2000 2000.12.01 Dujinio suvirinimo įrenginiai. Cilindrinio korpuso dujų deguonies pjovikliai (deguoninio pjovimo įrenginiams). Konstrukcija, techninės charakteristikos, bandymo metodai
- LST EN 961:2000 2000.12.01 Dujinio suvirinimo įrenginiai. Centrinis iki 200 barų slėgio reduktorius, naudojamas suvirinimui, pjovimui ir panašioms procesams
- LST EN ISO 14113:2000 2000.12.01 Dujinio suvirinimo įrenginiai. Gumos ir plastiko žarnos suslėgtoms arba suskystintoms dujoms iki didžiausio projektinio 450 barų slėgio (ISO 14113:1997)
- LST EN ISO 14114:2000 2000.12.01 Dujinio suvirinimo įrenginiai. Suvirinimo, pjovimo ir panašių procesų acetileno paskirstymo sistemos. Bendrieji reikalavimai (ISO 14114:1999)
- LST EN ISO 6848:2005 2005.02.12 Lankinis suvirinimas ir pjovimas. Nelydieji volframo elektrodai. Klasifikavimas (ISO 6848:2004)
- LST EN ISO 7287:2000 2000.12.01 Grafiniai terminio pjovimo įrenginių simboliai (ISO 7287:1992)
- LST EN ISO 7287:2003 2003.02.03 Grafiniai terminio pjovimo įrenginių simboliai (ISO 7287:2002)
- LST EN ISO 9013:2000 2000.12.01 Suvirinimas ir panašūs procesai. Terminiškai pjautų (dujų deguonies liepsna) paviršių kokybės klasifikavimas ir matmenų tolerancijos (ISO 9013:1992)
- LST EN ISO 9013:2003 2003.07.02 Terminis pjovimas. Terminų pjūvių klasifikavimas. Geometrinis gaminio aprašas ir pjūvio kokybės leidžiamosios nuokrypos (ISO 9013:2002)
- LST EN ISO 9013:2003/A1:2004 2004.03.29 Terminis pjovimas. Terminų pjūvių klasifikavimas. Geometrinis gaminio aprašas ir pjūvio kokybės leidžiamosios nuokrypos (ISO 9013:2002)
- LST EN ISO 9692-1:2004 Suvirinimas ir panašūs procesai. Jungčių paruošimo rekomendacijos. 1 dalis. Plienų rankinis lankinis suvirinimas, lankinis suvirinimas lydžiuoju elektrodu apsauginėse dujose, dujinis suvirinimas, TIG suvirinimas ir pluoštinis suvirinimas (ISO 9692-1:2003)
- LST EN ISO 9692-2:2000 2000.12.01 Suvirinimas ir panašūs procesai. Jungčių paruošimas. 2 dalis. Plienų lankinis suvirinimas po flisu (ISO 9692-2:1998)
- LST EN ISO 9692-2+AC:2001 2002.01.03 Suvirinimas ir panašūs procesai. Jungčių paruošimas. 2 dalis. Plienų lankinis suvirinimas po flisu (ISO 9692-2:1998)
- LST EN ISO 9692-3:2002 Suvirinimas ir panašūs procesai. Jungčių paruošimo rekomendacijos. 3 dalis. Aliuminio ir jo lydinių lankinis suvirinimas lydžiuoju elektrodu ir volframo elektrodais inertinėse dujose (ISO 9692-3:2000)
- LST EN ISO 9692-3:2003/A1:2004 Suvirinimas ir panašūs procesai. Jungčių paruošimo rekomendacijos. 3 dalis. Aliuminio ir jo lydinių lankinis suvirinimas lydžiuoju ir volframo elektrodais inertinėse dujose
- LST EN ISO 17652-3:2003. Suvirinimas. Pirminių gruntų įtakos suvirinimui ir panašioms procesams bandymas. 3 dalis. Terminis pjovimas (ISO 17652-3:2003)