

MIG/MAG



IÐAN
fræðslusetur

2007

Formáli

Fræðslumiðstöð málmíðnaðarins stóð að útgáfu fjögurra kennslubóka í málmsuðu; Pinnasuða, MIG/MAG-suða, TIG-suða og Logsuða. Bækurnar voru þýddar úr sænsku með samningi við Lernia AB. IÐAN fræðslusetur tók við starfsemi Fræðslumiðstöðvar málmíðnaðarins á miðju ári 2006 og þar með útgáfurétti málmsuðubókanna.

Námsefnið er sniðið að kröfum European Welding Federation (EWF) sem eru Evrópusamtök um fagleg málefni málmsuðu, málmsturð og plastsuðu. Árið 2004 rann EWF saman við International Institute for Welding (IIW) sem sameiginlega mynda alþjóðleg samtök.

Fræðslumiðstöð málmíðnaðarins kostaði þýðingu og umbrot bókanna með styrk Starfsmenntaráðs.

Gylfi Einarsson

IÐAN Málm- og véltækni svið.

© Lernia

© IÐAN fræðslusetur 2007

Afritun, dreifing og notkun þessarar bókar er óheimil án skriflegs leyfis

IÐUNNAR fræðsluseturs ehf.



Efnisyfirlit

Efnisyfirlit	Bls. 3
Til nemandans	5
EWF-kerfið	7
Talnalykill að EWF-kerfinu	8
Til leiðbeinandans	9
M 1.1 Verklegar æfingar. Áfangi M 1.....	11
M 1.2.1 Undirstöðuatriði rafmagns.....	24
M 1.2.2 Notkun rafmagns við málmsuðu	27
M 1.2.3 Suðubúnaður.....	34
M 1.2.4 Heilsa og öryggi	38
M 2.1 Verklegar æfingar. Áfangi M 2.....	43
M 2.2.1 Suðupráður.....	49
M 2.2.2 Framkvæmd suðunnar	54
M 2.2.3 Meðhöndlun og undirbúningur stálplatna fyrir suðu	60
M 2.2.4 Örugg vinnubrögð á verkstæðinu	67
M 3.1 Verklegar æfingar. Áfangi M 3.....	73
M 3.2.1 Suðupróf	83
M 3.2.2 Framleiðslutækni: Plötur og stangaefni úr stáli	95
M 3.2.3 Suðuskeyti á plötum	101
M 3.2.4 Grunnur að málmfræði stáls.....	114
M 3.2.5 Suðuhæfni stáls	121
M 4.1 Verklegar æfingar. Áfangi M 4.....	129
M 4.2.1 Samdráttur, spenna og formbreytingar	135
M 4.2.2 Stjórnun formbreytinga	139
M 4.2.3 Suðugallar	146
M 4.2.4 Búnaður fyrir MIG/MAG – suðu. Uppbygging og viðhald	153
M 4.2.5 Yfirlit yfir málmsuðuaðferðir.....	163
M 4.2.6 Örugg vinnubrögð á byggingarstað.....	168
M 5.1 Verklegar æfingar. Áfangi M 5.....	173
M 5.2.1 Framleiðsla stálröra.....	179
M 5.2.2 Suðuskeyti röra.....	187
M 5.2.3 Yfirlit yfir suðuaðferðir	194
M 5.2.4 Gerð suðuferilslýsinga	198
M 5.2.5 Eftirlit og prófun.....	207
M 6.1 Verklegar æfingar. M 6.1	215
M 6.2.1 Evrópustaðlar fyrir MIG/MAG - suðu	220
M 6.2.2 Gæðastýring við suðu	224
M 6.2.3 Efni, önnur en kolefnisblandað stál (CMn)	227
M 6.2.4 Upprifjun. Suðugallar	244
M 6.2.5 Fræðslukerfi EWF	247



Til nemandans

Hvers vegna að læra nýtt?

Tækniþróun nútímans krefst þess að fólk sé stöðugt að læra eitthvað nýtt. Fyrir bara 50 árum síðan gat fagnám, og atvinna tengd því, dugað ævina á enda. En svo er það ekki lengur. Í dag talar maður um ævilanga menntun.

Margar ástæður geta verið til að læra eitthvað. Sumt lærum við af áhuga; Hvernig nýi geislaspilarinn eða videotækið virka, hvaða skoðanir nýja/nýi kærastan/kærastinn hafa o s. frv. Slíkar þælingar eru hreinlega ánægjulegar og krefjast enngar námstækni.

Annað lærum við af illri nauðsyn. Bóklegt nám til bÍl-prófs er dæmi um slíkt. Býsna strembið, en flest viljum við hafa bÍlpróf og þá hefur maður hvatninguna.

Suðuvinnan breytist stöðugt. Nýjar aðferðir, ný efni, nýjar vélar og nýir staðlar. Fagið er í stöðugri þróun.

Áður en maður kemst inn í hinn fjölbreytta heim suðuvinnunar verður maður að læra grunnþættina. Án grunnsins verður erfðara að fínþússa kunn-áttuna.

Kannski lest þú þetta sem byrjandi sem ætlar að læra nýtt fag alveg frá grunni. Eða að þú ert suðumaður sem vilt taka eitt eða fleiri skref uppávið í suðukunnáttunni.

Verklegt og bóklegt

Til að mæta hinum miklu gæðakröfum nútímans er mikilvægt að hafa yfir að ráða bæði verklegri og bóklegri kunnáttu.

Námsefni þetta gerir ráð fyrir að þú framkvæmir vissan fjölda verklegra suðuæfinga. Inn á milli tekur þú bókleg fræði. Þegar þú ert tilbúinn, færð þú að taka bæði verkleg og fræðileg próf undir eftirliti kennara þíns. Saman metið þið síðan niðurstöð-urnar.

Þegar um er að ræða að ná gráðunum „kverksuðumaður“, „plötusuðumaður“ eða „rörsuðumaður“ á óháður eftirlitsmaður að vera viðstaddur próftökuna.

Námstækni

Að LÆRA er að hamra á einhverju þar til það situr fast þ.e.a.s. þar til kunnáttan situr í höndunum án þess að

maður þurfi að hugsa um hverja hreyfingu. Það krefst æfingar.

Æfingin þarf að gerast með forvitni og opnum hug, annars verður það bara leiðigjörn endurtekning. Leiðbeinandinn/kennarinn gegnir mikilvægu hlutverki við að sýna hvernig á að framkvæma æfingar og hvetja þig áfram, en stærsta ábyrgðin hvílir á þér sjálfum! Hér þarf áhuga, þolinmæði og hæfileiki til sjálfsmats.

Að læra að sjóða og ná góðum árangri þarf æfingu, æfingu og aftur æfingu.

Ein leið til sjálfsmats er að skipta suðuæfingunum í stig. Að gera hverja æfingu aftur og aftur. Að sjóða á ólíkan hátt og bera saman árangurinn. Fljótlega finnur þú réttu aðferðina og getur gert næstu æfingu. Biddu leiðbeinandann að staðfesta niðurstöðuna svo hún verði rétt.



Suða er nákvæmnisvinna.

Hugsaðu hvernig þú vinnur

Því getur verið erfitt að trúá að suða sé nákvæmnisvinna þegar komið er inn á verkstæði þar sem er gróft stangaefni og stórar plötur, sleggjur og hlaupakettir.

Hver suðustrengur er nákvæmnisverk þar sem minnstu mistök geta valdið miklum kostnaði og jafn-vel stórslysi. Ólíkt t.d. fræsivinnu eða stjórnun suðu-vélmenna framkvæmir suðumaðurinn nákvæmnisvinnu sína með höndunum og oft við erfiðar aðstæður.

Því er það einnig mikilvægt að læra að vinna líkamlega rétt. Suðuvinna er oftast kyrrstöðuvinna. Það tekur sinn tíma að framkvæma suðu, og allan tímann verður suðumaðurinn að einbeita sér algjörlega.

Blóðstreymið

Við notum vöðva okkar þegar við vinnum, og eigi vöðvarnir að starfa fullkomlega þurfa þeir súrefni. Súrefnið fá þeir með blóðinu. Því meir sem við reynum á vöðvana því meira súrefni þurfa þeir. Þegar blóðstreymið dugir ekki lengur til finnum við það með því að við þreytumst og smám saman fáum við krampa ef við hvílum okkur ekki. Þetta er varúðarmerki.

Ef við vinnum, með því að hreyfa okkur (dyna-miskt) eykst blóðþörfin og líka blóðstreymið. Púlsinn herðir á sér og hjartað slær hraðar. Þegar við hvílumst þurfa vöðvarnir ekki svo mikið súrefni. Blóðþörfin er lítil og púlsinn slakar á.

En ef við vinnum í kyrrstöðu (statískt) þá starfar ekki merkjakerfi líkamans á réttan hátt. Þörfin fyrir súrefnisríkt blóð er kannski jafn mikil og við dyna-miska vinnu, en púlsinn herðir ekki á sér. Þegar vöðvarnir vinna myndast mjólkursýra. Blóðstreymið flytur burt mjólkursýruna svo lengi sem erfiðið er í hófi en ef vinnan er kyrrstöðuvinna (statísk) verður mólkursýran kyrr og við verðum þreytt, finnum jafnvel til sársauka, og getum fengið krampa.



Gerðu smá hlé á vinnu þinni þegar þú

Rétt líkamsbeiting

Það er mikilvægt að vinna í réttri stellingu og fá sér pásu og hreyfa sig reglulega. Hér eru nokkrar ábendingar:

- Sittu, stattu eða liggðu í eins afslappaðri stellingu og mögulegt er.
- Forðastu að vinna með handleggina yfir axlarhæð.
- Hafðu handleggina sem næst líkamanum þegar það er mögulegt.
- Stattu með hnén lítillega beygð ef þú stendur við suðuvinnu.
- Forðastu að vinna í aðþrengdum stellingum eins og standandi á tánum, sitjandi á hækjum eða boginn og snúinn samtímis.

Þar sem suðuvinna verður stundum að framkvæmast í ofanefndum stellingum, mundu að taka pásur. Teygðu þig og hreyfðu og reyndu að slappa af. Notaðu öll þau hjálpartæki sem þú kemur höndum yfir. Til suðuvinnunnar heyra einnig önnur störf, eins og að setja saman, punkta, slípa o.fl. Vertu ekki móður þegar þú byrjar að sjóða, taktu þér pásu og láttu púlsinn hægja á sér, þá verður árangurinn betri.



**Vel þjálfaður og hvíldur
suðumaður gerir bestu verkin**

EFW-kerfið

EFW-kennsluefnið lítur út eins og myndin sýnir hér að neðan. Allir hlutar þess eru aðgengilegir í PDF-formi nema sjálf EFW-prófin. Allir hlutar kennslu-efnisins fylgja námsskrá EFW.

<p>Bóklegt MMA 1-8</p> <p>Æfingar 1-8 MMA</p> <p>Lausnir</p>	<p>Bóklegt MAG 1-6</p> <p>Æfingar 1-6 MAG</p> <p>Lausnir</p>	<p>Bóklegt TIG 1-6</p> <p>Æfingar 1-6 TIG</p> <p>Lausnir</p>	<p>Bóklegt GAS 1-4</p> <p>Æfingar 1-4 GAS</p> <p>Lausnir</p>
<p>Spurningar 1-8 MMA</p> <p>Lausnir</p>	<p>Spurningar 1-6 MAG</p> <p>lausnir</p>	<p>Spurningar 1-6 TIG</p> <p>lausnir</p>	<p>Spurningar 1-4 GAS</p> <p>lausnir</p>
<p>Vinnu- lýsing MMA 1-8</p>	<p>Vinnu- lýsing MAG 1-6</p>	<p>Vinnu- lýsing TIG 1-6</p>	<p>Vinnu- lýsing GAS 1-4</p>
<p>Verkleg próf MMA 1-8</p>	<p>Verkleg próf MAG 1-6</p>	<p>Verkleg próf TIG 1-6</p>	<p>Verkleg próf GAS 1-4</p>
<p>EFW- próftaka</p>	<p>EFW- próftaka</p>	<p>EFW- próftaka</p>	<p>EFW- próftaka</p>
<p>Skyggjur MMA</p>	<p>Skyggjur MAG</p>	<p>Skyggjur TIG</p>	<p>Skyggjur GAS</p>

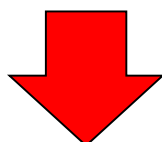
Talnalykill að EFW-efninu

EFW-námsefnið er til fyrir MMA (pinnasuða), MIG/MAG-suðu, TIG-suðu ásamt logsuðu. Margir kaflanna eru sameiginlegir fyrir fleiri en eina suðuaðferð.

Hafir þú þegar lesið bóklega efnið fyrir eina suðuaðferð þarft þú aðeins að bæta við þeim köflum sem eru sérstakir fyrir þá næstu. Hvaða kaflar það eru sést í töflunni fyrir neðan.

Þeir kaflar sem eru sérstakir fyrir hverja aðferð eru merktir með dökkum bakgrunni í töflunni.

Taflan er flokkuð eftir röðinni á köflunum í MMA-hlutanum.



MMA		MIG/MAG		TIG		GAS	
E 1.2.1	Undirstöðuatriði rafmagns	M 1.2.1	Grunnur raffræðinnar	T 1.2.1	Grunnur raffræðinnar	G 1.2.1	Suðubúnaður og gas
E 1.2.2	Notkun rafm. við suðu	M 1.2.2	Notkun rafm. við suðu	T 1.2.2	Notkun rafm. við suðu	G 1.2.2	Búnaður til gassuðu
E 1.2.3	Suðubúnaður	M 1.2.3	Suðubúnaður	T 1.2.3	Suðubúnaður	G 1.2.3	Skurður með hita
E 1.2.4	Heilsa og öryggi	M 1.2.4	Heilsa og öryggi	T 1.2.4	Heilsa og öryggi	G 1.2.4	Heilsa og öryggi
E 2.2.1	Rafsuða	M 2.2.1	Suðupráður	T 2.2.1	Suðuvír	G 2.2.1	Suðuvír
E 2.2.2	Framkvæmd suðunnar	M 2.2.2	Framkvæmd suðunnar	T 2.2.2	Framkvæmd suðunnar	G 2.2.2	Framkvæmd suðunnar
E 2.2.3	Aðferðir við að undirbúa stálplötur fyrir suðu	M 2.2.3	Aðferðir við að undirbúa stálplötur fyrir suðu	T 2.2.3	Aðferðir við að undirbúa stálplötur fyrir suðu		
E 2.2.4	Örugg vinna á verkst.	M 2.2.4	Örugg vinna á verkst.	T 2.2.4	Örugg vinna á verkst.		
E 3.2.1	Suðupróf	M 3.2.1	Suðupróf	T 3.2.1	Suðupróf	G 2.2.3	Suðupróf
E 3.2.2	Framl.tækn: plötu & stan	M 3.2.2	Framl.tækn: plötu & stan	T 3.2.2	Framl.tækn: plötu & stan	G 3.2.2	Framl.tækn: plötu & stan
E 3.2.3	Suðuskeyti í plötuefni	M 3.2.3	Suðuskeyti í plötuefni	T 3.2.3	Suðuskeyti í plötuefni		
E 3.2.4	Grunnur að málmfræði	M 3.2.4	Grunnur að málmfræði	T 3.2.4	Grunnur að málmfræði	G 2.2.4	Grunnur að málmfræði
E 4.2.1	Samdr. Spenna, formbr.	M 4.2.1	Samdr. Spenna, formbr.	T 4.2.1	Samdr. Spenna, formbr.	G 4.2.1	Samdr. Spenna, formbr.
E 4.2.2	Suðugallar	M 4.2.3	Suðugallar	T 4.2.3	Suðugallar	G 3.2.5	Suðugallar
E 4.2.3	Búnaður til pinnasuðu	M 4.2.4	Búnaður til þráðsuðu	T 4.2.4	Búnaður til TIG-suðu	G 1.2.1	Suðubúnaður og gas
E 4.2.4	Yfirlit yfir málm-suðuaðferðir	M 4.2.5	Yfirlit yfir rafsuðuaðf. I	T 4.2.5	Yfirlit yfir rafsuðuaðf. I	G 4.2.5	Yfirlit yfir suðuaðferðir I
E 5.2.1	Suðuhæfni stáls	M 3.2.5	Suðuhæfni stáls	T 3.2.5	Suðuhæfni stáls	G 3.2.4	Suðuhæfni stáls
E 5.2.2	Stjórnun formbreytinga	M 4.2.2	Stjórnun formbreytinga	T 4.2.2	Stjórnun formbreytinga	G 4.2.2	Stjórnun formbreytinga
E 5.2.3	Örugg vinna á bygg.sv.	M 4.2.6	Örugg vinna á bygg.sv.	T 4.2.6	Örugg vinna á bygg.sv.	G 4.2.6	Örugg vinna á bygg.sv.
E 5.2.4	Heilsuskaði v mengunar						
E 6.1	Verklegar æfingar						
E.6.2	Bóklegt nám						
E 6.2.1	Framl.tækni stálrör	M 5.2.1	Framl.tækni stálrör	T 5.2.1	Framl.tækni stálrör		
E 6.2.2	Suðuskeyti í rör	M 5.2.2	Suðuskeyti í rör	T 5.2.2	Suðuskeyti í rör	G 3.2.3	Suðuskeyti í rör
E 6.2.3	Yfirlit yfir rafsuðuaðf. II	M 5.2.3	Yfirlit yfir rafsuðuaðf. II	T 5.2.3	Yfirlit yfir rafsuðuaðf. II		
E 6.2.4	Einkenni straumgjafa						
E 7.2.1	Suðuferilsýsingar	M 5.2.4	Suðuferilsýsingar	T 5.2.4	Suðuferilsýsingar		
E 7.2.2	Önnur efni en kolstál	M 6.2.3	Önnur efni en kolstál	T 6.2.3	Önnur efni en kolstál		
E 7.2.3	Eftirlit og prófun	M 5.2.5	Eftirlit og prófun	T 5.2.5	Eftirlit og prófun	G 3.2.1	Eftirlit og prófun
E 7.2.4	Yfirlit yfir soðna hluti						
E 8.2.1	Upprifjun; Suðugallar	M 6.2.4	Upprifjun; Suðugallar	T 6.2.4	Upprifjun; Suðugallar		
E 8.2.2	Evró. Staðl. MMA-suða	M 6.2.1	Evró. Staðl. MAG-suða	T 6.2.1	Evró. Staðl. TIG-suða		
E 8.2.3	Menntunarkerfi EFW	M 6.2.5	Menntunarkerfi EFW	T 6.2.5	Menntunarkerfi EFW	G 4.2.4	Menntunarkerfi EFW
E 8.2.4	Gæðastýring við suðu	M 6.2.2	Gæðastýring við suðu	T 6.2.2	Gæðastýring við suðu	G 4.2.3	Gæðastýring við suðu

Til leiðbeinandans

Bóklegur hluti EWF-kennsluefnisins

Í þessu kennsluefni hefur verið gerð tilraun til að safna saman á einn stað öllu bóklegu efni fyrir nám Evrópskra suðumanna.

Kennsluefnið fylgir námskrá EWF (EWF Guide-lines for European Welders), lið fyrir lið og markmiðið okkar hefur verið að gera það eins heilsteypt og kostur er.

Markmið þetta nær einnig til útlits kennsluefnisins. Við vorum frá byrjun sammála um að efnið skyldi vera aðgengilegt og að myndir og teikningar skyldu vera í lit þar sem þess var þörf.

Hver kafli á að veita þá grunnþekkingu sem námskráin segir til um, en með hliðsjón af umfangi efnisins er ekki hægt að taka allt með. Því verður hver notandi efnisins sjálfur að bæta við þar sem hann finnur þörf.

Síbreytileiki

Við lifum í hverfulum heimi, sem sést ekki síst á þeirri vinnu sem hinar ólíku nefndir innan EB starfa að, og því var það snemma ákveðið að kennsluefni þetta skyldi fyrst og fremst vera í tölvutæku formi. Hver notandi á að geta skrifað út þann eða þá kafla sem hann þarfnast úr hinni sameiginlegu Möppu okkar, sem vonandi verður til þess að kennsluefni þetta safnar ekki ryki uppi í hillu.

Kosturinn við kennsluefni á tölvutæku formi er sá að breytingar og viðbætur er hægt að gera án allt of mikils tilkostnaðar. Meðan á vinnunni hefur staðið höfum við þurft að gera breytingar vegna þess að nýir eða breyttir staðlar hafa litið dagsins ljós.

Leiðbeiningar fyrir verklegar

æfingar

Verklegu æfingarnar fylgja einnig námskrá EWF. Hver æfing á að fara fram eftir suðuferilslýsingu (WPS), og því eru þær með í námsefninu.

Með hverri æfingu fylgja stuttar leiðbeiningar. Þessar leiðbeiningar eiga að gefa nemanum ábendingar og ráð um það helsta sem þarf að hafa í huga við hverja æfingu. Ábyrgðin á náminu hvílir þó sem fyrr á leiðbeinanda og færni hans við að miðla af þekkingu sinni.

Framhaldið

Þegar þú lest þetta eru allir hlutar EWF kennsluefnisins tilbúnir, og við vonum að vinna okkar nýtist þér.

Okkur til gleði er mikill áhugi á kennsluefninu á alþjóðavettvangi. Það er eftirspurn bæði frá norrænum grannlöndum okkar og frá Lernia International.

Stockholmi 01-01-01

Adrian Bailey Ulf Bergström

Jan Jönsson Bengt Westin

Þýðandi: Daníel Ingþórsson

Uppruni mynda:

© Tölvumyndir Bengt Westin

© Táknmyndir birtar með leyfi

Microsoft Corporation

© CorelDraw clipart með leyfi Corel



MIG MAG
Áfangi M 1
M1.1 verklegar æfingar
M 1.2 bóklegt nám



M 1 Kynning

Tími ca. 2 klst.

Áfangi EWF-M1 Kverksuða

Þessi áfangi á að veita undirstöðuþekkingu í MIG/MAG-suðu, ásamt þjálfun í kverksuðu í öllum suðustöðum.

MIG/MAG er stytting á Metal Inert Gas- og Metal Activ Gas og gengur suðuaðferðin undir þessum nöfnum nema í Bandaríkjunum þar sem hún er kölluð GMAW (Gas Metal Arc Welding).

Kverkskeyti er það kallað þegar hlutar vinnslustykkisins mynda horn og suðan lendir í kverkinni.

Áfanginn hefst þó á grundvallaratriðunum þ.e. að byrja suðu og byrja aftur eftir stopp, því að fylgja suðurauf og að sjóða með jöfnum hraða.

Munurinn á þessu námsefni og eldra er að hér eiga allar suðuæfingar að fara fram eftir suðuferilslýsingum (WPS). Að sjóða eftir suðuferilslýsingu gerir þær kröfur til suðumanna að þeir vinni skipulega og agað. Eigin skoðanir um framkvæmd suðunnar hafa sitt gildi, en þær taka ekki alltaf tillit til samsetningar grunnefnisins eða burðarþols.

Í lok áfangans fer fram próf, bæði bóklegt og verklegt. Þetta próf á kennarinn að meta og *prófstykkinn á að geyma*. Þessi prófstykki er líka hægt að nota til útgáfu hæfnisskírteinis samkvæmt ÍST-EN 287.

Gildissvið hæfnisskírteinis veltur á efnisvali og efnisþykkt.

Reglum samkvæmt á réttindapróf að fara fram undir eftirliti þriðja aðila.

Þessum áfanga tilheyra einnig bóklegu kaflarnir:

M 1.2.1 Undirstöðuatriði rafmagns

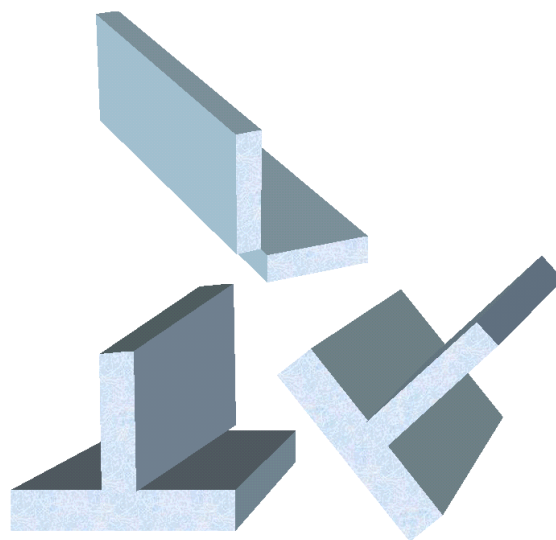
M 1.2.2 Notkun rafmagns við ljósbogasuðu

M 1.2.3 Suðubúnaður

M 1.2.4 Heilsa og öryggi

Í bóklegum köflum áfangans eru þeir hlutar sem samkvæmt námsáætlun tilheyra sérstaklega MIG/MAG-suðu.

Það er að sjálfsögðu frjálst að nota aðrar suðuferilslýsingar en þær sem hér er vísað til, en þá munu vinnuleiðbeiningarnar ekki passa að öllu leyti.



Kverkskeyti.

Almennar vinnuleiðbeiningar fyrir suðumenn

Fyrir suðu:

Áður en byrjað er á suðuæfingunum á að ganga úr skugga um að eftirfarandi sé sem vera skal:

1. Að rétt suðuferilslýsing (WPS) sé notuð.
2. Það suðuefni sem á að nota við æfingarnar á að sækja á sinn geymslustað rétt áður en hafist er handa við suðuna.
3. Suðuefni sem verður afgangur á að skila á geymslustaðinn.
4. Að suðuefni á að meðhöndla þannig að það komist ekki í snertingu við óhreinindi, olíu, raka eða annað sem gæti spillt því. Í suðubásnum á suðuefnið að vera vel merkt.
5. Að nauðsynlegur búnaður til hitamælinga sé til taks. Ef hitakrítar eru notaðar verður að vera a.m.k. ein fyrir forhitastigið og ein fyrir millistrengjahitastigið. Ef rafeindahitamælir eru notaðar, verður hann að vera kvarðaður.
6. Suðubíl og kantar eiga að vera samkvæmt suðuferilslýsingu. Ef suðubílið er rangt, er það engin afsökun fyrir lélegum suðuárangri.
7. Að allt eldfimt efni á að hreinsa frá svæðinu í kringum suðustaðinn.
8. Leyfi fyrir „Heitri vinnu“ á að gefa út áður en hafist er handa við suðuvinnu.

Meðan á suðu stendur:

1. Ef krafist er forhitunar á að halda því hitastigi allan tímann meðan á suðuvinnunni stendur. Mæla skal hitastigið 75 mm frá suðufúgunni.
2. Fylgist reglulega með því að millistrengjahitinn verði ekki of mikill. Hitastigið er mælt í raufinni á síðasta streng.
3. Ef gera verður hlé á suðunni verður a.m.k. 1/3 hluti raufarinnar að vera fylltur.

Eftir suðu:

1. Suðan er fyrst tilbúin þegar allar hugsanlegar leifar suðureyks, gjalls og suðulúsar hafa verið hreinsaðar af vinnslustykkinu.
2. Suðustaðinn skal þrífa og ganga skal frá verkfærum og vélum.

Almennt:

Suða er handverk, eitt af fáum slíkum sem eftir lifa í nútíma iðnaði. Fáir starfshópar eru undir jafn stöðugu eftirliti og starfa eftir jafn ströngum reglum og suðumenn. Þessar aðstæður gera miklar kröfur til þeirra sem starfa í greininni.

Sá suðumaður sem ekki heldur vinnustað sínum snyrtilegum, og meðhöndlar ekki suðuefnið á réttan hátt eða að öðru leyti skortir ábyrgð og aga, er ekki á réttri hillu í lífinu og ætti því að skipta um starf.

Árangurinn í starfi veltur nær eingöngu á þeim sem sýður. Hann verður að geta staðið undir þeim væntingum sem til hans eru gerðar – á allan hátt.

5. Námsáfangar

Úr námsskrá:

„Áfanginn M1 veitir grunnkunnáttu í MIG/MAG-suðu og er sérstaklega mælt með honum fyrir byrjendur.“

Þeir hlutir sem á að sjóða í þessum áfanga eru sýndir í töflu M 1.1. Áherslan er lögð á æfingar í kverksuðu.

Samhliða verklegu æfingunum fer fram bóklegt nám. Innihald þess, ásamt tímaáætlunum, er að finna í töflu M 1.2.

Í lok áfangans á að sjóða prófstykkin, samkvæmt töflu M 1.3. Suðurnar skulu metnar af kennara/leiðbeinanda. Þessi prófstykki er einnig hægt að nota við skírteinisútgáfu samkvæmt EN 287. Gildissvið skírteinis veltur á efnisvali og efnispykkt“

MIG/MAG-suða

Gasflæðið er ein mikilvægasta stillibreytan við hlífð-argassuðu. Þess vegna er gott að vita hvernig gashlífin er nýtt sem best. Hér fylgja nokkur ráð:

Í andrúmsloftinu í kringum okkur er alltaf viss raki. Við suðu klofnar rakinn við hitann frá ljósboganum í súrefnis og vetnisatóm.

Hlífðargashjúpurinn getur orðið fyrir áhrifum frá andrúmsloftinu í kring ef:

- gasflæðið er of lítið.
- gasflæðið er of mikið, það getur leitt til hvirfla sem draga loft inn í gashjúpin.
- dragsúgur er frá opnum dyrum eða gluggum.
- rangur halli er á suðubyssunni.
- truflanir verða á gasflæðinu vegna óhreininda og suðusprauts í gashulsunni.

Vetni, og jafnvel súrefni, getur komið frá yfirborði vinnslu- og suðuefna. Til dæmis vegna:

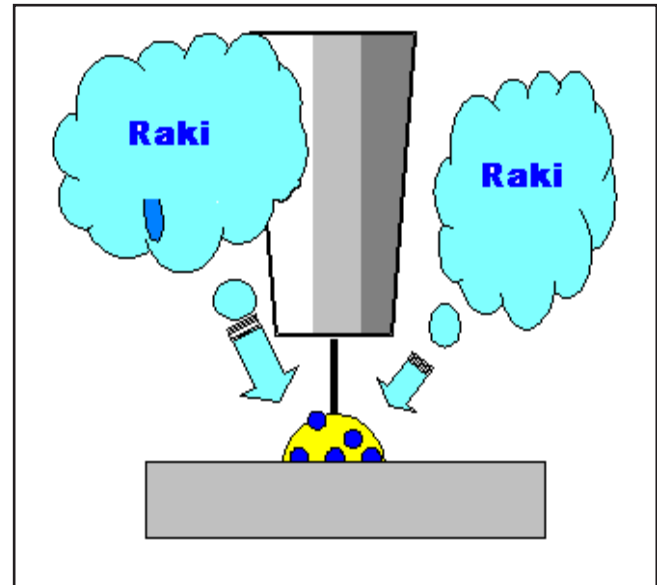
- raka sem hefur þéttst.
- raka í eldhúð, oxíðum eða ryði.
- kolvetnissamböndum eins og feiti og olíu.
- málningu (það er alvanalegt í dag að soðið sé á grunnmálaða fleti).

Súrefnið kemur til dæmis frá eldhúð og skurðargjalli. Hið síðastnefnda er jú súrefni og járn.

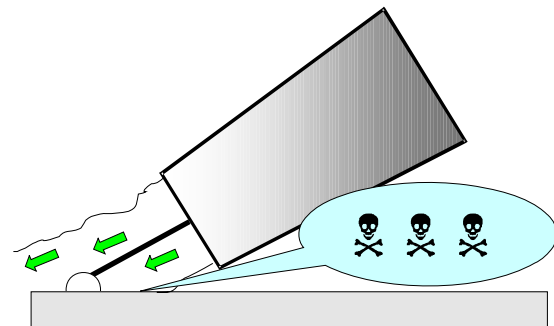
Ryk og óhreinindi geta líka fylgt með suðuþræðinum. Á mörgum suðuvélum er mótunarbúnaðurinn opinn og aðeins strigaræma sem hlífir þráðkeflinu. Þar er því áriðandi að þessi hlíf sé ávallt yfir þráðkeflinu. Átekin þráðkefli sem ekki eru í notkun á að geyma þar sem ryk kemst ekki að þeim.

Það er sjaldgæft að hlífðargasið sé gallað, en það getur komið fyrir. Hins vegar getur gasið blandast óhreinindum á vinnustaðnum ef slöngur eða tengingar eru lélegar, eða ef leki verður í vökvakældum suðuleiðslum. Gerið lekaleit á gaslögnum að reglubundinni aðgerð með lekaleitarúða eða sápuvatni.

Ef aðrar stillibreytur hækka verður einnig að auka gasflæðið. Fyrir þessu eru margar ástæður. Sú fyrsta er að gasflæðið á að hæfa suðuferlinu hverju sinni. Það er ekki svo að gasflæðið sé stillt einu sinni og síðan soðið á þeirri stillingu fram á eftirlaunaaldurinn.



Í loftinu er alltaf meiri eða minni raki. Það er mikilvægt að halda þessum raka utan við hlífðargashjúpin.



Of mikill halli suðubyssunnar ásamt of mikilli skögun (Stick out) getur haft slæmar afleiðingar á suðuárangurinn.

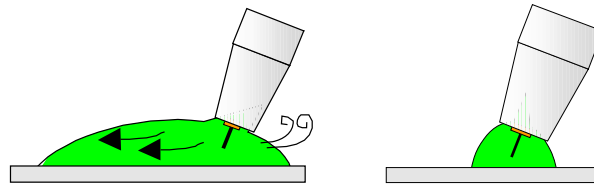
Vegna rafsegulkrafta í ljósbognum sogast gas inn að ljósbognum og síðan niður að vinnslustykkinu. Því hærri sem stillibreyturnar eru, því meiri verða rafsegulkraftarnir og þar með sögið öflugra. Til að veða upp á móti þessu sögi verður að auka gasflæðið.

Við hækkun stillibreytanna eykst oft suðuhraðinn, en það hefur meðal annars í för með sér að hraði loftsins miðað við suðubyssuna eykst (berid saman við áhrif dragsúgs) og einnig að heit suðan nýtur ekki verndar gashjúpsins jafn lengi eins og við hægari suðu.

Stærð gashulsunnar

Stærð gashulsunnar miðað við flæðið er annar mikilvægur þáttur, þar sem hún hefur áhrif á útstreymishraða gassins.

Útstreymishraðinn verður meiri með lítilli hulsu en með stórra við sama flæði en þá er gasflæðið ekki eins viðkvæmt fyrir súgi. Á hinn bóginn verður hlífðarsvæðið minna með lítilli hulsu og hættan á hvirflum eykst.



Munurinn á lítilli og stórra gashulsu við sama flæði. Of lítil hulsu getur valdið því að loft blandast inn í hlífðargashjúpinn.

Hreinleiki vinnsluefnisins

Algengustu orsakirnar fyrir vetnisinntöku og þar með loftbólumyndun við suðu er ýmis yfirborðshúð eða óhreinindi á vinnsluefninu.

T.d. olía, raki, óhreinindi, ryð, eldhúð, skurðargjall og málning. Í og í námunda við suðuraufina verður að fjarlægja vandlega öll óhreinindi og yfirborðshúð áður en byrjað er að sjóða ef góður árangur á að nást.

Óhreinindi og ryð getur borist í suðuna frá óhreinu suðuefni. Ryk og óhreinindi geta borist með þráðkeflunum sem geymd hafa verið á rangan hátt eða sem ekki hafa haft hlíf á suðuvélinni. Agnir frá þessu geta síðan komist inn í suðubráðina og valdið göllum í suðunni. Ryk og óhreinindi festast einnig í þráðleiðaranum og geta auðveldlega valdið truflunum á suðuvinnunni og að lokum stöðvun hennar.

Því er mælt með að fylgt sé eftirfarandi ráðum:

- Hreinsid ávallt yfirborð suðuraufar og raufarkanta fyrir suðu.
- Skrapið burt eldhúð og gjall.
- Gætið þess að suðuefnið sé hreint og rykfrítt.
- Geymið suðuefnið í óopnuðum umbúðum fram að notkun.
- Átekin þráðkefli á að geyma t.d. í plastpoka og á þurrum stað.

Innbræðsla

Eitt stærst vandamálið við MIG/MAG-suðu er hættan á að suðan sé of köld og þá með tilheyrandi bindigöllum. Það er því afar mikilvægt að vera meðvitaður um tengslin þar á milli.

MIG/MAG-suða með gegnheilum vír myndar ekki gjall, og þau hættumerki sem gjallmagnið sýnir við pinnasuðu eru því ekki til staðar. Það eru nær engin efri mörk á því hve stórar suðurnar geta orðið, en innbræðslan í grunnefnið verður ekki að sama skapi góð, jafnvel nær engin.

Rétt eins og við MMA-suðu eykst innbræðslan og suðudýptin þegar stillibreyturnar hækka. Ef stærð suðupollsins undir ljósboganum eykst minnkar líka innbræðslan í grunnefnið.

Því er áriðandi að hafa eftirfarandi í huga:

- suðupollurinn stækkar þegar meiri þráður bráðnar.
- suðupollurinn stækkar þegar færsluhraði suðuþráðarins minnkar.
- suðupollurinn stækkar þegar soðið er lóðrétt fallandi.

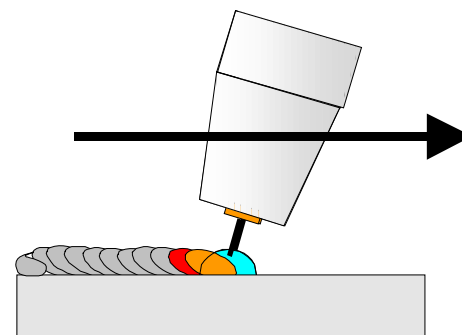
Jafnvel suðuáttin hefur áhrif á innbræðsluna, og ekki síður útlitið.

Við *mótsuðu* beinist suðuhitinn að suðunni og þá fæst góð innbræðsla og grannur suðustrengur.

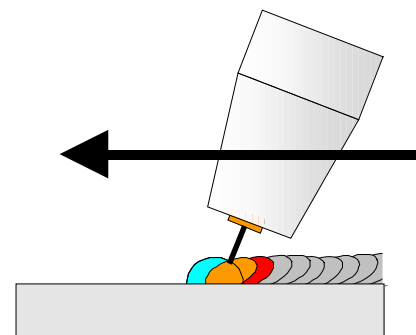
Við *frásuðu* beinist suðuhitinn frá suðunni, en þá verður innbræðslan minni og suðan breiðari (sléttari).

Til að koma í veg fyrir bindigalla verður alltaf að auka færsluhraðann þegar suðupollurinn stækkar. Þetta er sérstaklega mikilvægt þegar soðið er lóðrétt fallandi.

Forðist einnig að gera yfirstrengina of stóra. Forðist að pendla of mikið. Oft er öruggara að sjóða fleiri strengi en að pendla.



Mótsuða.



Frásuða.

Pýðing stillibreytanna

Í töflunum hér eru sýndar nokkrar stillingar fyrir venjulegt suðuefni af gegnheilli gerð. Þetta eru engin nákvæm gildi heldur eru þau meira til viðmiðunar.

I-rauf

Efnisþykkt	Suðubil	Suðuefni	Mötunar- hraði	Straumur	Færsluhraði
mm	mm	Ø mm	m/mín	A	m/klst. mm/mín
1	0	0,6	7,0	60	50 830
1,5	0	0,8	6,0	90	48 800
2	1,0	0,8	6,8	110	50 830
3	1,5	0,8	8,0	125	33 550
3	1,5	1,0	6,0	150	38 630

V-rauf

Efnisþykkt	Suðubil	Suðuefni	Rótstrengur/Uppfylling			
			Þráðmötun	Straumur	Færsluhraði	Færsluhraði
mm	mm	Ø mm	m/mín	A	m/mín	mm/mín
4	1	1,0/ -	6,4 / -	160/ -	24 / -	400 / -
5	1	1,0 / -	6,4 / -	160/ -	17 / -	280 / -
6	1,5	1,0 / 1,0	6,0 / 8,5	150/200	36 / 26	600 / 430
8	2,0	1,0 / 1,2	6,0 / 7,6	150/260	26 / 17	430 / 280

Standandi kverksuða

a-mál mm	Suðuefni mm	Þráð- mötun	Straumur	Færsluhraði m/mín	Færsluhraði mm/mín	Gasflæði lítr./mín
2	0,6	8,4	70	24	400	6
2	0,8	6,8	110	32	530	6
3	0,8	8,3	130	19	320	6
3	1,0	7,0	170	24	400	8
4	1,0	8,2	190	17	280	8
5	1,2	7,8	260	16	260	10

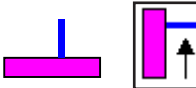
Verkleg æfing 2

Tími ca. 4 klst.

Suða strengja á plötu (M1P-2-A, M1P-2-B, M1P-2-C, M1P-2-D)

Fyrsta æfing í MIG/MAG-suðu er að sjóða strengi á plötu. Þessa æfingu á að gera fyrst í stöðu PA og síðan í stöðu PF. Allar upplýsingar er að finna í suðuferilslýsingu nr: M1P-2-A, 2-B, 2-C ásamt 2-D. Æfingarnar á að sjóða með gegnheilum þræði og rörþræði.

GRUNNEFNI:	
1. Gegnheill:	Stálplata 3 x 200 x 300 mm
2. Rörþráður:	Stálplata 6 x 200 x 300 mm

SUÐUEFNI:	Staða: PA og PF
2a. G 42 2 (C) M G3Si1 Ø1,0	
2b. T 42 2 P M 1 H5 Ø1,2	
GAS: AGA Mison 25	



Rissið eða kritið línur með u.þ.b. 30 mm millibili.

Framkvæmið:

2a. Lesið suðuferilslýsingarnar vandlega.

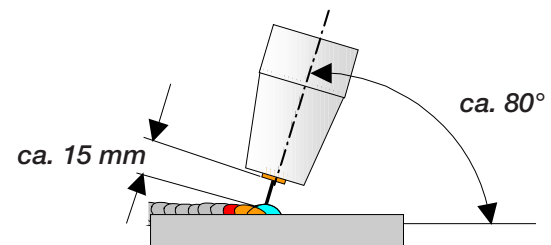
Notið rissnál og reglustiku til að rissa nokkrar línur á plötuna. Hefjið suðuna nærri kanti plötunnar og sjóðið æfinguna í *mótsuðu* (frá vinstri til hægri ef þú ert réthentur og öfugt ef þú ert örventur).

Gætið að sköguninni (ca. 15 mm) og færsluhraðanum. Sjóðið í áföngum, þ.e. stoppið a.m.k. einu sinni í hverjum streng. Sjóðið nokkra strengi og biðjið kennarann að skoða árangurinn.

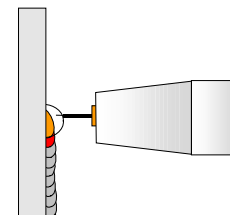
2b. Gerið aftur sömu æfingu nema nú í stöðu PF (lóðrétt stígandi).

2c + 2d. Skiptið yfir í rörþráð og gerið sömu æfingar og í 2a og 2b.

Hafið á huga að rörþráðinn á að sjóða á mun hærri stillingum en þann gegnheila sem þýðir heitari suðu og nákvæmari stillingar.



Hugið að halla suðubyssunnar og sköguninni (Stick out).



Lóðrétt stígandi suða PF er mun erfiðari en PA og PG. Einnig hér er halli byssunnar mikilvægur. Haldið byssunni lárétttri eða beinið henni aðeins upp á við.

Verkleg æfing 3

Tími ca. 4 klst.

Kverksuða í T-skeyti (WPS nr: M1P-3-A, M1P-3-B, M1P-3-C, M1P-3-D)

Nú ættir þú að vera búinn að ná allgóðu valdi á suðubyssuhallanum, sköguninni og færsluhraðanum. Nú kemur að kverksuðu, einnig þessa æfingu á að sjóða með gegnheilum þræði og rörþræði. Notið viðeigandi suðuferilslýsingar.

GRUNNEFNI:

1. Gegnheill: Stálplata 3 x 50 x 300 mm
2. Rörþræður: Stálplata 6 x 50 x 300 mm

SUÐUEFNI:

- 2a. G 42 2 (C) M G3Si1 Ø1,0
- 2b. T 42 2 P M 1 H5 Ø1,2

GAS: AGA Mison 25

Staða: PA

**Framkvæmið:**

3a. Punktið saman hluta vinnslustykkisins. Punktið á gagnstæðri hlið við þá sem á að sjóða.

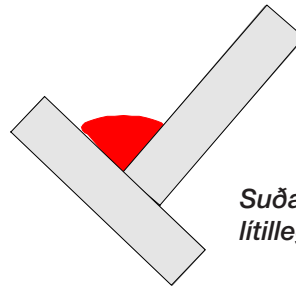
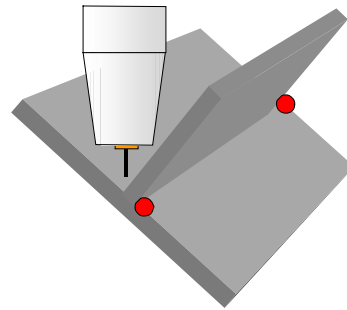
Byrjið suðuna í enda raufarinnar og sjóðið mótsuðu. Sjóðið með lítilsháttar pendúlhreyfingum.

Gætið þess að suða og grunnefni bráðni vel saman á suðuskilunum.

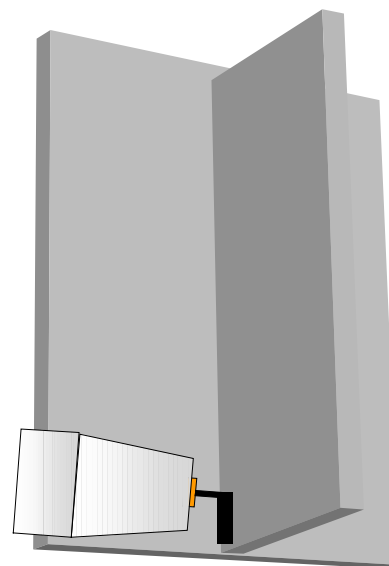
3b. Gerið sömu æfingu í stöðu PF.

Beinið suðubyssunni lárétt eða örlítið niður á við.

3c + 3d. Gerið sömu æfingar með rörþræði. Gætið að a-málinu.



Suðan á að vera slétt eða lítillega kúpt.



Við lóðréttu stigandi suðu þarf nákvæmar hreyfingar.

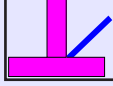
Verkleg æfing 4

Tími ca. 4 klst.

Kverksuða í T-skeyti (WPS nr: M1P-4-A, M1P-4-B)

Þegar hér er komið verður valdið á halla suðubýssunnar, sköguninni og færsluhraðanum að vera gott, því nú verða æfingarnar erfiðari. Nú er soðin standandi kverksuða PB. Þessa æfingu á líka að sjóða með gegnheilum þræði og rörþræði. Notið viðeigandi suðuferilslýsingar.

GRUNNEFNI:	
1. Gegnheill:	Stálplata 3 x 50 x 300 mm
2. Rörþráður:	Stálplata 6 x 50 x 300 mm

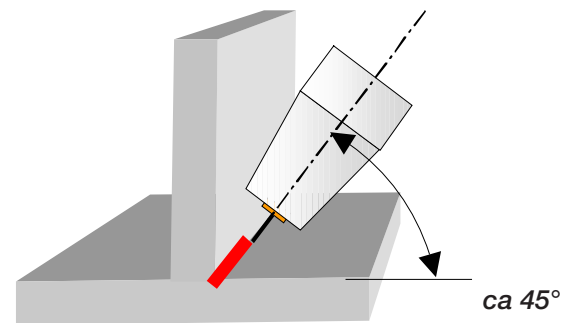
SUÐUEFNI:	Staða: PB
4a. G 42 2 (C) M G3Si1 Ø1,0	
4b. T 42 2 P M 1 H5 Ø1,2	
GAS: AGA Mison 25	

Framkvæmið:

4a. Punktið og sjóðið samkvæmt suðuferilslýsingu. Sjóðið mótsoðu með byssuna hallandi aðeins í færsluáttina. Gætið að sköguninni. Hliðarhalli suðubýssunnar á að vera u.þ.b. 45°.

Sjóðið samkvæmt uppgefnu a-máli. Mælið árangurinn.


4b. Sjóðið sömu æfingar með rörþræði.



Verkleg æfing 5

Tími ca. 4 klst.

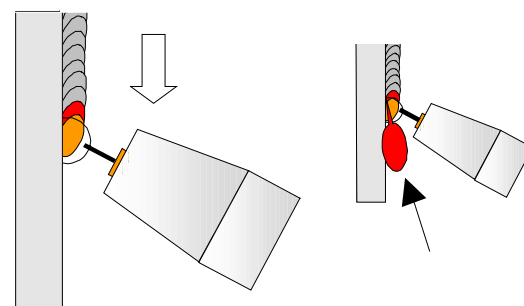
Kverksuða í T-skeyti (WPS nr: M1P-5-A, M1P-5-B)

Staða: PG


Framkvæmið:

Sjóðið í stöðu PG (lóðrétt fallandi). Að öðru leyti sama vinnslu- og suðuefni og hlífðargas.

Gætið þess að bráðin renni ekki fram fyrir suðupráðinn!



Suða í stöðu PG (lóðrétt fallandi). Gætið þess að bráðin renni ekki fram fyrir.

Verkleg æfing 6

Tími ca. 4 klst.

Utanverð kverksuða í hornskeyti (WPS nr: M1P-6-A, M1P-6-B)

Þessa æfingu á líka að sjóða í stöðu PG. Nú eru þrjár plötur látnar mynda þríhyrning.

GRUNNEFNI:

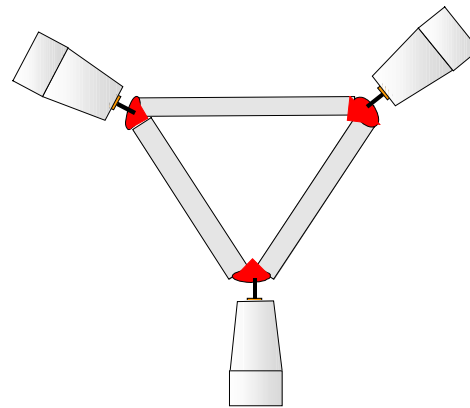
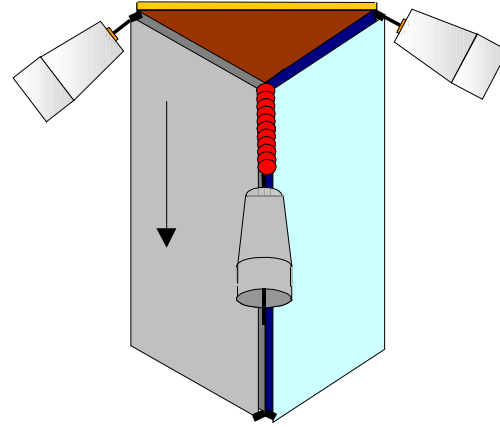
- Gegnheill: Stálplata 3 x 50 x 300 mm
- Rörþráður: Stálplata 6 x 50 x 300 mm

SUÐUEFNI:

- G 42 2 (C) M G3Si1 Ø1,0
- T 42 2 P M 1 H5 1,2

GAS: AGA Mison 25

Staða: PG



Framkvæmið:

Punktið plötunnar saman þannig að þær myndi þríhyrning.

Sjóðið í stöðu PG (lóðrétt fallandi). Sjóðið ekki meira en svo að suðan rétt fylli raufina. Það er óþarfi að sjóða fyrst og slípa síðan burt hluta suðunnar!

Eins og áður á bæði að sjóða með gegnheilum þræði og rörþræði.

Verklegar æfingar 7-9

Tímar ca: Æfing 7: 8 klst.

Æfing 8: 7 klst.

Æfing 9: 12 klst.

Kverksuða í T-skeyti (WPS nr: M1P-7-A, M1P-8-A ásamt M1P-9-A)

GRUNNEFNI:

Stálplata 310 x 15 x 300 mm

SUÐUEFNI:

- G 42 2 (C) M G3Si1 Ø1,2

GAS: AGA Mison 25

Staða: PB

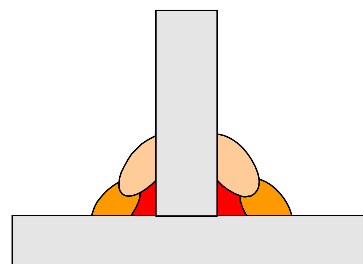
PG

PF

Framkvæmið:

Æfingar 7 og 8 eru endurtekningar á æfingum 4,5, en í þykkara efni og með sverari suðuþræði. Athugið að æfingu 8 á að sjóða með þremur strengjum. Æfing 9 er aftur á móti soðin lóðrétt stígandi. Fylgið suðuferilslýsingu!

Æfingu 8 á að sjóða þéð þremur strengjum á hvorri hlið. Fylgið þeirri suðuröð sem gefin er upp í suðuferilslýsingu.



Verkleg æfing 10

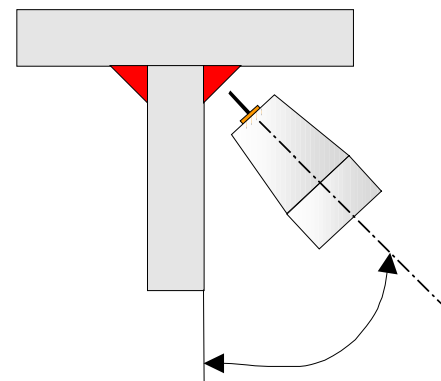
Tími ca. 15 klst.

Kverksuða í T-skeyti (WPS nr: M1P-10-A)

Síðastu æfinguna fyrir prófið á að sjóða í stöðunni PD. Það er töluvert líkamlega erfitt að sjóða í þessari stöðu, hugaðu því vel að líkamsstillingunni. Færðu byssuna með raufinni án þess að kveikja ljósbogann svo þú vitir að þú getir soðið alla leiðina án vandræða.

Ef þetta gengur, skaltu hengja suðuleiðsluna upp svo að þú berir ekki allan þungann af henni þegar þú sýður.

GRUNNEFNI:	
1. Gegnheill: Stálplata 10 x 50 x 300 mm	
SUÐUEFNI:	Staða: PD
G 42 2 (C) M G3Si1 Ø1,2	
GAS: AGA Mison 25	



Hugið að halla suðubyssunnar!

Framkvæmið:

Punktið vinnslustykkið saman og festið í stöðunni PD. Hugið að líkamsstillingunni!

ATH! Þessa æfingu á að sjóða með frásuðu!

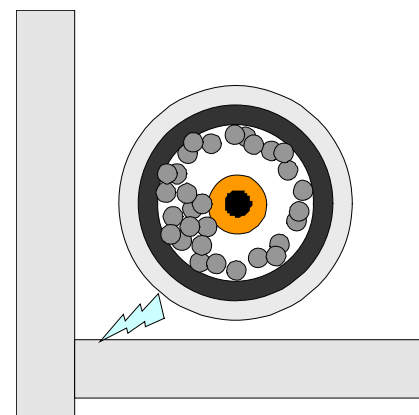
Sjóðið einn streng hvoru megin, miðið við það a-mál sem gefið er upp í suðuferilslýsingunni.

Gætið að byssuhallanum, bæði í raufaráttina og þvert á raufina. Rangur halli veldur rangri lögun suðunnar.

Mælið a-mál og lögun suðunnar eftir suðu. Suðan á að vera slétt eða aðeins kúpt og jafnarma.

Þegar soðið er í stöðu PD verður að muna að suðuspraut og lús getur fallið niður í gashulsuna og smám saman valdið skammhlaupi á milli gashulsu og vinnslustykkis. Því verður að hreinsa hulsuna oftár þegar soðið er í þessari stöðu en annars.

Hættið umsvifalaust að sjóða og hreinsið hulsuna ef skammhlaup verður. Endurtekin skammhlaup eyðileggja hulsuna fljótt.



Stíflaðar gashulsur valda skammhlaupi og eyðileggjast fljótt.

Nú er komið að prófi
M1.3

Láttu kennarann vita!

M1.2.1 Undirstöðuatriði rafmagns

(E1.2.1, T1.2.1)

Eðli rafmagns

Mólekúl (Sameind)

Allt efni inniheldur rafræna orku. Efnin geta verið samansett úr föstum, fljótandi eða gasformuðum frumefnum. Dæmi um frumefni er járn, kolefni og súrefni. Minnsti hluti frumefnis er atómið. Í sumum frumefnum eru atómin ekki stök, heldur tengjast þau hvert öðru. Slík sambönd kallast mólekúl (sameindir) (sjá mynd).

Atóm

Atómið er síðan uppbyggt af kjarna ásamt einni eða fleiri rafeindum sem hreyfast umhverfis kjarnann á ákveðnum brautum á miklum hraða. Í kjarna atómsins eru nifteindir með jákvæðri hleðslu (+).

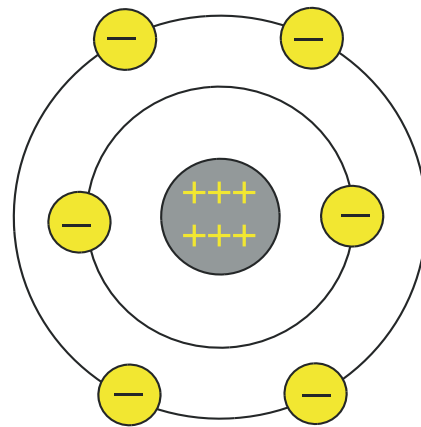
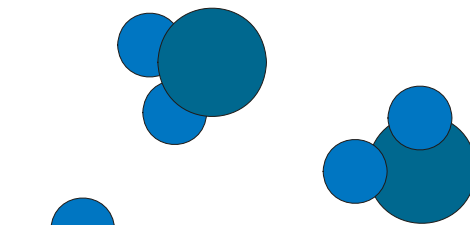
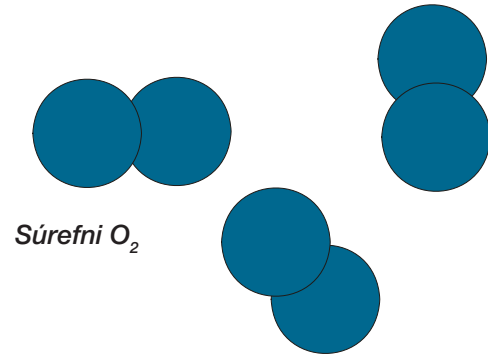
Rafeindirnar sem hringrása í ytra byrði atómsins hafa neikvæða (-) hleðslu. Venjulega ríkir jafnvægi þarna á milli og það veldur því að jákvæðar og neikvæðar hleðslur vega hver aðra upp (sjá mynd).

Jónir

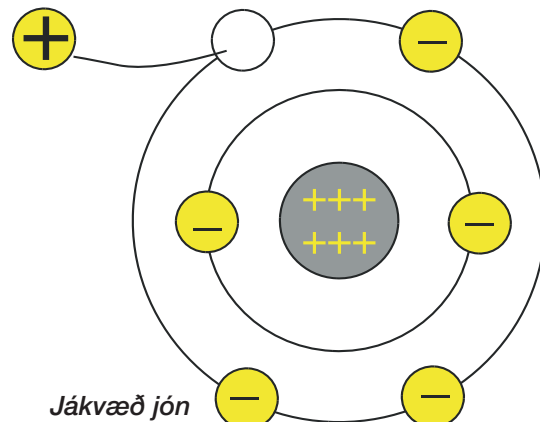
Vegna utanaðkomandi áhrifa geta atómin neyðst til þess að láta frá sér neikvætt hlaðnar rafeindir. Þá er atómið ekki lengur hlutlaust heldur jákvætt hlaðið. Slíkt jákvætt hlaðið atóm kallast jón. Þær hleðslur sem eru ráðandi, gera upp muninn á milli jákvæðra og neikvæðra jóna (sjá mynd).

Þau efni sem leiða straum hafa rafeindir sem eru „lausar“ við atómkjarna sinn (s.k. leiðirafeindir). Hér hoppa rafeindirnar á milli atóma án nokkurrar reglu. Ef slíkur leiðari tengist spennugjafa (spenna - volt) er hægt að stýra leiðirafeindunum í ákveðna átt. Þetta er upphaf rafstraums.

Rafstraumurinn er bundinn leiðaranum, þar sem rafeindirnar geta ekki, undir venjulegum kringumstæðum, yfirgefið hann. Rafeindirnar yfirgefa leiðarann við sérstakar aðstæður, t.d. við háan hita eða sem yfirslag/neistun við háspennu. Það kallast emitting.



Óhlaðið atóm



Framleiðsla straums

Við framleiðslu á raforku er venjulega notaður rafall sem framleiðir strauminn. Rafal má knýja á ýmsan hátt. Í vatnsaflsveri breytist hreyfiorka vatnsins í raforku með hverfli sem knýr rafal. Í varmaorkuverum og kjarnorkuverum nýtist varmaorka frá olíu, kolum, gasi, timbri og úran til að hita vatn og breyta því í gufu sem knýr gufuhverfla. Jarðgas er notað í gashverfla sem knýja rafala, t.d. á olíuborþöllum og í varaafllstöðvum.

Nýting vindorku er smám saman að breiðast út. Bein nýting sólarorkunnar með sólarcellum er ekki notuð til raforkuframleiðslu nema í sérstökum tilfellum svo sem í geimskipum, gervihnöttum og fyrir neyðarsíma á fjöllum.

Algeng hugtök

Riðstraumur

Straumurinn breytir stefnu, stærð og pólun, + og -, með jöfnu millibili.

Riðstraumur skrifast AC (Alternating Current).

Táknið fyrir riðstraum er: ~

Jafnstraumur

Straumur sem fer alltaf í sömu átt kallast jafnstraumur. Skilyrði er að spennan miðað við núllvægi sé annaðhvort jákvæð eða neikvæð allan tímann.

Jafnstraumur skrifast DC (Direct Current).

Táknið fyrir jafnstraum er: =

Spenna

Spenna er sá kraftur sem er milli pólanna á straumgjafa og getur þar með fengið rafeindir á flakk á milli pólanna. Maður getur einnig líkt þessu við þrýstinginn í vatnstanki.

Spenna skrifast með bókstafnum U og - spenna er mæld í voltum (V). Í rafrás mælist spennan með voltmæli. Voltmælirinn hliðtengist í rásina.

Straumur

Straumur er sá fjöldi rafeinda sem fer gegnum þverskurð leiðara á einni sekúndu. Í vatnssamburðinum er straumurinn flæði/mín. Straumur skrifast með bókstafnum I og mælist í amperum (A). Maður mælir straum með ampermæli og hann raðtengist í rásina.

Viðnám

Með viðnámi er átt við þá mótstöðu í rás sem veldur því að rafeindirnar hægja á sér.

Viðnámið í leiðara er háð þremur þáttum:

eðlisviðnámi leiðarans = P

lengd leiðarans = I

þversk.flatarmáli leiðarans = A

Þessi jafna gildir: $R = P \times I/A$

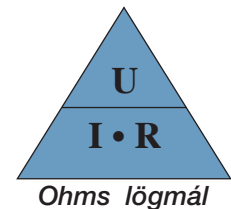
Því lengri sem leiðarinn er því meira viðnám hefur hann. Einnig hefur grannur leiðari meira viðnám en grófur. Þar sem bæði spenna, straumur og viðnám eru í rafrásum þá er samband á milli þeirra þannig: Aukist spennan þá eykst straumflæðið en viðnámið er óbreytt. Vilji maður auka spennuna án þess að auka strauminn verður viðnámið að aukast. Samband þetta er skýrt með viðnámsjöfnunni:

$U = I \cdot R$

U = spenna í Voltum (V)

I = straumstyrkur í Amperum (A)

R = Viðnám í Ohm (Ω)



Kraftur rafmagns

Til að hægt sé að framkvæma vinnu þarf að koma til orka. Orka er m.ö.o. sama og vinna. Svo hægt sé að framkvæma rafræna vinnu þarf rafræn orka (raforka, rafmagn) að koma til.

Rafmótorar, suðuvélar, raflýsingar, sjónvörp, tölvur o.s.fv. vinnur aðeins ef rafræn orka er til staðar. Orka skrifast W og er mæld ýmist sem wattsekúndur (Ws), Joule (J) eða newtonmeter (Nm). Í rafræðinni notum við eininguna 1 Ws eða stóru eininguna 1 kWh (1 kílóvattstund).

Straumnotkunin er mæld í kWh í rafmælinum sem neytandinn greiðir eftir.

1 wattsekúnda (1 Ws) = 1 watt á sekúndu

1 kílóvattstund (kWh) = 1000 watt á klst.

Upphitunarkraftur

Kraftur er orðalag yfir hve hratt orka getur breyst í vinnu. Vinna í þessu sambandi getur verið hiti, ljósbogi eða snúningsvægi. Kraftur má því segja að sé mælistika á vinnugetu (orkunotkun).

Kraftur skrifast P og einingin er Watt (W).

1 Watt = 1 W

1 kílóWatt = 1 kW=1000 W

1 megaWatt = 1 MW=1 000 000 W

Við álag í rafrásum verður alltaf visst orkutap sem gefið upp sem kraftur. Ljósapera getur verið t.d. 40W eða 100 W, rafmótorar 0,75kW eða 3kW. Í ljósaperunum breytist hin rafræna orka í hita og ljós og í rafmótorum breytist orkan í snúningskraft. Hvað varðar suðuvélar er krafturinn gefinn upp í amperum (I) og þar breytist orkan í ljósboga og hita.

Kraftjafna

Í suðurásinni verður krafturinn margfeldi af straumi og spennu samkvæmt jöfnunni:

$$P = U \times I$$

↓ ↓ ↓

Watt Volt Ampere

↓ ↓ ↓

W V A

Jafnan getur skrifast $U = P / I$ eða $I = P / U$.

Þessa jöfnu má nota við mælingu á straumnotkun, t.d. suðuvéla (sjá mynd).

Reiknidæmi við suðu með 20 V og 100 A: $P = 20 \times 100 = 2000 \text{ W} = 2 \text{ kW}$.

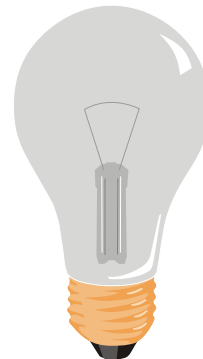
Áhrif á líkamann

Rafstraumur sem leiðir gegnum líkamann getur valdið alvarlegum skaða svo sem:

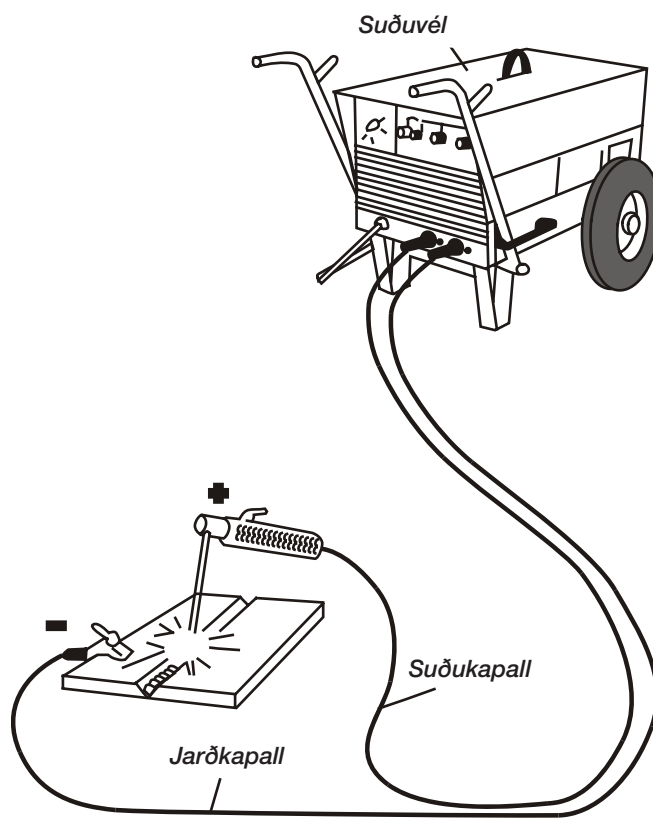
- Brunasárum
- Vöðvakrampa
- Óreglulegum hjartslætti
- Skemmdum á miðtaugakerfinu, sem leitt getur til DAUÐA

Rafsegulsvið

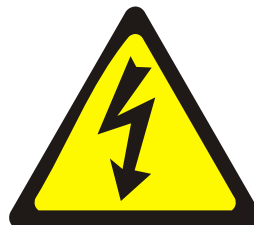
Í suðurásum myndast rafsegulsvið. Sterkir segulkraftar geta orðið vegna þess að suðukapallinn og jarðleiðarinn liggja of langt hvor frá öðrum. Með því að teipa saman kaplana er hægt að minnka segulsviðið um allt að 90%.



Ljósapera virkar aðeins ef hún er mötuð með raforku. Í perunni verður raforkan að hita og ljósi.



Í rafsúðuvél breytist orkan í hita og ljósboga.



Taktu tillit til þeirrar hættu sem fylgir rafmagni!

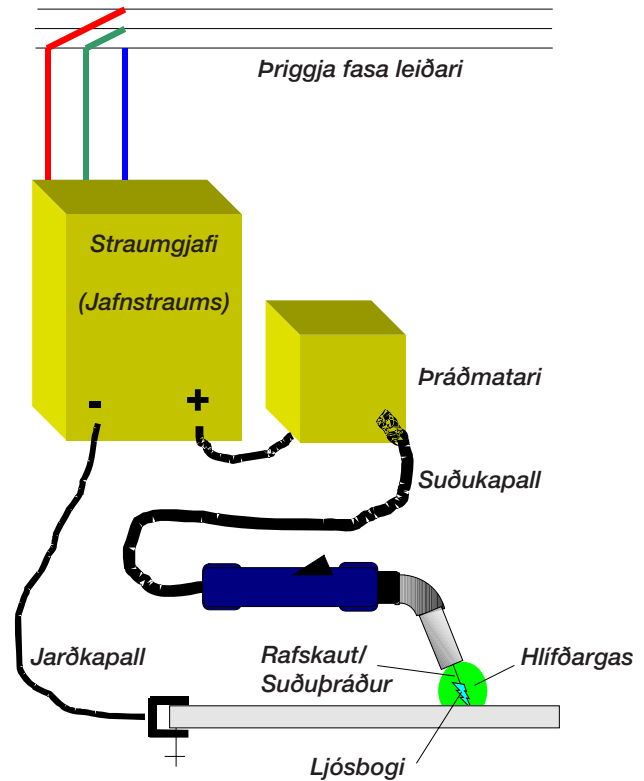
HEIMILDIR:

Jan Jönsson, Bengt Westin, Ulf Bergström

M1.2.2 Notkun rafmagns við málmsuðu

Rafmagns-ljósboginn

Rafstraumur myndast þegar „lausar“ rafeindir hreyfast í sömu átt í leiðara. Rafeindirnar eru rafhlaðnar. Ef bil myndast í leiðaranum hættir rafeindaflæðið og straumurinn. Ef bilið jónast getur rafeindaflæðið haldið áfram og straumrásin lokast aftur. Við jónunina breyta sumar rafeindir um braut og sumar fara yfir á braut með lægra orkusviði. Orkan sem losnar myndar rafsegulbylgjur, sem hafa sýnilega geislun. Ljósgeislunin sem myndast í loftbilinu er *ljósbog* sem hefur mikla þýðingu við málmsuðu með rafmagni (sjá mynd).

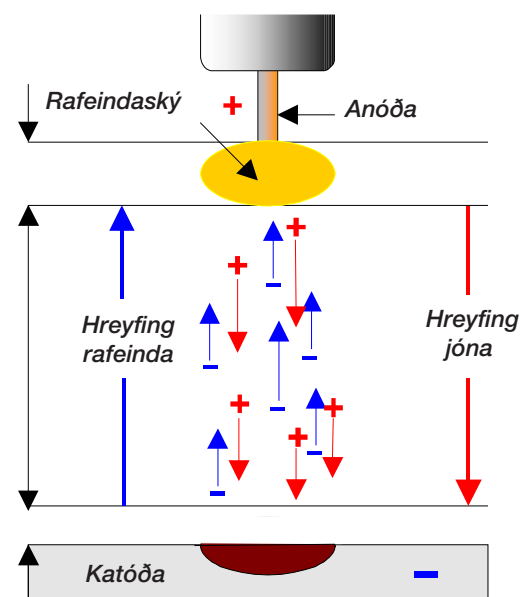


Ljósboginn sem hitagjafi

Kveikispenna suðuvélarinnar, sem er af öryggis-ástæðum u.þ.b. 80 volt, er í sjálfu sér of lág til þess að kveikja ljósbogann. Það þarf u.þ.b. 5000V/mm kveikispennu í loftbili. Til þess að ljósbog geti logað þurfa að myndast ákveðnar aðstæður, það er að loftrýmið milli vírsins og grunnefnisins verði leiðandi eða með öðrum orðum að ljósboginn jónist. Þetta á sér stað þannig að þegar suðuvírinn snertir grunnefnið verður skammhlaup í rásinni og snertifletirnir hitna. Við hitann klovna mólakúlín í atóm, en atómin gefa frá sér rafeindir. Þessar rafeindir ferðast með miklum hraða frá katóðunni (mínus pól) að anóðunni (plús pól) og á þessu ferðalagi rekast þau á loftmólakúl en við áreksturinn losna rafeindir frá loftmólakúlunum, svæðið jónast og ljósboginn logar. Í þessu sambandi er orðið rafeindaskothrið notað til þess að gefa hugmynd um þann ofsa sem þarna á sér stað.

Hreyfiorka rafeindanna verður að hitaorku þegar vinnustykkið stöðvar hreyfinguna (sjá mynd).

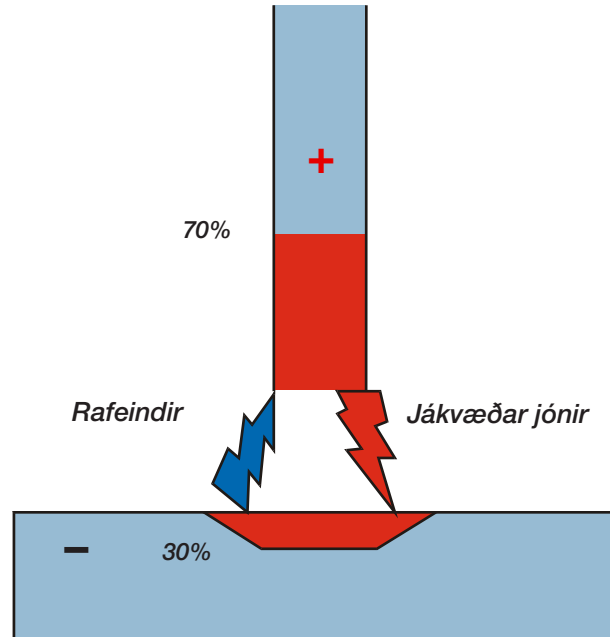
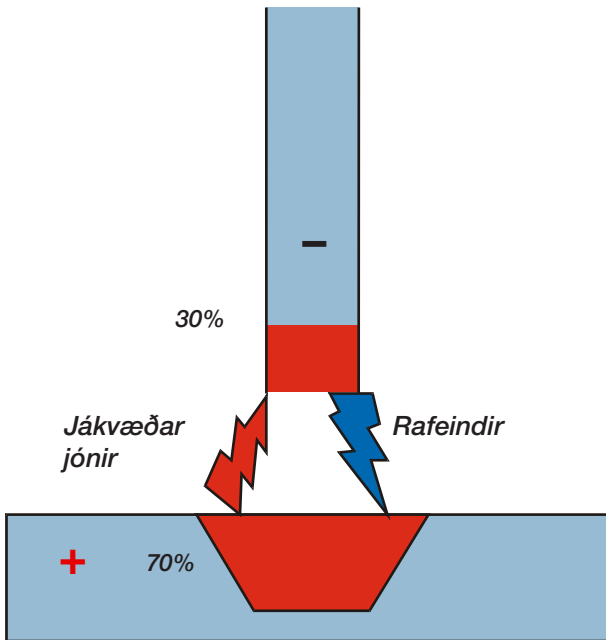
Þetta er skýringin á því að vinnustykkið hitnar á þeim punkti sem rafeindaskothriðin beinist að. Jónirnar sem losna frá vinnustykkinu auka hraðann á mótsvarandi hátt á leið sinni að enda rafsuðupinnans (katóða) og auka enn á hitann sem hjálpar til við að senda nýjar rafeindir af stað.



Hreyfiorka rafeindanna verður að hitaorku.

Þar sem rafeindaskothríðin er öflugri en jónaskothríðin, hitnar anóðan (+) meir en katóðan (-) við suðu með jafnstraum. Þetta skýrir hitaskiptinguna; við suðu með -pól í pinnanum hitnar vinnustykkið meira og pinninn mun minna. Sé soðið með +pól í pinnanum verður skiptingin á hinn veginn. Við suðu með riðstraum verður hitadreifingin jöfn á milli vinnustykkis og pinna, þar sem straumstefnan skiptist í sífellu (sjá mynd).

Suða með + pól í pinnanum (til hægri) veldur „heitum“ pinna og „köldu“ vinnustykki. Suða með - pól (neðan) veldur mótstæðum áhrifum.



Kraftur ljósbogans

Í ljósboganum breytist rafaflið bæði í ljós og hita, en hitinn í ljósboga er venjulega 5000 - 7000°C.

Að kveikja ljósbogann

Við kveikingu ljósbogans lækkar spennan frá u.þ.b. 80 voltum (kveikispenna) niður í 18 til 27 volt, allt eftir þvermáli suðupinnans og straumi. Kveikingu ljósbogans má skipta í tvo þætti. Fyrst sjálft skammhlaup pinnans á móti vinnustykkinu og síðan jónun loftbilsins þannig að ljósbogi myndast.

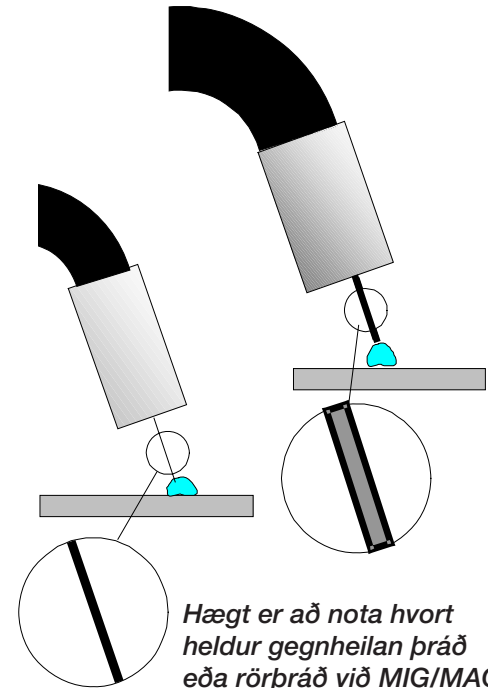
Mannsaugað sér bjarminn frá ljósboganum sem myndast í loftbilinu á ólíkan hátt hvað varðar lit og styrk. Það er vegna rafsegulsgeislunarinnar, sem á sinn hátt stýrist af því hvernig atóm eru í loftbilinu og sem breytist með þeim gastegundum sem eru þar.

Ljósbogaspennan breytist eftir lengd ljósbogans. Aukin lengd veldur aukinni spennu og með minnkandi lengd minnkar spennan. Ljósboginn hefur ákveðna hámarkslengd, þegar henni er náð rofnar hann að lokum (slokknar).

Ferlið og ljósboginn

Við MIG/MAG-suðu myndast ljósbogi á milli suðuþráðarins og grunnnefnisins/suðupollsins. Rafskautið er þráður sem bráðnar niður vegna hitans frá ljósboganum og rennur í suðupollinn.

Suðuþráðurinn matast sjálfkrafa fram úr þráðmataranum. Þar sem þráðurinn bráðnar niður við suðuna er mikilvægt að halda lengd ljósbogans stöðugri. Þessu er stjórnað með því að stilla inn rétta þráðmötun.



Hægt er að nota hvort heldur gegnheilan þráð eða rörþráð við MIG/MAG-suðu allt eftir kröfum hverju

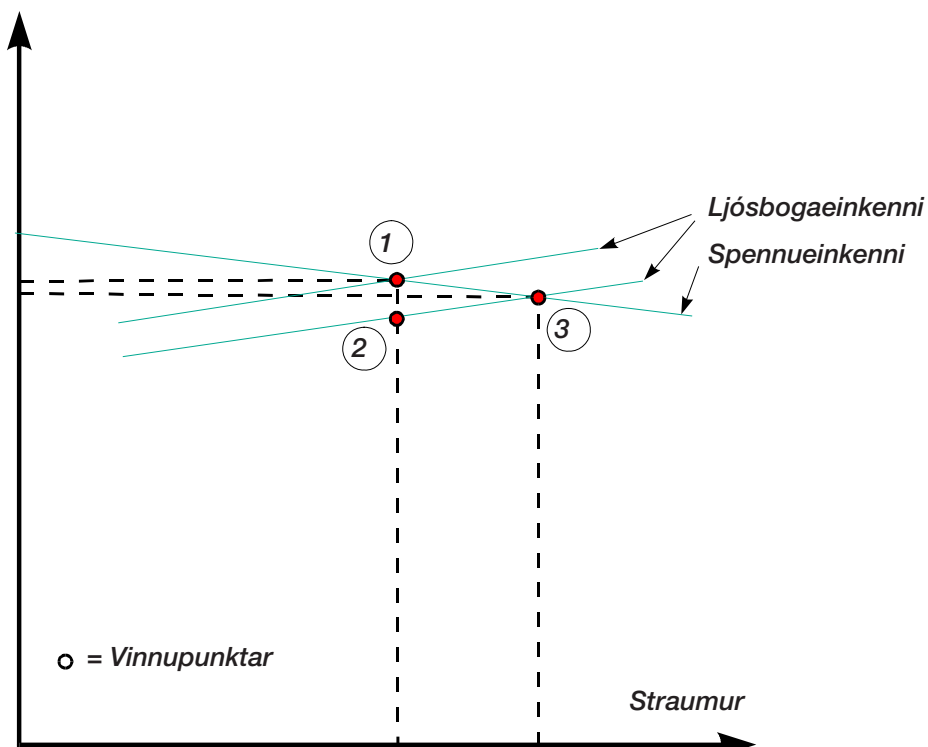
Straumgjafinn og álagseinkenni hans

Straumgjafar fyrir MIG/MAG-suðu þurfa að hafa lárétt eða lítið fallandi álagseinkenni. Það þýðir að ef truflun á ferlinu veldur styttri ljósboga, þá lækkar vinnupunkturinn, þ.e. spennan minnkar og straumurinn eykst (frá punkti 1 til 2 á vinstri myndinni). Hækkandi straumur eykur bráðunarhraða þráðarins og ljósbogalengdin færir í rétt horf (punktur 3). Þessi sjálfstilling er sterkari því minna sem spennueinkenni vélarinnar falla.

einkennst af:

- Góðri stjórn á ljósbogalengd
- Straumurinn ræðst af mótunarhraða og þvermáli þráðarins.

Fyrir utan að notast í MIG/MAG-suður, eru vélar með lítið fallandi álagseinkenni, notaðar til duftsuðu og



Sjálfstilling ljósbogans

Mötunarhraðinn minnkar



Ljósboginn lengist



Ljósbogaspennan eykst



Straumurinn minnkar



Bræðihraðinn minnkar



Ljósboginn stillist af

○ = Vinnupunktur

Suðuefni/hlífðargas

Suðuefni fyrir MIG/MAG-suðu er á margan hátt ólíkt því sem notað er við pinnasuðu, en þó er ýmislegt sem er sameiginlegt.

Suðuefnið er í báðum tilfellum líka *rafskaut*, þ.e.a.s. að það leiðir rafstrauminn.

Það getur líka verið gert úr ólíkum málum eða málmblöndum, og algengustu málmarnir/ blöndurnar fyrir MIG/MAG-suðu eru:

- óblandað stál
- lágblandað stál
- ryðfrítt stál
- eir
- brons
- ál

Þvermál suðupráðarins er gefið upp í mm. Þær stærðir sem þekkjast, eru 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4 og 1.6 mm af gegnheilum þræði og 1.2, 1.4, 1.6, 2.0 ásamt 2.4 mm af rörþræði.

Lengd þráðarins ræðst af stærð rúllunnar/keflisins. 15 kílóa rúlla, sem er algengast, af Ø 0.8 mm þræði inniheldur u.þ.b. 2500 m þráð.

Hlífðargas

Til að hlífa suðuferlinu fyrir skaðlegum áhrifum andrúmsloftsins er notað hlífðargas. Það getur verið hreint, óvirkt (*inert*, MIG) eða virkt (*active*, MAG) gas, eða blöndur tveggja eða fleiri tegunda.

Þær gastegundir sem mest eru notaðar, eru argon (Ar) og kolsýra (CO₂) eða blöndur af þeim.

Annað óvirkt gas sem hægt er að nota við MIG-suðu er *helium* (He).

Vert að muna að: Hlífðargasið við MIG/MAG-suðu þjónar þeim tilgangi að halda burt andrúmslofti frá suðunni svo að það hafi ekki áhrif á suðuferlið. Það fjarlægir ekki óhreinindi sem fyrir eru á vinnustykkinu!

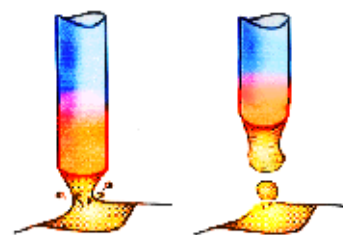
Efnisyfirlæsla í ljósboganum

Efnisyfirlæslan frá suðuvír til vinnsluefnis með nútímalegum suðuvélum verður, nær undantekningarlaust, með þrennum hætti:

- með stuttboga (short-arc)
- með úðaboga (spray-arc)
- með púlsandi boga (pulsed-arc)

Stuttbogaferlið einkennist af því að lengst úti á enda suðuvírsins myndast dropi. Þegar dropinn hefur náð réttri stærð fellur hann af, það verður skammhlaup og hann sogast í suðupollinn. Stærð dropans ræðst af spanstuðlinum.

Úðabogaferlið á sér stað á mun hærri straumi og spennu. Það þýðir að það myndast í raun enginn einn dropi, heldur á efnisyfirlæslan sér stað í formi afar smárra dropa, þ.e. í úðaformi. Ekkert skammhlaup verður við úðaboga.



Ferlið í stuttboganum; stórir dropar.



Úðabogaferlið; fjölmargir smádropar.

Blandbogasvæði kallast það svæði sem liggur á milli stuttboga- og úðabogasvæðisins. Þetta svæði einkennist af óstöðugum ljósboga með stóra, óreglulega dropa. Suða með blandboga orsakar mikið spraut/suðulús og er ekki mælt með þeirri suðu á blandbogasvæðinu.

Púlsferlinu er hægt að lýsa sem blöndu af stuttboga- og úðabogaferli sem er þannig stillt að straumurinn sveiflast á milli hárra (þar sem þráðurinn bráðnar af) og lágra gilda (þar sem bara ljósboginn logar). Með þessu móti næst mun betra vald á suðupollinum.

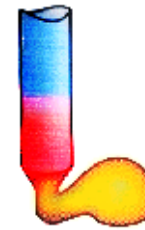
Ferlið stýrist af miklum fjölda stillibreyta sem afar erfitt er stilla inn „handvirkt“. Hér þarf að koma til örgjafi sem ræður við að samræma allar nauðsynlegar stillibreytur.

Til viðbótar við áður nefndar aðferðir/ferli, eru til tvær aðferðir, sem fyrst og fremst eru notaðar vélrænt, þ.e. með suðuvélmönnum, og sem hafa verið þróaðar til þess að auka framleiðni.

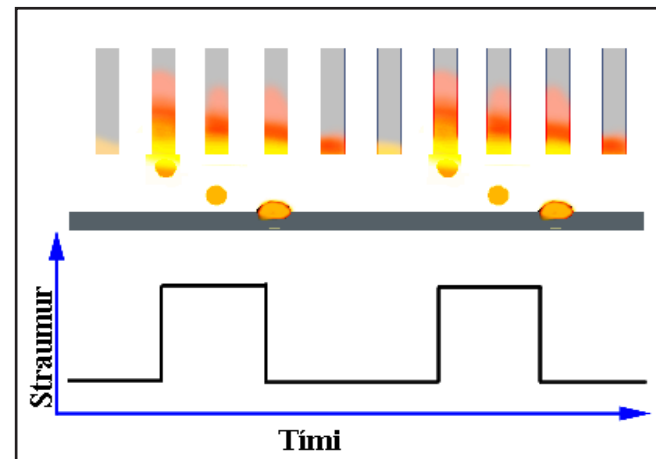
Með **þvingaðri stuttbogasuðu** er soðið með háum þráðmötunarhraða (allt að 25 m/mín), lítið eitt meiri skögun (stick out) en venjulega, en frekar lágri bogaspennu. Þetta þýðir að notaður er mötunarhraði og straumur sem hæfa úðabogasuðu, en bogaspenna hefur í för með sér skammhleypandi ljósboga.

Þetta suðuferli er líka kallað *Rapid Arc*.

Snúningsúðabogi veldur því að efnisyfirfærslan í ljósboganum verður í formi smá dropa sem snúast hratt í suðupollinum. Innbræðslan í vinnsluefnið verður í laginu eins og baðkar, ekki eins djúp og við þvingaða stuttbogasuðu en með mun betri hliðarinnbræðslu. Snúningsúðabogi sem hefur mötunarhraða u.þ.b. 30 m/mín og matar fram mikið suðuefni á skömmum tíma hentar einungis til vélrænnar suðu. Aðferðin kallast líka *Rapid Melt*.



Blandbogi með stóra, óreglulega dropa.



Vinnuferli púlsernadi suðu.



Snúningsúðabogi, Rapid Melt.

Geislun frá ljósboganum, reykmyndun

Suðumaðurinn verður oft fyrir geislun, sérstaklega við TIG, MIG og plasmasuðu, þar sem mest er unnið með speglandi efni, en speglunin eykur á geislunina.

- **Útfjótublá geislun.** UV-geislun er algengasta geislunin við suðuvinnu. Ef augun eru óvarin fá menn s.k. suðublinðu. Vörnin felst í því að nota suðuhjálms með viðeigandi hlífðargleri til að verja augu og að hlífa húðinni við beinni geislun með því að klæðast réttum hlífðarfatnaði.
- **Innrauð geislun.** IR-geislun, sem verður til við gassuðu, logskurð, lóðningu og við stórar deiglu, getur til lengri tíma framkallað breytingar í óvernduðu auga. Það er haldið að geislunin geti valdið gláku. Notkun suðuglæraugna kemur í veg fyrir skaðann.

Suðureykur og flokkun reyks

Við suðu myndast reykur. Reykurinn eru smáar efnisagnir með flókinni efnasamsetningu. Allt eftir magni og samsetningu er reykurinn meira eða minna hættulegur heilsunni.

Það verður ekki hjá því komist að reykur myndist. Við hinn háa hita sem er í ljósboganum, ca. 6000 til 7000°C, taka efni úr suðuvírnum á sig gaskennt form. Þegar þau síðan komast í snertingu við súrefnið umhverfis myndast fastar reykagnir.

Margir þættir hafa áhrif á reykmyndunina:

- Vírgerð, og þvermál, straumstyrkur og lengd ljósbogans
- Grunnefnið og möguleg húð á því, t.d. ryð, olía eða málning
- Vír með stórt þvermál veldur meiri reyk en vír með minna þvermál af sömu gerð
- Aukinn straumstyrkur veldur meiri reyk
- Aukin ljósbogalengd veldur meiri reyk

Staðlar yfir reykflokka

Allur suðuvír á að vera flokkaðir eftir Evrópustaðli. EN 499 fyrir pinna, EN 440 fyrir gegnheilan vír og EN 758 fyrir rör vír.

Hver tegund og hver stærð er flokkuð í einn af flokkunum 1-7 eftir reyk magni og samsetningu. Flokkur 1 er minnst skaðlegur og flokkur 7 er mest skaðlegur heilsunni. (Sjá einnig kafla E5.2.4.)

Form suðunnar

Soðin samskeyti geta flokkast í 4 ólíkar gerðir; stúf, horn-, T- og sköruð skeyti (sjá mynd).



Stúfskeyti



Hornskeyti



T-skeyti

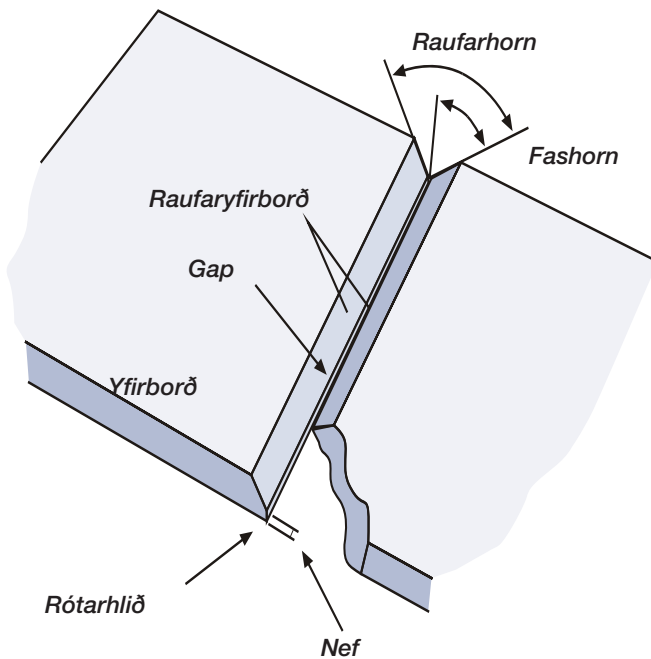


Sköruð skeyti

Ólíkar gerðir suðuskeyta.

Raufarhlutar

Dæmi um orð sem hér verða höfð um ólíka hluta suðuraufarinnar: (sjá mynd).



Raufarhorn, nef og gap ræðst af efni, efnisþykkt og suðuaðferð.

Eftir suðu:

- Að gjall, „suðulús“ og leifar reyks séu hreinsaðar af vinnustykkinu
- Að slípun og meitlun hafi ekki valdið sárum, sprungum eða öðrum göllum sem talist geta skaðlegar fyrir vinnustykkið.
- Að rétting sé framkvæmd án þess að valda skaða á vinnustykkinu.
- Að för eftir verkfæri, sem talin geta verið til lýtis, sjáist ekki.
- Að allar bráðabirgðaklemmur, dragmellur og annað slíkt sé fjarlægð án þess að valda skaða.

Öll suða skal framkvæmd eftir suðuleiðbeiningum, t.d. WPSum* eða eftir öðrum suðutæknilegum reglum.

Á myndinni er dæmi um kverksuðuskeyti þar sem þverskurður suðanna mynda jafnarma þríhyrning og hvort a-mál skal að jafnaði ekki vera meira en 0,5 t og „t“ er minnsta efnisþykkt plattanna.

Þrjú stig suðuvinnu

Til að ná sem bestum árangri við suðuvinnu er hægt að skipta henni í þrjú stig; fyrir, á meðan og eftir suðu. Eftirfarandi atriði þarf að hafa í huga:

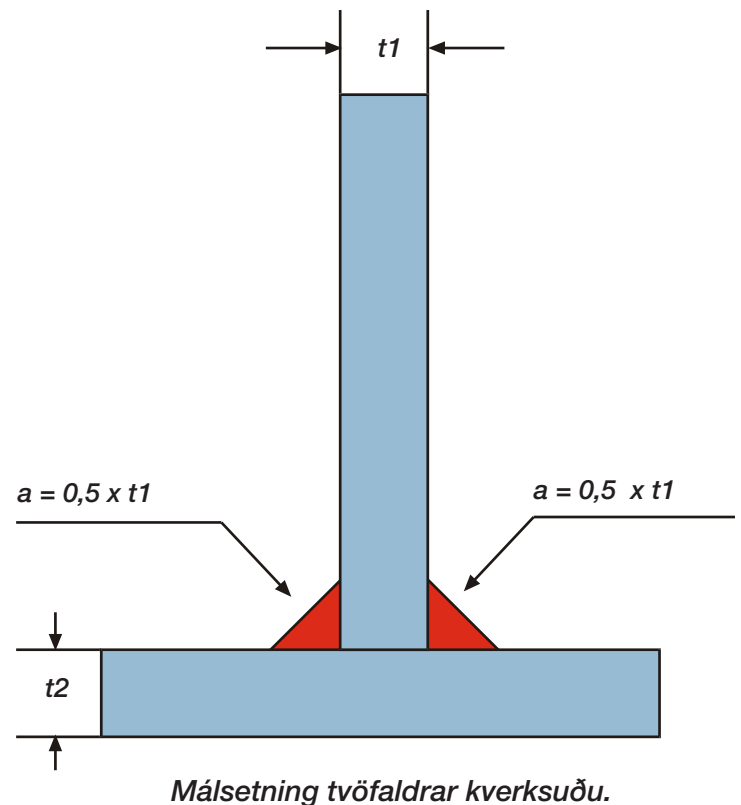
Fyrir suðu:

- Að lögun raufarinnar uppfylli sett skilyrði
- Að raufin og svæðið næst henni sé hrein og án galla
- Að hlutar sem sjóða skal saman séu festir

Á meðan soðið er:

- Að sprungur séu ekki í millistrengjum við fjölstrengjasuðu
- Við fjölstrengjasuðu náist fullnægjandi bráðnun milli grunnefnis og strengja
- Að uppgefin forhitun sé rétt
- Að halda réttum hita í fúgunni við fjölstrengjasuðu
- Að suðuefni sé meðhöndlað samkvæmt kröfum framleiðanda

* WPS, sjá M 2.2.2 bls. 4.



HEIMILDIR:

Jan Jönsson, Bengt Westin, Jan Svensson, Ulf Bergström.

M1.2.3 Suðubúnaður

Dreifing rafmagns, úttak frá kerfinu

Aðalhlutverk suðuvélarinnar er að lækka hina háu spennu dreifikerfisins og um leið að gera það mögulegt að fá út háan straum. Að auki þarf að vera hægt að stilla suðustrauminn fyrir ólík verkefni. Suðuvélar þarf því að vera hægt að stilla í smáum skrefum eða stiglaust.

Breyting netspennu og straums í suðuorku, suðustraumgjafinn

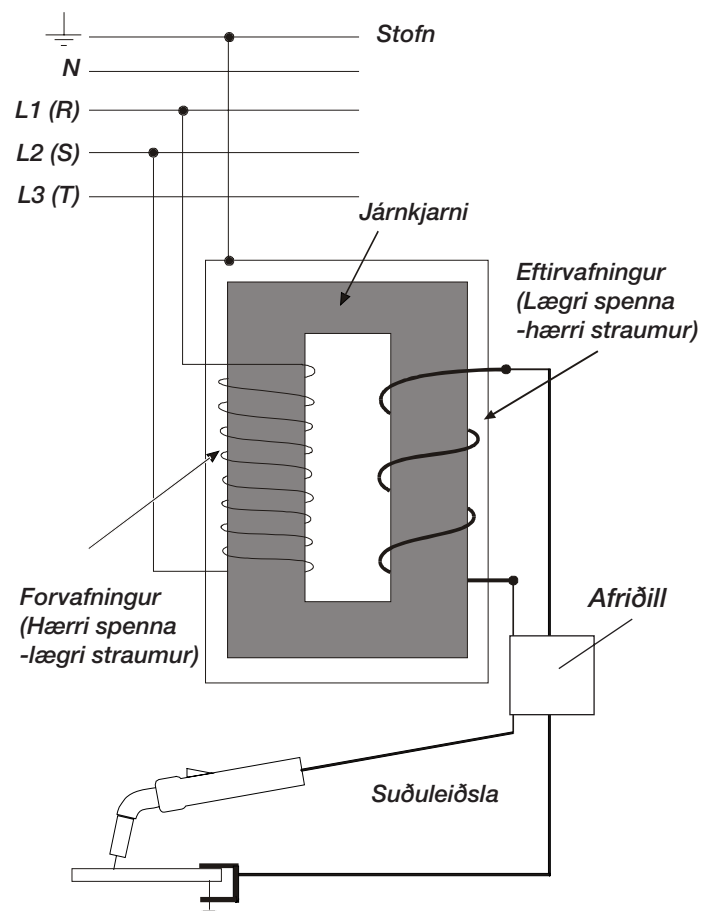
Sjá kafla M1.2.1.

Transarinn, notkun riðstraums

Suðutransarinn er í eðli sínu einfaldur straumgjafi. Fyrst og fremst er hann spennubreytir sem lækkar spennu dreifikerfisins. Spennirinn er gerður úr járnkjarna með tveimur vafningum, for- og eftirvafning.

Forvafningurinn er tengdur við rafmagnsúttak t.d. 400 V. Spennan á eftirhlidinni verður lægri vegna þess að eftirspólan hefur færri vafninga.

Suðutransarinn er einfasavél sem þýðir að hún tengist við þriggjafasanetið milli tveggja fasa eða milli fasa og núllleiðara, eftir því hvaða spennu transarinn er ætlaður. Til eru transarar sem eru ætlaðir til að tengjast venjulegri jarðtengdri 220 V innstungu.



Uppbygging transarans.

Transarinn skilar riðstraumi

Afriðill fyrir jafnstraum

Afriðilssuðan samanstendur af spennubreyti og afriðli. Riðstraumurinn frá stofninum er spenntur niður og síðan breytt í jafnstraum í afriðlinum. Algengust er þriggjasagerð. Það þýðir að hverjum fasa fyrir sig er breytt í jafnstraum og þar á eftir sameinast þeir í tvö straumúttök á vélinni, einn plúspól og einn mínuspól. Þar tengjast suðu- og jarðleiðarakaplar.

Afriðilssuðan er jafnstraumsvél

Hátíðnisuðan

Í venjulegri afriðilssuðu er spennubreytirinn þyngsti hlutinn. Þyngd spennis er meðal annars háð tíðni riðstraumsins sem á að spenna niður. Til að minnka þungann þarf að hækka tíðnina. Þetta samband kemur að gagni í hátíðnisuðunni. Þar vinnur spennirinn á 2 - 3 kHz tíðni, sem er 40 - 60 sinnum hærri en stofntíðnin (50 Hz).

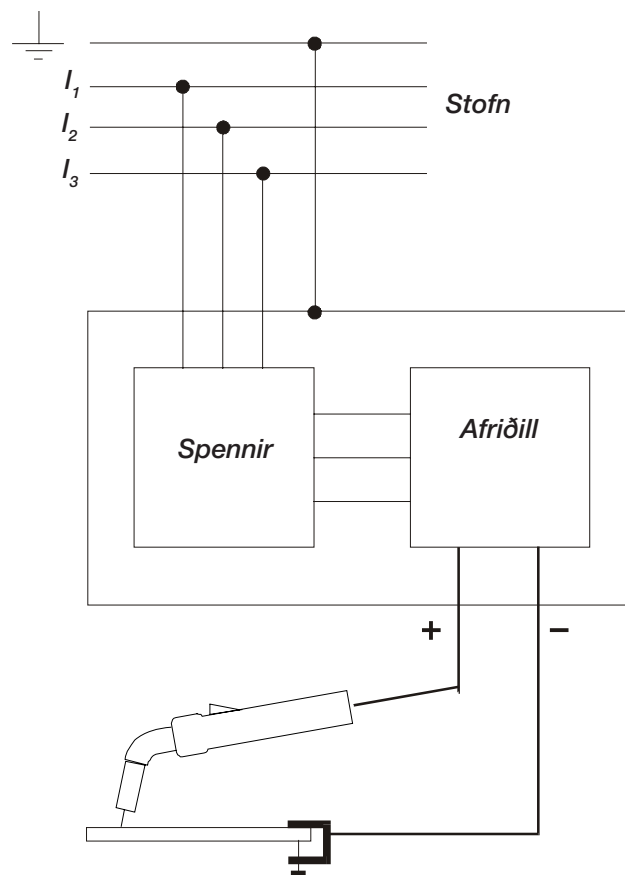
Þessi háa tíðni gerir það mögulegt að stilla straum af töliverðri nákvæmni, sem skapar góða suðueiginleika.

Til þess að hægt sé að hækka svo mjög tíðni stofnspennunnar þarf fyrst að afriða hana, breyta í jafnstraum. Því næst er henni aftur breytt í riðstraum, en nú með mun hærri tíðni en í stofninum.

Þar á eftir er hátíðnistraumurinn spenntur niður í spennu sem hæfileg er til suðu og síðan afriðuð. Til þess að vélin fái þá suðueiginleika og stýrimöguleika sem óskað er, stýrist allt ferlið af rafeindarás.

Stærsti kosturinn við þessa gerð véla er að þær eru litlar og léttar miðað við getu og hafa þar að auki hærri virkni en aðrir straumgjafar.

Hátíðnisuðan er jafnstraumsvél



Uppbygging afriðilssuðunnar.



Hátíðnisuðan er lítil, létt og skilar fullnægjandi suðustrámi fyrir flesta suðuvinnu.



Jöfn spenna skilar jöfnum ljósboga við MAG-suðu.

Kveiki- og ljósbogaspenna, suðustraumur

Kveikispenna

Kveikispenna er mæld á milli úttakanna á straumgjafa sem ekki er undir álagi. Kveikt er á straumgjafanum en suða fer ekki fram.

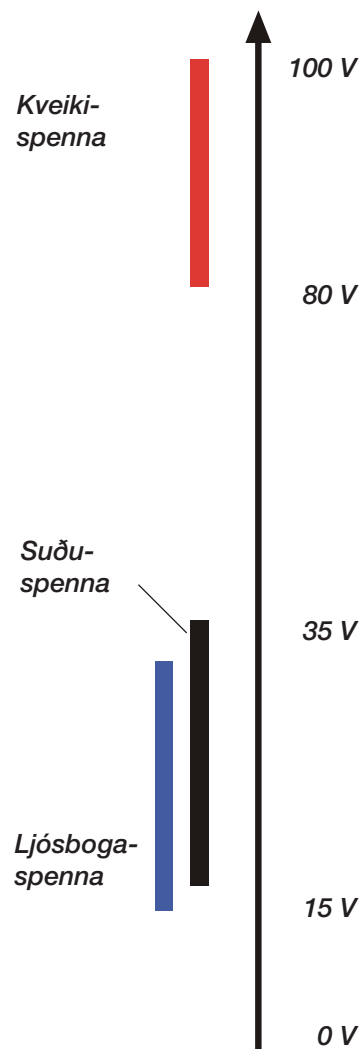
Kveikispenna getur verið 60 - 100 V.

Suðuspenna

Suðuspenna er sú spenna sem mælist á milli úttaka straumgjafans á meðan suða fer fram. Hún er nokkuð hærri en bogaspennan.

Ljósbogaspenna

Ljósbogaspenna er spennufallið á milli *pinnaendans og vinnustykkisins* þegar ljósboginn er kveiktur. Ljósbogaspennan getur verið ca. 15 - 30 V. Ljósbogaspennan er mæld með voltmæli sem tengist á milli suðutangarinnar og jarðleiðarans.



Suðustraumur

Sá fjöldi rafeinda sem á gefinni tímaeiningu hreyfast um leiðara kallast straumur. Þegar suðumaðurinn kveikir ljósþoga sinn fara rafeindirnar í leiðaranum (kaplinum) á hreyfingu og þar með hefur hringrás myndast.

Hve mikinn straum þarf, veltur á stærð suðupinnans, en líka á lengd og þvermáli suðukapalsins. Ef kapallinn er langur eða grannur eykst straumbörfin þar sem viðnámið eykst.

Suðustraumurinn er stilltur á framhlið suðuvélarinnar og sýnir stillihnappurinn hæsta straum sem vélin getur skilað. Hámarksstraum er þó sjaldan hægt að ná úr suðuvél (sjá um virknispátt).

Aðrar leiðir til að stilla straum eru með fjarstýringu eða með „púlsstilli“.

Virknispáttur

Ljósbogatími

Með virknispætti er átt við raunverulega getu suðuvélarinnar. Vélin ræður ekki við að skila hámarksstraumi nema í stutta stund. Sé farið yfir þessi tíma-mörk yfirhitnar vélin og öryggi slær út. „Hámarksstraumur“ er sem sagt aðeins fræðilegt hugtak. Hið áhugaverða er hve mörgum amperum vélin skilar á gefnum tíma. Þennan tíma má sjá á merkispjaldi vél-arinnar.

Ljósbogatími við suðuvinnu er sá tími sem ljósboginn brennur. Tímanum er skipt upp í tíu mínútna bil. Á hverju tímabili má ljósboginn brenna í þann tíma sem afköstin (intermittensin) segja til um. T.d. við 60% logar ljósboginn í 6 mín. en er slökktur í 4 mín. Við þessi skilyrði gefur vélin sem merkispjaldið er sýnt af hér á síðunni til hliðar 150 amper.

MERKISPJALD

Merkispjaldið er staðsett aftan á suðuvélinni. Hér er sýnt merkispjald fyrir Aristo 450 með skýringum um hvernig á að lesa og túlka það.

Esab Welding Equipment AB S-69581 Laxå Sweden Made in Sweden		ESAB	CE
LUD 450			
1	3~		4
2	EN 60974-1 IEC 974-1		
	U ₁	15A/15V[8V] - 450A/36,5V	5a
		X 45% 60% 100%	6
	U ₀ = 65-80V	I ₂ 450A 425A 360A	
		U ₂ 36,5V 35V 32V	
	U ₁	16A/20V - 450A/38V	5b
		X 45% 60% 100%	6
	U ₀ = 50-60V	I ₂ 450A 425A 360A	
		U ₂ 38V 37V 34,4V	
3	U ₁ 400V 50-60Hz	I ₁ 32,5A 29,5A 24,5A	7
	AF	IP 23	8

1. LUD 450 er innanhússnafn ESAB yfir Aristo 450.

2. Þýðir að Aristo hefur tíðni-breyti, spennu og afriðil.

3. Gefur upp tengingu við þriggja fasa stofn 50 eða 60 Hz.

4. Þessar bókstafa- og talarunur þýða að ESAB fylgir alþjóðlegum viðmiðunum. Mikilvæg trygging fyrir notandann þar sem viðmiðanir eru ábendingar sem ekki er nauðsynlegt að fylgja. IEC er alþjóðleg viðmiðun, EN er evrópsk viðmiðun.

5a. Sýnir straumsvið 15-450 A. Spennusviðið er 15-36,5 V. Þessi gildi fyrir MIG/MAG sýna að fylgt er alþjóðlegu ljósbogalínunni. Ljósbogalínan er meðalgildi fyrir allt suðuefni. Framleiðendur sem ekki gefa upp getu vélanna út frá þessu, geta gefið upp mun meira straumsvið án þess að hafa í raun meiri getu.

5b. Sýnir straumsvið 16-450 A Spennuna 20-38 V. Þessi gildi eiga við fyrir MMA-suðu. Annars gildir sama og í lið 5a.

6. X sýnir virknispátt, I sýnir straum við vissan virknispátt, U sýnir spennu samkvæmt ljósbogalínunni. Virknispáttur segir til um hve lengi í einu er hægt að sjóða með gefnum gildum. Virknispáttur er mældur í % af tíu mínútna tímabili.

7. A Sýnir stofnspennu 400 V og inntaksstraum við mismunandi suðustraum.

8. Hlíðarnúmer – sýnir hversu vel vernduð vélin er gagnvart vatnsgusum og öðru, og að hún hafi kælivíftu.

HEIMILDIR:

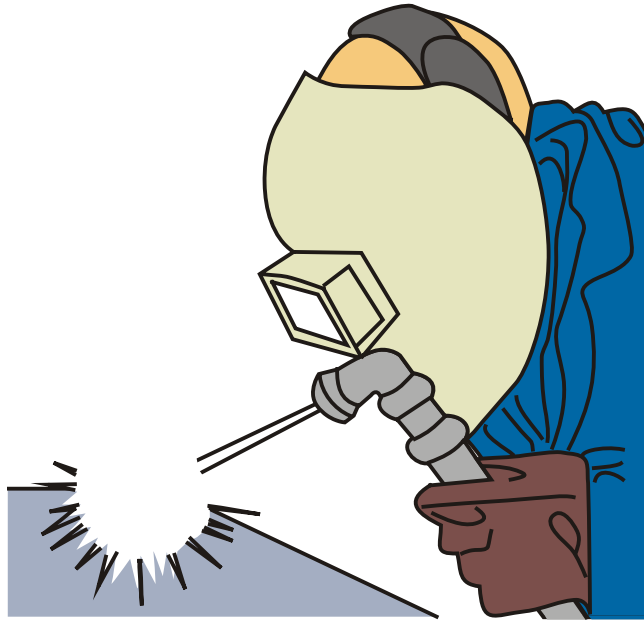
Jan Jönsson, Bengt Westin, Ulf Bergström, ESAB, Kemppi AB, Elga AB, Aga gas AB, Air Liquide AB.

M1.2.4 Heilsa og öryggi (E1.2.4)

Vinnuáðstæður

Suðustarfið er lögverndað og getur oft á tíðum verið krefjandi. Suðumaðurinn þarf að vera vel á sig kominn líkamlega, hann verður að búa yfir verklegri færni og hafa fræðilega kunnáttu á því sem tengist starfinu. Vinnuáðstæður suðumannsins geta verið erfiðar á margan hátt. Það geta verið óþægilegar vinnustillingar, geislun, hávaði eða hættuleg efni. Suðumaðurinn getur verndað sjálfan sig með réttum hlífðarbúnaði, en það er líka mikilvægt að hlífa vinnufélögunum við geisluninni frá ljósboganum.

Hætturarnar við MIG/MAG-suðu eru að mestu hinar sömu og við pinnasuðu. Ýmsar kannanir hafa verið gerðar á suðusviðinu, sem hafa leitt til mikilvægra upplýsinga um hætturarnar af efnavöru. Hættumörk hafa verið sett fyrir mörg efni.



Suða er krefjandi starf.

Vinnustillingar og að lyfta þungu

Suðumenn verða oft að vinna í óþægilegum stellingum sem taka á líkamlega. Orsakirnar geta verið suða sem erfið er að komast að, suða uppundir, þrengsli o.s.frv. Annar þáttur getur verið búnaðurinn: suðukaplar, suðubarkar, slípivélar o.fl. Suðumaðurinn þarf líka oft að lyfta þungum hlutum, og jafnvel snúa sér og skekkja sig á meðan.

En þannig þarf þetta ekki að vera. Með þeirri tækni og þeim hjálpartækjum sem til eru í dag er strit við suðuvinnu nánast úr sögunni.

Hvað varðar sjálfa vinnustellinguna er hægt að bæta hana með því til dæmis að:

- Alltaf að leita stuðnings fyrir líkamann
- Aldrei sjóða með beinum handlegg
- Skapa sér stuðning fyrir hnakka og bak við uppundirsuðu
- Sjóða með beint bak, þegar hægt er
- Halda handleggjum eins nærri líkamanum og mögulegt er.
- Forðast suðu yfir axlarhæð
- Skifta um vinnustellingu reglulega
- Hafa rétt grip á suðutönginni

Hjálpartæki

Nokkur hjálpartæki sem auðvelda suðuvinnuna:

- Með lyftiblokk er hægt að minnka þunga slípivéla, suðukapla o.fl.
- Stillanleg suðuborð og stólar skapa betri vinnuáðstæður
- Snúningsborð snýr vinnustykkinu meðan á suðu stendur
- Keflabúkkar auðvelda suðuna og skapa betri vinnuáðstöðu við suðu á sívölum hlutum

Augnskaðar

Geislun

Suðumaðurinn verður oft fyrir geislun, sérstaklega við TIG, MIG og plasmasuðu, þar sem mest er unnið með speglandi efni, en speglunin eykur á geislunina.

- **Útfjótblá geislun.** UV-geislun er algengust við suðuvinnu. Ef horft er í suðugeislann með óvörðum augum er nokkuð víst að áhorfandinn verði fyrir s.k. suðublindu. Vörnin gegn suðugeislun er fólgin í því að nota suðuhjálmm með dökku gleri og að hylja bera húð.
- **Innrauð geislun.** IR-geislun, sem myndast við gassuðu, logskurð, lóðningu og við stórar deigjur, getur til lengri tíma framkallað breytingar í augum sem ekki er hlíft. Það er haldið að geislunin geti valdið gláku.

Suðuskermur eða suðuhjálmmur verndar gegn geisluninni, þar sem hið dökka suðugler þeirra hleypir ekki í gegn UV- eða IR-geislum, heldur aðeins sýnilegu ljósi.

Þéttleiki suðuglersins fyrir MMA-, TIG- og MIG/MAG-suðu er milli 9 og 12 DIN.

Fyrir gassuðu er þéttleikinn 5 DIN og fyrir logskurð 3-4 DIN.

Raflost

Við rafsuðu getur rafstraumurinn valdið hættu, og þá sérstaklega *riðstraumurinn*.

Suðuvélar geta haft allt upp í 120 volta kveikispennu fyrir jafnstraum og 80 volt fyrir riðstraum. Varað er við því að snerta suðupinna og vinnustykki samtímis.

Spennan (80-120 volt) er ekki lífshættuleg, en getur við óheppileg skilyrði gefið öflugt „rafstuð“.

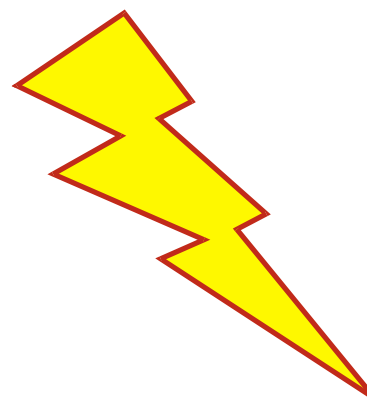
Hættan af rafmagni

Rafmagnsvinna skal aðeins framkvæmast af viðurkenndum fagmanni. Þetta eru grunnreglurnar:

- Kaplar og tengisnúrur skulu vera í góðu lagi og jarðtengdar.
- Við vinnu í tönkum og þróm eða við aðrar þröngar aðstæður þar sem veggir eða hliðar eru rafleiðandi skal viðhafa sérstaka aðgát.
- Virðið aðvörunarskilti.



Gætið að augunum. Notið ætíð augnhlífar, hvort sem um er að ræða suðu, skurð, slípun eða gjallhreinsun.



Rafstraumur getur verið hættulegur, jafnvel í litlum mæli.

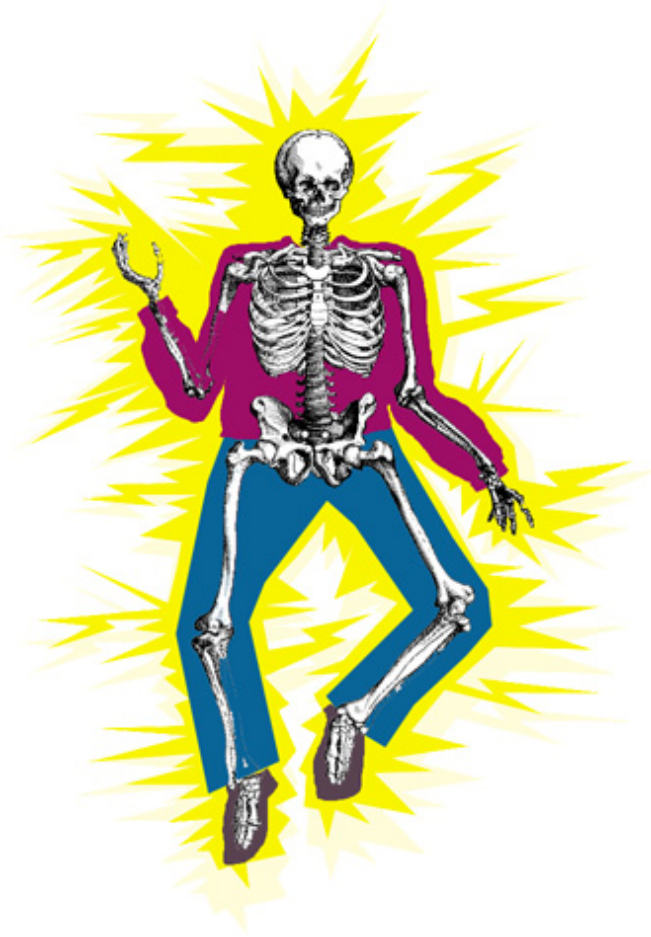
Viðnám líkamans

Sýndarviðnám mannlíkamans sem hlutfall af rafspennunni

Sýndarviðnám húðarinnar ræðst af:

- snertispennunni
- tíðni snertispennunnar
- gerð straumsins (jafnstraumur eða riðstraumur)
- varanleika straumsins
- stærð snertiflatarins
- snertiþrýstingnum
- hitastigi snertiflatarins
- hreinleika og rakastigi húðarinnar
- aldri, kyni og þyngd viðkomandi

Því heilsutjóni sem rafstraumur veldur má skipta upp í tvo meginflokk; bruna og hreyfitruflanir.



Brunar – brunaskaðar – brunavörn

Það er því miður alvanalegt að suðumenn hljóti brunasár í starfi. Það geta verið allt frá smásárum frá heitu gjalli og neistum til lífshættulegra bruna.

Sá hiti sem suðan veldur er mjög hár, þótt svæðisbundinn sé, og það er auðvelt að verða fyrir bruna. Mest er slyshættan þegar unnið er með logsuðu eða logskurð. Acetylen hefur lágan kveikihita og tiltölulega lág sjálfkveikimörk. Lekur búnaður þar sem acetylen er notað getur valdið alvarlegri hættu.

Oxygen, þ.e. súrefni, brennur ekki, en eykur brunahraðann verulega. Að jafnaði er ca. 21% súrefni í andrúmsloftinu í kringum okkur en ef *súrefnisinnihaldið hækkar um 3-4% tvöfaldast brunahraðinn!*

Hækki súrefnisinnihaldið upp í 36% áttfaldast brunahraðinn!

Heill og vel viðhaldinn gasbúnaður er því nauðsynlegur, sérstaklega þar sem þröngt er.



Súrefni getur fengið nær allt til að brenna. Blásið því aldrei óhreinindi af vinnufötunum með súrefni.

Heit vinna

Suða veldur árlega mörgum eldsvoðum, sem jafvel enda með sprengingu. Skemmdir verða fyrir milljónir króna. Oft hefði verið hægt að koma í veg fyrir þessa eldsvoða.

Engin suðuvinna á vinnusvæðum s.s. við smíði skipa eða uppsetningu búnaðar í verksmiðjum o.s.fv. ætti að framkvæmast af öðrum en þeim sem hlotið hafa menntun í brunavörnum við þannig aðstæður. Í dag er það skilyrði í Skandinavíu að sá sem sýður, vaktar eða er ábyrgur fyrir vinnu utan hins venjulega vinnustaðar, hafi hlotið menntun í brunavörnum þar sem „heit vinna“ er framkvæmd og geti sýnt skírteini því til staðfestingar.

Betri menntun og strangari öryggisreglur hefðu hindrað margan eldsvoðann. Allir þeir sem vinna við suðu eða logskurð verða að þekkja til hættunnar sem er fyrir hendi. Verkstæði ættu að hafa skriflegar öryggisreglur fyrir suðuvinnu og strangt eftirlit með því að þeim sé fylgt.

Margir eldsvoðar hafa orsakast af neistaflugi og heitu gjalli. Það verður ekki komist hjá því að heitt gjall myndist við rafsuðu. Því er það mikilvægt að fjarlægja allt eldfimt efni frá suðustaðnum.

Við logsuðu og skurð er ekki síður mikilvægt að fjarlægja brennanlegt efni. Skurðarneistar geta farið langt, og þangað sem síst er búist við. Þótt neistinn hafi dökknad í lit getur hann samt verið 400-500C° heitur og getur þar af leiðandi kveikt í t.d. tré, pappír, asfalti o.s.frv.

Hættur fyrir öndunarfærin

Við suðuvinnu skal hafa góða loftræstingu, suðureykurinn inniheldur mörg skaðleg efni. Við logsuðu myndast nítrat-gastegundir, köfnunarefnissambönd, sem eru líkamanum skaðleg. Gasloginn notar u.þ.b. 60% af súrefni andrúmsloftsins og því er mikilvægt að hafa nægilegt loftstreymi inn, þegar soðið er í þrengslum. Þar að auki myndast *ozon* sem hefur skaðleg áhrif á lungun.

Pinnasuða og suða með rörþræði eru þær suðuadferðir sem mestum reyk valda. Það er mikilvægt að reykurinn sé leiddur burt frá vinnusvæðinu. Í dag eru til ýmis hjálpartæki, eins og reykútsogskerfi, suðubarkar með útsogi, færanlegar reyksugur og loftræsting með innblæstri.



Sænskt skírteini fyrir aðila sem hlotið hefur menntun í brunavörnum við „heita vinnu“.

- ✓ Fjarlægja eða bleyta eldfimt efni áður en byrjað er að sjóða
- ✓ Ekki sjóða eða skera ef þú ert ekki öruggur með að búið sé að fjarlægja allt eldfimt efni
- ✓ Hafðu alltaf slökkvibúnað til taks
- ✓ Hafðu síma sem virkar, innan seilingar
- ✓ Lærðu utan að: Bjarga - Kalla á hjálp - Slökkva
- ✓ Neyðarnúmer 112

Atriði sem þarf að hafa í huga áður en suðuvinna hefst.

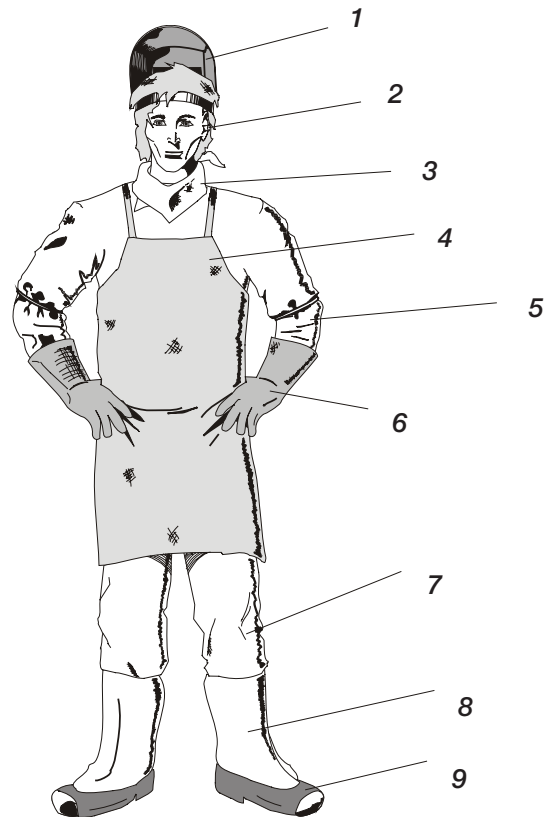


Suðuhjálmur með ferskloftsblásara.

Hlífðarbúnaður suðumannsins

Hlífðarfatnaður og aðrar persónuhlífar fyrir suðuvinnu skulu vera hentugar og hæfa þeirri vinnu sem er verið að fást við hverju sinni þannig að þær verndi menn gegn hita, neistaflugi, geislun og annarri hættu sem menn kunna að verða fyrir:

1. Suðuhjálmur
2. Heyrnarhlífar eða tappar
3. Hálsklútur
4. Hlífðarsvunta úr leðri
5. Ermahlífar
6. Háir suðuhanskar úr leðri (fyrir TIG-suðumenn eru til þunnir geitarskinshanskar)
7. Samfestingur úr eldtregu efni
8. Legghlífar
9. Öryggiskór með stáltá sem einangra frá rafmagni, hita og neistaflugi. eru þægilegir og fljótlegt að fara í og úr



Hlífðarfötin eiga að vera heil og þurr en ekki smituð olíu eða feiti. Sniðin þannig að hægt sé að þétta að hálsi og höndum.

**Engin
suða án
reykútsogs!!**

Vernd gegn suðureyk

Reykútsog og loftræstikerfi

Það ER hægt að skapa gott vinnuumhverfi.

Mikilvægast er að temja sér að **engin suða skal fara fram án reykútsogs!**

Hér eru nokkrar ábendingar um hvernig bæta má vinnuumhverfið:

- Hreinsið málningu, ryð, olíu o.þ.h. úr suðufúgunni áður en soðið er. Bæði suðan og umhverfið verða betri.
- Staðsetjið reykútsogið eins nærri suðunni og hægt er án þess að framkvæmd suðunnar truflist.
- Notið passandi pinna á réttum straumi til verkefnisins.
- Gætið þess að munnstykki reykútsogsins sé ekki stíflað.
- Ef færanleg reyksuga/sía er notuð skal þess gætt að loftið frá henni sé leitt burt. Athugið að slík sía hreinsar aðeins efnisagnir en ekki gas.
- Loftræsting skal ekki valda gegnumtrekk.



HEIMILDIR:

Jan Jönsson, Bengt Westin, Ulf Bergström, ESAB, Kemppi AB, Elga AB, Aga gas AB, Air Liquide AB.

MIG MAG
Áfangi M 2
M 2.1 verklegar æfingar
M 2.2 bóklegt nám



M 2. Kynning

Tímamörk 1 klst.

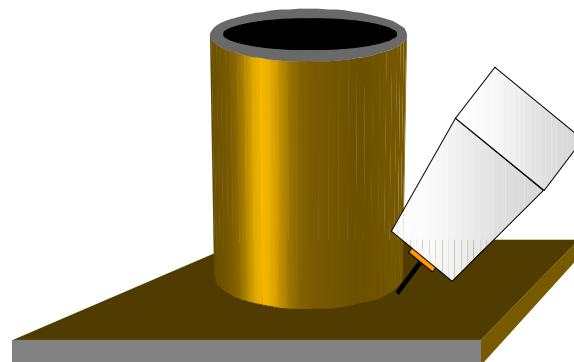
Áfangi EWF-M2 Kverksuða

Þessi áfangi á að veita góða kunnáttu í suðu með MIG/MAG-búnaði, ásamt þjálfun í kverksuðu röra við plötur í öllum suðustöðum.

Þeir hlutar sem á að sjóða í þessum áfanga eru gefnir upp í töflu M 2.1. í námsskrá EWF fyrir menntun og þjálfun evrópsks MIG/MAG-suðumanns.

Í lok áfangans er tekið próf, bæði verklegt og bóklegt. Með viðunandi árangri veitir það EWF réttindin evrópskur MIG/MAG-kverksuðumaður.

Prófstykkinn er einnig hægt að nota til útgáfu skírteinis samkvæmt ÍST-EN 287. Gildissvið þeirra réttinda veltur á vali efnis og efnisþykktar.



Þessum áfanga tilheyra einnig bóklegu kaflarnir:

M 2.2.1 Suðuefni

M 2.2.2 Framkvæmd suðu

M 2.2.3 Meðhöndlun og undirbúningur stálplatna fyrir suðu

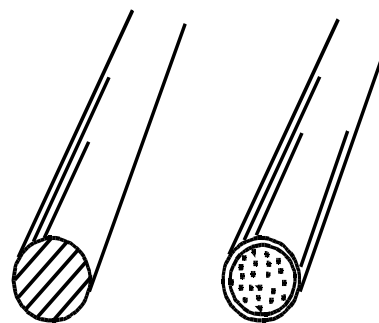
M 2.2.4 Örugg vinnubrögð á verkstæðinu

Suðuefni fyrir MIG/MAG-suðu er fyrst og fremst tvær gerðir: gegnheill suðuþráður og rörþráður, bræddir niður í hlíf frá utanaðkomandi gasi.

Það er líka til rörþráður sem er „sjálfhlífandi“, þ.e. sem hægt er að sjóða án þess að nota hlífðargas, en slíkur þráður hefur, a.m.k. ennþá, afar litla markaðshlutdeild í iðnaði.

Framkvæmd suðunnar er lýst í Áfanga 1.

Raufarundirbúningur fyrir MIG/MAG-suðu er hinn sami og fyrir t.d. pinnasuðu. Raufarnar er hægt að klippa, skera og/eða slípa.



Gegnheill þráður t.v. og rörþráður t.h.

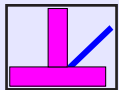
Verkleg æfing 2

Tímamörk 7 klst.

Kverksuða í T-skeyti (WPS M2P-2-A, M2P-2-B)

Í öðrum áfangi þessa náms eru soðin rör við plötur. Æfingarnar verða áfram framkvæmdar með bæði gegnheilum suðupræði og rörþræði, í öllum suðustöðum. Aðrar leiðbeiningar er að finna í suðuferilslysingum nr: M2P-2-A til M2P 5 B.

GRUNNEFNI:	
2a Gegnheill:	Stálplata 5 x 100 x 100 mm Stálrör 76,0 x 4,0 mm
2b Rörþráður:	Stálplata 10 x 200 x 200 mm Stálrör 168,0 x 8,0 mm

SUÐUEFNI:	
2a. G 42 2 (C) M G3Si1 Ø1,0	Staða: PB 
2b. T 42 2 P C 1 H5 Ø1,2	
GAS: AGA Mison 25	

Framkvæmið:

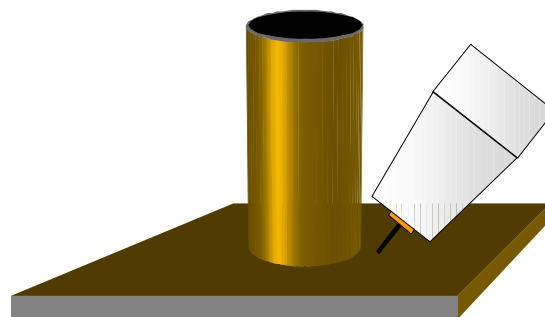
2a. Lesið suðuferilslysinguna vandlega.

Punktið rörið við plötuna. Punktið á þremur stöðum og hefjið suðuna á þeim fjórða.

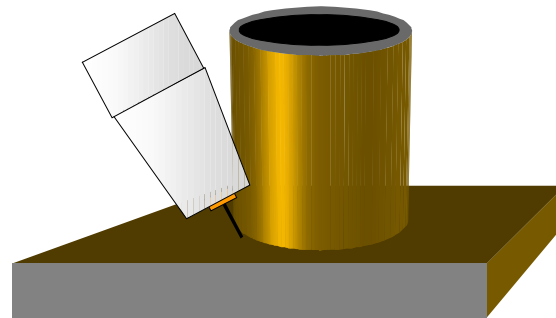
Sjóðið mótsuðu og hafið réttan halla á suðubyssunni. Athugið að fylgja bogalínu rörsins.

Sjóðið með því a-máli sem gefið er upp á suðuferilslysingunni. Látið kennarann meta árangurinn.

2b. Framkvæmið á sama hátt og í fyrri æfingunni. Munið að rörþráður myndar meiri hita og bráðin verður stærri og því er enn mikilvægara að hafa réttan halla á suðubyssunni og rétta skögun (ca. 20 mm).



Í æfingu 2a á að sjóða 76,0 x 4,0 mm rör við 5 mm plötu. Færsluhraðinn í kringum rörið verður frekar mikill og þar með erfitt að halda óbreyttum halla á suðubyssunni.



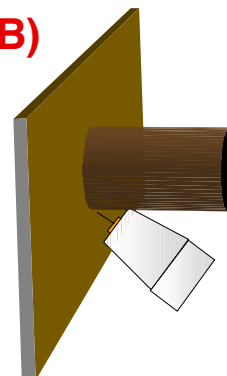
Auknar efnisþykktir í æfingu 2b valda því að færsluhraðinn verður minni.

Verkleg æfing 3

Tímamörk 8 klst.

Kverksuða í T-skeyti (WPS M2P-3-A, M2P-3-B)

Í þessari æfingu er einnig æfð suða röra við plötu, en nú á platan að vera standandi og rörið lárétt. Sama gildir hér að bæði á að sjóða með gegnheilum þræði og rörþræði. Aðrar vinnuleiðbeiningar er að finna í suðuferilslýsingum nr: M2P-3-A og M2P-3-B.



GRUNNEFNI:	
3a Gegnheill:	Stálplata 5 x 100 x 100 mm Stálrör 76,0 x 4,0 mm
3b Rörþráður:	Stálplata 10 x 200 x 200 mm Stálrör 168,0 x 8,0 mm

SUÐUEFNI:	
3a. G 42 2 (C) M G3Si1 Ø1,0	Staða: PF
3b. T 42 2 P C 1 H5 Ø1,2	
GAS: AGA Mison 25	

Framkvæmið:

3a. Punktið í stöðu PB (lárétt) og festið síðan vinnslustykkið í stöðunni PF.

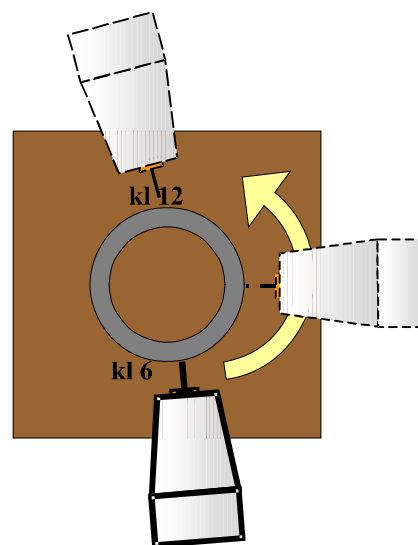
Hefjið suðuna kl. 6 (að neðanverðu) og sjóðið öðrum megin upp til kl. 12. Fylgið bogalínu rörsins og gætið að halla suðubyssunnar.

Sjóðið síðan hina hliðina með sömu aðferð.

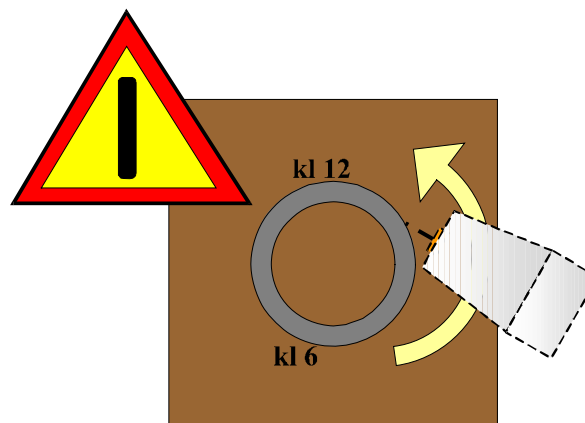
Biðjið kennarann að meta árangurinn að verki loknu.

3b. Suða með rörþræði verður örlítið erfiðari vegna hærri stillinga (aukins hita) og þar með aukinnar hættu á rennsli og kantsárum.

Athugið að suðubyssuhallinn og skögunin sé í samræmi við vinnuleiðbeiningarnar.



Hefjið suðuna kl. 6 og sjóðið í átt að kl. 12. Fyrst aðra hliðina og síðan hina. Þú tekur eftir því að það er auðveldara að sjóða aðra hliðina. Æfðu þig meira á „erfiðu“ hliðinni.



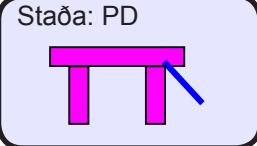
Gætið að suðubyssuhallanum. Athugið að það verði ekki frásuða í stað mótsuðu.

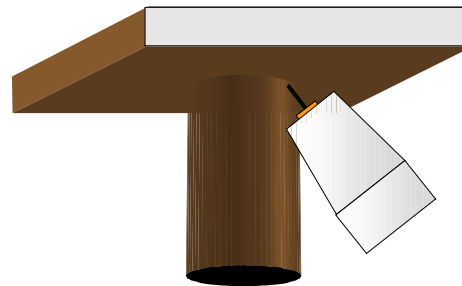
Verkleg æfing 4

Tímamörk 8 klst.

Kverksuða í T-skeyti (WPS M2P-4-A, M2P-4-B)

Í þessari æfingu á platan að vera í lárétttri stöðu og rörið í lóðrétttri. Sjálf suðan fer síðan fram í stöðu PD (uppundir) bæði með gegnheilum þræði og rörþræði. Vinnuleiðbeiningar fyrir þessa æfingu er að finna í suðuferilslýsingum nr: M2P-4-A og M2P-4-B.

GRUNNEFNI:	
4a Gegnheill:	Stálplata 5 x 100 x 100 mm Stálrör 76,0 x 4,0 mm
4b Rörþræður:	Stálplata 10 x 200 x 200 mm Stálrör 168,0 x 8,0 mm
SUÐUEFNI:	
4a. G 42 2 (C) M G3Si1 Ø1,0	Staða: PD 
4b. T 42 2 P C 1 H5 Ø1,2	
GAS: AGA Mison 25	



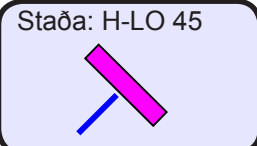
4a og 4b. Punktið eins og áður. Suða í stöðu PD er í raun ekki svo ólík suðu í lárétttri stöðu, eitthvað erfiðari. Það sem er erfitt við PD suðu er líkamsstillingin.

Verkleg æfing 5

Tímamörk 3 klst.

Kverksuða í T-skeyti (WPS M2P-5-A, M2P-5-B)

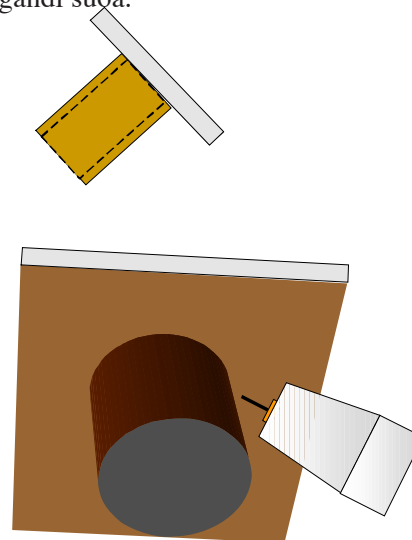
Síðasta æfing í suðu röra við plötuefni fer fram í stöðu H-LO 45, stígandi suða.

GRUNNEFNI: Samsk. og í síðustu æfingu	
SUÐUEFNI:	
4a. G 42 2 (C) M G3Si1 Ø1,0	Staða: H-LO 45 
4b. T 42 2 P C 1 H5 Ø1,2	
GAS: AGA Mison 25	

Framkvæmið:

Punktið og festið síðan í stöðu H-LO 45, þ.e. rör og plata í 45° halla.

Sjóðið stígandi, að öðru leyti eins og í fyrri æfingum.



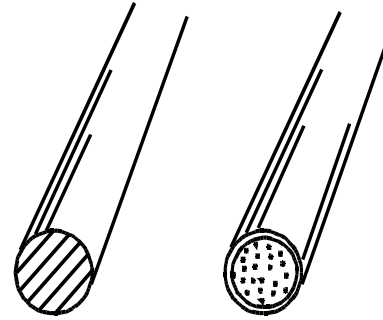
Þá er komið að
próftöku M2.3!

M2.2.1 Suðupráður

Eiginleikar gegnheils þráðar og rörþráðar

MIG/MAG-suða þráðsuða eða hlífðargassuða eins og aðferðin heitir réttu nafni, er í nokkrum veigamiklum atriðum ólík bæði pinnasuðu (MMA) og TIG - suðu.

Suðupráðurinn er annaðhvort gegnheill eða rörformaður og er vafinn á kefli (þráðrúllu). Hann er drifinn fram með rafknúnum keflum, í gegnum þráðleiðarann í suðuleiðslunni og leiðirörið fram í ljósbogann þar sem hann bráðnar niður jafnóðum.



Gegnheill þráður t.v., og rörþráður t.h.

Hlífðargassuða er framkvæmd með jafnstraumi, með suðupráðinn tengdan við plúspól (+). Fyrir kemur þegar soðið er með rörþræði að soðið er á mínuspól (-).

MIG/MAG, sem er það nafn sem almennt er notað yfir allar útgáfur hlífðargassuðu og sem verður notað hér, er í raun skilgreining á þeim gasgerðum sem notaðar eru við suðuna hverju sinni.

MIG/MAG-suða er tiltölulega „ung“ aðferð. MIG-útgáfan var notuð í fyrsta sinn í Bandaríkjunum árið 1948 – við álsuðu - en Philips í Hollandi fékk einkaleyfi á MAG-útgáfunni 1953. MAG-suða byrjaði að ryðja sér til rúms á Norðurlöndunum í kringum 1955.

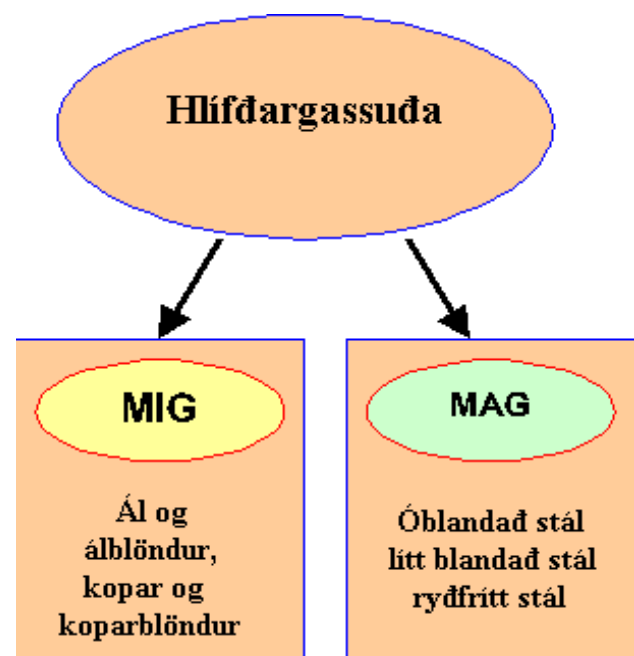
Aðferðin stóð lengi í skugga pinnasuðunnar en er í dag mest notaða suðaáðferðin með markaðshlutdeild upp á 65 til 70%.

Hlífðargas

MAG stendur fyrir Metal Active Gas og þýðir að hlífðargasið tekur virkan þátt í suðuferlinu og veldur m.a. dýpri innbræðslu. Dæmi um „virkt“ gas er t.d. koltvíldi (O_2).

Margir kalla þessa aðferð einfaldlega MIG og skilja þar með ekki á milli aðferðanna. Þannig er það til dæmis á Englandi en í Bandaríkjunum er aðferðin kölluð GMAW (Gas Metal Arc Welding).

Rétta nafnið er þó frekar MAG, þar sem það er eingöngu við suðu á áli og kopar sem hreint argon er notað. Strax og eitthvað annað, virkt gas er notað er MAG rétta nafnið.



Meginhlutverk hlífðargasins er að verja bráðinn málminn fyrir óæskilegum áhrifum t.d. súrefnis og vetnis sem er að finna í andrúmsloftinu allt í kringum suðuna.

MIG eða MAG?

Hvort það á að kallast MIG eða MAG-suða ræðst sem sagt af valinu á hlífðargasinu.

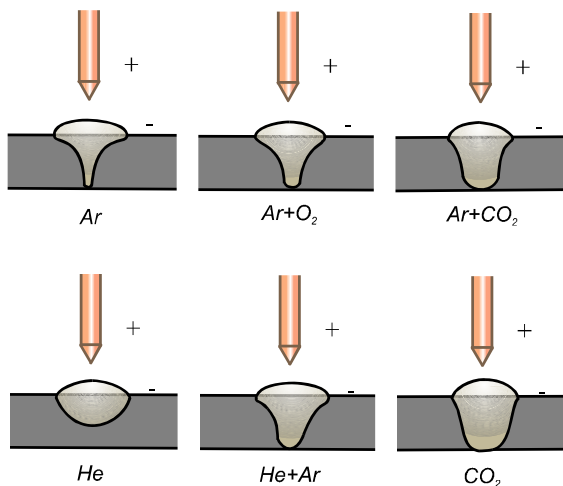
MIG sem stendur fyrir Metal Inert Gas -þýðir að hlífðargasið er ekki virkt, þ.e.a.s. myndar ekki efna-samband með nokkru öðru efni og þar af leiðandi tekur ekki þátt í efnahvarfinu í suðubráðinu. Þessar kröfur uppfylla eðalgastegundirnar Argon (Ar) og Helium (He).

Slíkt gas þjónar aðeins því hlutverki að hlífa suðu-pollinum fyrir áhrifum andrúmsloftsins, ásamt því að jóna ljósbogann (auðvelda kveikingu hans).

MAG sem þýðir Metal Activ Gas og sýðst með virkri lofttegund sem tekur þátt í efnahvarfinu í suðubráðinu. Kolsýra (CO_2) og kolsýrublöndur eru dæmi um virkar lofttegundir. Við hitan frá suðubráðinu klofna þessar lofttegundir og gefa frá sér orku (hita) en það veldur m.a. breiðari og dýpri innbræðslu.

Að velja hlífðargas

Pegar hlífðargas er valið verður að taka tillit til íblöndunar og efnisþykktar grunnefnisins, þeirrar innbræðslu sem óskað er eftir, eftirvinnslu og verðs.



Lögun innbræðslunnar fer eftir hlífðargasinu

Ál brons og kopar er soðið er með hreinu argon (eða helium sem er mun sjaldgæfara).

Til suðu á stáli og ryðfríu stáli er yfirleitt notað argon blandað með CO_2 (óblandað stál) eða argon blandað með CO_2 eða O (ryðfrítt).

Fyrir kemur að soðið er með hreinni kolsýru (CO_2) í þykk efni við grófa smíði, en það verður æ sjaldgæfara.

Algengustu blöndurnar eru u.þ.b. 80% argon og 20% CO_2 (mest selda AGA-gasið, Mison 25, inniheldur 77% Ar og 23% CO_2).

Þriggjaþáttagas

Einnig eru til gasblöndur sem innihalda argon, koltvíildi og súrefni, t.d. 90% Ar, 5% CO_2 og 5% O. Þetta gas hleypir meiri orku í ljósbogann sem gefur möguleika á að sjóða með úðaboga á lægri bogaspennu og straum. Suðuhraðinn verður meiri, sprautið minnkar sem og kúpan á suðunni.

Ókostirnir eru meira spraut við stuttbogasuðu, nokkuð meiri ózonmyndun og í vissum tilfellum minnkandi skil íblöndunarefna úr suðuefninu.

Notkunarsvið	Air Liquide	AGA
MIG-suða annað en stál TIG-suða allir málmar	Argon N40 Argon U	Argon Argon Plus Mison Helon 30 Helon 50 Helon 70
MAG-suða í þunnt stál/róthlífðargas	Atal	Fogon 20 Mison 25
MAG-suða í þykkt stál	Suðukolsýra Teral	Koldioxid Garbon
MAG-suða í ryðfrítt stál	Mox 2 Inarc 2	Mison 2He Fogon 2

Notkunarsvið gastegunda frá Air Liquide og AGA

Forðist óhreinindi í suðunni

Í andrúmsloftinu er alltaf viss raki. Hiti ljósbogans við suðu deilir þessum raka upp í vetnis- og súr-efnisatóm.

Óæskileg efni úr andrúmsloftinu geta náð suðusvæðinu ef:

- gasflæðið er of lítið
- gasflæðið er of mikið en það getur skapað hvirfla sem síðan draga loft að suðunni
- það trekkir frá opnum gluggum og hurðum
- suðubyssunni er haldið í röngum halla
- gasflæðið verður ójafnt vegna óhreininda og sprauts í gashulsunni.

Vetni og jafnvel súrefni getur komið frá yfirborði grunn- eða suðuefnis, t.d. frá:

- raka, sem þéttist við hitabreytingar
- raka í eldhúð, tæringu eða ryði
- kolvetnissamböndum eins og feiti eða olíu
- málningu (Það er alvanalegt í dag að soðið sé á grunnmálað yfirborð).

Súrefnið kemur til dæmis frá eldhúð og skurðargjalli. Gjallið er jú bara járn og súrefni.

Ryk og óhreinindi geta líka komið með suðupræðinum. Margar vélar hafa opið þráðfærslukerfi og eingöngu borða til hlífðar þræðinum. Mikilvægt er að þessi hlífðarborði liggi alltaf yfir þráðrúlluna.

Áteknar þráðrúllur sem ekki eru í notkun á að geyma þannig að þær rykfalli ekki.

Það er sjaldgæft að gasið sé lélegt, en getur þó komið fyrir. Aftur á móti getur gasið mengast á vinnustaðnum vegna lélegra slangna eða tenginga, innblöndunar í gegnum slöngurnar eða vegna vatnsleka í vatnskældum suðuleiðslum. Kannið reglulega hvort gasleiðslurnar séu þéttar, t.d. með sápuvatni.

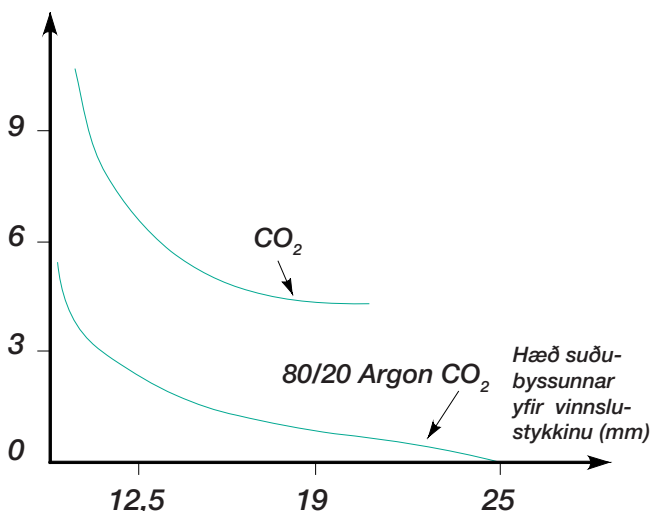
Þættir sem geta haft áhrif á gashlífina

Ef stilling vélarinnar er hækkuð verður líka að auka gasstreymið. Fyrir þessu eru nokkrar ástæður.

Vegna rafsegulkrafta í ljósboganum sogast gas inn að ljósboganum og síðan niður að vinnslustykkinu. Því hærri sem stillingin er, því meiri segulkraftur og öflugra sog. Til að vege upp á móti þessu gassogi verður gasstreymið að aukast.

Þegar stillingar eru hækkaðar eykst oft suðuhraðinn, sem veldur meðal annars því að hraði loftsins miðað við suðubyssuna eykst, (samanber áhrif trekks) og einnig fær heit suðan ekki eins langa vörn af gasinu eins og við minni suðuhraða.

Magn suðusprauts (g/min)



Ráðlagt gasflæði l/min.

Stærð gashulsunnar

Stærð gashulsunnar verður einnig að vera í réttum hlutföllum við gasflæðið, þar sem hún hefur áhrif á útstreymishraða gassins.

Lítill hulsa veldur meiri útstreymishraða en stór hulsa við sama flæði, en það þýðir að gasflæðið þolir meiri vind, eða trekk. Aftur á móti verður hlífðarsvæðið mjórara og hættan á hvirflum verður meiri.

Flokkun suðupráða og hlífðargass fyrir MIG/MAGsuðu

Suðupráðir og hlífðargas flokkast samkvæmt sameiginlegum evrópskum staðli.

Yfir suðugas er EN 439. Hann tekur reyndar yfir allt gas, bæði til suðu og skurðar eins og hér er sýnt:

Tákn ¹		Efnisþættir – Hlutfall í %						Helsta notkun	Athugasemdir				
Fl.	Kenni-númer	Oxandi		Óvirk		Afoxandi	Hvarfar ei						
		CO ₂	O ₂	Ar	He	H ₂							
R	1 2			Rest ² Rest ²		> 0 - 15 >15 - 35		TIG-suða Plasmasuða Plasmaskurður Róthlífðargas	Afoxandi				
I	1 2 3			100 Rest	100 >0 - 95			MIG-suða TIG-suða Plasmasuða Róthlífðargas	Óvirk				
M1	1	> 0 - 5		Rest ²		> 0 - 5	MAG-suða		Létt oxandi				
	2	> 0 - 5		Rest ²									
	3		> 0 - 3	Rest ²									
	4	> 0 - 5	> 0 - 3	Rest ²									
M2	1	> 5 - 25		Rest ²					MAG-suða		Ákveðið oxandi		
	2		> 3 - 10	Rest ²									
	3	> 0 - 5	> 3 - 10	Rest ²									
	4	> 5 - 25	< 0 - 8	Rest ²									
M3	1			Rest ²			MAG-suða				Ákveðið oxandi		
	2	>25-50	>10-15	Rest ²									
	3	> 5-50	> 8-15	Rest ²									
C	1	100							MAG-suða		Hvarfast ekki		
	2	Rest											
F	1										MAG-suða		Hvarfast ekki
	2					> 0 - 50							

¹ Ef efnisþættir sem ekki eru nefndir í tölunni bæstast við einvern flokkanna, eru slíkar sérstakar gasblöndur merktar með forskeytinu S.

² Í argons má nota allt að 95% helium. Heliumhlutfallið er táknað með aukánúmeri til aðgreiningar. [(1) 0-33%, (2) 33-66%, (3) 66-95%]

Eiginleikar gastegundanna

Gas	Tákn	Þéttleiki kg/cm	Hlutfalls-þéttleiki miðað við loft	Suðumörk °C	Eiginleiki
Argon	Ar	1,784	1,380	- 185,9	Óvirkt
Helíum	He	0,178	0,138	- 268,9	Óvirkt
Koldíoxíð	CO ₂	1,977	1,529	- 78,5	Oxandi
Súrefni	O ₂	1,429	1,105	- 183,0	Oxamdo
Köfnunarefni	N ₂	1,251	0,968	- 195,8	Hvarfast ekki
Vetni	H ₂	0,090	0,070	- 252,8	Afoxandi
		Við 0 C og 1,0 bar		Við 1,0 bar	

Staðallinn EN 440:1994 fjallar um gegnheila suðupræði:

Tákn	Hlutfall íblöndunarefna í % (m/m) 1) 2)								
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Mo	Al	Ti+Zr
G0	Samþykkt greining sem ekki er nefnd í staðlinum								
G2Si	0,06-0,14	0,50-0,80	0,90-1,30	0,025	0,025	0,15	0,15	0,002	0,15
G3Si1	0,06-0,14	0,70-1,00	1,30-1,60	0,025	0,025	0,15	0,15	0,002	0,15
G4Si1	0,06-0,14	0,80-1,20	1,60-1090	0,025	0,025	0,15	0,15	0,002	0,15
G3Si2	0,06-0,14	1,00-1,30	1,30-1,60	0,025	0,025	0,15	0,15	0,002	0,15
G2Ti	0,04-0,14	0,40-0,80	0,90-1,40	0,025	0,025	0,15	0,15	0,05-0,20	0,05-0,20
G3Ni1	0,06-0,14	0,50-0,90	1,00-1,60	0,020	0,020	0,80-1,50	0,15	0,02	0,15
G2Ni2	0,06-0,14	0,40-0,80	0,80-1,40	0,020	0,020	2,10-2,70	0,15	0,02	0,15
G2Mo	0,08-0,12	0,30-0,70	0,90-1,30	0,020	0,020	0,15	0,40-0,60	0,02	0,15
G4Mo	0,04-0,14	0,50-0,80	1,70-2,10	0,025	0,25	0,15	0,40-0,60	0,02	0,15
G2Al	0,06-0,14	0,30-0,50	0,90-1,30	0,025	0,25	0,15	0,15	0,35-0,75	0,15
1) Ekki uppgafið Cr < 0,15, Cu < 0,35 og V < 0,03. Koparleifar í stálinu að viðbætti hugsanlegri húð skulu ekki fara yfir 0,35 % þyngdar									
2) Stök gildi í töflunni eru hámarksgildi									

Geymsla

Sömu reglur gilda fyrir MIG/MAGsuðuefni og fyrir allt annað suðuefni.

Það skal geymast á þurrum hlýjum stað, laust við ryk og önnur óhreinindi.

Koparhúðin sem er á sumum þráðanna er ekki til ryðvarnar. Hún á aðeins að auka á rafleiðnina.

KÄLLOR:

ESAB, AGA, Elga

EWS-utbildning – Thomas Thulin

Tidningen „Svetsen“ 1-1995

M2.2.2 Framkvæmd suðunnar (E2.2.2, T2.2.2)

Suðustillibreytur: ferilafbrigði, suðuefni, hlífðar- gas, suðustöður og suðuraufar

Ferilafbrigði

Innstilling allra nauðsynlegra gilda við MIG/MAG-suðu kallast *suðustillibreytur*. Þeim er skipt upp á þennan hátt:

Háð búnaði:

- Straumur - Amper (I)
- Þráðmötun (m/mín)
- Spenna - Volt (U)
- Spanstuðull
- Þvermál suðupráðar (mm)
- Gasflæði (l/mín)

Háð suðumanni:

- Færsluhraði
- Byssuhalli
- Skögun (Stick out)

Val suðustraums

Eitt skilyrðanna fyrir góðri suðu er að soðið sé á réttum straumi.

Upplýsingar um suðustraum eru samt í þessu sambandi ekki mjög áhugaverðar, þar sem straumstilling vélarinnar fylgir þráðmötuninni. Í staðinn fyrir hugtakið „suðustraumur“ er þessvegna notað hugtakið „þráðmötun“ við MIG/MAG-suðu.

Pólun er ekki gefin upp fyrir gegnheilan suðupráð þar sem hann er alltaf soðinn á + pól. Þar af leiðandi á alltaf að tengja suðuleiðslu/suðubyssu við + pól straumgjafans.

Stilling þráðmötunar/suðustraums innan leyfðra marka.

Það er háð eftirfarandi atriðum hvaða straumur innan leyfðra marka er hæfilegur:

- Stærð / efnisþykkt vinnslustykkisins
- Lögun / gerð suðuskeytanna
- Suðustöðunni
- Íblöndun grunnefnisins

Færsluhraði

Færsluhraðinn við MIG/MAG-suðu fylgir að mestu sömu reglum og við MMA-suðu, þ.e.a.s. það fer eftir kröfunum um stærð suðunnar, hættu á suðugöllum (t.d. bindigallar) og fjölda strengja.

Byssuhalli

Halli suðubyssunnar er breytilegur eftir tilfellum, allt eftir gerð suðuskeyta og framkvæmd. Það er því undir suðumanninum sjálfum komið að nota þann halla sem þarf í hverju tilfalli til að viðunandi árangur náist.

Halli byssunnar við MIG/MAG-suðu hefur þó meiri þýðingu en hallinn á pinnanum við MMA-suðu. Ástæða þess er hlífðargasið. Of mikill halli í færsluáttina getur spillt gashlífinni, jafnframt því að skautlengdin getur orðið of mikil. Allt þetta hefur í för með sér að raunstilling vélarinnar breytist.

Raufargerð og suðustöður

Það þarf að hugsa til þess þegar á hönnunarstigi að forma hlutina þannig að sem flestar suður séu soðnar í auðveldum raufargerðum og suðustöðum. Helst skal velja lárétta suðustöðu þar sem því verður við komið þar sem auðvelt er að framkvæma slíka suðu og er hún þar af leiðandi ódýrari en aðrar.

Raufargerðin ræðst m.a. af aðgengi við suðuna og því hvernig tryggja skal fullnægjandi innbræðslu. Við formun og undirbúning raufarinnar þarf að taka tillit til suðustöðu, pinnagerðar, þvermáls pinna, suðustraums, efnisvals o.s.frv. Besta stjórnun á framkvæmdinni fæst með því að taka fram suðuferilsýsingu (WPS) og suðuáætlun fyrir allan hlutinn sem sjóða skal.

Suðustaða sem oft er notuð í iðnaði er PG (lóðrétt fallandi). Þessi suðustaða býður upp á sléttar og fallegar suður, en ekki má gleyma því að *innbræðsla* suðunnar getur oft verið algerlega ófullnægjandi ef ekki er staðið rétt að málum.

Suðuraufar

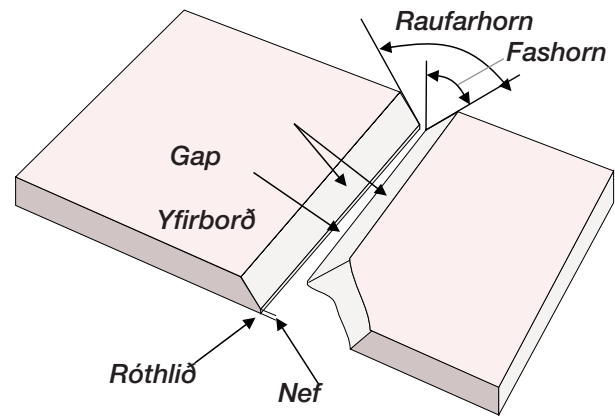
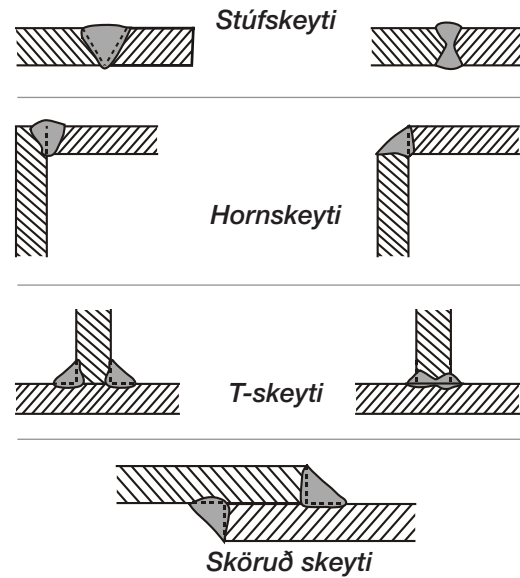
Suðuraufinn er sá hluti vinnustykkis þar sem suðan lendir. Gerð raufarinnar ræðst af innbyrðis horni hlutanna sem sjóða skal saman og því hvort fasað sé og þá hvernig.

Stúfskeyti

Til eru nokkrar gerðir stúfskeyta. I-rauf, V-rauf, X-rauf og K-rauf.

Kverkskeyti

Rauf í horni milli tveggja hluta vinnustykkis sem ekki framlengja hvor annan kallast kverksuða. Kverksuður geta verið hornskeyti, T-skeyti eða sköruð skeyti.

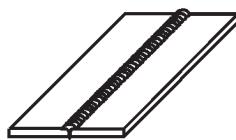


Suðustöður

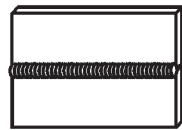
Suðu er hægt að framkvæma í ólíkum stöðum, sem ráðast af þeim aðstæðum sem eru fyrir hendi hverju sinni. Til að aðgreina þær hefur hver staða fengið sína merkingu og sitt nafn.

Helstu hlutar suðuraufannar.

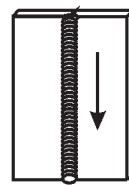
Stúfsuður



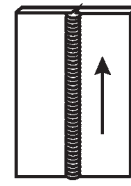
PA Lárétt niður.



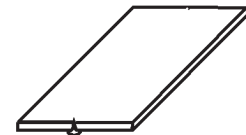
PC Í hlið.



PG Lóðrétt fallandi.

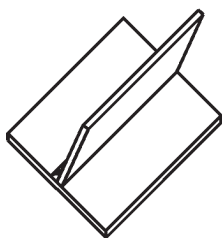


PF Lóðrétt stígandi.

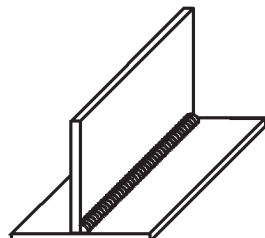


PE Lárétt uppundir.

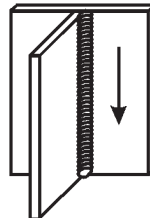
Kverksuður



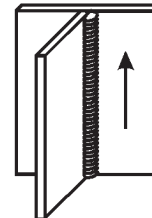
PA Lárétt niður.



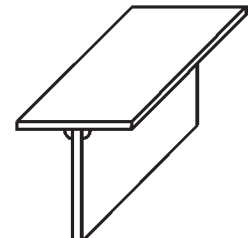
PB Standandi kverksuða lárétt.



PG Lóðrétt fallandi.

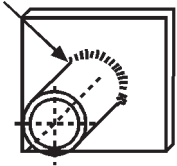


PF Lóðrétt stígandi.

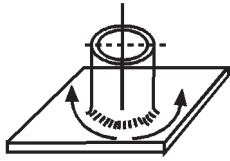


PD Standandi kverksuða uppundir.

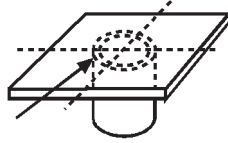
Kverksuður - rör á plötu



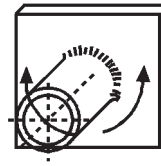
PB Standandi
kverksuða lárétt
rör snýst.



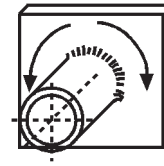
PB Standandi
kverksuða lárétt
fast rör.



PD Standandi
kverksuða
uppundir
rör fast.



PF Lárétt
fast rör,
stígandi suða.

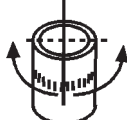


PG Lóðrétt fallandi
rör fast.

Stúfsuður röra



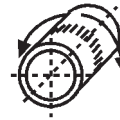
PA Lárétt niður
rör snýst.



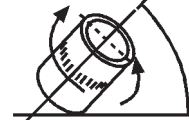
PC Í hlið
rör fast.



PF Lóðrétt stígandi
rör fast.



PG Lóðrétt fallandi
rör fast.



H-LO45 stígandi
suða, fast rör
hallar 45°.

Eftirlit með suðustillibreytum, hugtökin suðuferli og suðuferilslýsing

Í þessum kafla er gerð grein fyrir því hvenær, hvar og hvernig eftirlit með suðustillibreytum skal fara fram, ásamt því að gera tillögur um mælitæki. Suðubúnaðurinn verður alltaf að vera gildismældur ef hægt á að vera að fá nákvæmni í framleiðslu, t.d. þegar sodið er eftir suðuferilslýsingum (WPS). Stillibreytur sem hægt er að gildismæla eru þráðmötun, straumur (A), spenna (V), og gasflæði (lítrar/mín). Gott fyrirbyggjandi viðhald á suðubúnaðinum er skilyrði fyrir því að gildismælingar skili stöðugleika í innstilltum gildum. (Sjá einnig kaflann „Viðhald“).

Gildismæling og kvörðun

Gildismæling = Staðfesta/votta rétta virkni (Mæld gildi.)

Kvörðun = Eftirlit með og ef þörf krefur stilling mælitækja.

Í dag er enginn staðall sem krefst kvörðunar suðuvéla, það dugir að sýna gildi vélarinnar með gildismælingu. Þetta verður nú útskýrt nánar.

Kvörðun mælitækja

Kvörðun á að fara fram eftir leiðbeiningum framleiðanda.

Fyrirtæki sem er gæðastýrt eftir ISO 9000 (ÍST-EN 729) hafa oftast eigin vinnureglur um kvörðun mælitækja.

Hvenær á að gildismæla?

Það á að gildismæla áður en sodið er eftir suðuferilslýsingum og þegar byrjað er að nota nýjan eða yfirfarinn suðubúnað, sem og ef grunur leikur á að innstillt gildi stemmi ekki lengur.

Öll mælitæki sem notuð eru við gildismælingar skal geyma þannig að þau verði ekki fyrir skemmdum.

Gildismæling

Straumurinn (A) er mældur með tangarmæli og spennan (V) með voltmæli. Voltmælir er reyndar innbyggður í flesta tangarmæla. Einnig þarf að mæla mötunarhraða og gasflæði.

Fylgið leiðbeiningum framleiðanda við notkun tangarmælis. Mælið við bæði hátt og lágt gildi.

Mötunarhraði er mældur með því að mata út þráð í t.d. 15 sek. Síðan er lengd þráðarins mæld og margfölduð með 4 (4 x 15 = 60 sek.).



Mæling með tangarmæli.

Gasflæðið er mælt með þar til gerðum flæðimæli. Losið drifhjólin í matarverkinu, beinið suðubyssunni upp á við, þrýstið mælinum að gashulsunni og takið í „gikkinn“. Kúlan í mælinum sýnir raunverulegt gasflæði.



Gasflæðismælir.

ATH! Notið aldrei tangarmæli ef straumgjafinn hefur s.k. HF-kveikingu (hátíðnikveiking, algengt t.d. á TIG-suðuvélum).

Suðuferilslýsing, WPS

WPS = Welding Procedure Specification er suðuleiðarvísir sem leiðbeinir um framkvæmd suðunnar, svo sem um suðuadferð, raufargerð, stillibreytur og hreinsun. Tilgangurinn með því að sjóða eftir suðuferilslýsingu er að tryggja rétt gæði suðuframleiðslunnar.

Inleiðing þessarar gæðastýringar getur verið að eigin frumkvæði eða vegna krafna viðskiptaaðila eða yfirvalda.

Vel þróað gæðastýrikerfi kemur á reglu í fyrirtækinu og stuðlar að betri afkomu og þar með bættri samkeppnisstöðu. Það færir í vöxt að kaupendur og yfirvöld krefjast þess að fyrirtæki sýni fram á viðurkennda og skjalfesta gæðastýringu.

Í staðlinum ÍST-EN 288 er því lýst hvernig útbúa skal suðuferilslýsingu. Sjá einnig M 5.2.4. Hér á eftir er lýst þremur fyrstu köflunum:

ÍST-EN- ISO -1

Almennar reglur um ljósbogasúðu sem lýsa bakgrunni staðalsins og gildissviði hans ásamt grunn skilgreiningum.

ÍST-EN- ISO 15609-1

Hér er farið í gegnum það í smáatriðum hvert innihald suðuferilslýsingar á að vera.

ÍST-EN- ISO 15614-1

Suðuferilseftirlit fyrir ljósbogasúðu á stáli, þar sem gildissviðið er takmarkað við stál, lýsir hvernig á að standa að vottun suðuferilslýsingar:

- Hvernig skal framkvæma ferlisprófunina
- Hvernig togþols- og höggþolsprófun fer fram
- Hvernig prófsuðan og prófunin eiga að skjalfestast
- Gildissvið hinnar viðurkenndu suðuferilslýsingar

Kostir þegar sodið er eftir WPS eru m.a.:

- Gæðastýring/gæðatrygging
- Rétt gæði
- Lægra verð á suðuvinnu
- Suðumaðurinn velkist ekki í vafa um hvernig framkvæma eigi suðu
- Grunnur fyrir kostnaðaráætlanir
- Grunnur fyrir samningagerð
- Suðuskjöl
- Bætt samkeppnishæfni
- Markviss menntun

Lernia

Lernia refir: NDT-1-B

Kontrollföretagi refir: Lernia AB

WPA nr: 136103HL_303

Tilvakaða fyrsta: Lernia AB

Sveitarns namn: Lernia AB

Sveitarns titill: 136 MAG Rörtr.

Sveitarns SW: EW

Fagfræðingur: Chadhaming, Shimege

Framtögn af: Sög Ekman / Ivor Lund

SVETSDATBLAD (WPS)

Granskare eller provningorganisation: S TIC Intern Test AB

Metod för hållning: 136

Avsat hållningstid, avstånd: 241 ± mm

Metod för togbearbetning och rengöring: Gåsskärning, Slipning

Specifikation för grundmaterialet: A: Rör Dn 15 M33
 B: Rör Dn 15 M33

Materialecklek (mm): A: 13.0-13.0 B: 13.0-13.0

Ytterdiameter (mm): A: 168.0-168.0 B: 168.0-168.0

Sveitstyp: 37

Sveitstid: SS-ISO 2817 B (svetslagge, för stött a-smält, för stora rör och stC)

2

Populärformning

1

Sveitstjörv

Hållas med spalt 2-2,6 mm

Ann: Sveitavörrot uppslitas. Oxider och slagger avlägsnas i samtliga mellansträngar. Röksträngar avslutas med fränsveitsning mellan KI 10-13 och mellan KI 14-15.

Sträng	Metod	Tillåtet material	Hälsa	Ø mm	Pol	Ström (A)	Spänning (V)	Träskänning min	Framföring/stränglängd mm/min	Stråkenng (Ø/mm)
1	136	Böga MVA 65 T		1,2	DC+	110 - 125	16,0 - 18,0	3,1 - 3,4	0,00	0,0 - 1,2
2	136	Böga DWA 65 L		1,2	DC+	165 - 180	10,0 - 20,0	6,0 - 6,6	0,1 - 0,1	1,0 - 1,3
3	136	Böga DWA 65 L		1,2	DC+	165 - 180	10,0 - 20,0	6,0 - 6,6	0,00 - 0,00	1,7 - 2,3

3

Särskild värning eller teckning: _____

Skyddspulver - topplösa: MD-1

Rötdan: _____

Gårhöjd - topplösa: 18 U/min

rotasjon: _____

Gårhöjd dimension: 18 mm

Wäljarnsköld typ/tydlek: _____

Rotning/Rotetid, detaljer: _____

Förhöjd elektrodsvets: 130°

Mellansträngtemperatur max: 250°

Avsat information: _____

T ex: pendling (maximal stränghastighet): 15 mm

Oscillering: Amplitud, frekvens, höjd: _____

Pulsveitsnings detaljer: _____

Måttolyskänslighet: 18 mm, 17 mm, 15 mm

Planarveitsning, detaljer: _____

Bränslariv: 70-80 g/m.år

Efterföljande värmebehandling och väter börning: _____

Hög temperatur, metod: _____

Uppvärmnings- och svalkningshastighet: _____

Tilvakaða: _____ Granskare eller provningorganisation: _____

Namn, datum och namnteckning: _____

Kvalificerad enligt: SS-EN 288-3 Gruppe 1, SS-EN 287-1 W01
 Norm: SS-EN 288-2 AD Metallbåt HP21 SS-EN 287-1

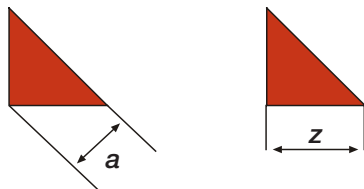
Dæmi um suðuferilslýsingu, WPS.

1. Grunnefni
2. Raufargerð
3. Suðuefni
4. Suðustillibreytur

Kverksuða: eiginleikar, stærðir og yfirborð

Með a-máli er átt við hæðina í þeim jafnarma þríhyrningi sem rúmast í þverskurði suðunnar.

Með z-máli er átt við lengd skammhliðar í sama þríhyrningi.



Algengast er að gefa upp a-málið.

Hönnuðurinn ákveður hvaða þverskurðarmál suðan á að hafa, t.d. a-málið, í suðuskýringum á teikningu.

Kynning á suðuhæfni og suðugöllum

Áhrif suðunnar á stálið

Suða í einföld smíðastál veldur almennt engum vanda. Stálið leyfir miklar sveiflur í orkustreymi og spennu og er ekki vandmeðfarið. Hægt er að sjóða það með öllum suðuaðferðum og úrval suðuefnis er mikið.

Sífelldu eru að koma á markaðinn betri og sérhæfðari stál, má þar nefna stál eins og HS, EHS, Weldox o.fl. Þessi stál eru mun vandmeðfarnari í suðu og meðhöndlun þeirra krefst hæfni af suðumanninum og einnig kunnáttu af hönnuði.

Þessi stál hafa þróast til að mæta þeim miklu kröfum sem eru við smíði á t.d. kjarnorkuverum, olíuborðum, brúm, krönum og öðrum stálvirkjum þar sem álag er mikið. Það þarf aga við suðuna og kröfurnar á hæfni suðumannsins eru miklar. Við suðu á slíkum stálum verða suðuferilsýsingar að vera þaulprófaðar svo að burðarþolseiginleikar stálsins haldi sér.

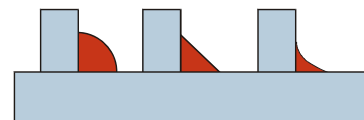
Suðugallar

Viðurkennd suða á að vera algerlega gallalaus eða því sem næst. Gæði suðu ráðast af þeim kröfum sem til hennar eru gerðar, í stöðlum, viðmiðunum og lögum, kröfum frá kaupanda eða öðrum. Suðugöllum máskipta í tvo flokka *formgallar* og *efnisgallar*. Formgallar koma þegar suðumaður hefur ekki nægjanlega þjálfun og þekkingu á því verkefni sem hann er að takast á við. Helstu formgallar eru t.d. loftbólur, kantsár, rôtargalli

Algengast er að krafist sé jafnarma, sléttar kverksuðu.

Kúptar, sléttar eða íhvolfar kverksuður

Í stálvirkjum þar sem álagsbreytingar eru miklar er oft krafist *íhvolfra* suða. Reynt er að forðast *kúptar* kverksuður þar sem þær geta brostið á skilunum við grunnefnið.



Kverksuður geta verið kúptar, sléttar eða íhvolfar.

og ónóg samsuða. Efnisgallar eru þeir gallar sem felast í breytingu á efniseiginleikum efnisins sem verið er að sjóða. Til er staðall sem skilgreinir suðugallana en hann er ÍST EN ISO 6520.

Víðast í Evrópu er ÍST EN ISO 5817 að ryðja sér til rúms sem sá staðall sem notaður er þegar suður eru dæmdar. Skilgreindir eru þrjú gæðaflokkar B, C og D í staðlinum, en fyrir hvern gæðaflokk eru skilgreind stærðarmörk gallanna.

Alvarlegustu gallarnir eru allar gerðir af sprungum.

Sprungur eru aldrei ásættanlegar, sama hve einföld suðuvinnan er. Bindigallar, ófullkomin gegnumsuða og gjallleifar í suðu, sem og loftbólur geta verið ásættanlegar, svo fremi að ekki sé um alvarlega galla að ræða.

Kantsár sem eru djúp og með hvössum brúnum flokkast sem alvarlegir gallar. Þau skapa mjög oft sprunguhættu, þ.e.a.s. ef suðan verður fyrir miklu álagi er hætta á að skeytin rofni út frá kantsárinu. Andstæðan við kantsár eru mjög kúptar suður með skörpum hornum sem hafa u.þ.b. sömu áhrif á álagsþol suðuskeytanna.

Orsök flestra suðugalla liggja hjá suðumanninum, þ.e.a.s. um er að ræða vankunnáttu eða kæruleysi. Við MIG/MAG-suðu getur kæruleysislega stillt vél t.d. valdið göllum eins og sprauti vegna of hárrar bogspennu.

KÄLLOR:

Jan Jönsson, Bengt Westin, Ulf Bergström, ESAB, Kemppi AB, Elga AB, Aga gas AB, Air Liquide AB.

M2.2.3 Meðhöndlun og undirbúningur stálplatna fyrir suðu (E2.2.3, T2.2.3)

Grunnreglur

Hitaskurður

Hitaskurði er hægt að skipta í eftirfarandi flokka:

Brennsluskurð

- Logskurður
- Duftskurður

Bræðsluskurð

- Kolbogaskurður (fúgubrennari)
- Plasmaskurður
- Leisigeislaskurður

Við brennsluskurð verður málmurinn að geta brunnið í súrefni.

Við bræðsluskurð bráðnar efnið vegna ljósboga eða annars hitagjafa. Bráðið efni er fjarlæggt með gas- eða loftblæstri.

Gasskurður er bruniferli þar sem stálið brennur upp í súrefni með mikilli hitamyndun, þegar það hefur hitnað að brunamörkum.

Fyrst er byrjunarpunkturinn hitaður þar til brunamörkum er náð (ljósrautt). Síðan er súrefnisblæstri beint að punktinum. Þá byrjar bruniferlið og súrefnisblæstrinum er hægt að stýra eftir óskaðri skurðarlínu.

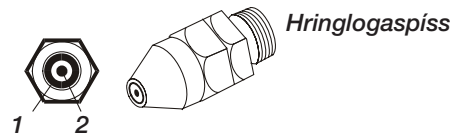
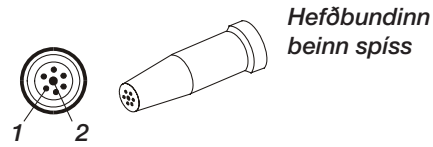
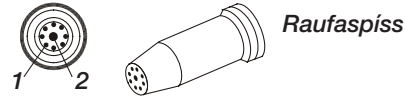
Logskurður

Spíssinn í skurðarbrennaranum hefur eitt op í miðju fyrir súrefnisblásturinn og hringlaga op eða fleiri minni op fyrir gasblönduna.

Skilyrði til að hægt sé að logskera stál:

- Brunamörkin verða að vera við lægra hitastig en bræðslumörkin.
- Gjallið sem myndast við brunann verður að vera þunnfljótandi og hafa lægri bræðslumörk en stálið.

Skurður með gasskurðartækjum er af þessum ástæðum takmarkaður við kol-, lágblandað- og manganstál.



1 = Hitalogi 2 = Skurðarblástur

Ólíkar gerðir skurðarspíssa.

1. Skurðarspíss

Til eru ólíkar gerðir af skurðarspíssum. Við val á stærð spíss (nr) fyrir ákveðna efnisþykkt er best að nota skurðartöflu framleiðandans en þar koma fram allar nauðsynlegar upplýsingar.

2. Súrefnisþrýstingur

Skurðartaflan er gott hjálpartæki. Með hennar aðstoð er valinn skurðarspíss og súrefnisþrýstingur. Athugið að hver skurðartafla gildir aðeins fyrir eina gerð skurðarspíssa.

X11			
mm	Acetylen bar	Oxygen bar	
1-3HA 1	0,1-0,8	-1,6	
3-6211 2	0,1-0,8	1,5-2,0	
8-20	3	0,1-0,8	3,0-4,0
20-50	4	0,1-0,8	4,0-4,5
1,5-3	JCN 00	0,1-0,8	-2,0
3-10	0	0,1-0,8	2,0-4,0
10-30	1	0,1-0,8	2,0-5,5
30-50	2	0,1-0,8	4,0-7,0

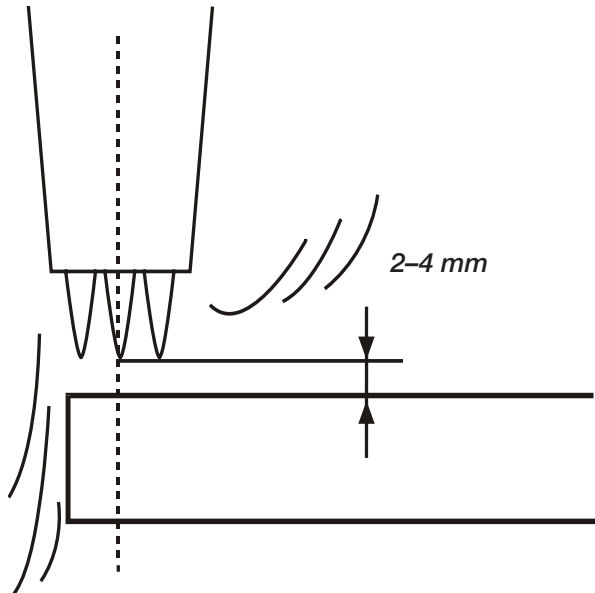
i töflunni er að finna réttar stillingar.

3. Stilling logans

Hitalogann á að stilla „mjúkan“ með blástursventilinn opinn.

4. Fjarlægð: kjarnalogi-vinnustykki

Við rétta fjarlægð milli spíss og plötu eiga oddar kjarnaloganna að vera 2 - 4 mm frá plötunni.



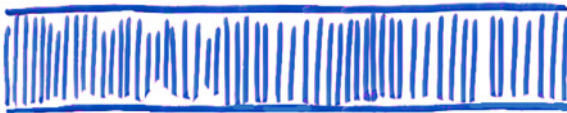
Skurðarhraði

Réttan skurðarhraða er líka hægt að finna í skurðar-töflu. Við handskurð er afar erfitt að dæma skurðarhraða í mm/mín. Það er praktískara að læra að heyrna hvenær hraðinn er réttur.

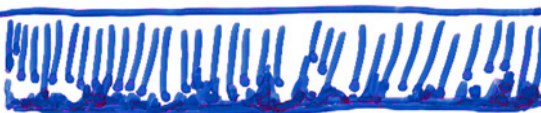
Hreinan spíss fyrir góðan skurð

Óhreinn eða skemmdur spíss er algengasta ástæðan fyrir lélegum skurði. Hreinsun má ekki skemma spíssinn. Notið hreinsinálar af réttri stærð.

Áhrif ýmissa þátta á skurðarsárið



- 1. Rétt framkvæmdur skurður í 25 mm plötu.** Kantarnir eru skarpir og sárið jafnt. Raufarnar eru beinar, lóðréttar eða lítið eitt hallandi (eftirdrag) og rétt merkjanlegar.



- 2. Of lítill hitalogi.** Skurðarhraðinn verður of lítill og grópar myndast í neðri hluta sársins.



- 3. Of stór hitalogi.** Efri kanturinn bráðnar. Við þann neðri festist mikið gjall.



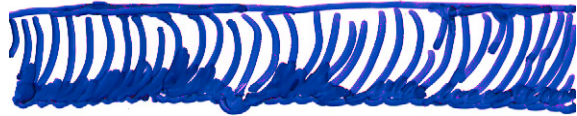
- 4. Of lágur súrefnisþrýstingur.** Skurðarhraðinn er of lítill, efri sárkanturinn hitnar of mikið og bráðnar.



- 5. Of hár súrefnisþrýstingur.** Efri kantur sársins brennur og sárið verður mjög ójafnt.



- 6. Of lítill skurðarhraði.** Gjallið festist í neðri hluta sársins og stórar raufar myndast í sárinu.



- 7. Of mikill skurðarhraði.** Greinilegar, ójafnar afturbeygðar skurðarraufar myndast. Alltof mikill hraði hindrar að hægt sé að skera í gegnum efnið.



- 8. Ójafn skurðarhraði.** Sárið verður öldótt og ójafnt.

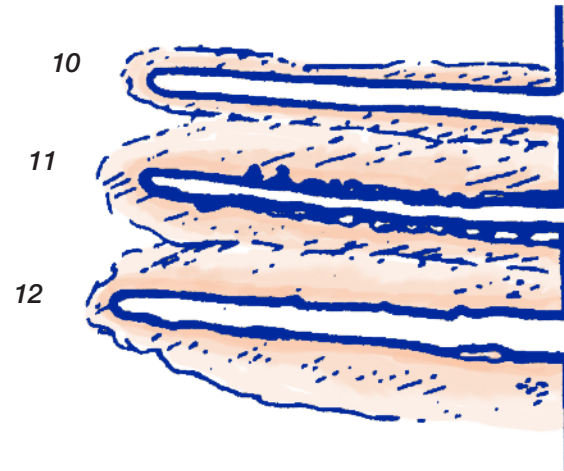


- 9. Röng byrjun eftir stöðvun í skurðinum.** Djúpar grópir geta orðið eftir ranga byrjun í skurðinum, t.d. ef hitað er of mikið eða ef opnað er óvarlega fyrir súrefnið.

10. Rétt framkvæmdur skurður. Séð ofanfrá.
Berid saman við skurð 1 á fyrri síðu.

11. Spíssinn of nærri vinnustykkinu eða of heitur kjarnalogi. Vegna hins mikla hita bráðnar efri kanturinn. Jafnframt eykst gjallmyndun og dýpt skurðarraufa. Berið saman við mynd 3 á fyrri síðu.

12. Spíssinn of langt frá vinnustykkinu.
Upphitada svæðið verður breiðara sem veldur því að sárið verður breitt ofantil og kanturinn bráðnar.

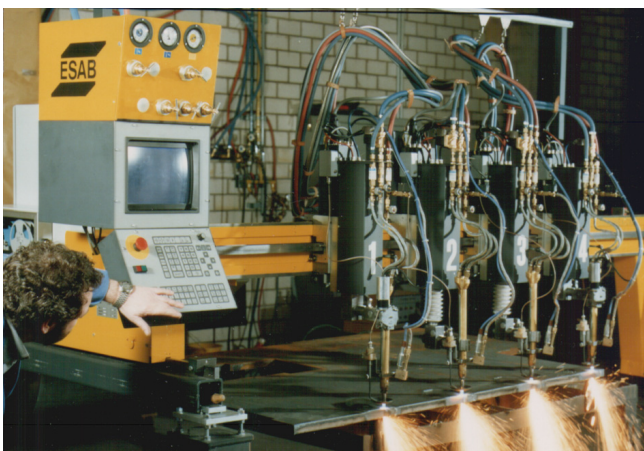


Skurðarvélar

Vélskurður er notaður í mörgum tilfellum. Til eru bæði fastar og færnar vélar. Kosturinn við vélskurð er að skurðarsárin verða jöfn og hægt er að sjóða án frekari yfirborðsmeðferðar.



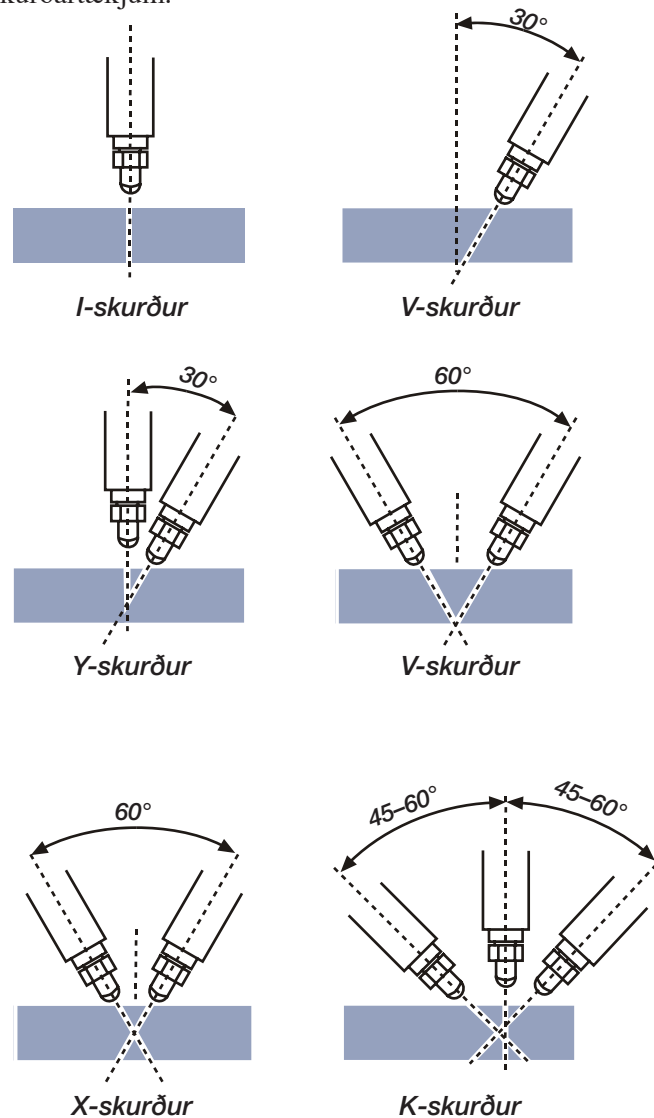
Færnarleg, rafdrifin skurðarvél gerir jafna, beina



Föst tölvustýrð logskurðarvél.

Að skera ólíkar raufar

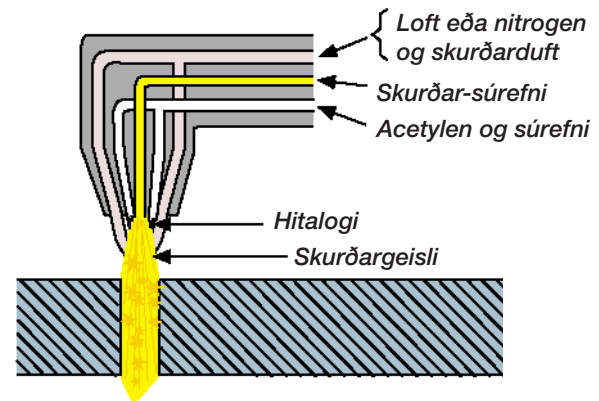
Raufarskurður með einu, tveimur eða þremur skurðartækjum.



Duftskurður

Duftskurður vinnur að mestu eins og logskurður. Eini munurinn er sá að við duftskurð er skurðardufti bætt við í spíssinum.

Áður en soðið er í raufar sem gerðar eru með duftskurði verður sárið að slípast vandlega til að fjarlægja gjallhúðina sem myndast.

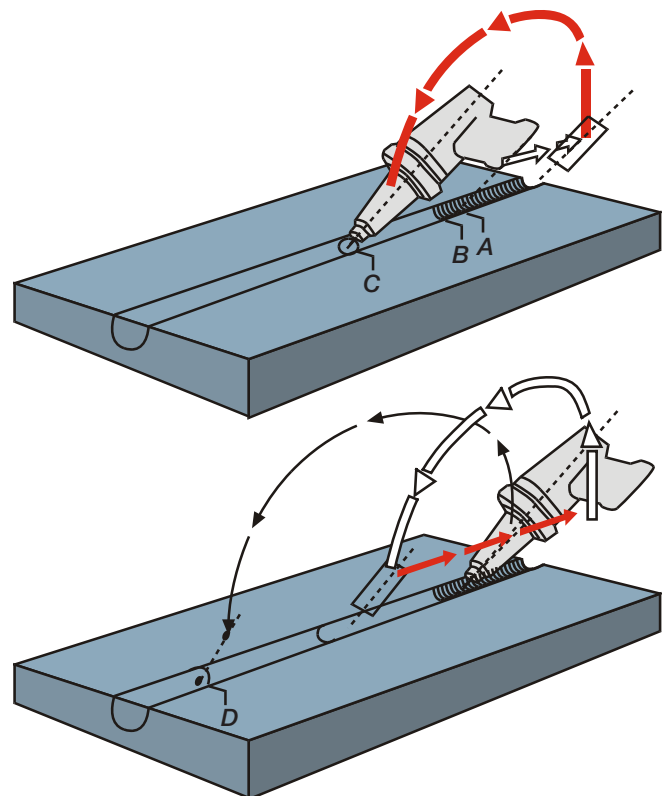


Grunnþættir duftskurðartækis.

Fúguskurður með gasskurðarbúnaði

Gasfúgun er aðferð sem getur komið í stað kolbogafúgunar. Afköstin eru ekki þau sömu en aðferðina má samt nota við að fúga upp suður, við viðgerðir á gölluðum suðum, bakstrengsfúgun o.fl.

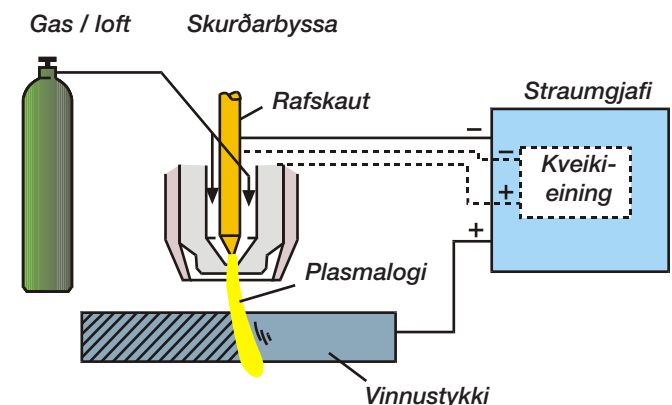
Gasfúgun er framkvæmanleg í sömu efni og logskurður. Lengri fúgur er best að gera í hæfilegum skrefum afturábak (sjá mynd).



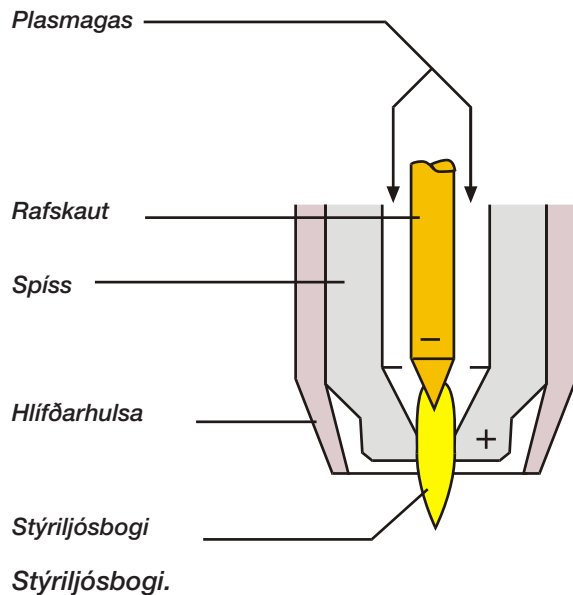
Gasfúgun í skrefum afturábak.

Plasmaskurður

Plasmaskurður er rafmagnsskurðaraðferð þar sem hinn háhi hiti ljósbogans er nýttur. Hitinn getur farið upp í 30.000°C sem gerir það að verkum að plasmaskurður er framkvæmanlegur á flestum málum.



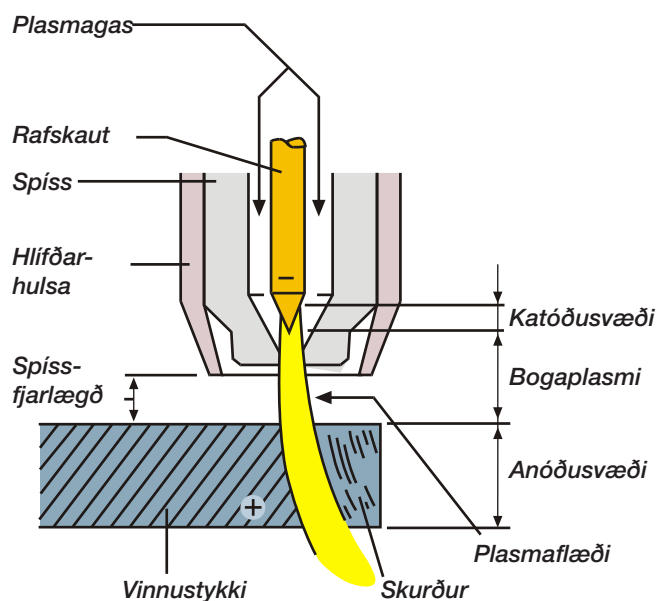
Grunnþættir plasmaskurðarbúnaðar.



Stýriljós boginn

Flest plasmaskurðartæki hafa svokallaðan stýriljós-boga sem auðveldar upphaf skurðar með því að leiða plasmaflæðið að vinnustykkinu.

Stýriljós boginn kviknar á milli rafskautsins og spíssins í skurðarbyssunni. Straumurinn er 10 A.



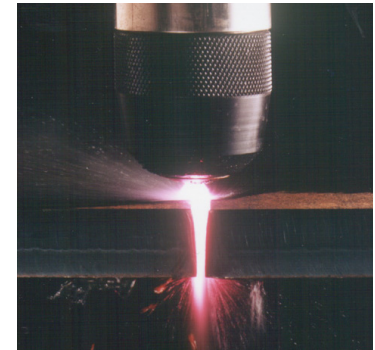
Plasmaljós bogi.

Plasmaljós boginn

Á katóðusvæðinu losna rafeindir frá yfirborði rafskautsins og fara út í bogaplasmanum. Til að þetta sé mögulegt þarf hitinn að vera u.þ.b. 28.000°C.

Anóðusvæðið er sá hluti yfirborðs hins jákvæða vinnustykkis þar sem rafeindirnar fara úr bogaplasmanum.

Bogaplasminn er sá hluti loftsins eða gassins milli + og - pólanna sem er rafleiðandi og sem hefur afar háan hita, allt að 30.000°C og háan útstreymishraða (330 m/sek).



Plasmaljós bogi.

Gas fyrir plasmaskurð

Sem pilotgas er notað hreint argon eða argon með 5% vetni. Gasið er léttjónandi.

Sem skurðargas má nota eftirfarandi blöndur:

- Argon 65% og vetni 35%. Blandan gefur góðan skurðarárangur.
- Köfnunarefni 10% og argon 90% tvöfaldar skurðarhraðann.
- Köfnunarefni er notað við vélskurð.
- Loft, ódýrt en árangurinn verður ekki hinn sami og með nitrogen.

Vinnuumhverfi við plasmaskurð

Hætta af rafmagni

Slökktu ætíð á straumgjafanum þegar þú:

- færir jarðklemmuna
- skiptir um spíss
- stillir rafskautshæð

Hávaði

Hávaðinn við plasmaskurð er frá 90-115 dB. Notið heyrnarhlífar.

Geislun

Notið suðuhjál með a.m.k. 11 DIN suðugleri. Notið hanska og þétt hlífðarföt sem vernda mót útfjólublárrí geislun. Vegna hinnar miklu hitageislunar er ráðlagt að nota ekki augnlinsur.

Reykur og gas

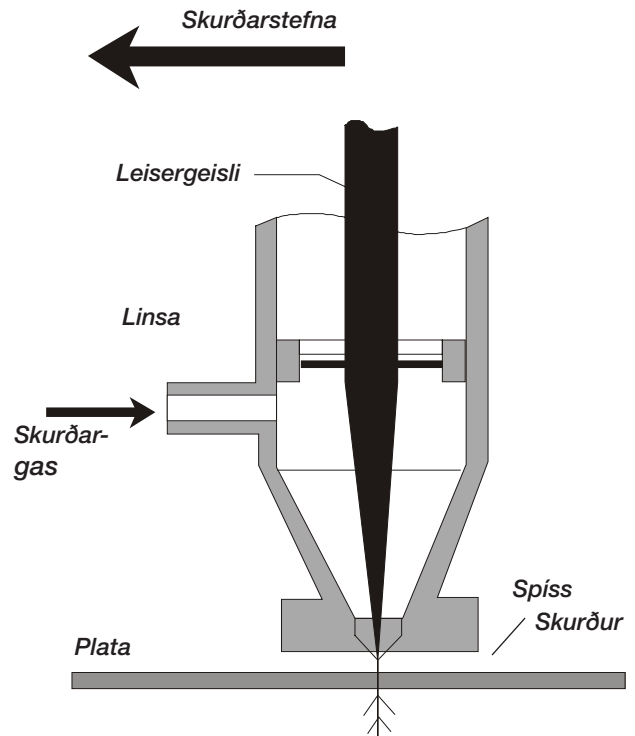
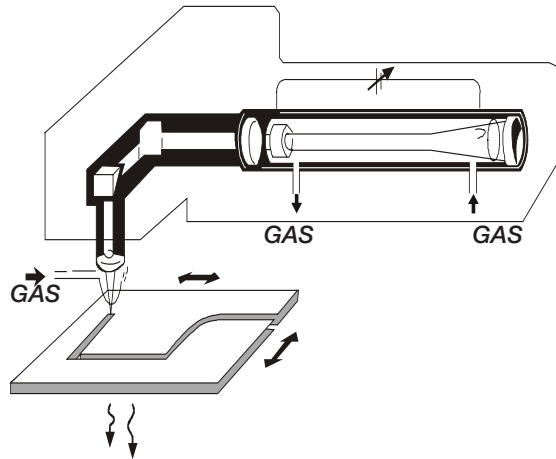
Málmreykur myndast = notið útsog!

Nítratgas myndast þegar loft, nitrogen eða nitrogenblöndur eru notaðar sem skurðargas.

Ozon myndast þegar súrefni loftsins verður fyrir útfjólublárrí geislun. Ozon og nítratgas getur valdið skaða á lungum.

Leisergeisli til skurðar

Skurður með leisergeisla er gerður í vélum og verður sárið slétt og fínt og mjög mjótt eða allt að 0,2 mm í 3,5 mm efni. Leisergeislaskurð má nota á mörg mismunandi efni, en ekki þau sem hafa mikla speglun, eins og ál, eir, silfur og gull.



Leiserskurðartæknin

Leisergeislinn er ljósgeisli sem myndast af rafsegulgeislum með ákveðinni og jafnri bylgjulengd. Geislinn hefur mikinn virknisþéttleika og er hægt að beina honum að litlum punkti á vinnslustykkinu með slíkum hita að efnið bráðnar.

Leiserefnið í þessari gerð leisergeisla er blanda af koldíoxíð, helíum og nitrogen. Eins og nafnið gefur til kynna er það koldíoxíðið sem er hvarfandi gasið en helíum og nitrogen er bætt í til að auka virkni ferlisins. Sjálft leiserferlið er sett í gang með raforku (háspennu) í leiserörinu (sjá mynd).

Til eru tvær gerðir leiserskurðartækja, algengastur er CO₂-leisergeisli sem hentar best við skurð á málmefnum. Við skurð í stál er oft notað hreint súrefni sem skurðargas.

Hlutverk skurðargasisins er að blása burt bráðnu efni, en líka að hlífa linsunni við frussi og reyk. Þegar súrefni er notað sem skurðargas eykur það á skurðarvirknina með þeirri viðbótarorku sem verður til við oxíðeringu efnisins.

Viðbótarorkan leyfir mikinn skuðarhraða, fyrst og fremst í þunn efni.

Vinnuumhverfi við leisergeislaskurð

Notkun á leisergeisla hefur í för með sér ákveðna geislunarhættu. Leiserum er skipt í fjóra áhættuflokka. Mikilvægt er að gera viðeigandi ráðstafanir sem henta hverjum flokki. Það geta verið skermar, neyðarstopp, hlífðargleraugu, uppsetning aðvörunarskilta o.fl.



Skurður með leiserskurðarvél.

Að nota hjólsagir

Vélsögun

Til eru ýmsar vélar til að saga niður efni, eins og bandsagir, hjakksagir, hjólsagir og rörskurðarvélar. Það fer eftir notkunarviðinu hvaða vél hentar best. Mikilvægast er að fara eftir leiðbeiningum framleiðandans um mötun, hraða og blaðval. Kostir við vélsögun eru m.a. að hornréttir skurðir þurfa litla eða enga eftir meðferð. Sögun hentar vel við að efna niður allt stangaefni. Sumar vélar hafa búnað til sjálfvirkar mötunar á efni.

Notkunarvið vélsaga

Sögun er algeng í iðnaði. Hægt er að saga allar efnisgerðir. Með sérstökum klemmum er jafnvel hægt að saga efnisþunn rör.

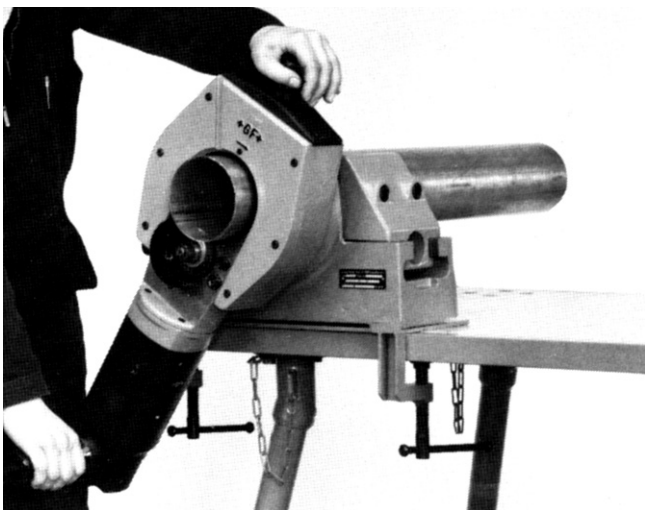
Bandsagir eru mikið notaðar við sögun stangarefnis og hafa mikinn sögunarhraða.

Hjólsagir hafa sama notkunarvið og bandsagir, en hafa vissar takmarkanir hvað varðar efnisstærðir.

Vélsagir henta einnig til sniðsögunar á bitaefni, rörum o.fl. Til eru vélsagir með sjálfvirkri niður- og lengdarfærslu

Rörskurðarvélar

Að saga rör er oft vandasamt, sérstaklega ef um er að ræða efnisþunn ryðfrí rör. Rörið vill aflagast. Rörskurðarvélin á myndinni fyrir neðan virkar þannig að hún fer í kringum rörið en ekki þvert í gegn. Afleiðingin er algerlega grádufrír og hornréttur skurður. Ekki þarf neina eftir meðhöndlun.



Rörskurðarvél.

HEIMILDIR:

Jan Jönsson, Bengt Westin, Ulf Bergström, ESAB, Kemppi AB, Elga AB, Aga gas AB, Air Liquide AB.

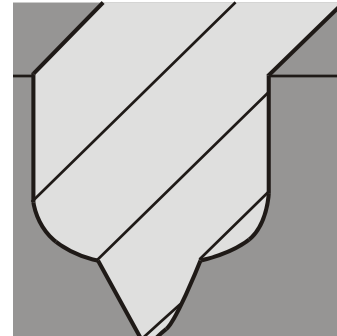
Hafið í huga við vélsögun:

- Sagið aldrei í heitt efni.
- Sagið aldrei án kælivökva.
- Skiptið um sagarblað á milli efnistegunda, eins og stál, ryðfrítt stál eða ál.
- Notið rétta mötun fyrir hvert efni fyrir sig.
- Notið rétt sagarblað fyrir hvert efni fyrir sig.
- Veljið réttan sögunarhraða.
- Fylgið leiðbeiningum framleiðandans.

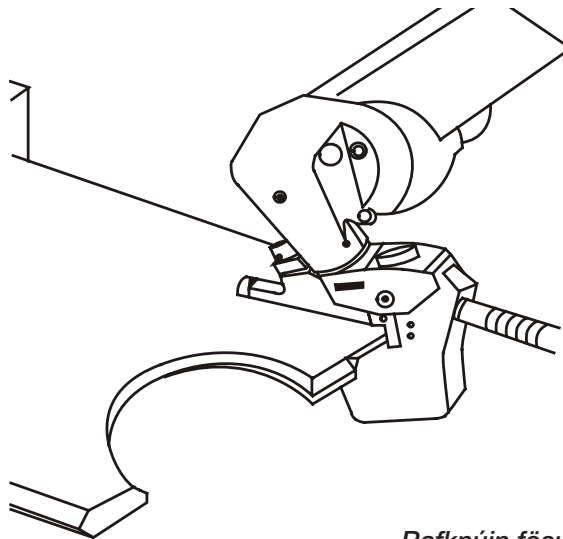
Formun (raufargerðir) með heflun og fræsingu

Hægt er að búa til flestar gerðir suðuskeyta með hinum ýmsu skurðaraðferðum eða slípun, en þegar um er að ræða t.d. U-raufar þá þurfa þær að heflast, fræsast eða rennast. Veggir kjarnakljúfskerja eru t.d. um það bil 200 mm, og þar kemur bara ein raufargerð til greina, þ.e. U-rauf.

Gerð suðuraufa í ryðfrítt efni getur líka verið erfið með hefðbundnum aðferðum, sérstaklega ef efnisþykktin er meiri en 10 mm. Sama gildir um hágæðastál sem fer illa í logskurði.



Fræst U-skeyti sem endar sem V-skeyti í botninn.



Rafknúin fösunarvél.

M2.2.4 Örugg vinnubrögð á verkstæðinu (E2.2.4, T2.2.4)

Vinnuumhverfi á suðuverkstæðinu

Suðuverkstæði eiga að vera þannig útbúin að slyshætta sé eins lítil og mögulegt er. Nútímaleg verkstæði uppfylla yfirleitt kröfurnar um öruggt vinnuumhverfi. Rannsóknir eru stöðugt í gangi til að bæta vinnuumhverfið.

Slyshætta af vélum

Þegar unnið er í vélum verður að gæta þess að vélin vinni rétt. Allar hlífar skulu vera á sínum stað og í lagi. Ef krafist er neyðarstopps verður það að virka. Prófið að svo sé.

Ofgerið ekki vélum. Geta vélarinnar stendur á merki-skilti hennar eða í notkunarleiðbeiningum.

Notið aldrei vélar nema að hafa fengið viðeigandi leiðbeiningar!

Hver sá sem fjarlægir eða skemmir hlífar á vélum á yfir höfði sér málshöfðun vegna hættuvaldandi gáleysis!

Slyshætta af völdum lyftibúnaðar

Stór áhættuþáttur í vinnu suðumannsins er að lyfta hlutum. Um getur verið að ræða að lyfta minni hlutum af gólfi og upp á vinnuborð með handafli eða að lyfta þungum stálvirkjum með hlaupaketti eða krana.

Maðurinn var ekki skapaður til að vera lyftari. Alltof margir slíta sér út og skaða bakið með því að lyfta of þungu, of oft eða á rangan hátt. Reyndu því:

- að lyfta aldrei meir en ÞÚ getur
- að lyfta alltaf með beint bak
- að lyfta aldrei um leið og þú snýrð upp á líkamann
- að ganga aldrei með þungan hlut afturábak

Notkun hjálpartækja eins og krana, hlaupakatta, lyftara o.s.frv. er heldur ekki hættulaus.

Þegar hengt er í króka verður að sjá til þess að stroffur og lyftieyru séu föst og geti ekki runnið til. Notið frekar taustroffur heldur en keðjur eða víra. Athugið að enginn sé fyrir. Yfirfarið króka og stroffur reglulega til að ganga úr skugga um að búnaðurinn sé í lagi.

Farið varlega við notkun plötuklemma. Athugið að þær sitji fastar, sérstaklega þegar stórum hlutum er velt og þegar plötur eru settar í vélar.

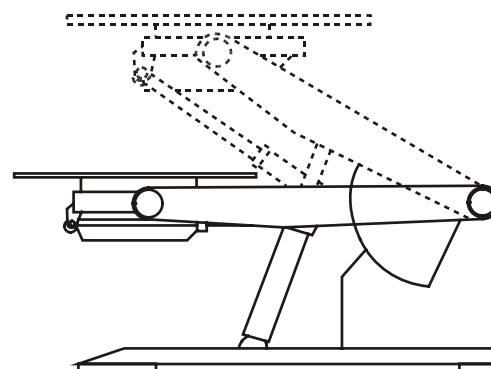
Þegar lyft er með lyftara eða dráttarvél skal varast að ofgera þeim. Stattu aldrei fyrir aftan bakkandi tæki.



Aðeins þeir sem hafa til þess réttindi mega aka lyftara eða dráttarvél.

Til eru mörg hjálpartæki sem auðveldað geta starf suðumannsins, t.d:

- Lyftiblakkir sem minnka þunga slípivéla, suðukapla o.fl.
- Suðuborð og stólar með hæðarstillingu sem skapa betri vinnuaðstæður.
- Stöðustillar sem snúa vinnustykkinu meðan á suðu stendur.
- Keflabúkkar sem auðvelda suðuna og skapa betri vinnustillingu við suðu á sívölum hlutum.



Stöðustillir

Hættur af völdum ryks og efni-sagna

Sjá kafla E5.2.4.

Slyshætta af rafleiðslum og köplum

Rafsuðuvinna felur í sér notkun rafstraums. Það hefur í för með sér slyshættu ef notkunin er röng. Það þýðir líka að töluvert af köplum fylgir búnaðinum.

Bæði rafmagnskapall og suðukaplar að og frá suðuvél geta verið þungir og stífir og þessa vegna erfiðir í meðförum. Með nútímalegum hátíðnisuðum þurfa suðukaplarirnir ekki að vera mjög langir þar sem hægt er að vera með suðuvélina nálægt suðustaðnum, og þar með minnkar þunginn. Á móti kemur að rafmagnskapallinn verður lengri.

Í kafla E1.2.4. er minnst á hvað getur gerst ef maður kemst í beina snertingu við rafmagn. En hættur eru fleiri.

Gleymið því ekki að:

*Fara varlega við meðhöndlun á leiðandi efni.
Burtséð frá notkunarviði eiga allar rafleiðslur að vera heilar og nægjanlega sverar. Það þýðir að jarðkapallinn á að hafa að minnsta kosti sama þverskurðarflatarmál og suðukapallinn.*

Hafðu jarðsambandið eins nálægt suðustaðnum og hægt er, svo suðustraururinn fari ekki krókaleiðir um rafbúnað, lyftivíra, steypustyrktarjárn o.s.frv. Margir brunar hafa orðið af þessum sökum. Jarðtenging raflagna hefur jafnvel bilað vegna rangrar staðsetningar jarðsambands við suðu.

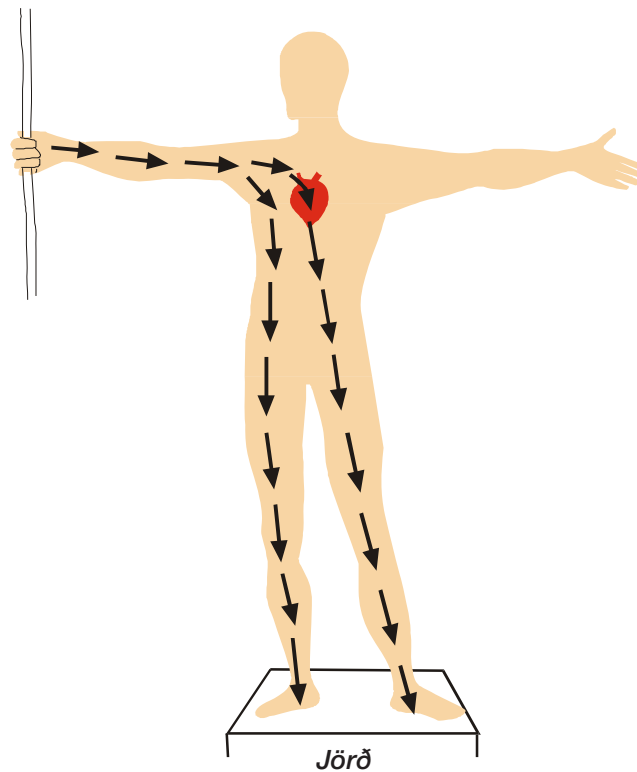
Víða má aðeins nota lágspenn (hámm. 50 V) ljós og verkfæri við vinnu í tönkum og öðrum lokuðum rýmum.

Staðsetjið rafleiðslur og kapla þannig að þeir klemmist ekki, eða skemmist ef ekið er yfir þá eða af öðrum orsökum.

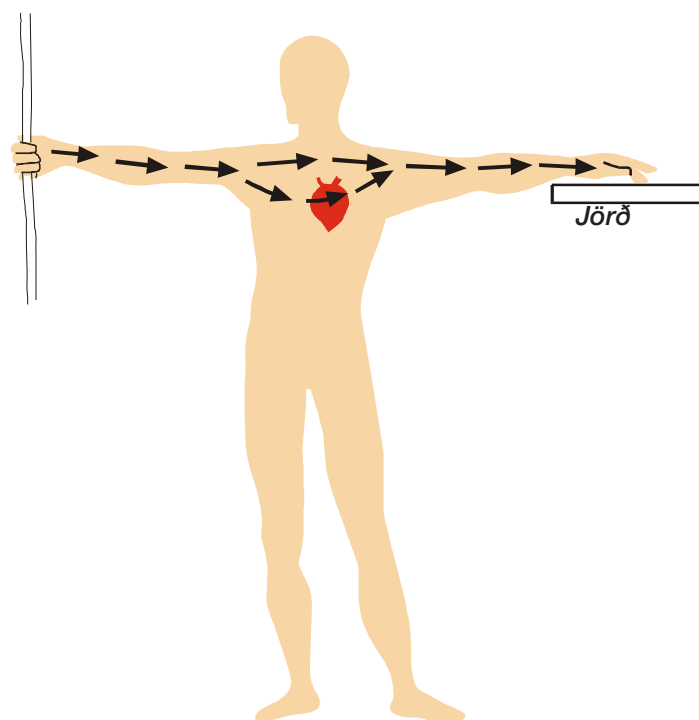
Fyrir utan suðukaplana fylgja suðumanninum ýmsar aðrar leiðslur og slöngur sem þarf að færa til við vinnuna. Þetta geta verið þrýsti- eða ferskloftsslöngur, rafleiðslur í ljós eða handverkfæri o.fl.

Þessar slöngur og leiðslur er best að festa saman í búnt, það auðveldar bæði flutning og þrif.

Leiðari



Leiðari



Leið rafstraums í gegnum líkamann.

Suða á verkstæðinu

Að hlífa vinnufélögum við áhrifum suðunnar

Til að hlífa suðumanninum og vinnufélögum þarf suðusvæðið að skermast af með hljóðdempandi veggjum eða hengjum. Virkt reykútsog, góð lýsing ásamt loftræstingu eru skilyrði fyrir því að hægt sé að skapa gott og umhverfisvænt vinnuumhverfi.

Ef soðið er víðs vegar um verkstæðið er hægt að hlífa fólki í kring fyrir geislun, neistaflugi, hávaða o.fl. með færanlegum hljóðeinangrandi skermum.

Með tilliti til annarra er vert að hafa eftirfarandi í huga:

- Sjáið til þess að engum verði ami af neistaflugi frá slípivélum eða logskurðartækjum.
- Kastið ekki suðupinnastúfum eða öðru þess háttar á víð og dreif.
- Haldið vinnustaðnum þrífalegum. Látið ekki drasl safnast fyrir á gangvegum.



Notið reykútsog!

Eftirlit með nánasta umhverfi suðumannsins

Losun reyks við upptök

Fast útsog á að vera í öllum suðubásum. Góð loftræsting dugir ekki, suðureykinn á að fjarlægja áður en hann nær vitum suðumannsins. Því er reykútsogið mikilvægt.

Reykútsog á hreyfanlegum armi gefur góða raun en stundum þarf að nota færanlegar s.k. reyksugur með súbúnaði. Munið þá að leiða burt loftið frá reyksugunni.

Að koma í veg fyrir eldsvoða af völdum suðuvinnu

Eldhættan við suðuvinnu á sér eftirfarandi orsakir:

- Íkveikja vegna galla / bilana í gassuðubúnaði.
- Íkveikja út frá neistaflugi eða gjalli.
- Íkveikja út frá gasloga eða ljósboaga.
- Íkveikja vegna hitaleiðni.

Loftræsting minnkar loftmengun

Á vinnustað á að vera góð hringrás lofts. Heitt loft stígur upp á við, það er því mikilvægt að sjá til þess að það safnist ekki saman heitt loft með suðureyk þar sem suðumaðurinn stendur.

Innblástur og útsog þarf að vera í jafnvægi, þ.e. að jafnmiklu lofti þarf að dæla inn og sogað er út. Ef útsogið er öflugra en innblásturinn myndast trekkur með skellandi hurðum og fleiri óþægindum.

Andstæðan, þ.e. yfirþrýstingur heftir hringrás loftsins og dregur úr virkni reykútsogs.

Jafnvægi í loftstreymi er einkum mikilvægt á vörum þegar taka þarf tillit til upphitunar.

Þegar soðið er innan í stálvirkjum getur þurft að hjálpa til við hringrás loftsins. Stykkinu skal snúa þannig, að bæði að ofan- og neðanverðu séu nægjanlega stór op fyrir streymi loftsins. Ef stykkið stendur á gólfi þarf að lyfta því upp á búkka eða annað svo að loft komist auðveldlega inn.

Brunavarnir eru mikilvægur þáttur í vinnu suðumannsins. Hluti þessa er góð menntun í meðferð suðubúnaðarins og annarra verkfæra sem notuð eru við suðuvinnuna.

Gastækin eiga að hafa bakslagsventil á acetylen-þrýstimælinum, og helst líka á súrefnismælinum. Próun laga í Evrópu er í þá átt að skylda hvorutveggja.

Á suðuhandfanginu eiga að vera einstefnulokar sem hindra ranga rennslisstefnu.

Allur gassuðubúnaður verður að vera í fullkomnu lagi. Slöngur skulu vera af viðurkenndri gerð, í góðu lagi og undir reglulegu eftirliti.

Hiti, súrefni og brennanlegt efni er það sem til þarf svo eldur verði. Suðumaðurinn sér fyrir hitanum, súrefnið er allt í kringum okkur og yfirleitt er enginn skortur á eldfimu efni.

Þar sem ekki er hægt að sjóða án hita og illt er að vera án súrefnis, hlýtur lausnin að vera sú að fjarlægja það sem getur brunnið. Það þýðir að fjarlægja verður eða þekja yfir allt það sem eldfimt getur talist.

Fjallað var um íkveikjur af völdum loga og neistaflugs í kafla E1.2.4.

Hitaleiðni getur verið vandamál, sérstaklega ef soðið er nærri veggjum, þaki eða gólfi.

Hafðu fyrir reglu að athuga hvað er hinum megin við þilið!

Slökkvistarf

Ef slysið verður og eldur brýst út, verður suðumaðurinn að bregðast rétt við. Mikilvægast er að tryggja að enginn sé í lífshættu. Síðan að kalla eftir slökkviliði og því næst að reyna að slökkva eldinn.

Góð vinnuregla við heita vinnu utan verkstæðis er að hafa brunaslöngu við höndina útdregna með vatnsþrýstingi á þannig að tafarlaust sé hægt að byrja slökkvistarf. Ef vatn er ekki til staðar, eiga í staðinn að vera tvö sex kílóa handslökkvitæki af gerð ABE flokkur III.



Aðvörunarskilti á að vera við innganginn.



Hvar er slökkvibúnaðurinn? Er hann í lagi?

Ef kviknar í fötum manns er best að reyna að kæfa eldinn með teppi, jakka eða þvítíku. Leggið niður þann sem brennur og kæfið eldinn. Skýlið umfram allt öndunarfærunum! Ef manneskjan er slösuð - hringið eftir sjúkrabíl.



Neyðarnúmer 112!

Aðgerðir ef slys ber að höndum

Viðbúnaðuráætlun við slysum á að vera til staðar á öllum vinnustöðum. Áætlunin á að segja til um það með skýrum hætti hvernig brugðist skuli við slysi.

Fyrir minni háttar slys á sjúkrakassi að vera við hendina. Sjúkrakassinn á að innihalda fyrstuhjálparbúnað og annað sem þarf til að búa um minniháttar meiðsl. Hringið eftir sjúkrabíl ef slysið er alvarlegt! Á meðan beðið er á hinn slasaði að liggja eins þægilega og unnt er. Haldið á honum hita. Ef viðkomandi er meðvitundarlaus á hann að liggja í læstri hliðarlegu. Veitið öndunarhjálp eftir þörfum.

Ef rýma þarf byggingu

Áður en framkvæmdir hefjast á nýjum stað er gott að kynna sér útgönguleiðir og neyðarútganga. Það er of seint að byrja að leita þegar húsið brennur.

Á flestum vinnustöðum eru skilti sem sýna hvernig, hvar og jafnvel hvenær rýma á bygginguna. Einnig eiga að vera merktir staðir til að safnast saman á eftir rýmingu.

Varið líka fólk við sem er í eða nærri húsi sem brennur!



Kynntu þér útgönguleiðir áður en þú byrjar að vinna!

Vinna í lokuðu rými

Uppsöfnun skaðlegra lofttegunda

Þegar unnið er í lokuðu rými er hætt á að mengað loft safnist þar saman. Við logskurð og gassuðu notar gasloginn mikið magn súrefnis og hætt er á að súrefnisinnihald loftsins verði svo lítið að suðumaðurinn geti kafnað.

Aðrar gerðir mengunar eins og kolmonoxíð og niturgas geta einnig orðið til við skurð og suðu.

Suða í málningu, olíu og önnur óhreinindi getur líka valdið skaðlegum uppgufunum. Sjóðið því aldrei í óhreinum efni.

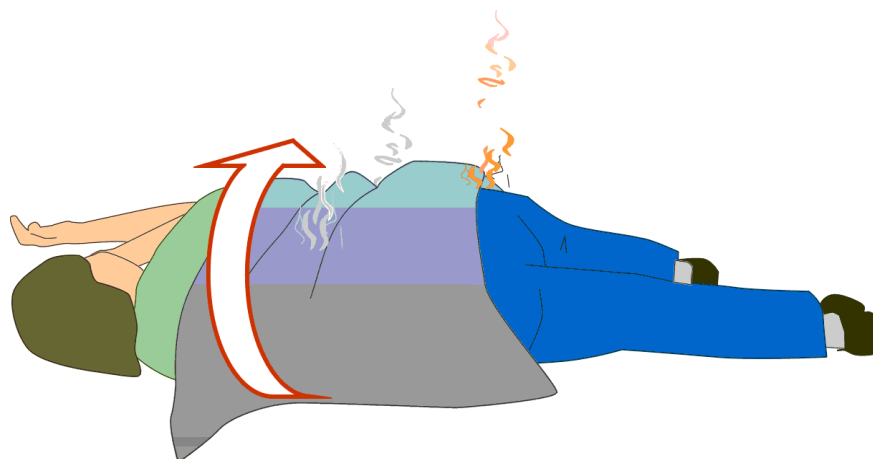
Varist sprengihættu vegna uppsöfnunar súrefnis þar sem þröngt er.

Geyma og tanka sem hafa innihaldið eldfim efni skal loftræsta og gasprófa áður en suðuvinna við þá má hefjast.

Sýnið aðgæslu við logsuðu og skurð í þrengslum. Acetylenleki uppgötvast á lyktinni en munið að súrefni er lyktarlaust. Lyktarefnisblandað súrefni, „odorox“, er nú þegar á markaðnum og er í sumum löndum skylt að nota það.

Súrefnismettun fatnaðar og annars getur haft í för með sér að eldur blossi upp sem við sprengingu af einum

Það má aldrei blása af vinnufatnaði með SÚREFNI!



Reynið að kæfa eld með teppi eða þvítíku.

HEIMILDIR:

Jan Jönsson, Bengt Westin, Ulf Bergström, ESAB, Kemppi AB, Elga AB, Aga gas AB, Air Liquide AB.



MIG MAG
Áfangi M 3
M 3.1 verklegar æfingar
M 3.2 bóklegt nám



M 3. Kynning

Tímamörk 2 klst.

Áfangi EWF-M3 Stúfsuða

Í áfanga 3 er fjallað um suður í stúfsuðuskeyti, þ.e. I-, V, tvöfalda V-rauf o.s.frv. Verkleg þjálfun í suðu stúfskeyta fer fram í áfanganum með áherslu á að framkvæma botnstrenginn rétt.

Þeir hlutar sem á að sjóða í þessum áfanga, eru gefnir upp í töflu M 3.1. í námsskrá EWF fyrir evrópska MIG/MAG-suðumenn.

Æfið þar til góðum tókum á gegnumsuðu hefur verið náð.

Jafnframt því sem verklegu æfingarnar eru gerðar á að lesa bóklega hlutann.

Að afloknum æfingunum fer próftaka fram. Framkvæmd hennar er kynnt í lok kaflans.

Prófstykkin er einnig hægt að nota til útgáfu skírteinis samkvæmt ÍST-EN 287. Gildissvið þeirra réttinda veltur á vali efnis og efnisþykktar.

Suða í stúfskeyti getur verið í öllum suðustöðum, í allar efnisþykktir í plötu-, röra- og stangaefni. Kröfurnar um gæði suðunnar eru oftast gefnar upp með því að vísa til gæðaflokka, en ef ekkert annað er gefið upp (t.d. bakstrengur) á að vera full gegnumsuða.

Þessum áfanga tilheyra einnig bóklegu kaflarnir:

M 3.2.1 Hæfni suðumanns

M 3.2.2 Framleiðslutækni:

Framleiðsla plötustáls og eininga

M 3.2.3 Suðuskeyti á plötum

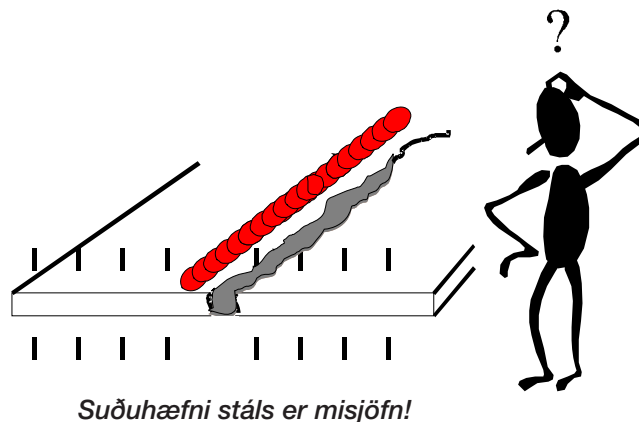
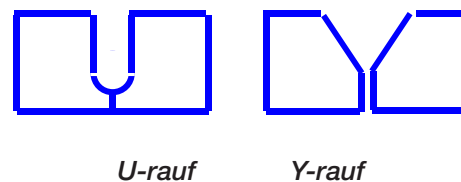
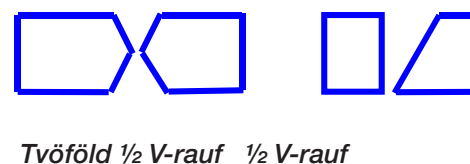
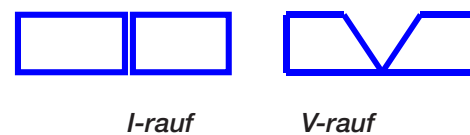
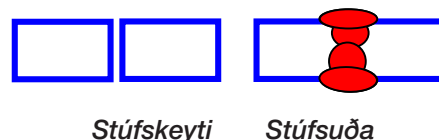
M 3.2.4 Stál

M 3.2.5 Suðueiginleikar stáls

Suðuhæfni stáls veltur á ýmsum hlutum m.a. kol-efnisinnihaldi, magni íblöndunarefna, suðuhitastigi o.fl. Suðuefnið hefur einnig afgerandi þýðingu þegar meta á suðuhæfni.

Ólíkt því sem um er að ræða fyrir pinnasuðu þá er úrvalið af suðuefnum fyrir MIG/MAG-suðu töluvert takmarkaðra. Það sem er suðuhæft með pinna er ekki endilega suðuhæft með MIG/MAG. Það er ástæða til þess að leiða hugann að þessu áður en hafist er handa við að sjóða.

Suðuskeyti – raufargerðir

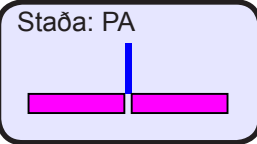


Verkleg æfing 2

Tímamörk 4 klst.

Stúfsuða í I-rauf (WPS M3P-2-A)

Æfingarnar í þessum áfanga eru fyrst og fremst stúfsuður, en blanda af stúfsuðu og kverksuðu kemur líka fyrir. Að undanskilinni fyrstu æfingunni, þá eru æfingarnar M3P-2-A, 3-A, 3-B og 3-C þættir í sameiginlegri æfingu sem kölluð er „kassinn“.

GRUNNEFNI:	
1. Gegnheill:	Stálplata 2 x 200 x 300 mm
SUÐUEFNI:	
G 42 2 (C) M G3Si1 Ø 0,8	
GAS: AGA Mison 25	
Staða: PA	

Gerið þannig:

Lesið suðuferilslýsinguna vandlega.

Klippað og punktið saman þær tvær plötur sem vinnslustykkið samanstendur af. Slípið plötukantana áður en þið punktið.

Hafið 1,6 mm suðugap, punktið með 3-4 punktum.

Snúið vinnslustykkinu við og sjóðið frá mótstæðri hlið, miðað við punktunina.

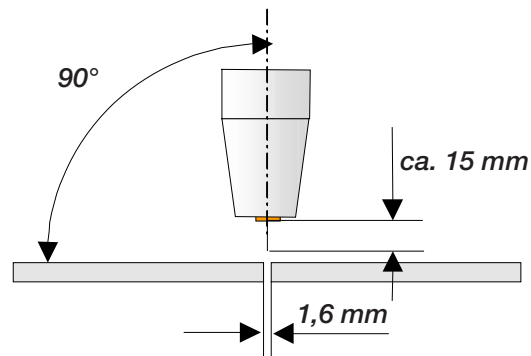
Gætið að sköguninni (ca 15 mm) og færsluhráðanum.

Sjóðið einn streng í stöðu PA. Athugið rótarhliðina, hún á að vera án bindigalla og vel gegnumsoðin. Varist of breiða suðu með of stórum suðukúf.

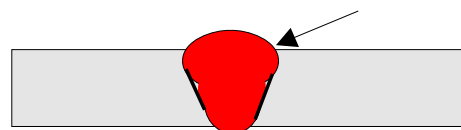
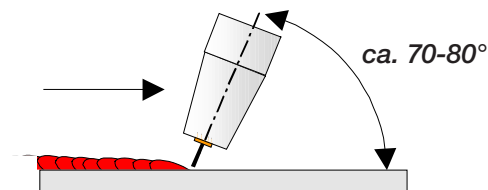
Klippað vinnslustykkið í sundur nokkra millimetra frá suðunni þegar æfingunni er lokið. Forðist að klippa í suðuna.



Slípið plötukantana. Gætið þess að engin misbrýning verði.



Suðubýssan á að vera hornrétt þvert á suðuna og halla ca. 70-80° í færsluáttina.



Suðan á að vera lítilsháttar kúpt og með mjúk skil við grunnefnið. Rótin á að vera vel brædd við efnið án bindigalla eða rennslis út fyrir raufina.

Verkleg æfing 3

Tímamörk 4 klst.

Stúfsuða í I-rauf (WPS M3P-3-A)

Gerið eins í þessari æfingu og í þeirri síðustu nema nú á suðustaðan að vera PG.

Endurtakið æfinguna nokkrum sinnum eða þar til viðunandi árangri er náð.

Sýndu kennaranum æfinguna svo hann geti metið árangurinn.

Verkleg æfing 4

Tímamörk 4 klst.

Stúfsuða í I-rauf (WPS M3P-3-A — M3P-4-A)

Þessi æfing er líka æfing í að klippa plötur, þar sem það þarf að klippa til efnið eftir málum fyrir suðuna.

Æfingin er kölluð „kassinn“ og er sambland af ólíkum raufargerðum og suðustöðum.

GRUNNEFNI:

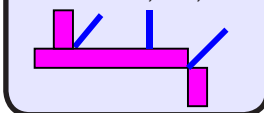
3 stk. Stálplötur 2 x 99 x 1000 mm

SUÐUEFNI:

G 42 2 (C) M G3Si1 Ø 0,8

GAS: AGA Mison 25

Stöður: PB, PA, PG



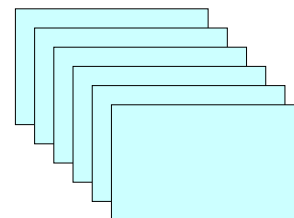
Framkvæmið:

Klippið plöturenningana. Bútið þá síðan niður eins og sýnt er hér til hægri.

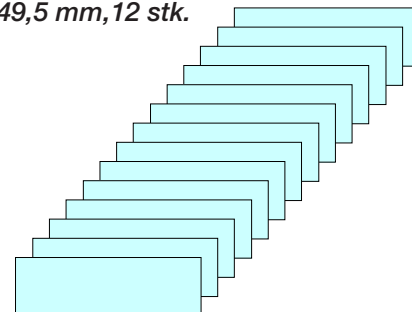
Þegar lokið er við að klippa niður efnið á að punkta saman búтана í „kassa“.

Sjóðið kassann saman í þeirri suðuröð sem lýst er hér á eftir.

Skiptið plötunum þremur á eftirfarandi hátt:
6 stk. 150 x 99 mm



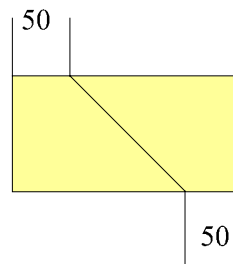
...sem eru klipptar í miðju, í málin
150 x 49,5 mm, 12 stk.



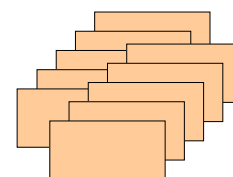
6 stk. 200 x 99 mm:



Sem skiptast:



Restin er klippt í 49 x 99 mm.



Suðuátt hverrar suðu er sýnd á suðuferilslýsingunni.

Allar stúfsuður á að sjóða í stöðu PG, þ.e. lóðrétt fallandi, og þær eiga að vera gegnumsoðnar.

Kverksuður og ytri hornsuður á að sjóða í stöðum PA og PB, þ.e. liggjandi og standandi kverksuður í láréttari stöðu.

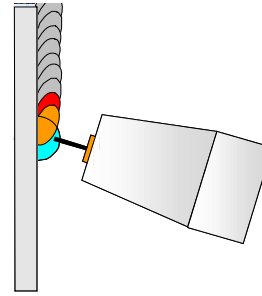
Gætið sérstakrar vandvirkni á hornunum, þar sem suðuraufarnar mætast.

Þegar „kassinn“ er fullsoðinn, skal bora göt þar sem teikningin segir til um, og í þau soðnar rörbútar, t.d. Ø 18 x 2. Eftir að kassinn hefur verið fylltur með vatni er öðru rörinu lokað og hitt tengt við þrýstiprófunarbúnað og prófað, með að hámarki 5 bara þrýstingi.

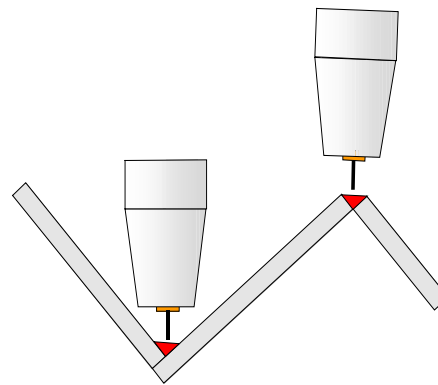
Gætið þess að hosuklemmur á tengingum séu vel hertar.

Merkið lekastaði með krít, ef leki finnst. Takið þrýstinginn af og tæmið kassann. Gerið við lekana og þrýstiprófið á nýjan leik.

Ef kassinn lekur enn eftir viðgerð, verður að gera alla æfinguna aftur frá byrjun.

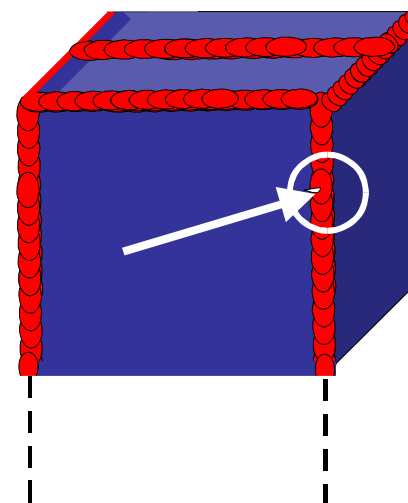


Stúfsuðurnar eru soðnar lóðrétt



Kverk- og hornsuður eru soðnar liggjandi (í láréttari stöðu).

Vandið sérstaklega hornin. Sjóðið helst fyrir hornið og aðeins inn á næstu suðu.




Verkleg æfing 5a

Tímamörk 20 klst. (5a+b+c)

Stúfsuða í V-rauf (WPS M3P-5-A)

Næsta suðuæfing sem á að æfa er gerð í V-rauf. Í æfingunni eru tveir strengir. Þetta er örlítið öðruvísi en fyrri æfingar þar sem aðeins hefur þurft að sjóða einn streng. Af þeim sökum kemur nýtt atriði inn, skipulagning suðustrengja.

GRUNNEFNI: 2 stk. stálplötur 6 x 200 x 300 mm	
SUÐUEFNI: G 42 2 (C) M G3Si1 Ø 0,8 GAS: AGA Mison 25	Staða: PA 

Framkvæmið:

Fasið báðar plöturnar í skurðarvél eins og sýnt er hér á síðunni til hliðar.

Hreinsið burt gjall og eldhúð með slípun. Það er mikilvægt að yfirborð raufarinnar sé hreint áður en suðuvinna er hafin! Slípið einnig ca. 0,5 mm nef á raufina (sjá mynd), það gerir það að verkum að raufin þolir meiri hita en ef hún er slípuð í hvassa brún.

Punktið saman plöturnar með 2 mm suðubili.

Sjóðið rötastrenginn samkvæmt þeim leiðbeiningum sem veittar eru í suðuferilslýsingunni.

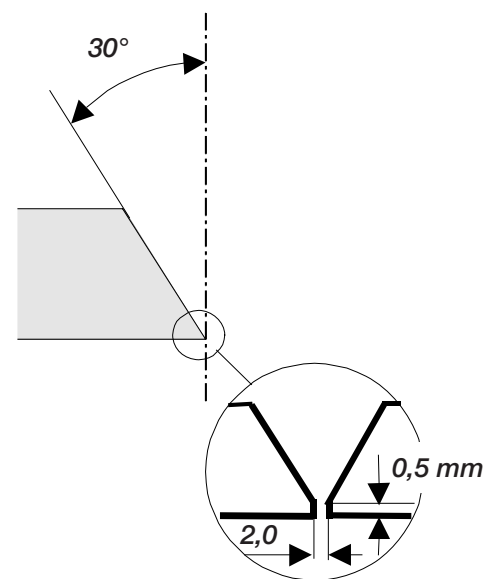
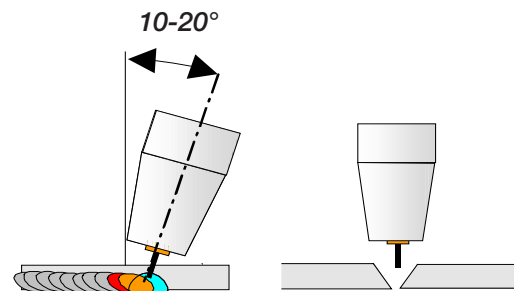
Slípið þar sem þið stöðvið í suðunni með því að þynna varlega niður enda suðunnar.

ATH! Fordist að láta slípiskífuna fara niður í fúguna. Þá er hættu á því að suðubilið verði of stórt.

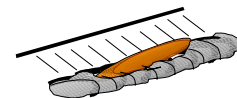
Slípið einnig burt oxíð sem kunna að hafa myndast og líta út eins og brúnn glerungur.

Þegar strengur nr. 1 er tilbúinn, er byrjað á streng nr 2. Eins og stendur í suðuferilslýsingunni, þarf nú að auka við hitann til að tryggja að innbræðslan verði nægjanleg og hættan á bindigöllum sem minnst.

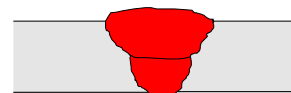
Láttu kennarann meta árangurinn þegar suðan er tilbúin.



Suðugapið er opið á milli hluta vinnslustykkisins (2 mm). Nefið er þar sem hvöss brún raufarinnar er slípuð.



Brúnar, glerungslíkar oxíðir sem verða eftir á suðunni verður að hreinsa burt áður en næsti strengur er soðinn.



Tilbúin suðan á að hafa mjúk skil við vinnsluefnið beggja megin, og vera laus við bindigalla, suðulús og reyk.

Verkleg æfing 5b - 5c

Stúfsuða í V-rauf (WPS M3P-5-B og M3P-5-C)

GRUNNEFNI:

2 stk. stálplötur 12 x 200 x 300 mm

SUÐUEFNI:Strengur 1: T 42 2 M M 1 H5 Ø1,2 mm
Aðrir strengir T 42 2 P M 1 H5 Ø1,2 mm

GAS: AGA Mison 25

Framkvæmið:

Nú á að sjóða með rörþræði. Framkvæmd suðunnar breytist ekki mikið við það.

Í æfingu 5b er einn botnstrengur og þrjú yfirstrengir, þannig að strengirnir verða samtals fjórir (sjá suðuferilslýsinguna).

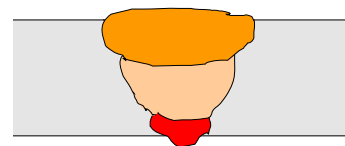
Í æfingu 5c eru soðnir þrjú strengir, en þá verður að pendla frekar mikið í yfirstrengnum.

Þá er mikilvægt að sjá hvernig gjallið flýtur út.

Ráðfærðu þig við kennarann um árangurinn og framhaldið.



Æfing 5b er soðin með fjórum strengjum...



... en 5c er soðin með þremur.

Verkleg æfing 6

Tímamörk 10 klst.

Stúfsuða í V-rauf
(WPS M3P-6-A og M3P-6-B)

Þessi æfing er líka soðin í V-rauf, en í stöðu PG, þ.e. lóðrétt fallandi, með bæði gegnheilum þræði og rörþræði. Við fallandi suðu verða færsluhraði og byssuhalli að vera hárréttur vegna hættu á bindigöllum.

GRUNNEFNI:

Æfing 6a: 2 stk. stálplötur 6 x 200 x 300 mm

Æfing 6b: 2 stk. stálplötur 12 x 200 x 300 mm

SUÐUEFNI:

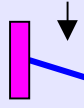
6a.G 42 2 (C) M G3Si1 Ø1,0

6b. T 42 2 M M 1 H5 Ø1,2

T 42 2 P M 1 H5 Ø1,2

GAS: AGA Mison 25

Staða: PG



Frankvæmið:

6a. Fasið tvær plötur í skurðarvélinni samkvæmt þeim málum sem gefin eru upp hér fyrir ofan.

Punktið í stöðu PA og festið síðan vinnslustykkið.

Sjóðið botnstrenginn samkvæmt suðuferilslýsingunni. Skögunin á að vera um 15 mm.

Hreinsið burt gjall og oxíðir.

Sjóðið streng nr. 2 með léttum pendúlhreyfingum þannig að suðan verði slétt eða aðeins kúpt. Hreinsið aftur og sjóðið þá strengi sem eftir eru.

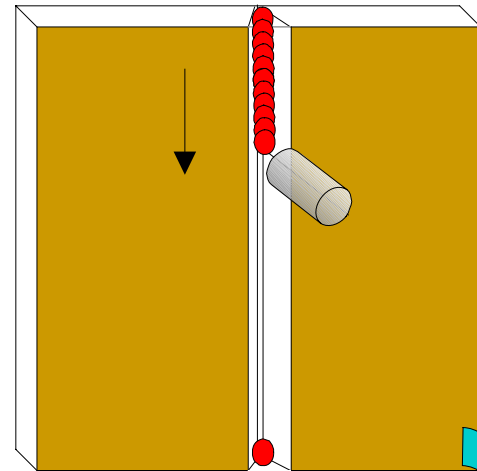
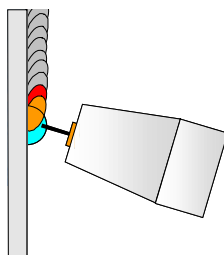
6b. Með rörþræði og tvöfalt þykkara efni verða suðustrengirnir mun fleiri, í þessu tilfelli 6.

Sjóðið botnstrenginn. Látið suðupráðinn vera nákvæmlega fremst í bráðinni.

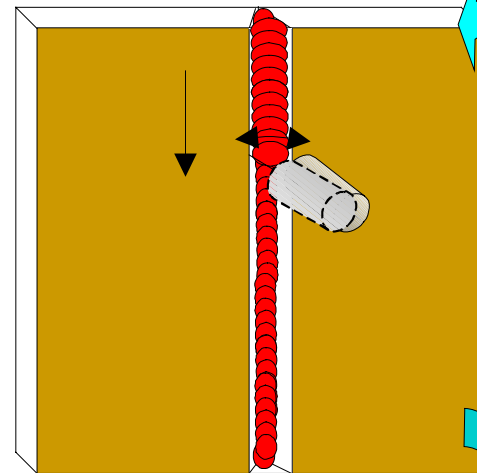
Sjóðið síðan yfirstrengina. Gætið að bindingunni við efra yfirborð plötunnar þegar tveir síðustu yfirstrengirnir eru soðnir.

Hreinsið og sýnið kennaranum.

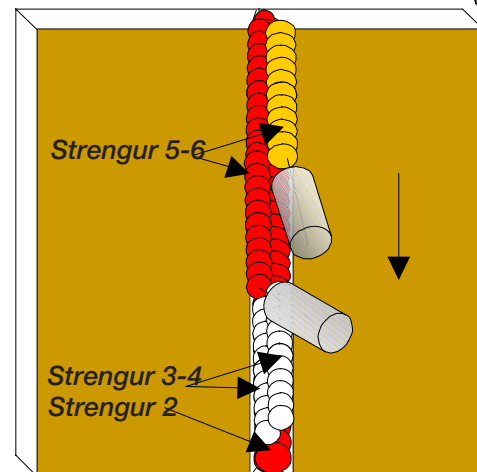
Hafið nákvæman byssuhalla!



Sjóðið botnstrenginn með réttum byssuhalla og færsluhraða.



Sjóðið streng 2 með léttri pendlun. Í æfingu 6a er þetta yfirstrengur - í 6b er þetta fyrsti strengur af 5 yfirstrengjum. Pendlið ekki um of!



Sjóðið tvo síðustu strengina þannig að enginn skurður verði á milli þeirra.

Verkleg æfing 7a - 7b

Tímamörk 20 klst.

Stúfsuða í V-rauf
(WPS M3P-7-A og M3P-7-B)

Að lokum átt þú að sjóða í V-rauf í stöðu PF, þ.e. lóðrétt stígandi. Bæði með gegnheilum þræði og rörþræði. Suða lóðrétt stígandi gerir einnig kröfur um nákvæmni í suðuhraða og byssuhalla, en af öðrum ástæðum en í fyrri æfingunni. Við stígandi suðu er minni hættá á bindigöllum en hins vegar er töluvert meiri hættá á kantsárum.

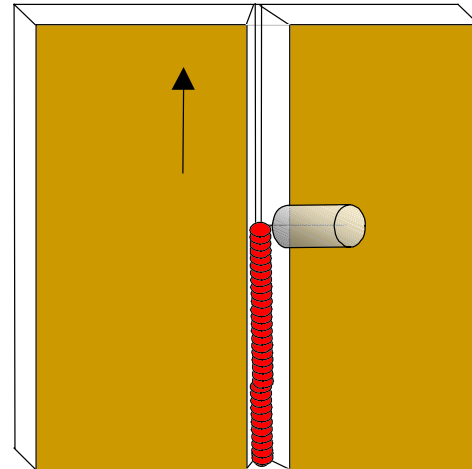
GRUNNEFNI:

7a. 2 stk. stálplötur 6 x 200 x 300 mm
7b. 2 stk. stálplötur 12 x 200 x 300 mm

SUÐUEFNI:

7a.G 42 2 (C) M G3Si1 Ø1,0
7b. T 42 2 M M 1 H5 Ø1,2
T 42 2 P M 1 H5 Ø1,2
GAS: AGA Mison 25

Staða: PF

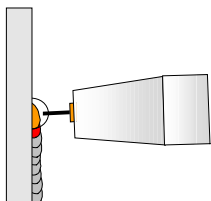


Sjóðið botnstrenginn með smá pendli. Suðubráðurinn á að vera fremst í suðubráðinni, án þess þó að fara í gegn.

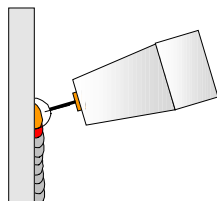
Framkvæmið:

Eins og áður sagði er hættá á bindigöllum við fallandi suðu, þar sem suðuhraðinn er mikill og hættá á að suðan verði „köld“. Á hinn bóginn fæst yfirleitt mjög góð binding við stígandi suðu, en þá er aftur hættá á kantsárum.

Byssuhallinn er líka annar. Við fallandi suðu er byssunni beint upp á við í öllum strengjum, en við stígandi suðu er henni beint eins og lýst er hér fyrir neðan.



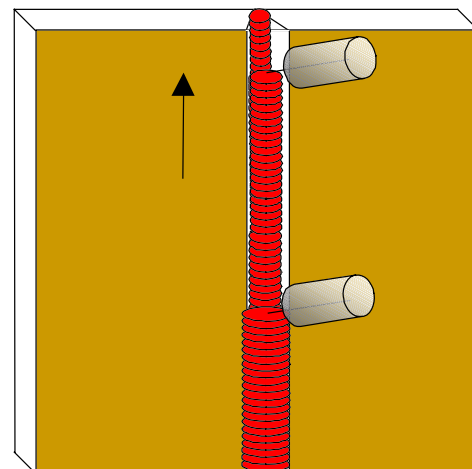
Byssuhalli við suðu botnstrengs.



Byssuhalli við suðu yfirstrengja.

Botnstrengurinn er soðinn með lítilsháttar pendlun. Hinir tveir með meiri hreyfingum, en munið að pendla bara að fúgukantinum, ekki yfir!

7b. Gerið eins og í fyrri æfingunni, en fyllið með þremur strengjum í stað tveggja. Gjallhreinsið og sýnið kennaranum.



Hinir strengirnir pendlast eftir þörfum, varist of stóran suðukúf. Beinið byssunni aðeins niður á við. Gætið þess að ekki myndist kantsár á suðuskilunum!

Þar með er komið að
próftöku M3.3!

M3.2.1 Suðupróf (E3.2.1, G2.2.3, T3.2.1)

Tilgangur suðuprófa

Í þessum kafla er fjallað um þá hluta ÍST-EN 287-1, sem skilgreinir þær kröfur sem gerðar eru til suðumanns í hæfnisprófi samkvæmt staðlinum. Töflurnar í kaflanum eru fengnar úr staðlinum.

Staðallinn gildir fyrir handsuðuaðferðir, þar sem hæfni suðumannsins hefur afgerandi áhrif á gæði suðunnar, sem og getu til að fylgja skriflegum og munnlegum leiðbeiningum. Suðumaðurinn á þar að auki að hafa fullnægjandi reynslu og kunnáttu um suðuaðferðina, efnið sem notað er og þær öryggiskröfur sem hann þarf að standast.

Í sumum tilvikum þegar suðumaður fer í hæfnispróf er gerð krafa um að hann skuli einnig taka s.k. verkunnáttupróf (bóklegt). Prófið byggir á „Viðauka D“, sem er fylgiskjal með ÍST EN 287-1.

Mælt er með verkunnáttuprófinu, en það er almennt ekki skylda. Þó geta lönd sett sínar eigin reglur varðandi verkunnáttupróf.

Prófsuðuna má nota til að gæðavotta bæði *suðuferil* og *suðumann* að því tilskildu að öllum kröfum sé fylgt, t.d. hvað varðar stærð prófstykkisins (sjá ÍST-EN ISO 15614-1).

Suðuaðferðir sem falla undir staðalinn ÍST-EN 287, eru þær ljósbogasuðuaðferðir sem teljast handvirkar sem og þær sem eru hálf sjálfvirkar.

Tilgangurinn með suðuprófinu er að staðfesta kunnáttu suðumannsins bæði verklega og fræðilega

Tenging við viðurkennd WPS

Öll suða samkvæmt þessum leiðbeiningum á að fara fram eftir WPS (Welding Procedure Specification = Suðuferilslýsing). Tilgangurinn með WPSum er meðal annars sá að suða fari fram þannig að eiginleikar vinnsluefnisins haldist sem næst óskertir.

Suðuferilslýsingin segir nákvæmlega til um hvernig suðan á að fara fram, og hún byggir á s.k. WPAR (Welding Procedure Approval Record).

WPAR er niðurstaða nákvæmrar athugunar á þeim

skilyrðum sem þarf að uppfylla svo að suðuárangur verði sem bestur, en þessi athugun fer fram eftir öðrum Evrópustaðli ÍST-EN 288-1. Það sem er athugað er hvort efniseiginleikar stálsins hafi breyst eftir suðuna og er það gert m.a. með togþolsprófi, höggþolsprófi og hersluprófi.

Við æfingar má nota pWPS, þ.e.a.s. bráðabirgða suðuferilslýsingu, þar sem suðubreytur (orkustreymið) er reiknað út.

Yfirlit yfir Evrópustaðal um suðupróf (EN 287)

Staðallinn ÍST-EN 287-1 fjallar um suðupróf í stál og ÍST-EN 287-2 um suðupróf í ál. Í staðlinum er nákvæmlega lýst hvernig standa skuli að öllum þáttum varðandi m.a. próftöku, mat og gildissvið prófa.

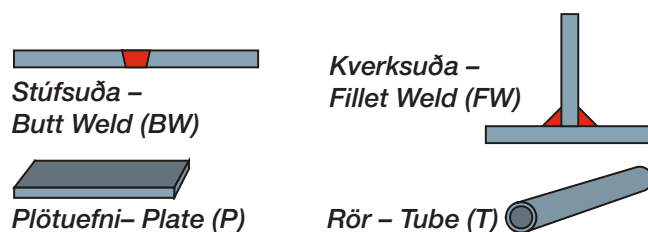
Suðuaðferðir

Staðallinn fjallar um eftirfarandi suðuaðferðir:

- 111 - Ljósbogasuðu með húðuðum pinna
- 114 - Ljósbogasuðu með rörþræði án hlífðargass (s.k. Innershield)
- 12 - Duftsuðu
- 131 - MIG-suðu
- 135 - MAG-suðu
- 136 - MAG-suðu með rörþræði
- 137 - MIG-suðu með rörþræði
- 141 - TIG-suðu
- 15 - Plasmasuðu
- 311 - Logsuðu

Skeytagerðir

Staðallinn fjallar um skeytagerðirnar stúfsuðu (BW = Butt Weld) og kverksuðu (FW = Fillet Weld) í plötuefni (P = Plate) og rör (T = Tube).



Að auki gilda meðal annars eftirfarandi viðmiðanir:

- Réttindi til stúfsuðu á rörum fela í sér réttindi til stúfsuðu á plötum.
- Réttindi til stúfsuðu á plötum soðnum í stöðunni lárétt niður (PA) eða í hlið (PC) fela í sér réttindi til stúfsuðu á rörum með ytra þvermál yfir 150 mm samsvarandi suðustöðum samkvæmt töflu 7.
- Suða frá einni hlið án bakleggs gefur réttindi til suðu frá einni hlið með bakleggi og suðu frá báðum hliðum með og án skurðar og slípunar.
- Suða í plötum eða rörum með bakleggi gefur réttindi til suðu frá báðum hliðum, en ekki til suðu án bakleggs.
- Stúfsuður gefa réttindi til kverksuðu fyrir samsvarandi aðstæður við suðu.

Hvort suðan fer fram frá annarri hlið eða báðum, með eða án rötastuðnings o.s.frv. kemur fram í eftirfarandi skammstöfunum:

ss (single side) suða frá annarri hlið

mb (material backing) suða á móti bakleggi.

bs (both sides) suða frá báðum hliðum

nb (no backing) suða án bakleggs.

gg (gauging) bakskurður eða bakslípun.

gb (gas backing) suða með baggasi.

ng (no gauging) engin bakskurður eða bakslípun.

Efni

Til að bera saman stálflokka fyrir suðupróf og ferlispróf samkvæmt ÍST-EN 288-3, vísast til kaflans um WPS.

Flokkur W 01. Óblandað stál með lágu kolefnisinnihaldi (kol-mangan) og/eða lágblandað stál. Þessi flokkur inniheldur einnig fínkorna byggingarstál með flotstyrk R_{eH} allt að 355 N/mm².

Flokkur W 02. Króm-molybdeum (CrMo) og/eða króm-molybdeum-vanadíum (CrMoV) skriðþolnar stáltegundir.

Flokkur W 03. Fínkorna byggingarstál normaliserað, hert og temprað eða varmaflfræðilega meðhöndlað, með flotstyrk, R_{eH} yfir 355 N/mm² og einnig samsvarandi suðuhæf nikkellstál með 2-5% nikkellinnihaldi.

Flokkur W 04. Ryðfrítt ferrítstál eða martensítstál með 12-20% króminnihaldi.

Flokkur W 11. Ryðfrítt ferrít-austenít og ryðfrítt austenít króm-nikkel (Cr Ni).

Flokkur	Stálgerð / efnisnúmer
W 01	1232, 1306, 1311, 1312, 1330, 1331, 1412, 1414, 1430, 1431, 1432, 1434, 1435, 2101, 2102, 2103, 2132, 2134, 2172, 2174, 2632, 2634, 2642, 2644.
W 02	2203, 2216, 2218, 2223.
W 03	2106, 2107, 2116, 2117, 2135, 2142, 2144, 2145, 2614, 2615, 2624, 2625, 2652, 2654, 2662, 2664.
W 04	2301, 2302, 2320, 2324, 2325, 2326
W 11	2331, 2332, 2333, 2337, 2338, 2340, 2343, 2347, 2348, 2350, 2352, 2353, 2361, 2366, 2367, 2368, 2371, 2375, 2562, 2564, 2584.

Gildissvið suðuprófs hvað varðar efni:

Efnisflokkur við suðupróf	Gildissvið				
	W01	W02	W03	W04	W11
W 01	●	▲	▲	▲	▲
W 02	■	●	▲	▲	▲
W 03	■	■	●	▲	▲
W 4	■	■	■	●	▲
W 11	■ ¹	■ ¹	■ ¹	■ ¹	●

¹ Þegar suðuefni úr flokki W11 er notað

● Sýnir efnisflokk notaðan við viðurkennt hæfnispróf.

■ Sýnir þá efnisflokka sem prófið nær einnig yfir.

▲ Sýnir efnisflokka sem prófið nær ekki yfir.

Fyrir stál sem ekki tilheyrir neinum ofangreindra flokka þarf að taka hæfnispróf sem gildir þá aðeins fyrir umrætt stál.

Málstærðir

Suðuprófið á að byggja á þeim efnisþykktum, plötu-efnis eða röra, og rörþvermála sem notuð eru í framleiðslunni.

Hægt er að taka próf fyrir hvert og eitt hinna þriggja sviða efnisþykktar plötuefnis og röra, og þrjú svið roraþvermáls.

Efnisþykkt eða þvermál þarf ekki að mæla nákvæmlega, það er miklu frekar hugsunina að baki málunum í töflunni hér fyrir neðan sem miða skal við. Velja skal efnisþykkt prófstykkis þannig að gildissviðið hæfi þeim verkefnum sem próftaki er að fara að vinna við.

Dæmi: Próf soðið í 12 mm plötu gildir fyrir efnisþykktir

Efnisþykkt prófstykkis t , í mm	Gildissvið mm
$t \leq 3$	$t - 2t^1$
$3 < t \leq 12$	$3 - 2t^2$
$t > 12$	≥ 5
¹ Fyrir gassuðu (311): $t - 1,5t$	
² Fyrir gassuðu (311): $3 - 1,5t$	

frá 3 mm til 24 mm.

Þvermál prófstykkis og gildissvið prófs:

Þvermál prófstykkis D' , (mm)	Gildissvið (mm)
$D \leq 25$	$D - 2D$
$25 < D \leq 150$	$0,5D - 2D$ (min 25)
$D > 150$	$0,5D -$
¹ Fyrir ferköntuð rör er "D" skemmri hliðin	

Dæmi: Próf soðið í 140 mm rör gildir frá 70 mm til 280 mm.

Fyrir rör yfir 500 mm í þvermál þarf ekki rörasuðupróf. Þá nægir plötusuðupróf (allar suðustöður).

Suðuefni

Húðaðir rafsúðupinnar eru flokkaðir eftir hulugerð sem hér segir:

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| A Súrur (járnoxíð) | B Basískir |
| C Sellulósa | R Rútl |
| RA Rútl-súrur | RB Rútl-basískir |
| RC Rútl-Sellulósa | RR Rútl, þykk húð |
| S Aðrar gerðir | |

(**NM**: Án suðuefnis, **WM**: Með suðuefni)

Gildissvið fyrir húðaða suðupinna fylgir töflunni uppi til hægri.

Pinnagerð við suðupróf	Gildissvið				
	A; RA	R; RB; RC, RR	B	C	S
A; RA	*	○	○	○	○
R; RB; RC; RR	▲	*	○	○	○
B	▲	▲	*	○	○
C	○	○	○	*	○
S'	○		○	○	*

¹S Próf með pinna í S flokki gildir aðeins fyrir þá sérstöku gerð sem notuð er í prófinu.
 * Sýnir pinnagerð sem notuð er við suðupróf.
 ▲ Sýnir þær pinnagerðir sem gildissvið prófsins einnig nær yfir.
 ○ Sýnir þær pinnagerðir sem gildissvið prófsins nær ekki yfir.

Hlífðargas og duft

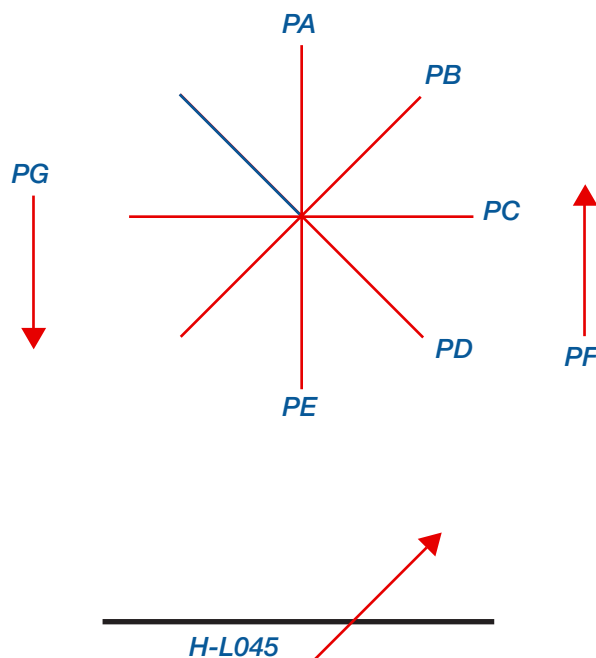
Skipta má um hlífðargas og duft. Hinsvegar ef skipt er frá virku í óvirkt hlífðargas eða öfugt þarf nýtt suðupróf.

Suðustöður

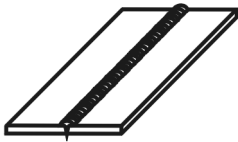
Í þessum staðli er miðað við suðustöður ásamt halla og snúningshornum samkvæmt myndinni og í samræmi við ISO 6947. Suðustöður og hallar í suðuprófi eiga að vera sem líkast því sem gerist í framleiðslunni.

Suðustöður í plötuefni

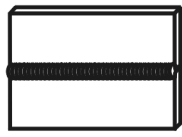
Suðustöður í rör



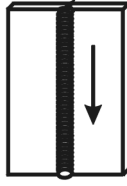
STÚFSUÐUR



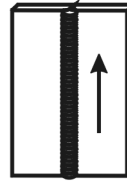
PA Lárétt niður



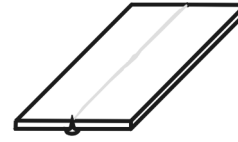
PC Í hlið / lárétt þilsuða



PG Lóðrétt fallandi

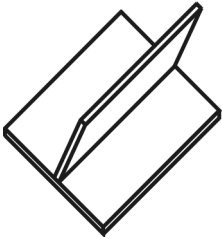


PF Lóðrétt stígandi

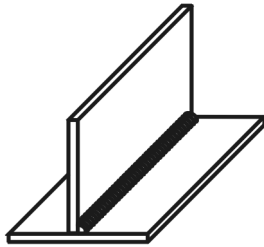


PE Uppundir

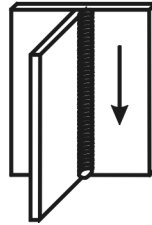
KVERKSUÐUR



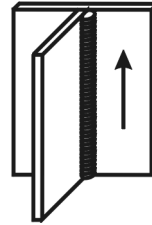
PA Lárétt niður



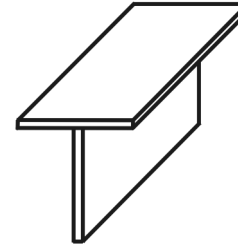
PB Standandi kverksuða lárétt



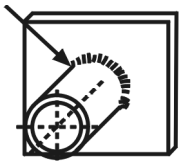
PG Lóðrétt fallandi



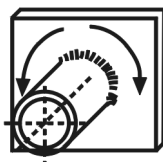
PF Lóðrétt stígandi



PD Standandi kverksuða uppundir



PB Standandi kverksuða lárétt



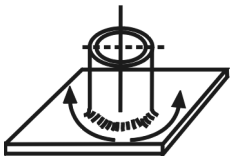
PG Lóðrétt fallandi



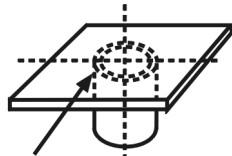
PA Lárétt niður



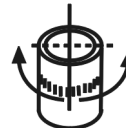
PG Lóðrétt fallandi



PB Standandi kverksuða lárétt



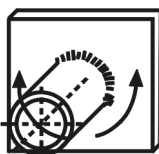
PD Standandi kverksuða uppundir



PC Í hlið



H-L045 45°halli stígandi suða



PF Lóðrétt stígandi



PF Lóðrétt stígandi

Gildissvið fyrir suðustöður

Í töflunni fyrir neðan sést gildissvið fyrir suðustöður. Ef suðuprófið t.d. er gert í rör í H-L045 stöðu, gildir það fyrir allar suðustöður í stúf- og kverksuðum *nema* PG stöðu (Lóðrétt fallandi).

Suðustaða við próftöku			Gildissvið																			
			Plötuefni										Rör									
			Stúfsuða					Kverksuða					Stúfsuða Lengdarás og halli			Kverksuða						
													Snúanl.		Fast	1)	Fast					
										0°		90°	45°	0°		90°						
												H										
												L045			PB	PG	PF	PD ₂₎				
Stúfsuða	PA		*	-	-	-	-	x	x	-	-	-	x	-	-	-	-	x	-	-	-	
	PC		x	*	-	-	-	x	x	-	-	-	x	-	-	-	-	x	-	-	-	
	PG		-	-	*	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	PF		x	-	-	*	-	x	x	-	x	-	x	-	-	-	-	x	-	x	-	
Plötur	PE		x	x	-	x	*	x	x	-	x	x	x	-	-	-	-	x	-	x	x	
	PA		-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	PB		-	-	-	-	-	x	*	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	
	PG		-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PF		-	-	-	-	-	x	x	-	*	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-		
Stúfsuða Lengdarás og halli	Snúanl.	0°	PD		-	-	-	-	-	x	x	-	x	*	-	-	-	-	x	-	-	x
			PA		x	-	-	-	-	x	x	-	-	-	*	-	-	-	-	x	-	-
	Fast	90°	PG		-	-	x	-	-	-	-	x	-	-	-	*	-	-	-	x	-	-
			PF		x	-	-	x	x	x	x	-	x	x	x	-	*	-	-	x	-	x
45°	PC		x	x	-	-	-	x	x	-	-	-	x	-	-	*	-	-	x	-	-	-
	H-L045		x	x	-	x	x	x	x	-	x	x	x	-	x	x	*	-	x	-	x	x
Kverksuða Lengdarás og halli	1)	0°	PB		-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-
			PG		-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-
	Fast	0°	PF		-	-	-	-	-	x	x	-	x	x	-	-	-	-	x	-	*	x
			H-L045		x	x	-	x	x	x	x	-	x	x	x	-	x	x	*	-	x	-

Skýring

¹⁾ PB fyrir rör má sjóða á tvo vegu:
(1) Lárétt snúanlegt rör
(2) Lóðrétt fast rör

* Sýnir suðustöðu við viðurkennt hæfnispróf.
x Sýnir þær suðustöður sem prófið gildir einnig fyrir.
- Sýnir þær suðustöður sem prófið nær ekki yfir.

²⁾ Þetta er staða sem önnur, skyld próf ná yfir.

Gildissvið fyrir suðustöður.

Nánari útfærsla hæfnisprófs				Gildissvið					
				Stúfsuða í plötuefni				Stúfsuða í rör	
				Soðið frá annarri hlið: ss		Soðið frá báðum hliðum: bs		Soðið frá annarri hlið: ss	
				með rótarst. mb	án rótarst. nb	með meitlun gg	án meitlunar ng	með rótarst. mb	án rótarst. nb
Stúfsuða í plötuefni	soðið frá annarri hlið ss	með rótarst.	mb	*	-	◆	-	1)	-
		án	nb rótarst.	◆	*	◆	◆	1)	1)
	soðið frá báðum hliðum bs	með meitlun	gg	◆	-	*	-	1)	-
		án meitlunar	ng	◆	-	◆	*	1)	-
Stúfsuða í rör	soðið frá annarri hlið ss	með rótarst.	mb	◆	-	◆	-	*	-
		án rótarst.	nb	◆	◆	◆	◆	◆	*

1) Sjá kafla 6.3 b) og 6.3. c)

Skýringar:

- * Sýnir suðuútfærslu við viðurkennt suðupróf.
- ◆ Sýnir þær suðuútfærslur sem prófið gildir einnig fyrir.
- Sýnir þær suðuútfærslur sem prófið gildir ekki fyrir.

Gildissvið fyrir hæfnispróf í stúfsuðu.

Grundvallarpættir varðandi skilning á EN 287

Í kaflanum hér á undan var reynt að varpa ljósi á uppbyggingu ÍST-EN 287, umfang hans og gildissvið.

Yfirleitt eru suðumenn vottaðir með hæfnisprófi - og þá ekki bara fyrir þær aðstæður sem eru við prófsuðuna - heldur líka fyrir allar suður sem teljast auðveldari í framkvæmd.

Með hliðsjón af hæfnisprófinu eru eftirfarandi viðmiðanir hafðar við mat á gildissviði prófsins.

1. Hæfnispróf fyrir stúfsuður í rör gildir einnig fyrir stúfsuður í plötuefni.
2. Hæfnispróf fyrir stúfsuður í plötuefni í öllum viðeigandi suðustöðum gildir einnig fyrir stúfsuður í rör sem eru yfir 500 mm að utanmáli. Fyrir snúanleg rör gildir grein c.
3. Hæfnispróf fyrir stúfsuður í plötuefni soðið lárétt niður (PA) eða í hlið (PC), skulu gilda fyrir rör meira en 150 mm að utanmáli, soðin í sömu suðustöðum.
4. Suða frá einni hlið án bakleggs gildir fyrir suðu frá einni hlið með bakleggi og fyrir suðu frá báðum hliðum með eða án skurðar/slípunar.
5. Suða í plötuefni eða rör með bakleggi gildir fyrir suðu frá báðum hliðum en ekki fyrir suðu án bakleggs.
6. Hæfnispróf í stúfsuðum gilda fyrir kverksuður þar sem aðstæður eru svipaðar.
7. Í þeim tilfellum þar sem kverksuður eru ráðandi í framleiðslunni er mælt með viðeigandi hæfnisprófi í kverksuðu.
8. Suða frá báðum hliðum án slípunar gildir fyrir suðu frá annarri hlið með bakleggi og frá báðum hliðum með slípun.
9. Hæfnispróf fyrir stúfsuðu í rör án bakleggs gildir líka fyrir rörgreiningar innan sama gildissviðs (efnisþ. þverm. o.s.frv.). Gildissvið rörgreiningarinnar byggir á þvermáli greinarinnar.
10. Þar sem rörgreiningar eru flóknar, er mælt með að suðumaðurinn sé þjálfaður sérstaklega í þeim. Í vissum tilfellum getur verið krafist sérstaks hæfnisprófs fyrir rörgreiningar.

Rannsókn og prófun

Eftirlit

Suða og rannsókn prófstykkja skal fara fram undir vakandi auga eftirlitsmanns eða fulltrúa rannsóknarstofnunar sem viðurkennd er af samningsaðilum.

Eftirlitsmaðurinn getur verið starfsmaður framleiðanda eða kaupanda, eða fenginn frá óháðum aðila.

Suðuaðstæður

Hæfnisprófið á að líkja eftir framleiðsluaðstæðum og fylgja verklýsingum samkvæmt ÍST-EN-ISO 15609-1. Innihaldskröfum í suðuferilslýsingu (WPS) er lýst í kaflanum um WPS.

Prófunaraðferðir

Skoða skal hverja fullgerða suðu vandlega fyrir hitameðferð. Þegar þess er krafist, sjá töfluna hér á eftir, bætist við segulagnaprófun, sprunguleit eða önnur prófun, í vissum tilfellum makróprófun á stúfsuðum.

Suðuaðstæður

Suðuprófið á að líkjast aðstæðum í framleiðslunni og skal soðið samkvæmt bráðabirgða- eða samþykkttri suðuferilslýsingu í samræmi við ÍST-EN ISO 15609.

Við gerð suðuferilslýsingarinnar skal hafa eftirfarandi að leiðarljósi:

Prófunar- aðferð	Stúfsuður plötuefni	Stúfsuður rör	Kverk- suður
Sjónskoðun Gegnumlýsing	* *(1)(5)	* *(1)(5)	*
Beygjuprófun	*(2)	*(2)	+
Brotprófun	*(1)	*(1)	*(3)(4)
Makróprófun (án pólerunar)	+	+	* (4)
Segulduft / sprunguleit	+	+	+

(1) Nota skal gegnumlýsingu eða brotprófun, en ekki báðar aðferðirnar.

(2) Ef gegnumlýsing er notuð, er beygjuprófun aðeins skylda fyrir aðferðirnar 131, 135 og 311.

(3) Í viðbót við brotpróf skal nota segulagna / litarpróf, ef eftirlitsaðili / -stofnun fer fram á slíkt

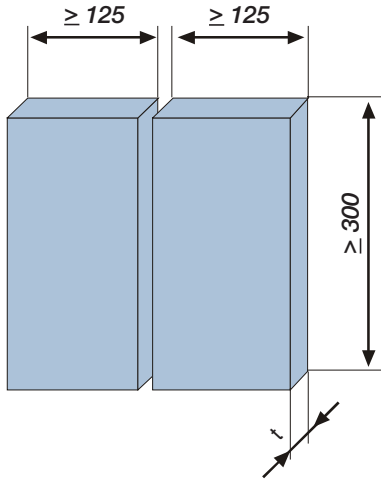
(4) Í stað brotprófunar má nota minnst 4 makrópróf.

(5) Hljóðbylgjuprófun getur komið í stað gegnumlýsingar, en einungis við prófun á ferrítisku stáli með efnisþykkt ≥ 12 mm.

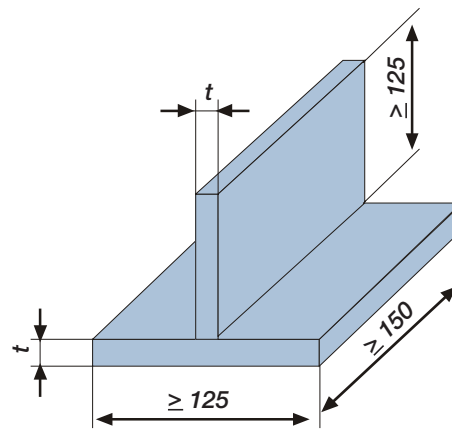
Skýring:

* Sýnir að skylda er að nota prófunaraðferðina.

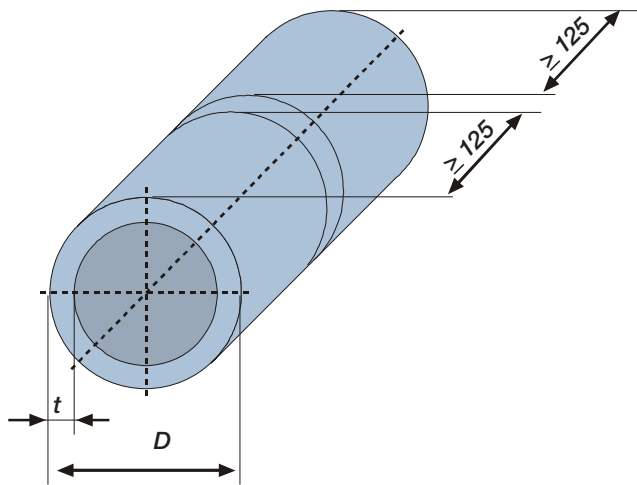
+ Sýnir að ekki er skylda að nota aðferðina.



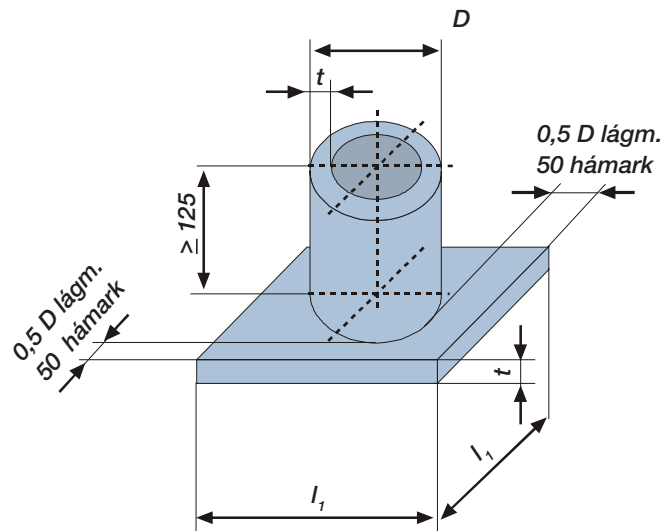
Mál prófstykkja fyrir stúfsuður í plötuefni (mál í mm).



Mál prófstykkja fyrir kverksuður í plötuefni (mál í mm).



Mál prófstykkja fyrir stúfsuður í rör (mál í mm).



Mál prófstykkja fyrir kverksuður í rör (mál í mm).

- a) prófið á að sjóða með þeirri suðuaðferð/aðferðum sem notaðar eru í framleiðslunni.
- b) suðuefnið skal hæfa suðuaðferð/aðferðum og suðustöðu/stöðum.
- c) fúguundirbúningur prófstykkja skal vera með sama hætti og gert er í framleiðslunni.
- d) mál prófstykkjanna skal vera í samræmi við staðalinn, sjá töflur 1 og 2 og myndir 3-6.
- e) prófsuðan skal gerð í þeirri suðustöðu/stöðum og greinihorni/hornum sem tíðkast í framleiðslunni, sjá myndirnar 1 og 2.
- f) suðan skal metin samkvæmt hluta 8.
- g) tíminn til prófsuðunnar skal samsvara *þeim tíma sem sambærileg vinna tekur við eðlilegar framleiðsluáðstæður*.
- h) prófsuðan skal vera *rofin minnst einu sinni í rótarstreng og á yfirstreng*, og *rofin skulu vera merkt á þeim hluta sem á að prófa*.
- i) próftaka er *skyld* að fylgja leiðbeiningum sem kunna að vera í suðuferilslýsingu um forhitun eða takmarkað hitainnstreymi.
- j) *ekki þarf að fylgja leiðbeiningum sem kunna að vera í suðuferilslýsingu um hitameðferð eftir suðu ef beygjuprófunar er ekki krafist*.
- k) merkingu prófstykkjanna.
- l) leyft er að fjarlægja minni galla, *nema á efsta lagi* með slípun, meitlun eða með annarri aðferð sem notuð er í framleiðslunni.

Framlenging

Gildistíma prófskírteinis má framlengja um nýtt tveggja ára tímabil að því tilskildu að öll áður nefnd skilyrði séu uppfyllt (1, 2 og 3).

**Dagleg suðuvinna viðkomandi suðumanns skal uppfylla eðlilegar gæðakröfur.*

Gildistími

Prófskírteini suðumanns hefur tveggja ára gildistíma að því tilskildu að hæfni hans sé vottuð skriflega af vinnuveitanda / verkstjóra á *sex mánaða* fresti og að eftirfarandi skilyrði séu uppfyllt:

- 1) Suðumaðurinn skal án lengri hléa starfa að suðuvinnu sem fellur undir gildissvið prófsins. Styttri hlé en sex mánaðir eru leyfð.
- 2) Starf suðumannsins skal að mestu fylgja þeim tæknilegu aðstæðum sem hafðar voru við hæfnisprófið.
- 3) Engin sérstök ástæða skal vera fyrir hendi til að efast um hæfni eða kunnáttu suðumannsins.

Ef eitthvert þessara skilyrða er ekki uppfyllt fellur prófskírteinið úr gildi.

Viðbót við E.3.2.1 suðuferill-WPS, ÍST-EN 288

Í þessum hluta er aðeins fjallað um það sem snýr að suðumanninum. Sumt er fengið úr ÍST-EN-ISO 15609-1 og ÍST-EN-ISO 15609-4.

Hvað er WPS ?

WPS = Welding Procedure Specification, er suðuferilslýsing sem leiðbeinir um framkvæmd suðunnar, svo sem um suðuaðferð, fúgugerð, suðustillibreytum og hreinsun.

Í ÍST-EN 288, sem er í þremur hlutum, er því lýst hvernig gera skal suðuferilslýsingu. Sjá líka kafla E 7.2.1.

1. hluti

Almennar reglur um ljósbogasuðu þar sem lýst er bakgrunni staðalsins og gildissviði hans ásamt grunnskilgreiningum.

2. hluti

Hér er farið í gegnum það í smáatriðum hvað **suðuferilslýsing, WPS** á að innihalda. Sjá fylgirit.

3. hluti

Suðuferilseftirlit fyrir ljósbogasuðu á stáli, þar sem gildissviðið er takmarkað við stál, lýsir hvernig á að sannreyna WPS:

- Hvernig framkvæma skal ferilprófunina.
- Hvernig rannsaka skal prófið bæði með skaðlausum prófunum og aflfræðiprófunum.
- Hvernig skjalfesta skal prófsuðuna og rannsóknina.
- Gildissvið hinnar viðurkenndu suðuferilslýsingar. Sjá fylgiskjal.

* Rannsóknarskýrslu, þ.e. skjalfestingu á skaðlausum prófunum og aflfræðiprófunum eða athugasemdir skipaðs verkstjóra, á að skrá með hæfnisvottorði suðumannsins.

Eftirlitsmaður eða fulltrúi rannsóknarstofnunar á að votta að ofangreindum skilyrðum sé fullnægt og skrifa undir framlengingu á vottorði suðumannsins.

Hvenær og hvernig hefur IST-EN-ISO 156XX áhrif á suðumanninn?

Þegar taka skal fram samþykktu suðuferilslýsingu (WPS) samkvæmt ÍST-EN 288, getur grunnurinn verið bráðabirgða suðuferilslýsing (pWPS) frá áður þekktum suðustillibreytum. Einnig eru til tölvuforrit, t.d. SVEJSplan, sem geta sett saman pWPS. Í báðum tilfellunum þarf samþykki suðustjóra. Með þessu þarf skýrslu yfir suðuferilinn, WPAR, í þremur hlutum:

- 1. hluti er „prófunarvottorð“ þar sem suðuferilslýsingin er samþykkt. Vottorð um að suða og prófun hafi fullnægt kröfum.
- 2. hluti er „upplýsingar um suðupróf“. Skýrsla sem lýsir suðuferlinu í smáatriðum.
- 3. hluti er „rannsóknarniðurstöður“. Skýrsla sem í heild skýrir frá prófunaraðferðum og niðurstöðum úr þeim; ef suða hefur fullnægt öllum kröfum í prófunum verður til vottuð suðuferilslýsing (WPS) samkvæmt ÍST-EN 288, sjá dæmi á næstu síðu.

Samantekt yfir gerð suðuferilslýsinga, WPS

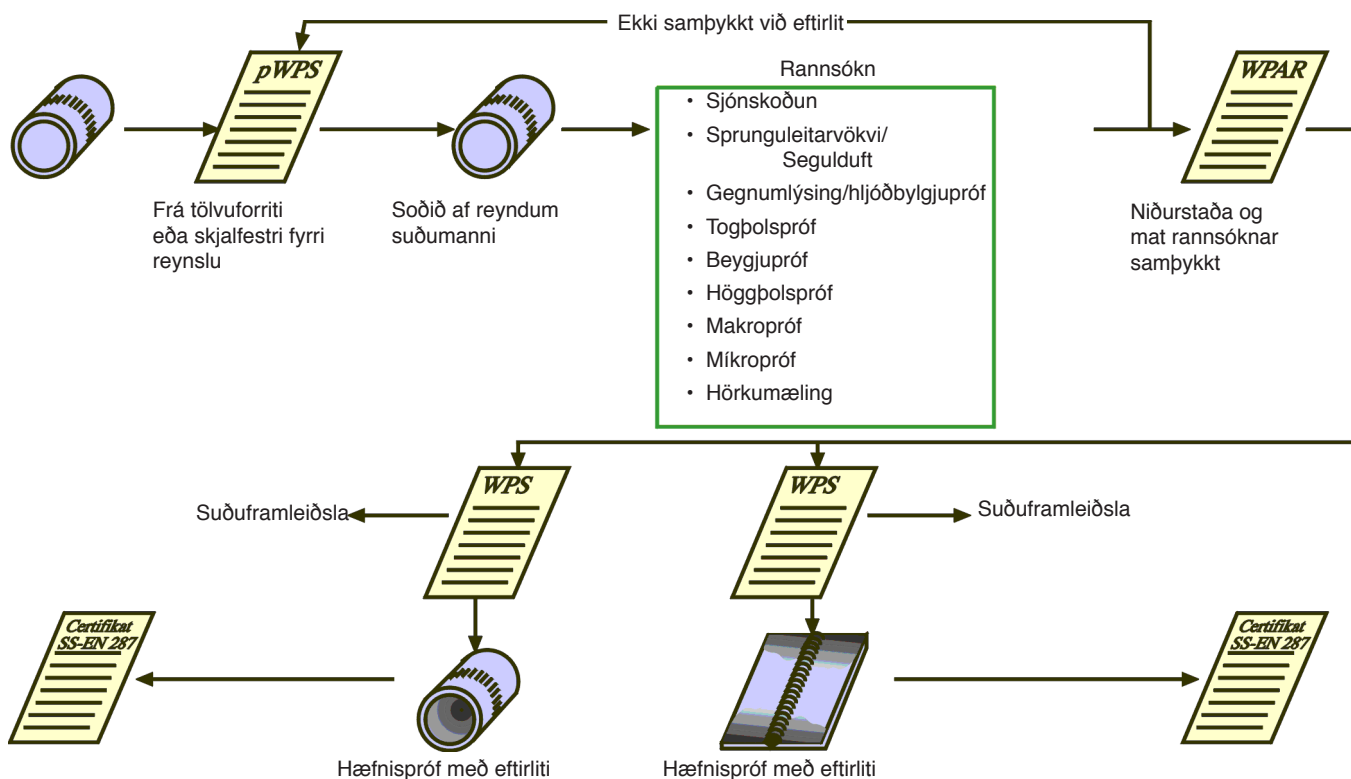
pWPS (ÍST-EN 288)

WPAR (ÍST-EN ISO 15614-1)

WPS (ÍST-EN ISO 15609-1)

Suðuferilslýsing fyrir framleiðslu og hæfnispróf í suðu

Í sumum löndum er þess krafist að hæfnispróf samkvæmt EN 287 sé gert eftir samþykktu WPS. Það er fyrst og fremst fyrir suðu þrýstkúta. Það er ákveðinn munur á hæfnisprófi samkvæmt ÍST-EN 287-1 og ferlisprófuninni ÍST-EN 288. Mest skilur á milli í flokkun stálsins samkvæmt ÍST-EN-ISO 15614-1.



SAMANBURÐARTAFLA	
Stálflokkar	
Hæfnispróf samkv. EN 287	Ferilspróf samkv. EN-288-3
W01	1
W02	4, 5, 6
W03	2, 3, 7 Þó ekki stál með 5% < NI ≤ 9% ¹
W04	8
W11	9
¹ Sérstakt hæfnispróf	

Flokkun stáls samkvæmt ÍST-EN-ISO 15614-1, sjá flokkunartöflu fyrir neðan.

FLOKKUN STÁLS (ÍST-EN 288)	
Flokkur nr	Stálgerð
1	Stál með lágstan leyfðan flotstyrk $Re < 355 \text{ N/mm}^2$ eða $Rm < 520 \text{ N/mm}^2$ og með hlutfall íblöndunarefna sem ekki fer yfir: C = 0,24% Si = 0,55% P = 0,045% Mn = 1,60% Mo = 0,65% S = 0,045% Önnur einstök efni = 0,30% Öll önnur efni, samtals = 0,80%
2	Normalíserað eða varmaaffræðilega meðhöndlað fínkornastál með lágstan leyfðan flotstyrk $Re > 355 \text{ N/mm}^2$.
3	Seighert fínkornastál með lágstan leyfðan flotstyrk $Re > 500 \text{ N/mm}^2$.
4	Stál með Cr mest 0,6%, Mo mest 0,5% og V mest 0,25% (sjá aths. 1).
5	Stál með Cr mest 9%, Mo mest 1,2% (sjá aths. 1).
6	Stál með Cr mest 12%, Mo mest 1% og V mest 0,5% (sjá aths. 1).
7	Stál með Ni max 9% (sjá aths. 1).
8	Ferrítísk og martensítísk ryðfrítt stál með 12-20% Cr (sjá aths. 1).
9	Austenítísk ryðfrítt stál.
Ath.1: Fyrir flokkana 4-8 þýðir innihaldsmagnið nafngildi íblöndunarinnar.	

(úr staðli)

Kostir við WPS:

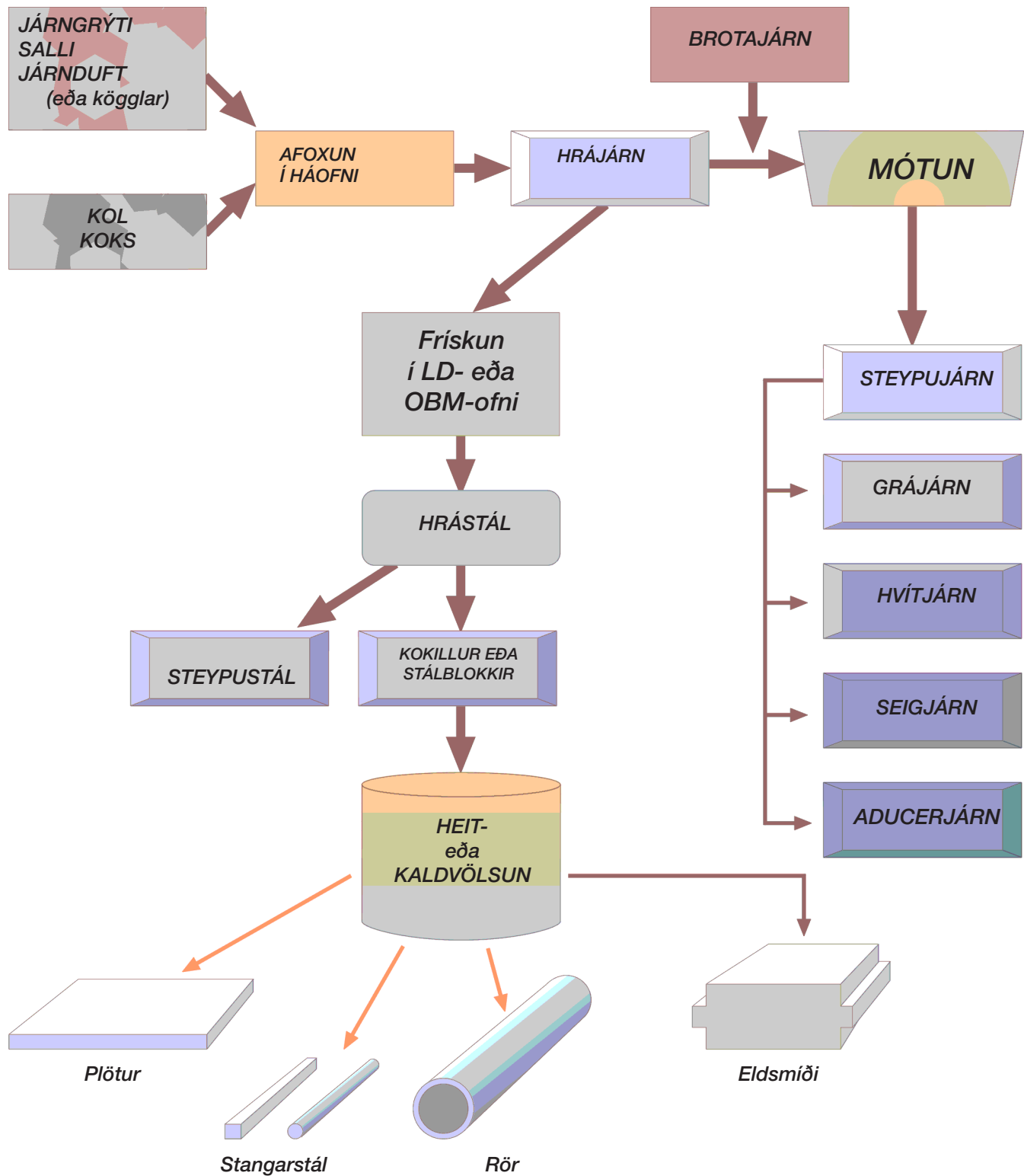
- Gæðastýring
- Gæðatrygging
- Rétt gæði
- Lægra verð á suðuvinnu
- Grunnur fyrir kostnaðaráætlanir
- Grunnur fyrir samningagerð
- Upplýsingar um suðuvinnuna
- Bætt samkeppnisstaða

HEIMILDIR:

Svensk Standard SS-EN 287-1. Standardiseringskommissionen
 Vad Du bör veta innan Du svetsar. SAQ.Provning AB

M3.2.2 Framleiðslutækni: Plötur og stangaefni úr stáli (E3.2.2, G3.2.2*, T3.2.2)

Yfirlit yfir stálframleiðslu



* Fyrir G 3.2.2, sjá líka E6.2.1; Framleiðslutækni: stálrör.

Það stál sem við notum er fengið úr járnrýti, annaðhvort sem hematít (Fe_2O_3) eða magnetít (Fe_3O_4) og er blandað grágrýti. Þetta grágrýti verður að fjarlægja, og er það gert með ferli þar sem hlutfall járnrýtis er aukið. Í þessu ferli er málmgrýtið malað og það járnrýti sem þá er eftir er kallað „slig“.

Þar sem „sligið“ er fínkornótt og þar með ekki hægt að vinna það, er það blandað með kokssalla, kalki og vatni. Kveikt er í þessari blöndu og þá brennur koxsið upp. Efnið hitnar upp í uþb. 1.200°C sem dugir til að bræða saman sligkornin sem mynda við það svampkenndan klump sem síðan er malaður. Þetta ferli er kallað *sindrun*.

Framleiðsla hrájárns

Þessi svampkenndi klumpur er að mestu leyti *járn-oxíð*, þ.e. blanda járns og súrefnis. Til að fá nothæft hrájárn verður að losna við súrefnið, en það er gert í *háofni* (t.h). Járn-oxíð og koks blandast saman og heitu lofti er blásið inn í neðri hluta háofnsins.

Járn-oxíðið nær háum hita með því að koxsið gengur í samband við súrefni loftsins, en líka við það súrefni sem er í járn-oxíðinu, og úr upphitunni járn-oxíðinu fæst þannig járn.

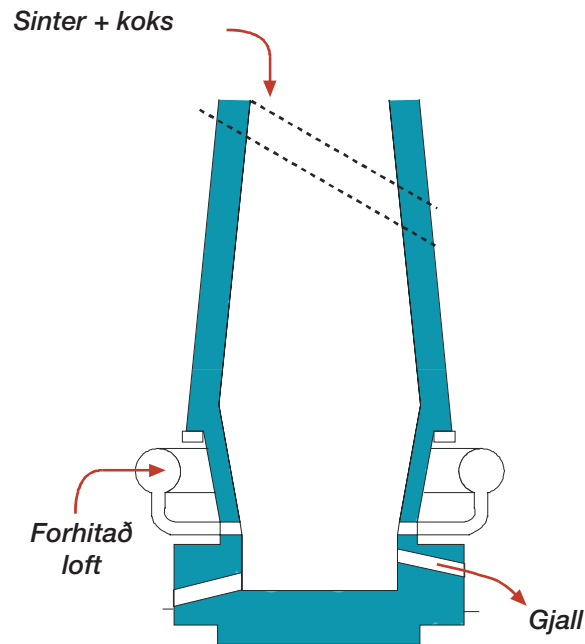
Það *hrájárn*, eða stangajárn, sem nú er fengið inniheldur býsna mikið af kolefni (ca. 3,5%), og þar að auki nokkurt magn kísils, mangans, fosfórs og brennisteins. Hlutfall þessara efna verður að minnka til þess að hægt sé að tala um *stál*. Öðru fremur verður að minnka kolefnið niður fyrir 1,7%.

Framleiðsla stáls

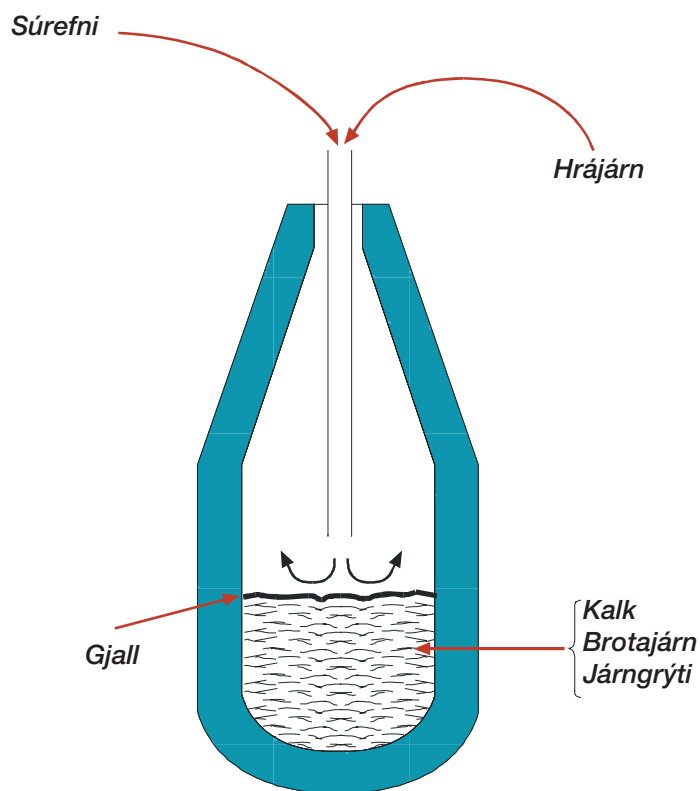
Til þess að fá nothæft stál er hrájárnið meðhöndlað með súrefni. Með súrefninu er bætt í t.d. kalki, til að mynda gjall. Þau efni sem á að fjarlægja bindast súrefninu sem oxíð og safnast fyrir í gjallið.

Þær aðferðir sem eru notaðar við stálframleiðslu geta verið OBM-, LD-, Martin- eða rafstálsferli. Með hrájárninu er oft blandað brotajárni. Til að bræða þessa blöndu af hrájárni, brotajárni og gjallmyndandi efnum þarf gífurlega orku. Hún getur verið fengin með rafmagni, olíu eða gasi. Stundum er fleiri en einni orkugerð beitt.

Það kolefni sem losnar við stálframleiðsluna er fjarlæggt sem koltvísýringur.



Háofn



Stálframleiðsla.

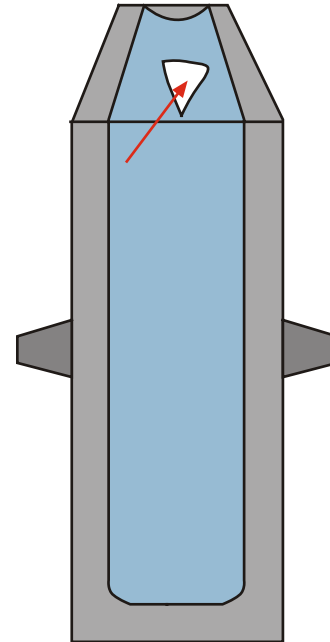
Eftir þetta ferli er íblöndunarefnum bætt í til að fá fram þá eiginleika í stálið sem óskað er eftir. Þeim er ýmist bætt í sem járnblendi sem er blanda íblöndunarefna og járns eða í hreinu formi.

Stáldeigljur: Uppbygging Hugtakið hitameðferð Áhrif á eiginleika stálsins

Þegar stálframleiðsluferlinu er lokið er eftir að koma bráðinni í fast form, í deigljur. Stálinu er tappað í form sem eru fóðruð með eldföstum tígulsteinum.

Við átöppun er gerður greinarmunur á *kokillumótum* og *stigmótum*. Við kokillumótun er stálinu tappað í mót, s.k. kokillur, og úr þeim fást *deigljur*.

Stálgerðir sem hættir sérstaklega til að springa eru *stigmótaðar*. Munurinn á aðferðunum er að við kokillumótun er stálinu tappað í mótið ofanfrá, en við stigmótun neðanfrá.



Deigla úr þétu stáli. Takið eftir holrýminu.

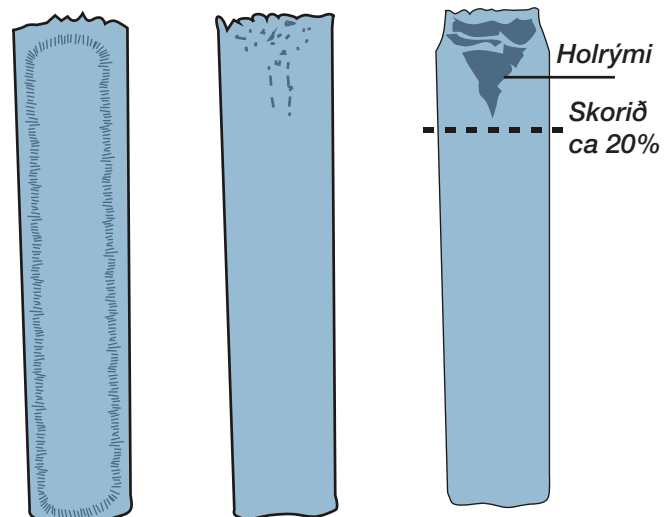
Óþétt (óróað) stál

Stálið í ofninum inniheldur ákveðið magn súrefnis í lausu formi. Þetta súrefni getur hvarfast með kolefni og myndar þá koloxíð við storknunina. Koloxíðin valda síðan holrýmum inni í deigljunni, en hægt er að valsa þau saman við áframhaldandi vinnslu. Þetta stál er kallað *óþétt*. Kolefni, fosfór og brennisteinn verða eftir í miðju deigljunnar, en við yfirborðið verður minna magn kolefnis og óhreininda. Samsöfnun óhreininda í miðju deigljunnar kallast *skiljun*.

Þétt (róað) stál

Skiljun er óásættanleg við framleiðslu margra stálgerða, jafnframt því sem efnasamsetningin er slík að stálið storknar ekki óþétt. Þetta er leyst með því að bæta við efnum sem bindast frekar súrefninu en með kolefninu, t.d. áli eða kísil. Þessum efnum er bætt í stálofninn eða við átöppunina - afoxun - og *þetta* þau stálið.

Með sérstökum hætti er efsti hluti deigljunnar látinn storkna síðast, og þar safnast líka óæskileg efni í holrými, „pipe“. Efsti hluti deigljunnar er síðan skorinn af og verður brotajárn. Vegna þessa er ekki öll deiglan nothæf til frekari úrvinnslu.



Frá vinstri: óþétt, hálfþétt og þétt stáldeigla.

Hálfþétt (hálfroað) stál

Millstig þessara aðferða er *hálfþétt* stál. Það eru líka holrými í því, en skiljurnar (samansafn óhreininda) eru ekki eins stórar og í óþéttum stáldeiglum. Óþétt og hálfþétt stál er núorðið að verða minna og minna notað.

Stálverkið og völsunarverkið

Pegar stálið hefur umbreytt úr fljótandi í fast form, má segja að fyrsta áfanga stálvinnslunnar sé lokið. En stáldeiglan sem slík er ekki nothæf til neins; hún er einungis hráefni, sem þarf að fara í gegnum úrvinnsluferli til að verða að smíðaeefni.

Þessi úrvinnsla getur verið steypa, eldmótun eða völsun. Algengasta vinnsluaðferðin er *völsun*.

Suðuhæft steypustál hefur í mesta lagi 0,20% kol-efnisinnihald. Eftir mótun fer steypustálið í gegnum hitameðferð.

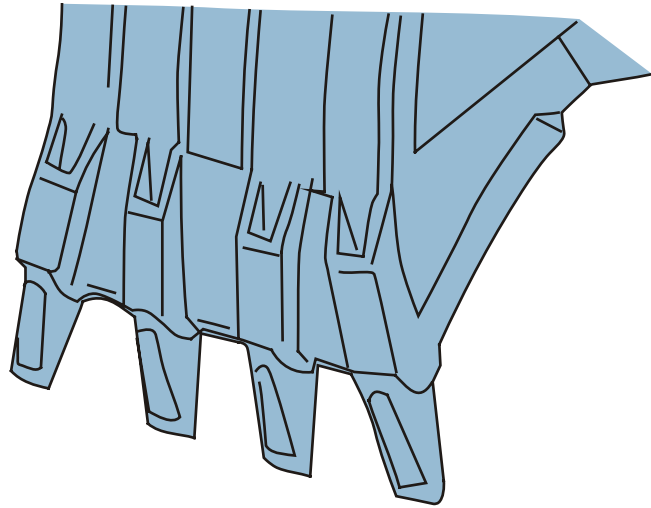
Eiginleikar steypustáls eru nokkuð lakari en hjá völsuðu stáli, en valsaða stálið er mun seigara og hefur hærri brotmörk en t.d. grájárn.

Hlutir úr steypustáli eru til dæmis gámafestingar, gröfutenur o.s.fv.

Plötuvölsun: eftirlit með þykkt og sléttleika

Við völsun er gerður greinarmunur á *kaldvölsun* og *heitvölsun*. Við heitvölsun er deiglan hituð upp í 800-1.100°C, til þess að auðveldara sé að forma stálið. Völsunin fer yfirleitt fram í nokkrum þrepum, frá tiltölulega þykku efni í sífellt þynnra.

Heitvölsunin gerir það ekki bara að verkum að

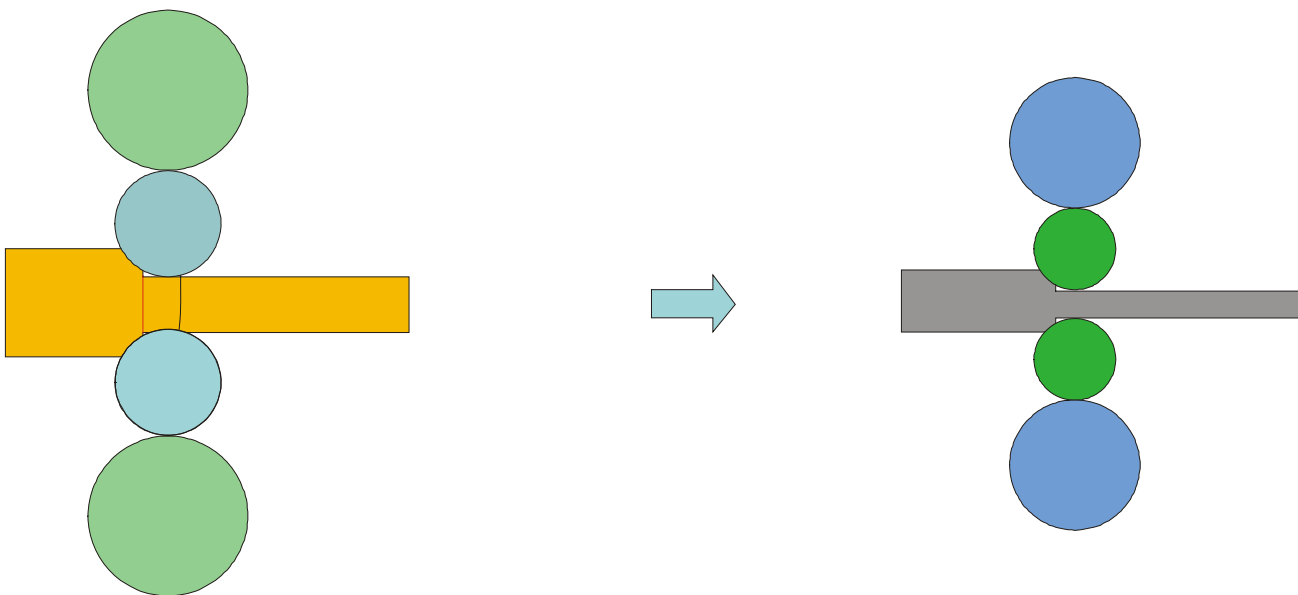


Gröfuskófla með tönnum

auðveldara er að forma stálið, heldur eykur aðferðin jafnvel gæði stálsins. Það grófkornótta stál sem myndaðist í deigluinni fær nokkuð fíngerðari uppbyggingu við meðferðina og verður við það seigara.

Framhald heitvölsunarferlisins er kaldvölsun. Með heitvölsun er hægt að framleiða plötuefni allt niður í 1,5 mm, en ef óskað er eftir þynnra efni verður það að vera kaldvalsað.

Kaldvölsun gefur möguleika á nákvæmari málum, sléttara og jafnara yfirborði ásamt auknum styrk, sem gerir kaldvalsaðar plötur að vinsælli vöru með breitt notkunarsvið.



Plötuvölsun, t.v. heitvölsun. t. h. kaldvölsun.

Formvölsun: eftirlit með málum og formi

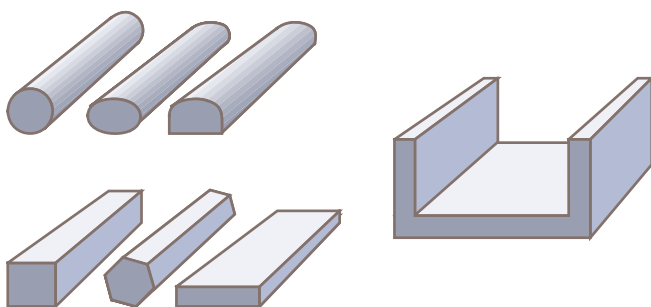
Það eru ekki bara plötur sem eru valsaðar. Margar gerðir stangaefnis eru framleiddar og notaðar við mannvirkjagerð af ýmsu tagi. Það geta verið bitar, sívalt, ferkantað eða flatt stangaefni, sívöl eða ferköntuð rör.

Við framleiðslu á plötum og flatjárnri eru notuð slétt kefli í völsunarverkið. Til að búa til stangir verður hins vegar að nota s.k. *kvarðaða* valsa við mótunina. Kvarðaðir valsar geta verið tvíátta (hægt að breyta völsunaráttinni) eða einátta.

Til kaldvölsunar er notað *fjölvalsaverk*.

Gegnheilt stangaefni er til með eftirfarandi þver-skurðarsniði: Sívalt, sporöskjulagað, hálfsporöskjulagað, ferningslagað, fer-, sex- og áttkantað.

Bitaeefni er til sem U-, I-, H-, L- eða Z-bitar ásamt ýmsum gerðum brautarteina.

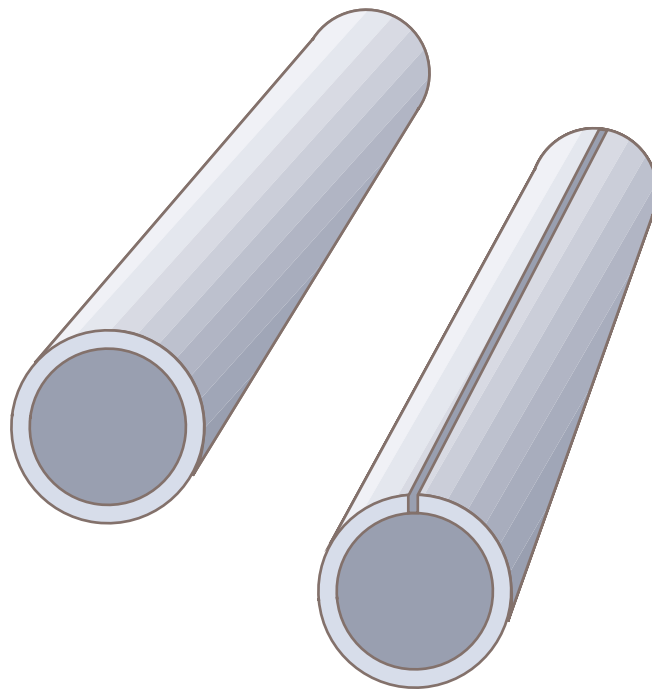


Stangaefni með ólíka lögun.

Þráður er efnisform sem notað er í mörgum gerðum og gæðastigum í suðuefni. Grófari þráður, frá 5 mm og sverari, er framleiddur með heitvölsun. Grennri þráður er framleiddur með *kaldþrætti*. Þetta ferli er þannig að þráðurinn er þvingaður (dreginn) í gegnum gat í harðara efni (dragskífu). Við dráttinn kaldvinnst efnið og verður bæði harðara og sterkara. Með þessum hætti er hægt að framleiða þráð allt niður í 0,01 mm í þvermál.

Rör flokkast einnig sem stangaefni. En efni í því formi hefur marga notkunarmöguleika og er m.a. notað til mannvirkjagerðar og sem leiðslur fyrir vökva, gas og föst efni eins og sand eða korn.

Sívöl rör eru aðallega framleidd á tvo vegu. Annars vegar sem *heildregin* rör og hins vegar sem *soðin* rör.



Heildregið rör til vinstri og soðið rör til hægri.

Ein leið til að framleiða heildregin rör er að glóðhita sívala stálstöng og þrýsta henni á móti dór. Þetta er kallað vinnsla í hitaþrýstibekk. Önnur leið er að steypa rörin úr fljótandi hráefni. Sú þriðja er völsun utan um tappa. Með síðastnefndu aðferðinni er ekki hægt að framleiða rör með minna þvermál en u.þ.b. 28 mm að innanmáli, og í hitaþrýstibekk ekki undir ca. 55 mm. Til þess að framleiða rör með minni þvermál eru röraefnin völsuð niður í sérstöku völsunarverki.

Grennri rör og með betra yfirborði eru kaldunnin. Þannig eru til dæmis rör í innspýtingarspíssa búin til.

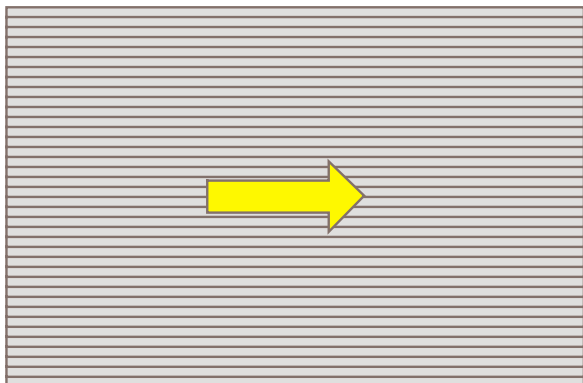
Soðin rör eru gerð úr stálræmum sem eru beygðar eða valsaðar í rörform. Síðan eru samskeytin soðin með heppilegri suðuaðferð.

Hráefnið getur verið hvort sem er kald- eða heitvalsað efni. Suðan er oftast viðnámsuða, en núorðið líka plasma- eða leysigeislasuða.

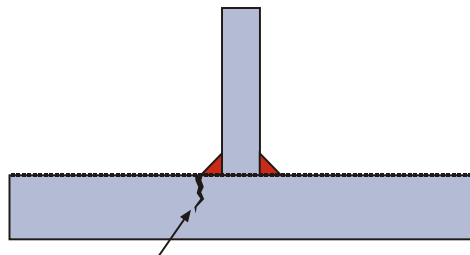
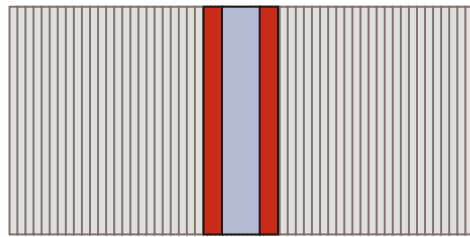
Afbrigði af t.d. ryðfríum rörum er einnig hægt að spíralsjóða. (Meira um röraframleiðslu í E 6.2.1.)

Yfirborðseiginleikar í völsuðu efni

Valsað efni er afhent annaðhvort sem kald- eða heitvalsað. Hægt er að sjá mun á kald- og heitvölsuðu efni, þannig er kaldvalsað efni gljáandi en það heitvalsada fær á sig svarta húð, s.k. eldhúð.



Valsarnir gera dauf merki í plötunum.



Ef efnið er beygt eða soðið langsum eftir völsunaráttinni getur það framkallað brot.

Valsadar vörur er einnig hægt að fá með yfirborðshúð úr t.d. zinki (galvaníserað stál) eða í sjaldgæfari tilvikum – króm, eir eða nikkell.

Fyrir suðumanninn er það áriðandi að vera meðvit- aður um völsunaráttina, þ.e.a.s. á hvern veginn för- in eftir valsana liggja. Ef suðan liggur í sömu átt og

valsaförin er meiri hættu á broti meðfram suðunni en ef suðan liggur þvert á völsunaráttina. Þetta þarf að hafa í huga við raufarundirbúning! Ef beygja á stálplötu getur völsunaráttin líka haft mikil áhrif á endanlegt burðarþol smíðahlutarins.

HEIMILDIR:

Framleiðsla og vörur – Stál: Järnbruksförbundet 1985.

Efnisfræði : Karlebo Materiallára 1993.

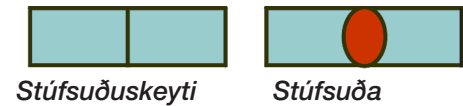
MNC handbók nr 4 – Stál. Metallnormcentralen-SIS 1986.

M3.2.3 Suðuskeyti á plötum (E3.2.3, T3.2.3)

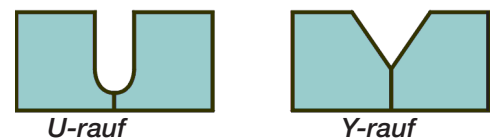
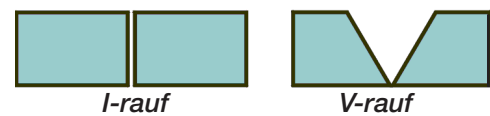
Suðugerðir: stúfsuða, kverksuða og horn.

Suða er framkvæmd í margar ólíkar raufgerðir og stöður. Segja má að suðurauf sé „formað svæði fyrir suður“, og fylgja þær ákveðnu kerfi.

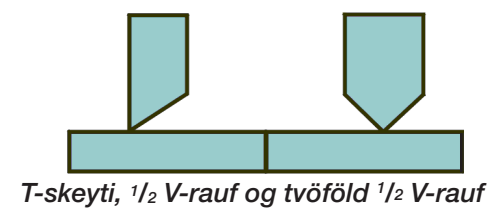
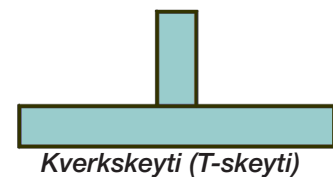
Stúfsuður er það kallað þegar báðir hlutar vinnslustykkisins eru að mestu í sama plani.



Það eru til margar mismunandi stúfsuðuraufar, eins og I-rauf, V-rauf, tvöföld V-rauf, U-rauf, Y-rauf ásamt hálfraufum þar sem aðeins er gerð rauf á annan hluta vinnslustykkisins.



Kverksuða er það kallað þegar hlutar vinnslustykkisins eru í ólíku plani (mynda horn hvor á móti öðrum, forma t.d. T eða L), Kverksuður er oft hægt að framkvæma án sérstaks undirbúnings skeytisins. Þegar kverksuðuskeytin eru undirbúin verður t.d. um að ræða T-skeyti með $1/2$ V-rauf eða tvöfaldri $1/2$ V-rauf.



Hornsuður eru, eins og nafnið gefur til kynna, soðnar í/á horn.



Eiginleikar kverksuðu

Þverskurðarform kverksuðu getur verið ýmist jafnarma eða óreglulegt. Í fyrra tilfallinu er stærð suðunnar mæld sem *a-mál* (*a*). Ef armar þverskurðarformsins eru mislangir er stærðin mæld sem *z-mál* (*z*).

Skilyrði fyrir vel heppnaðri suðu er að bræðsla grunnnefnisins sé fullnægjandi, þ.e.a.s. innbræðsla suðunnar.

Innbræðsla suðunnar er mæld frá upphaflegu yfirborði fúgunnar og niður á það dýpi sem suðan hefur brætt sig inn í grunnefnið. Hér skiptir útlit suðunnar, lögun eða stærð engu máli. Innbræðslan er háð því magni hita sem beint er að suðusvæðinu, og fer eftir stillibreytum eins og suðuhraða, straumstyrk, suðustöðu o.s.frv.

Fjöldi suðustrengja sem lagðir eru í kverkskeyti er mismunandi. Það fer eftir efnisþykkt grunnnefnisins, kröfum suðuferilslýsingarinnar o.fl.

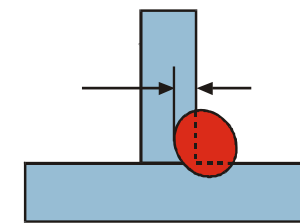
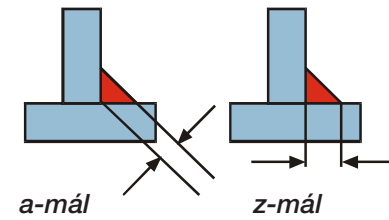
Í óblandað smíðastál, þar sem álagsþol hefur litla eða enga þýðingu, er hægt að leggja tiltölulega fáa og stóra suðustrengi. Þar sem kröfur um álagsþol eru miklar, getur það hins vegar verið afgerandi fyrir endanlegt burðarþol að suðum sé skipt upp í marga strengi.

Útlit og lögun suðunnar, eða yfirborðseiginleikar geta einnig haft áhrif á álagsþol suðuskeytanna.

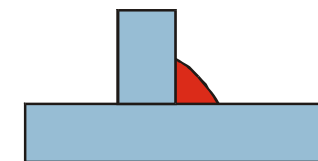
Mjög kúptar suður geta valdið hættu á sprungu-myndun sem verulega minnka álagsþol, sérstaklega þreytuþolið.

Ávallt skal reyna að hafa kverksuður sléttar eða íhvolfar.

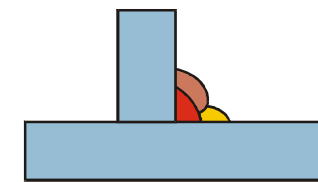
Ef það er gert myndast lítil eða engin spennuþjöppun við suðuskilin og hins vegar þarf enga eftirvinnslu til að bæta t.d. útlit suðunnar.



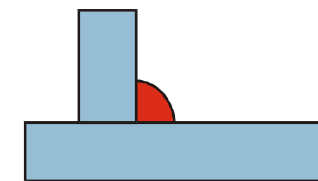
Innbræðsla kverksuðu.



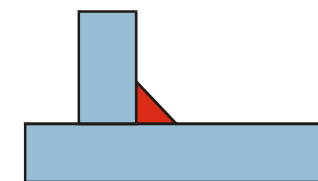
Kverksuða getur verið gerð með einum streng...



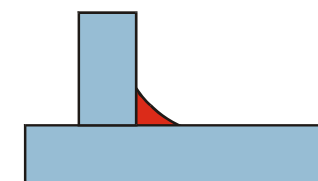
...eða fleirum



Kverksuða getur verið kúpt...



...slétt...



...eða íhvolf.

Eiginleikar stúfsuðu

Eins og áður var nefnt getur skeytagerð stúfsuðunnar verið með ýmsu móti. Lögunin fer eftir efnisþykkt, efnisgæðum, kröfum o.s.frv.

Við suðu í þunnt efni er oftast notuð I-rauf. Þegar um er að ræða efnisþykktir á milli ca. 4-15 mm er notuð einhver gerð V-raufa. V-rauf getur verið heil, hálf eða jafnvel tvöföld. Þá síðastnefndu verður að nota þegar efnisþykktin liggur á bilinu ca. 10-30 mm.

Blendingur I- og V-raufar kallast Y-rauf. Þegar um mjög þykkt efni er að ræða er notuð U-rauf, oft með V-rauf í botninn.



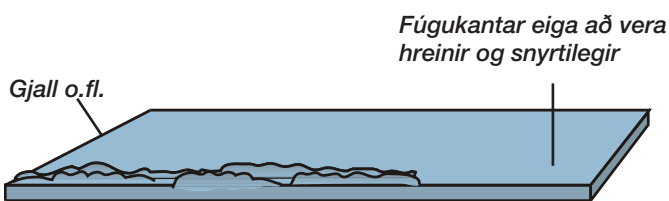
Þverskurðarflatarmál raufarinnar veldur því að hagkvæmara er að nota tvöfalda V-rauf eða U-rauf þegar efnisþykktin verður meiri.

Raufarvinnsla

Aðferðirnar við raufargerð eru margar og fara eftir aðstæðum hverju sinni.

I-rauf verður oftast til við klippingu, að sjálfsögðu með tilheyrandi gráðuhreinsun. Í vissum tilfellum verður I-rauf til eftir skurð með slípirokk, eða ef um þunnveggja rör er að ræða, sögun.

Einnig er algengt að skorið sé með plasma, sérstaklega



Hreinsa verður gráður af fúguköntum vinnslustykkisins, sama með hvaða hætti fúguundirbúningur er gerður.

í ryðfrítt efni. Það er alltaf mikilvægt að hreinsa gráður af raufarköntum vinnslustykkisins til þess að forðast óhreinindi í suðunni.

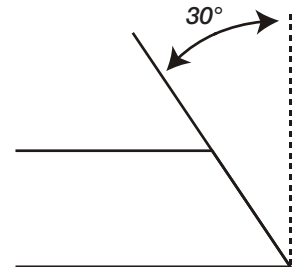
Ef raufin á að vera V-laga er algengt að skorið sé með gasi, sérstaklega í plötuefni. Gætið þá að því að gjall sé hreinsað burt og að gert sé við sár í yfirborði raufarinnar. Rétt stilling raufarhornsins er mikilvæg og

því þarf að hafa reglulegt eftirlit með gráðustillingu skurðartækjanna.

Þykkveggja rör er einnig hægt að skera með gasi, og er þá oft notaður sérstakur rörskurðarbúnaður. Í sumum tilfellum er raufin formuð um leið og rörið er skorið í þar til gerðri rörskurðarvél.

U-fúgur eru renndar eða fræstar.

Takið eftir raufarhorninu. Oftast er fösunin 30°, en það er ekki algilt.



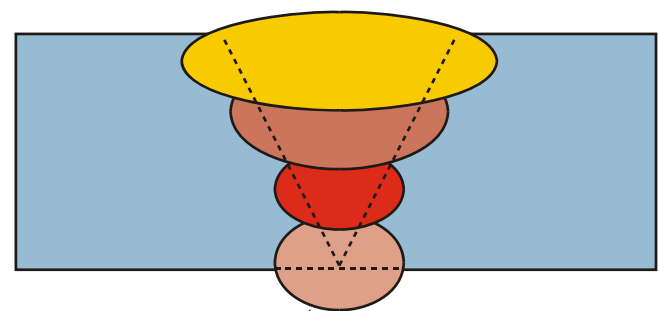
Einstrengja- eða fjölstrengjasuða

Í þunnt efni er oftast soðinn einn strengur. Jafnframt því sem efnisþykktin eykst, fjölgar einnig suðustrengjunum, þar sem því fylgir aukin hætta á suðugöllum ef hver strengur er mjög stór.

Samsetning efnisins getur stundum valdið því að sjóða verður marga strengi í tiltölulega þunnt efni. Þetta er til þess að halda hitainnstreyminu í lágmarki.

Við fjölstrengjasuðu verður alltaf að hreinsa vel á milli strengja til þess að forðast bindigalla og gjallleifar í suðunni.

Ef hægt er að komast að bakhlið suðunnar eru flestar stúfsuður soðnar með bakstreng, þ.e. að rótarhliðin er lögð til með slípun eða skurði og síðan er lokastrengur soðinn þar. Þetta er gert til þess að raufarvinnslan sé einfaldari og ódýrari.



Fjölstrengjasuða með bakstreng.

Suðutákn

Með suðutáknum samkvæmt ÍST EN ISO 2553 „Teiknireglur - Soðin og lóðuð samskeyti. Táknun á teikningum“, gefur hönnuðurinn upp hvernig framkvæma skal suðuna.

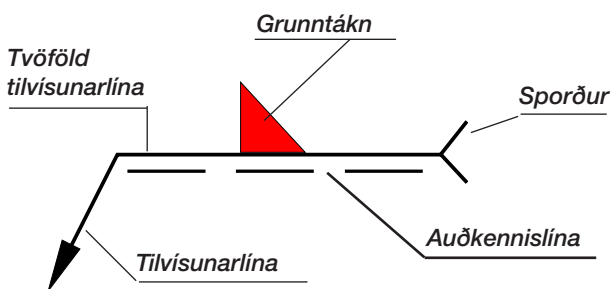
Ein og sama suðuskýring á að geta gefið upp:

- lögun suðuraufarinnar
- þverskurðarmál suðunnar
- innbræðslu
- hvort suðan á að vera órofin
- lengd suðupunkta
- heilsuðu
- hvorum megin sjóða skal
- hvort eigi að gegnumsjóða
- yfirborðslögun suðunnar
- bil á milli suðupunkta

- fjölda suðupunkta
- sikk-sakk suðu
- suðu á byggingarstað
- tilvísun til suðuferilslýsingar
- (1) suðuaðferð (samkv. ÍSN EN 4063)
- (2) kröfur um suðugæði (t.d. samkv. ÍST EN ISO 5817)
- (3) suðustöðu (samkv. ÍST EN ISO 6947)
- (4) suðuefni (t.d. ISO 544, ISO 2560, ISO 3581)

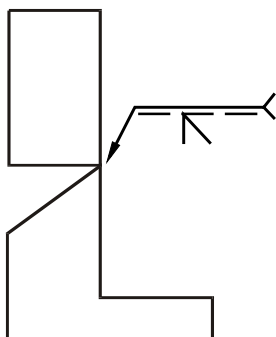
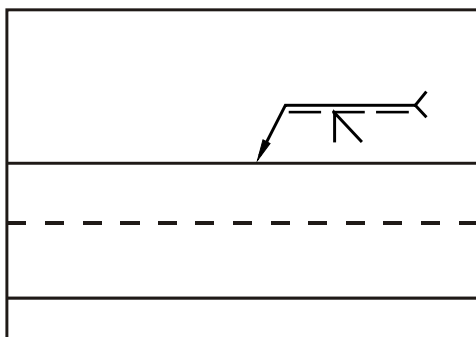
(1, 2, 3, 4) sýnir uppröðunina á sporðinum, upplýsingarnar á að skilja að með skástrikum.

Suðuskýring samkvæmt ÍST EN ISO 2553 inniheldur alltaf *höfuðlínu, tilvísunarlínu, grunntákn og sporð*.



Tvöföld tilvísunarlína

Tvöföld tilvísunarlína er samsett úr hinna eiginlegu tilvísunarlínu sem er heil og samsíða auðkennislínu sem er strikallína. Fyrir samhverfar suður má sleppa strikallínunni.



Tilvísunarlína

Tilvísunarlínan tengist öðrum hvorum heildregna enda láréttu línunnar. Línurnar mynda yfirleitt 45 gráðu horn hvor á aðra, en geta einnig myndað annað horn ef lögun vinnslustykkisins krefst þess. Oddur tilvísunarlínunnar beinist að þeirri hlið sem á að vinnast í stúfsuðu, t.d. í hálfra V-rauf eða hálfra Y-rauf.

Í öðrum tilfellum hefur staða og stefna tilvísunarlínunnar gagnvart suðunni enga þýðingu.

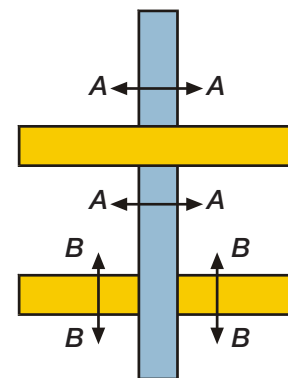
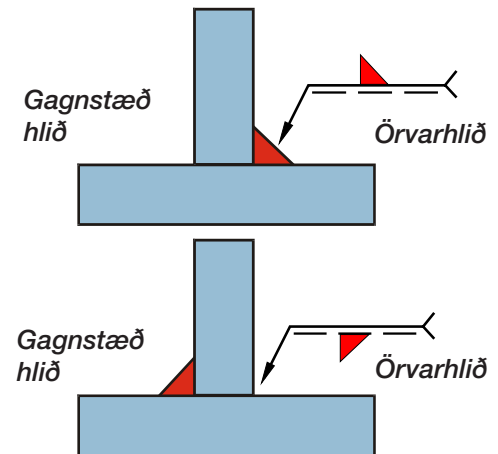
Hvað er átt við með „örvarhlið“ og „gagnstæð hlið“?

Örvarhlið: hér stendur suðutáknin á heildregnu línunni, sem þýðir að suðan á að sjóðast þeim megin sem örin bendir.

Gagnstæð hlið: hér stendur suðutáknin á strikalínunni, sem þýðir að suðan á að sjóðast á gagnstæðri hlið, þ.e.a.s. beint á móti örvarhliðinni.

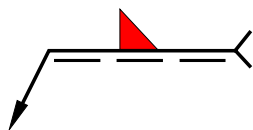
Hugtökin örvarhlið og gagnstæð hlið afmarkast af hlutum vinnslustykkisins, þ.e. fylgja raufinni.

Uppbygging tilvísunarlínunnar

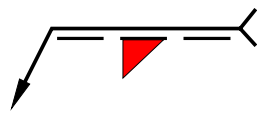


Algengast er að strikalínan sé teiknuð undir heildregnu línunni. Ef strikalínan er hins vegar höfð yfir þeirri heildregnu af einhverjum ástæðum á að gera það eins á allri teikningunni.

Þetta er gert til þess að koma í veg fyrir misskilning. Það skiptir nefnilega höfuðmáli hvort suðutáknin standa á heildregnu línunni eða strikalínunni eins og fram kom hér að ofan.



Suða á örvarhlið



Suða á gagnstæða hlið

Suðutákn

Suðutáknin eru teiknuð á tilvísunarlínuna. Táknin geta verið eingöngu grunntákn eða haft með sér viðbótartákn.

























Suðustrengur á „örvarhlið“ eða „gagnstæðri hlið“ getur aldrei farið „í gegnum“ efnið, heldur fylgir ávallt suðuraufinni.







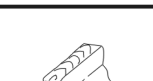

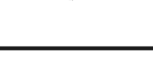





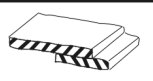

Grunntákn

Grunntáknin eru í flestum tilfellum eins og þver-skurðarmynd af suðunni. Það eru til 20 mismunandi

tákn fyrir soðin og lóðuð skeyti. Fleiri en eitt grunn-tákn getur verið á sömu suðuskýringu.

Grunntákn

Nr	Nafngreining	Mynd	Tákn
1	Kantsuða		
2	I-rauf, stúfsuða		
3	V-rauf, stúfsuða		
4	1/2 V-rauf, stúfsuða		
5	Y-rauf, stúfsuða		
6	1/2 Y-rauf, stúfsuða		
7	U-rauf, stúfsuða		
8	J-rauf, stúfsuða		
9	Bakstrengur		
10	Kverksuða		
11	Tappa- eða raufarsuða		
12	Punktsuða		

Nr	Nafngreining	Mynd	Tákn
13	Saumsuða		
14	Suða í þrönga V-rauf		
15	Suða í þrönga 1/2 V-rauf		
16	Suða í kantrauf		
17	Slitsuða		
18	Yfirborðs- og sköruð skeyti		
19	Skeyti með hallandi I-rauf		
20	Læst rauf		

Viðbótartákn

Með viðbótartáknum er hægt að gefa upplýsingar um þær kröfur sem gerðar eru til yfirborðs eða róthliðar suðunnar. Þar sem engin fylgitákn eru til staðar þýðir það að engar sérstakar kröfur eru gerðar til yfirborðs suðunnar.

Viðbótartákn

Yfirborð suðunnar	Tákn
a) Flöt suða	—
b) Kúpt suða	
c) Íhvolft suða	
d) Mjúk skil við grunnefni	
e) Fast baklegg	
f) Laust baklegg	

Dæmi um notkun viðbótartákna

Nafngreining	Mynd	Tákn
Flöt suða í V-rauf		
Kúpt suða í tvöfalda V-rauf		
Íhvolft kverksuða		
Flöt suða í V-rauf með flötum bakstreng		
Suða í Y-rauf með bakstreng		
Slétt slípuð eða fræst suða í V-fúgu		
Kverksuða, með mjúk skil við grunnefnið		

Viðbótarmerkingar

Það getur verið nauðsynlegt að gefa upp viðbótarmerkingar til að skilgreina aðra hluti sem er mikilvægt að komi fram varðandi suðuvinnuna. Hér eru nokkur dæmi um slíkar viðbótarmerkingar:

Heilsjóða allan hringinn

Með hring á horninu á tilvísunarlínunni er átt við að heilsjóða á hlutinn allan hringinn. Við stúfsuðu röra er slíkt tákni ekki gefið.

Suða á byggingarstað / vettvangi

Með flaggi (veifu) er átt við að suðan skal framkvæmd við uppsetningu á byggingarstað.

Suðuaðferð

Með númeratákni samkvæmt ÍST EN ISO 4063 er suðuaðferðin gefin upp á sporðinum. Ennfremur í hvaða gæðaflokk suðan á að fara í samkv. ÍST EN ISO 5817, suðustöðu samkv. ÍST EN 287 og suðuefni samkv. ÍST EN 499. Númeratáknin á að gefa upp í þeirri röð myndin sýnir.

Tilvísanir

Það er jafnvel hægt að vísa til sérstakra leiðbeininga eins og t.d. suðuferilslýsingar í lokuðum sporði.

Stærðarkröfur - kverksuða

Þverskurðarmál kverksuðu er gefið upp annaðhvort sem a- eða z-mál, vinstra megin við suðutáknið. Stærðina verður að tákna með a eða z.

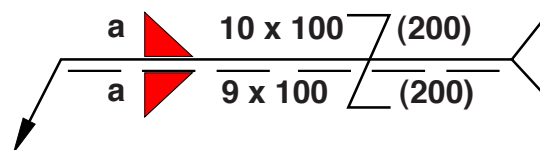
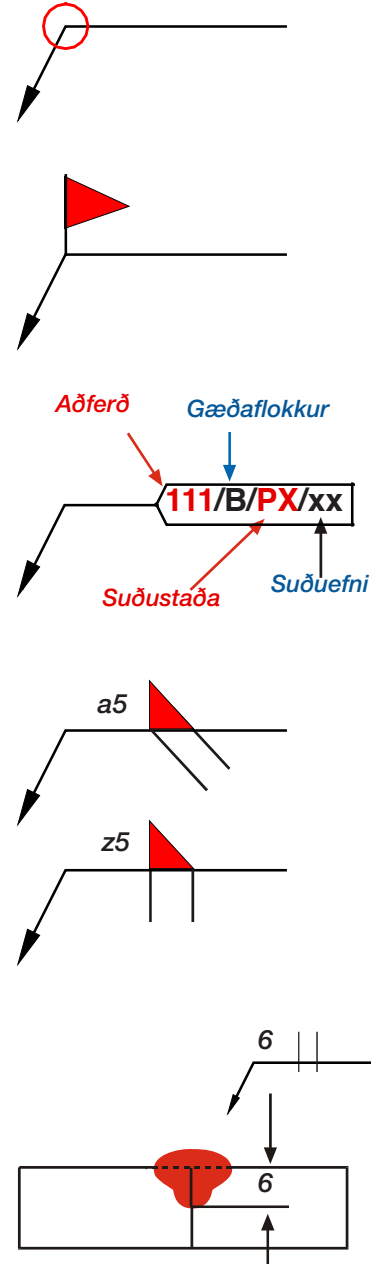
Stærðarkröfur - stúfsuða

Þverskurðarmál stúfsuðu gefur upp minnsta suðudýpi. Ef ekkert mál er gefið vinstra megin við grunntáknið á að gegnumsjóða.

Önnur mál

Suðulengd er skrifuð hægra megin við grunntáknið. Ef lengd er ekki gefin, á að sjóða óslitið endanna á milli.

Þegar sjóða á slitrótt er hægt að gefa upp fjölda suðupunktanna, en það er ekki nauðsynlegt. Bilið á milli punktanna verður hins vegar að koma fram og er haft innan sviga. Við zikk-zakk suðu er bætt við stórri Z sem gengur í gegnum höfuðlínuna.



Tvíhliða suða

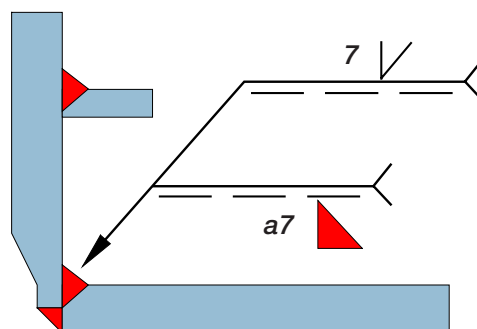
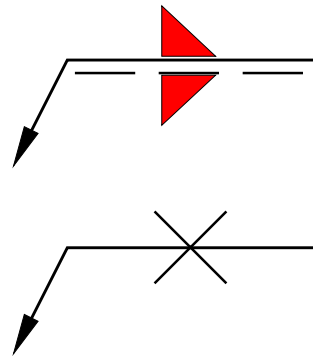
Þegar soðið er frá báðum hliðum eiga suðutáknin að vera beggja megin tilvísunarlínunnar, eitt á heildregna hlutanum og annað á strikálínunni.

Samhverfar suður

Þegar suðurnar eiga að vera sams konar beggja megin, á að sleppa brotna hluta tilvísunarlínunnar.

Samtengd suðutákn

Þegar lögun skeytisins skapar þörf fyrir mismunandi suðutákn, er hægt að bæta við tilvísunarlínu. Þá suðu sem suðutáknin sýnir sem er næst oddi tilvísunarlínunnar á að sjóða fyrst.



Dæmi um soðin stálvirki úr plötuefni

Suða þrýstigeymis fyrir heitt vatn

Til þess að ná réttum gæðum við framleiðslu er mikilvægt að reglum og tilskipunum sé fylgt. Einnig þarf eftirlit að vera til staðar meðan á framleiðslunni stendur. Skoðun tilbúinnar vöru gefur einungis takmarkaða mynd, segir ekki hvort gæðakröfum hafi verið fylgt. Þetta á sérstaklega við um suðuvinnu.

Reglur og staðlar

Um soðin hylki gilda reglur nr. 571/2000 um þrýstibúnað, úr lögum um aðbúnað og hollustuhætti á vinnustöðum, ásamt m.a. eftirfarandi stöðlum:

ÍST EN 1011: Almennt um málmsuðu.

ÍST EN 1708: Samskeytahlutar við málmsuðu, íhlutar undir þrýstingi.

ÍST DS 412: Stálvirki

ÍST EN ISO 13916: Leiðbeiningar við hitameðferð við málmsuðu.

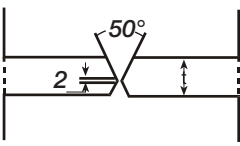
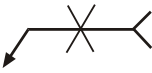
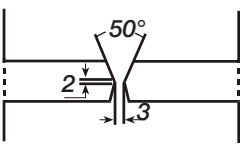

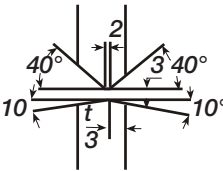
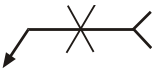
ÍST EN 287: Hæfnispróf suðumanna.

ÍST EN 288: Samþykki suðuferla fyrir málmsuðu.

Framkvæmd suðunnar

Allar suðuupplýsingar eiga að koma fram á suðuferilslýsingu. Eftirlit skal haft með því að farið sé eftir suðuferlislýsingunni. Suðubreytur skulu valdar í samræmi við grunnefni, fúgugerð og suðustöðu. Einnig skal tekið tillit til ráðlegginga framleiðanda suðuefnisins. Valdar suðubreytur skulu og vera innan þess ramma sem ferliskröfur fyrir skeytin setja.

Skurðarsár eða aðrir álíka skaðar í efninu skulu fyrst og fremst slípast sléttir. Djúp sár skal fylla með suðu. Slípingin á ekki að skilja eftir sig áberandi rispur. Ljósbogann má aðeins kveikja á yfirborði fúgunnar!

NÁNARI SKÝRING SUÐUSKEYTANNA			
Suða	Fúgugerð	Suðutákn	Skýring
Plötuskeyti í hálfkúlum			Bakhliðin skorin upp með kolboga og slípuð.
Lóðrétt skeyti á hylki			Bakhliðin róthreinsuð. Fyrir vinnu með kolboga á að forhita grunnefnið í 100°C.
Lárétt skeyti á hylki			Bakhliðin róthreinsuð og slípuð. Grunnefni OX600. Forhita skal efnið í 100°C fyrir suðu eða vinnu með kolboga.

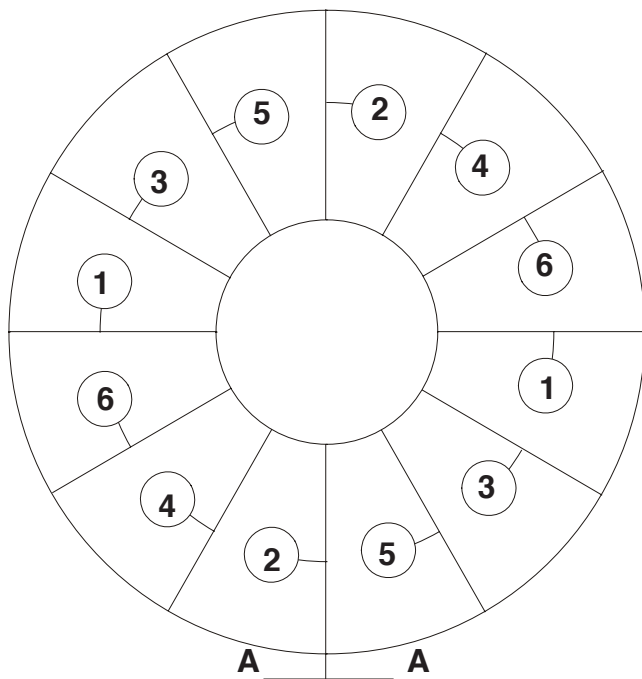
Suðuröð

Tvær gerðir eru til af suðuröðum, staðar og heildar. Staðarsuðuröð segir til um hvernig ákveðin skeyti eiga að sjóðast og á þátt í að skapa eiginleika skeytanna. Hún lýsir punktun og strengjaröð.

Heildar suðuröð lýsir í hvaða innbyrðis röð skeytin eiga að sjóðast. Hún á að vera gefin upp á teikningum og er til þess að hindra sprungumyndun og aflögun.

Til þess að koma í veg fyrir vandamál eiga plötur alltaf að hafa ákveðinn hreyfímöguleika. Fylgja skal eftirfarandi grunnreglum:

- Sjóðið frá miðju (fastspennt svæði) að lausum köntum.
- Sjóðið T-skeyti á undan stúfskeytum.
- Suða rörs í plötu. Sjóðið annan helminginn með a.m.k. 3 strengjum eða að fullu áður en byrjað er á hinum helmingnum. Annars er afar mikil hættan á rótsprungum.



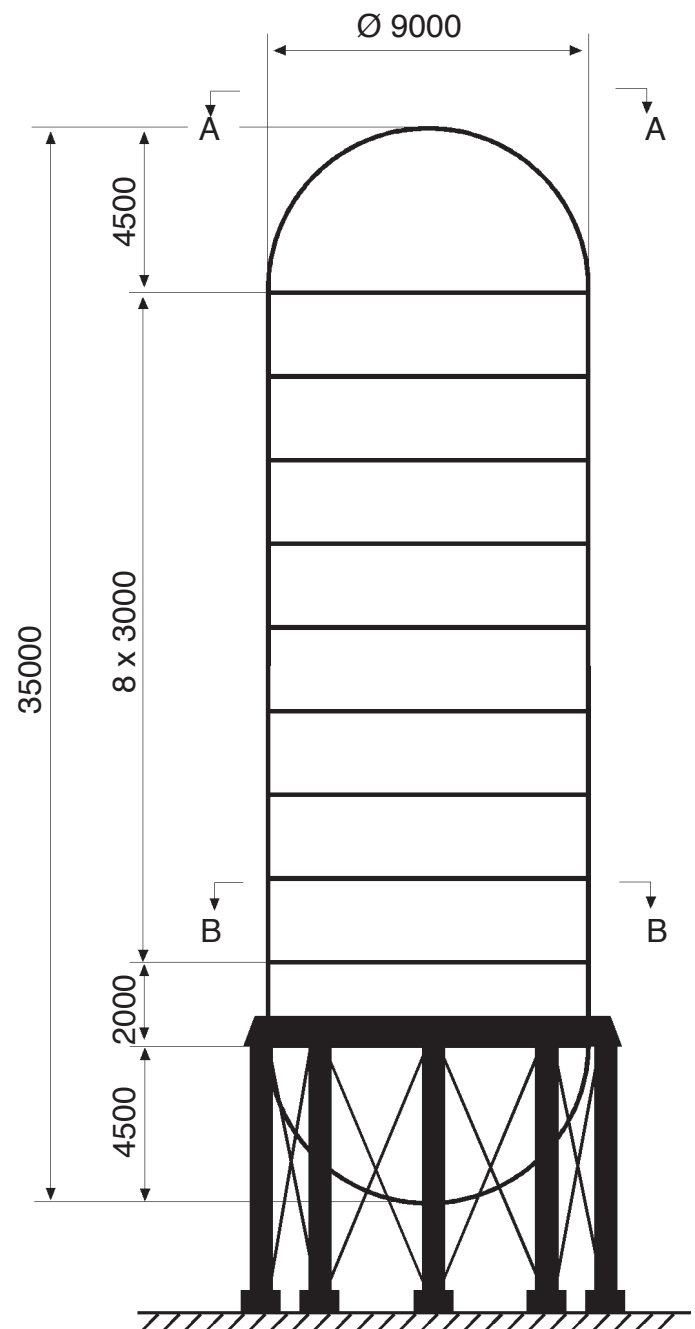
Mynd 1. Suðuröð fyrir hálfkúlu.

Dæmi um hálfkúlu og sívalning

Eftirfarandi dæmi sýnir bestu suðuröð suðuskeyta á vatnsprýstigeymi. Geymirinn er sívalur með hálfkúlulaga endum. Gert er ráð fyrir að plöturnar hafi verið afhentar tilbúnar til suðu.

Plötunum, sem mynda eiga hálfkúlurnar, er stillt upp á sléttum fleti og punktaðar samkvæmt suðufelislýsingu.

Vegna samdráttarins sem verður þvert á suðurnar verður að auka ummálin við miðjuplötu og miðbaug. Reiknað er með tveggja mm samdrætti þvert á hverja suðu, en það fer eftir efnisþykkt. Langsum er gert ráð fyrir þriggja mm samdrætti hvers skeytis.



Mynd 2. Prýstigeymir fyrir heitt vatn.

Rótstrengir og bakstrengir eru bakskrefssóðnir. Aðrir strengir eru sóðnir samfelld, en suðuáttinni er breytt á milli strengja.

Suða annarra hringja sem og suða láréttu skeytanna við efri hálfkúluna fer fram á sama hátt. Fjöldi suðustrengja fer eftir efnisþykkt.

Samantekt

Til þess að ná fram réttum gæðum við gerð sóðins stálvirkis er nauðsynlegt að fylgja settum reglum m.a. hvað varðar val á grunnefni, meðferð suðuefnis, vinnsluhita, suðuferilslýsingar og umhverfi.

HEIMILDIR:

Suðuskýringar – Sænska Staðlastofnunin.

Suðupróf – Lernia AB.

M3.2.4 Grunnur að málmfræði stáls (E3.2.4, G2.2.4, T3.2.4)

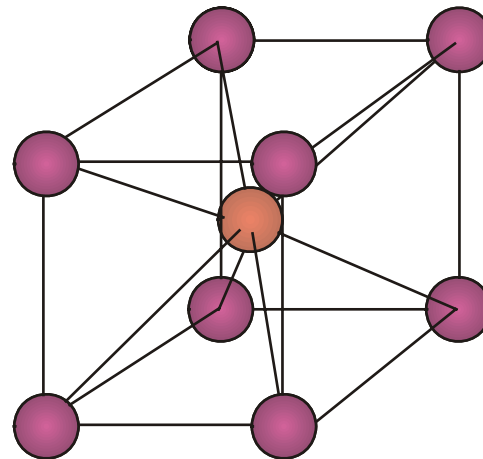
Framleiðsla stáls

Í kafla M3.2.2. er fyrsta hluta stálframleiðslunnar lýst.

Járn-kolefnislínuritið

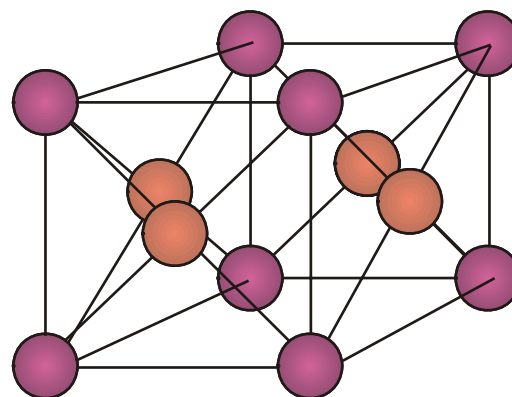
Uppbygging

Við stofuhita hafa járnkristallar uppbyggingu sem er kölluð *miðfyllt*. Sjálfur kristallinn líkist teningi, með járnatómi á hverju horni, samtals 8 stk. Að auki er atóm í miðjum teningnum og þaðan kemur nafngiftin, miðfyllt (eða *BCC* = Body Centred Cube eins og það heitir á ensku). Í þessu ástandi er málmurinn mótanlegur og segulnæmur.



Miðfyllt bygging (BCC).

Hreinn járnkristall er kallaður *ferrít* og getur bara bundið (tekið til sín) lítið magn kolefnis. Ef þessi kristall er hitaður upp í $+910^{\circ}\text{C}$ (*efri breytimörkin*) breytist uppbygging hans úr ferrítískri í *austeníska* (γ). Austenítíð er ennþá mótanlegra, hitastigið er jú yfir 900°C , en ólíkt ferrítinu er það *ósegulnæmt*. Atómið sem var inni í miðjum kristallinum hefur færst að yfirborðinu og byggingin er nú kölluð *flatarfyllt bygging* (*FCC* = Face Centred Cube).



Flatarfyllt bygging (FCC).

Í þessu ástandi getur kristallinn bundið mun meira kolefni, að því tilskildu að kolefni sé til staðar.

Og þá byrjum við upp á nýtt.

Hreinn járnkristall er kallaður ferrít. En ef kolefni er bætt í hann breytist innihald kristalsins. Kolefnið þarf sitt pláss, sem það fær í flöguformi. Þessi uppbygging járn og kolefnis er kölluð **cementít**, það getur haft allt að 6,67% kolefni, og heitir á efnafræðimáli (Fe_3C).

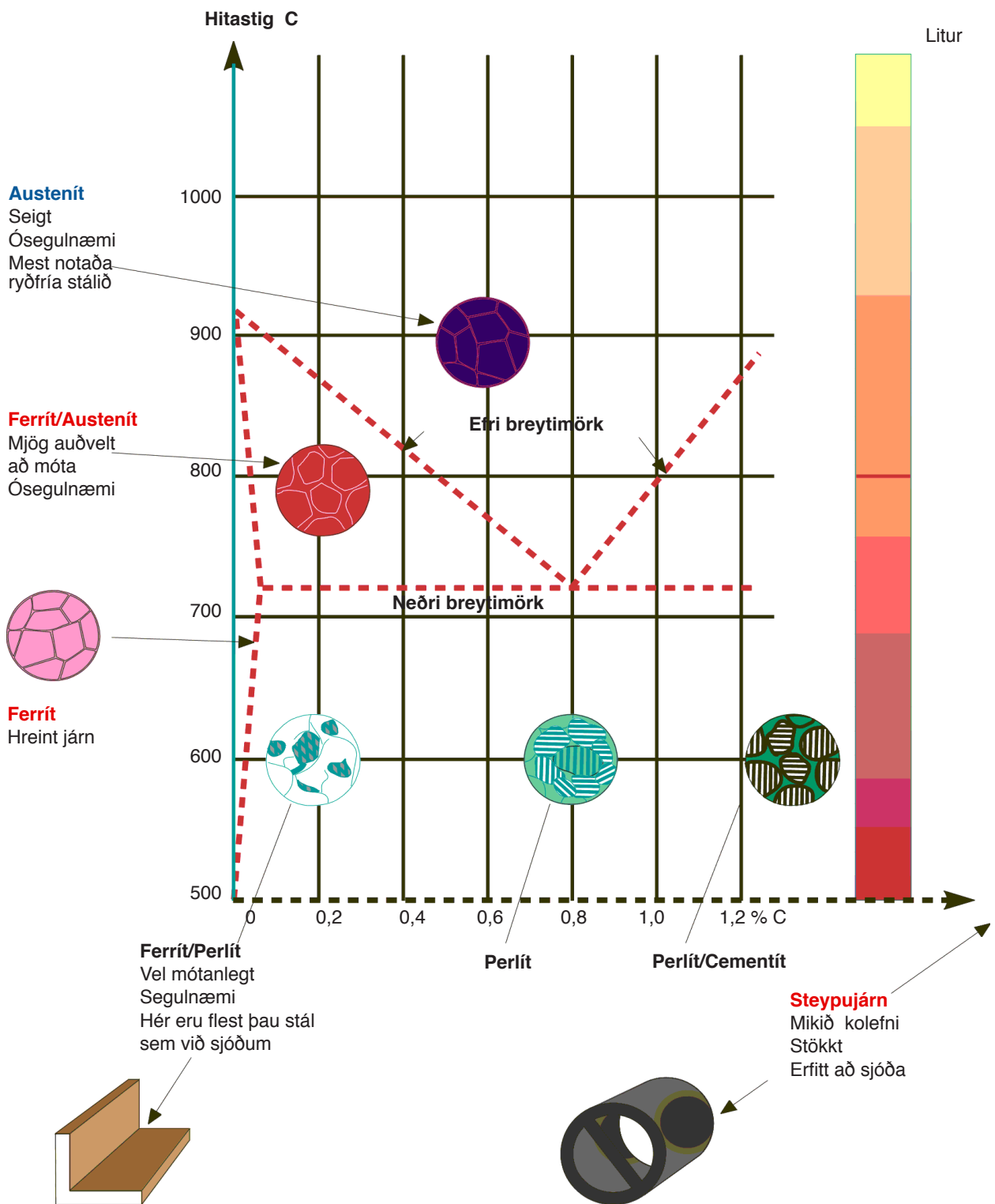
Flatarfyllt bygging austenítsins gerir því kleift að binda meira kolefni en ferrítíð, kolefnið fær einfaldlega meira pláss.

Þegar kolefnið er 0,8% er uppbyggingin kölluð **perlít**, það er nokkuð harðara en ferrít en mun mýkra en cementít.

Þegar kolefnið er frá 0 til 0,8% er talað um ferrít-perlít, og frá 0,8% kolefni og meira perlít-cementít.

En snúum okkur aftur að austenítinu. Það fer eftir kolefnisinnihaldi járnins við hvaða hitastig austenít myndast. Frá 910°C fyrir hreint ferrít niður í 723°C

Einfaldað járn-kolefnisgraf



Ef hitinn er lækkaður hægt frá austenítvæðinu að ferrít-perlítvæðinu nær kolefnið, sem bundist hefur við upphitunina, að dreifa sér og efnid fær við stofuhita sömu eiginleika og fyrir hitunina.

En ef kælingin er hröð - snöggkæling - nær kolefnið ekki að dreifa sér heldur verður eftir í kristallinum eins og því væri troðið þangað. Það er eiginlega ekki pláss en kolefnið kemst ekkert. Þessi þvingun leiðir af sér



Á uppbyggingu kristalsins sést að ferrítið (t.v.) hefur minna pláss fyrir kolefni en austenítið (t.h.).

mikla spennu í kristallinum og hann verður harður og stökkur.

Við höfum fengið enn eina uppbyggingu, **martensit** – sem myndast við herslu.

Ef kolefnis- og íblöndunarefnainnihald er lítið verður þvingunin frekar lítil og eiginleg hersla á sér ekki stað. Stálið er ekki herðanlegt.

Er járn-kolefnislínurit fyrir suðumenn?

Er nauðsynlegt að þekkja járn-kolefnislínuritið til þess að verða suðumaður? Já, að sjálfsögðu.

Þegar við sjóðum í vinnslustykki úr stáli á sér stað allt heila breytingaferli járn-kolefnislínuritsins fyrir framan okkur, þótt það sjáist ekki!

Við ljósbogasúðu er farið yfir bæði ferrít-perlít og austenítvæðin, allt til bræðslumarka. Að auki blandast - oftast - suðuefni í stálið, sem gerir ferlið enn flóknara.

Ef soðið er í herðanlegt stál, þá á sér stað hersla ef efnid kælist hratt. Bæði suðumálmurinn og efnid næst suðunni verða fyrir áhrifum og fá e.t.v. ekki þá eiginleika sem suðumaðurinn reiknar með. Ef slíkar suður verða fyrir álagi geta hæglega myndast sprungur í þeim.

Eðli hins „einfalda“ stáls

Stál er oft kallað „svart stál“, en með því er átt við venjuleg smíðastál. Þetta eru óblönduð kolstál, kolmanganstál og míkróblönduð stál.

Stál er, án þess að fara djúpt í framleiðsluferlið, efna-

samband járn (Fe) og kolefnis (C). Til þess að mega kallast stál á kolefnismagnið að vera minna en 2%. Í suðuhæfu kolefnisstáli á magnið ekki að fara yfir 0,25%. Kolefnismagnið stýrir að miklu leyti eiginleikum óblöndaðs stáls, t.d. seiglu, álagsþoli og hörku.

Fyrir utan kolefni er, í óblönduðu stáli, alltaf visst magn kísils, mangans, fosfórs og brennisteins. Þetta eru snefilefni sem koma frá þeim brotamálmum sem er notaður við stálframleiðsluna. Þrátt fyrir hið lága hlutfall þeirra, nokkra þúsundustu hluta, geta þau haft mikil áhrif á eiginleika stálsins.

Flokkun

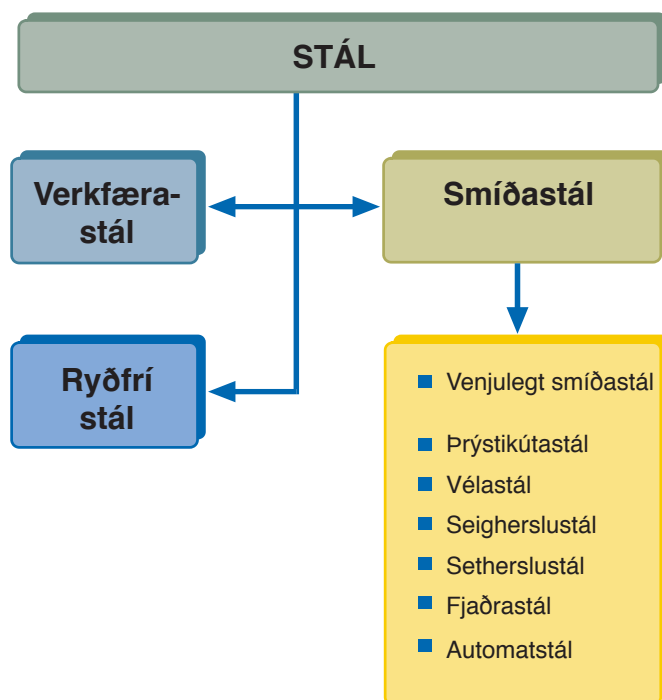
Stáli er skipt í þrjá flokka eftir notkunarviði:

Smíðastál (byggingastál) er fyrst og fremst notað í berandi stálvirki, þrýstikúta, skip og vélahluti. Magn kolefnis er lítið, ca. 0,02 til 0,6%. Það einkennist af miklu álags- og höggþoli og góðri suðuhæfni.

Verkfærastál, er notað til að framleiða verkfæri eins og bora, hnífa og beygjuvélar. Kolefnismagnið er frá 0,6 til 1,2%. Einkennin eru harka, seigla og slitþol.

Ryðfrí stál eru notuð þar sem hætta er á tæringu. Stálið inniheldur lítið kolefni, en a.m.k. 12% króm, ásamt nikkeli og mólýbden sem íblöndunarefni.

Við notum oft hugtökin smíðastál, verkfærastál osv. fr., en þau lýsa frekar notkunarviði en eiginleikum. Ef lýsa á eiginleikum stálsins þurfa önnur hugtök að koma til.



Kol- og kolmanganstál

Kol- og kolmanganstál er stærsti stálflokkurinn, með tiltölulega lítið álagspól.

Lágmarks flotmörk (Re) fyrir þessi stál er frá 200 og upp í 360 N/mm². Í þessum flokki er eitt stál sem ekki er suðuhæft, þ.e. SS1300.

Fínkornastál - mikroblönduð stál

Þessi stál hafa flotmörk (Re) á milli 360 og 390 N/mm². Þau innihalda lítið magn kolefnis – 0,1 til 0,2% (sem sennilega verður 0,25% í nýjum stöðlum). Auk kolefnis innihalda stálin allt að 1,8% mangan og allt að 0,02% köfnunarefni.

Fínkornameðhöndlun fer fram með því að blanda áli eða titáni í stálið. Í báðum tilfellunum í köfnunarefnissambandi (AlN eða TiN). Þessi íblöndunarefni setjast á *kornamörkin* og valda því að kornin verða lítil og seig.

Míkróblöndun þjónar sama tilgangi, þ.e.a.s. að minnka kornin. Hér er notað níob eða vanadíum + köfnunarefni (NbN eða VN).

Míkróblöndun verður *innan í* kornunum.

Seighert stál

Seighert stál hefur flotmörk (Rp0,2) milli 500 og 690 N/mm². Þó eru til seighert stál með flotmörk nærri 900 N/mm².

Vinnslan fer þannig fram að fyrst er stálið hert og síðan endurhitað upp í 600°C. Stálið er ætlað til notkunar í soðin stálvirki og hefur mun hærra álagspól en stál sem ekki er hitameðhöndlað og einnig hefur það mun hærra álagspól en normal-glóðað (normalíserað) stál.

Þessi stál eru tiltölulega auðsoðin, þrátt fyrir hitameðhöndlunina. Það er vegna lítills magns kolefnis (0,20%) og mjög fínkornóttar martensít uppbyggingar.

Króm og bór (B) er notað til að gera stálið herðanlegt.

Hita- og vélunnin stál (TMT-stál)

Eins og nafnið gefur til kynna eru þessi stál vélunnin, oftast með völsun og við ákveðið hitastig. Þau eru míkroblönduð með níob, titán eða bór og eru oft notuð

í olíu- og gasleiðslur. Þykkt TMT-stál, allt að 120 mm, er oft notað í olíuborpalla og slíkt.

Við framleiðslu á TMT-stáli eru eftirfarandi atriði sérstaklega mikilvæg:

- Rétt völsunarhitastig
- Réttur völsunarþrýstingur
- Lágmarks innihald óhreininda
- Lítið magn íblöndunarefna
- Lítið kolefnisinnihald (0,06-0,08%)
- Snögg kæling eftir síðustu völsunina.



Stálið í skriðdrekaþrum er að mestu leyti TMT-stál.

Kaldmótunarstál

Kaldmótunarstál er framþróun ákveðinna kol- og kolmanganstálgerða, ásamt míkroblönduðu smíðastáli, og kemur meira og meira í staðinn fyrir eldri stálgerðir. Flotmörk eru á milli 280 og 490 N/mm².

Stálið er framleitt sem valsáðar plötur eða flatstangir. Það hefur betri beygjuhæfni en eldri stálin (þó minni beygjuradíus) og tiltölulega lág brotmörk en mikla brotlengingu.

Ástæðan fyrir hinum góðu beygjuæiginleikum er að stálið inniheldur fá og smá brennisteinssambönd með t.d. seríum, kalsíum og titán.

Þrýstikútastál

Eins og nafnið gefur til kynna er það notað við gerð þrýstikúta og þrýstilagna.

Gallar í málmmum

Herslueinkenni geta oft komið fram við framleiðslu og eftirvinnslu flestra málna og er það vegna þess að málmar hafa sjaldan hina fullkomnu uppbyggingu.

Það koma fyrir ýmsir gallar (brestir) í málmmum, eins og til dæmis *holrými*. Í holrými vantar atóm í munstrið, það verður tómarúm. Vissulega getur annað atóm fyllt skarðið, en það þýðir bara að holrýmið færist örlítið til.

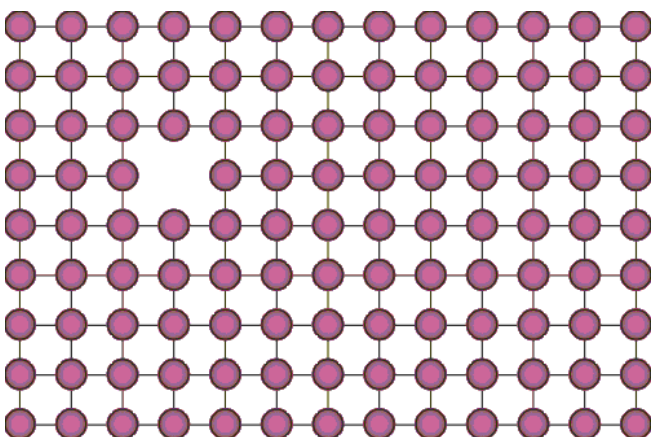
Ef efnið verður fyrir tog- eða þrýstispennu getur það smám saman leitt til sprungumyndunar.

Óboðin atóm er einnig hægt að líta á sem galla. Efni eins og brennisteinn, fosfór, kolefni og köfnunarefni hafa lítil atóm sem geta „þrengt“ sér á milli járnatómanna.

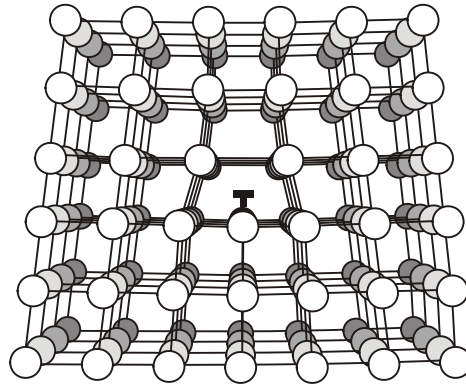
Enn ein gerð galla eru *misfellur*, en það má segja að þær séu duttlungar náttúrunnar. Þeim er hægt að lýsa sem aukalagi af atómum sem getur tekið enda hvar sem er í kristallinum.

Allir málmar hafa fjölmarga innbyggða galla og þeir stefna í allar mögulegar áttir. Á meðan efnið afmyndast ekki (breytir lögun) eru misfellurnar hlutlausar, en strax og álag kemur til, þá er það við misfellurnar sem efnið gefur eftir. Efnið verður *teygjanlegt*.

Misfellurnar færast þá yfir á næsta atómlag, flytja sig um eitt skref eða um eitt atóm í kristallinum, og ef álagið helst, færast þær í gegnum allan kristallinn. Þá verður varanleg aflögun. Kristallinn breytist *plastískt*, hann breytir varanlega um lögun.



Í holrými vantar atóm.



Misfellur eru aukalag atóma sem getur færst í gegnum efniskristallinn.

Misfellur ásamt öðrum göllum verða þess valdandi að efnið hefur þessa ummyndunareiginleika, þ.e.a.s. hæfileika þess til að breyta um lögun. Ef efnið væri alveg fullkomið, án þessara „meðfæddu“ galla, þá væri hægt að gera stálið margfalt sterkara!

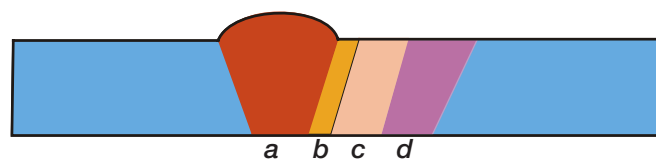
En gallarnir eru til staðar, og ef við viljum fá sterkara efni verður að losna við gallana með einhverjum hætti.

Og þá komum við aftur að herslunni, en e.t.v. að annars konar herslu en lýst er í járnkolefnislínuritinu.

Áhrif suðunnar

Áhrif suðu á vinnsluefnið

Við suðu verður vinnsluefnið næst bráðinni fyrir miklum hitaáhrifum. Þetta svæði er kallað hitaáhrifasvæðið eða HAZ (Heat Affected Zone) á ensku.



HAZ er þó ekki einsleitt svæði heldur verður hver hluti svæðisins fyrir mismunandi áhrifum.

Suðumálmur (a). Sá hluti vinnslustykkisins sem hefur bráðnað við suðuna og blandast suðuefni.

Innbræðslusvæði (b). Sá hluti suðumálmsins sem var vinnsluefni fyrir suðuna.

Kornavastarsvæði (c). Sá hluti vinnsluefnisins þar sem kornastærð efnisins hefur breyst.

Formbreytingasvæði (d). Sá hluti vinnsluefnisins sem tekið hefur breytingum án þess að kornastærðin hafi aukist. Normalglóðun á sér stað á hluta svæðisins.

Ofhitað svæði myndast í vinnsluefninu og suðu þegar hitinn fer yfir ca. 1050°C.

Uppbyggingin verður grófkornótt á þessu svæði, sem er galli, þar sem það þýðir minni seiglu og meiri hörku þ.e. stökkara efni.

Því lengur sem vinnsluefnið er á þessu hitasvæði, því grófkornóttara verður það.

(Sjá meira í kafla E5.2.1.)

Eir er hægt að blanda með zinki á þennan hátt og verður þannig að messing sem er mun sterkara efni.

Eykur flotstyrk – minnkar seigluna

Að bæta íblöndunarefnum í stál

Áhrif íblöndunarefna á stálið

Þegar kolefni dugir ekki lengur til þess að breyta eiginleikum stálsins er gripið til íblöndunarefna.

Ef íblöndunin er á milli 2 og 12% er stálið kallað *lágblandað*, og ef íblöndunin er yfir 12% kallast það *háblandað*.

Íblöndunarefnum er sem sagt meðvitað bætt í stálið til þess að stýra eiginleikum þess og hafa áhrif á:

- álagsþol
- mótunarhæfni
- suðuhæfni
- slitþol
- herðanleika
- tæringarþol

Til hægri er tafla sem sýnir nokkur dæmi um íblöndunarefni og hvaða áhrif þau hafa á stálið.

Með íblöndun er verið að hafa áhrif á stálið, þannig að það geti betur þjónað því hlutverki sem því er ætlað.

Hitameðferðir

Hitameðferð er líka aðferð sem hægt er að nota til þess að fá fram þá eiginleika sem óskað er eftir.

Til þess að auka álagsþol stálsins verður að fjarlægja eða minnka áhrif galla af ýmsu tagi. Þetta er hægt að gera með ýmsum aðferðum, hér eru nokkrar þeirra kynntar.

Lausnarhersla

Ein aðferð til að minnka áhrif galla er að *lausnarherða* efnið. Við lausnarherslu festast óboðin atóm inni í kristallinum og valda spennu sem kemur í veg fyrir t.d. misfellur, þetta er m.a. það sem skeður við íblöndun.

Íblöndunarefni	Magn %	Efnatákn	Eiginleikar
Kolefni	0,1-0,3	C	Harka og álagsþol vaxa með auknu magni kolefnis, á meðan seigla, höggþol og suðuhæfni minnkar.
Kísill	>0,15	Si	Eykur álagsþolið og hersluhitastigið, ásamt því að jafna efnablönduna í efninu í heild. (0,15% Kísill= þettað stál).
Mangan		Mn	Eykur álagsþolið og slitþol.
Króm		Cr	Eykur hörkuna, hitaþolið ásamt seiglunni. Meira en 12% króm gefur góða tæringarmótstöðu (ryðfrítt). Þar sem of mikið af krómi spillir álagsþoli stáls er þetta bætt upp með því að blanda í nikkel. (Króm eykur stöðugleika ferríts – stökkt).
Nikkel		Ni	Eykur álagsþol og seiglu. (Nikkel eykur stöðugleika austeníts – seigt).
Mólybden		Mo	Eykur hörku, höggþol, álagsþol ásamt hitaþoli
Wolfram		W	Bætir herðanleika. Myndar með kolefni harða wolframkarbíta.
Kóbolt		Co	Eykur álagsþol og seiglu. Bætir tæringarmótstöðuna
Vanadín		V	Eykur álagsþol og seiglu Bætir efnisuppyggingu.

Fráskiljuhersla/sameindahersla

Ál og jafnvel aðra málma er hægt að *fráskiljuherða*. Þá er efnið hitað upp, og það veldur enduruppröðun atómanna. Þetta ferli er nokkuð tímafrekt og er því einnig kallað *öldrun*.

Enduruppröðun atómanna veldur líka hér spennu í efninu og misfellur stoppast.

Við *sameindaherslu* stáls er bætt við efnum eins og níob og vanadín með köfnunarefni (Nb+N og V+N). Þessi efni koma sér fyrir *innan* í kornunum.

Eitt sameindahert stál er SS 2135 sem er herðanlegt í þeim skilningi að það er gert harðara.

Eykur flotstyrk – minnkar seigluna**Mótunarhersla.**

Við *mótunarherslu* eru misfellurnar látnar hindra hver aðra. Mótunarherslan breytir efninu plastískt (hömrún, völsun o.þ.h.) og þá fara misfellurnar að færast til. Þegar tvær þeirra mætast myndast spennuuppsafnanir í efninu og hægt er að segja að misfellurnar vegi hver aðra upp.

Af þessum sökum er t.d. kaldvalsað stál stífara (erfiðara að móta) en heitvalsað stál.

Ryðfrítt austenítískt stál er t.d. hægt að kaldstrekka. Þetta stál er í sjálfu sér mjög seigt, og með kaldstrekkingu fær það þar líka aukið álagsþol.

Eir og ál eru málmar sem verða harðari af t.d. hömrún. En ef málmarnir eru glóðhitaðir minnkar þéttleiki misfellanna og málmurinn mýkist aftur.

Eykur flotstyrk – minnkar seigluna**Fínkornameðhöndlun/Kornamarkahersla**

Fyrir stál er *kornamarkahersla* einnig algeng. Það er alþekkt að stór korn (kristallar) eru stökkari og hafa minna álagsþol en smá. Stálið fær við framleiðsluna og við suðu, stærri og þar með stökkari korn.

Stórum kornum má líkja við „hraðbraut“ fyrir misfellur, sem komast á skrið og ryðja sér inn í næsta korn.

Smá korn bjóða hins vegar bara upp á stuttar leiðir og misfellurnar hægja á sér við kornamörkin. Fínkornótt efni hefur þar að auki mun stærra samanlagt kornamarkayfirborð en grófkornótt, og fínkornótt efni þarf því mun meiri spennu („meiri kraft“) en það grófkornótta til þess að formbreytast. Það er vegna þess að misfellurnar safnast við kornamörkin og reyna að hrinda hver annarri á brott. Sú spenna sem þá byggist upp dreifist stöðugt lengra inn í efnið alveg þar til misfellurnar stöðvast.

Herslan felur í sér að bætt er í stálið efni sem hemur stækkun kornanna. Það getur verið ál eða títan, í báðum tilfellunum í sambandi með köfnunarefni (Al+N eða Ti+N).

Þessi efni koma sér fyrir á *kornamörkunum*.

Fínkornameðhöndlun og sameindahersla fara oft saman.

Eykur flotstyrk og seigluna

HEIMILDIR:

Efnisfræði – Karlebo Materiallára.

EWS-efni – Tomas Thulin - Lernia

M3.2.5 Suðuhæfni stáls (E5.2.1, T3.2.5, G3.2.4)

Áhrif suðu á stál

Suða á hefðbundnu smíðastáli veldur yfirleitt engum vandræðum. Þau þola miklar sveiflur í orkuflæði, spennu o.þ.h. og eru tiltölulega einföld í efnasamsetningu sinni. Það er hægt að sjóða þau með öllum suðuáðferðum og úrvalið af suðuefnum er mikið.

Aftur á móti er suða á hástyrktarstáli svo sem HS, EHS, Weldox o.fl. töluvert erfiðari og krefst mikillar kunnáttu af suðumanninum en einnig af hönnuðinum. Þessar stáltegundir hafa komið fram til þess að mæta auknum kröfum við gerð t.d. kjarnaofna, olíuborpalla, brúa, krana og annarra mannvirkja sem verða fyrir miklu álagi.

Það þarf mun meiri aga við suðu þessara tegunda, og kröfurnar á suðumanninn eru miklar.

Stál af þessu tagi má ekki sjóða hvernig sem er, heldur verður að fara eftir vandlega undirbúnum ferilslýsingum til þess að álagspolið verði nægilegt.

Kröfur

Það eru ekki bara eiginleikar stálsins sem ákveða suðuferil og suðugæði. Kaupendur, yfivöld, stöðlunarsamtök o.fl. vilja einnig segja sitt álit á gæðum suðuvinnunar.

Gæðakröfur fyrir þrýstikúta, síló, röralagnir o.þ.h. eru ákveðnar af vinnueftirlitinu og er þar vísað í ýmsa staðla. Í vissum tilfellum eru það byggingareglugerðir sem setja kröfurnar og vísa í staðlana.

Erlendis hafa mest áhrif stofnanir eins og hin bandaríska ASME (The American Society for Mechanical Engineers), hin þýska TÜV (Technischer Überwachungs Verein) ásamt Evrópustöðlunum, EN 287 og EN 288.

Af flokkunarstofnunum má nefna Lloyds Register of

Shipping, Bureau Veritas, De Norske Veritas o.fl.

Hvað gerist við suðu?

Hefðbundin smíðastál er hægt að sjóða með nærri hvaða suðuáðferð sem er án þess að álagspól stálsins minnki tiltakanlega.

Suðumaðurinn verður ávallt að hafa í huga, að öll upphitun efnisins á þátt í að spilla eiginleikum þess. Suða veikir sem sagt stálið á einn eða annan hátt. Því þarf að reyna að skerða eiginleika stálsins eins lítið og hægt er.

Við ljósbogasúðu hitnar efnið mikið. Það er jú í eðli suðunnar að bræða saman hluta vinnslustykkisins, á einn eða annan hátt.

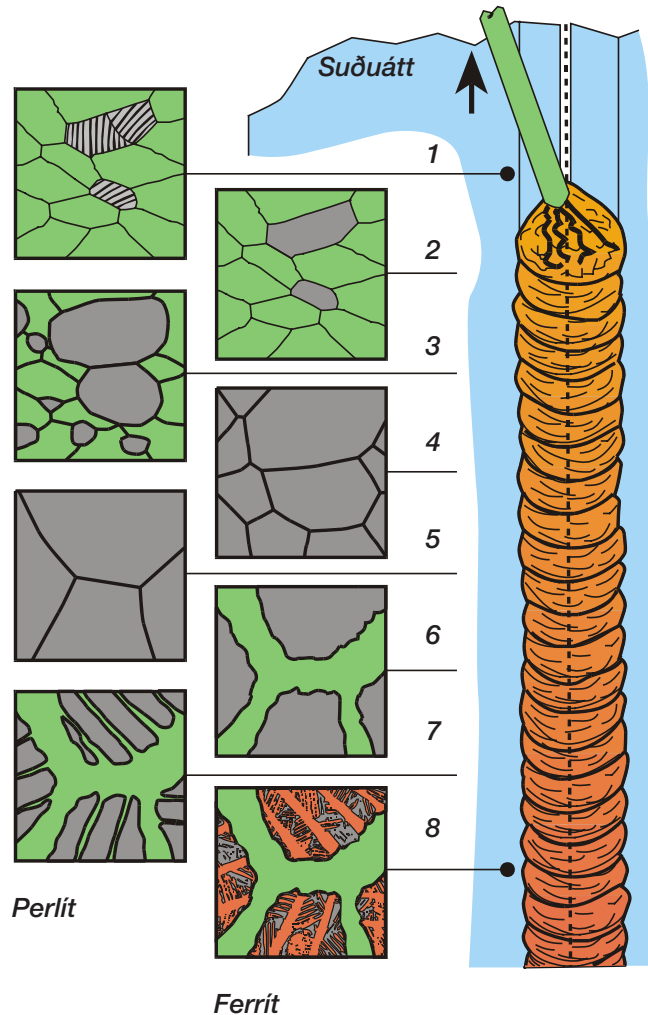
Hinn háhi hiti veldur miklum breytingum á eiginleikum stálsins. Í járn-kolefnisgrafinu er hægt að fylgja eftir ferlinu, frá hinum miðfyllta ferrít-perlít-kristalli við stofuhita, hinum flatarfyllta austenít-kristalli við ca. 850°C og smám saman að bræðslumarkinu, sem fyrir járn er 1.536°C. Ennþá gerist ekkert alvarlegt. Ferlið byrjar þegar suðunni er lokið og hún fer að kólna aftur. Það er þá sem eyðileggingin byrjar fyrir alvöru. Eyðilegging sem slakur suðumaður getur gert að stórslysi.

Eins og áður sagði verða almennu smíðastálin ekki fyrir svo miklum áhrifum af suðunni þar sem þau þola hitann ágætlega. En þegar sjóða á meira blönduð stál þarf að fara varlega.

Á komandi síðum er reynt að skýra hvað það er sem gerist í og við hlið suðunnar.

Hvað gerist til hliðar við suðubráðina

1. Hér hefur suðuhitinn ekki náð að hafa áhrif á vinnsluefnið, heldur hefur það ennþá sína upprunalegu *ferrít* og *perlít* uppbyggingu.
2. Hér hefur suðuhitinn leyst upp perlítíð og myndað *austenít* sem inniheldur kolefnið uppleyst. Hitastigið er yfir 750°C.
3. Suðuhitinn hefur nú byrjað að breyta ferrítinu í austenít.
4. Allt ferrít hefur nú breyst í austenít.
5. Hér stækka austenítkornin vegna suðuhitans, þ.e.a.s. því lengur sem suðuhitinn fær að hafa áhrif á grunnefnið, því stærra verða austenítkornin.
6. Nú er ljósboginn kominn það langt að hitastigið byrjar að lækka. Þegar hitastigið fer undir 900°C, byrjar ferrít að myndast á mörkum austenít-kornanna.
7. Um það bil á þessum punkti myndast nú ferrítnálar sem þrengja sér inn í austenítkornin, s.k. *Widmannstättenferrít*.
8. Þetta langt frá suðupollinum hefur stálið fengið sína endanlegu uppbyggingu (hitastigið er komið niður í u.þ.b. 700°C) sem er með lausu ferríti í fíngerðum flögum. Þetta er sú uppbygging sem æskilegt er að ná við suðu, þar sem hið harða og stökka cementít er umlukið seigu ferríti.



Hvað gerist við kólnunina á mörkum suðubráðarinnar

Ef kólnunin gerist hratt frá stigi 5 að stigi 8 á myndunni fyrir ofan, nær ekki kolefnið – sem var laust í austenítinu – að mynda cementítflögur, heldur festist í þvinguðu ástandi sem kallast *martensít*. Þetta martensít er hart og stökkt. Í töflunni fyrir neðan sjást hörku- og lengingargildi fyrir hinar ólíku kristallagerðir.

Við ólík kólnunarskilyrði myndast blönduð afbrigði, þ.e.a.s. að magnið af martensíti og öðrum þáttum er mismunandi, en það skapar ólíka eiginleika í suðuskeytunum.

Kristalagerð	Harka (Vickers)	Lenging (uþb) %
Ferrít	90	50
Perlít í flögum	275	15
Martensít	850	0
Cementít	1.300	0

Til þess að hindra myndun martensíts er efnið oft forhitað, en það hægir á kólnuninni. Þá þarf að muna að öll suðuvinnan verður að fara fram við sömu skilyrði, þ.e. að forhita þarf áður en punktað er.

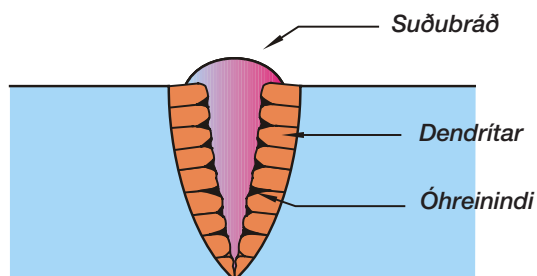
Hvað er snögg kólnun í þessu samhengi veltur m.a. á magni íblöndunarefna. Til þess að hindra myndun martensíts þarf efnabætt stál að kólna hæggar en óblandað. Kólnun verður hraðari við suðu í þykkt efni, við lágan hita.

Þegar hitastigið fer undir u.þ.b. 900°C, byrjar austenítíð að breytast í ferrít og perlít (eins og á myndinni fyrir ofan) og hin endanlega uppbygging verður eins og við stig 8 á myndinni.

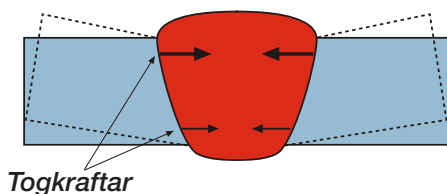
Hvað gerist í suðunni?

Ef maður á hinn bóginn skoðar hvað gerist í suðunni, sést að hún er frá byrjun suðupollur, fljótandi blanda suðuefnis og grunnefnis. Þegar hitastigið lækkar niður fyrir u.þ.b. 1.500°C, byrjar bráðin að storkna. Storknunin verður hornrétt á mörk suðubráðarinnar og inn að miðju suðunnar, í fingurlaga austenítkornum, s.k. *dendrítum*.

Austenítar sem hafa afar litla tilhneigingu til að taka til sín óhreinindi þrýsta þessum dendrítum á undan sér – að miðju suðunnar (sjá mynd).



Annað fyrirbæri sem verður þegar suða storknar, er að hinir heitu hlutar dragast saman. Ef soðið er í V-rauf eins og á myndinni fyrir neðan, er bráðin stærst að ofanverðu. Þar verður því samdrátturinn mestur, og hlutar vinnslustykkisins verða ekki lengur í plani eftir storknunina, heldur mynda þeir horn.



Ef plöturnar eru festar í plan verða togkraftarnir sem annars hefðu beygt vinnslustykkið, eftir sem togspennur í og til hliðar við suðuna. Slíkar togspennur eða *eiginspennur*, eru ekki bara þvert á suðuna, heldur einnig langsum og á efnisþykktina. Það þarf því að muna að eiginspennur sem eru jafnstórar og flotmörk vinnsluefnisins eru alltaf fyrir hendi eftir suðu, ef hún hefur ekki verið afglóðuð.

Hugtakið suðuhæfi

Lengi hafa menn rætt um það hvaða efni eru suðuhæf og hver ekki. Samkvæmt International Institute of Welding er suðuhæfni skilgreind þannig:

„Suðuhæfi er sá eiginleiki hjá málmefna sem, við ákveðna notkun ákveðinnar suðuaðferðar í ákveðnum tilgangi, leiðir til þess að hægt er að

skapa samfellda málmtengingu á heppilegan hátt, og sem gerir að suðan uppfyllir þær kröfur sem gerðar eru til eiginleika hennar og til áhrifa hennar á það stálvirki sem hún er hluti af“.

Á þessu er ekki svo mikið að græða fyrir suðumanninn, en það sem átt er við, er að ef hægt er að sjóða efnið með góðum árangri telst það hæft til suðu.

Í raun eru allir málmar „suðuhæfir“ en af margskonar ástæðum forðast maður að sjóða í margar gerðir þeirra. Það verður of dýrt eða gæðin óásættanleg og því eru valdar aðrar aðferðir til samsetningar.

Það sem stýrir hæfi efnis til suðu er fyrst og fremst eftirfarandi:

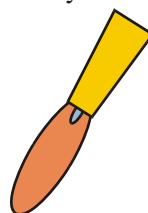
- Efnasamsetning
- Uppbyggingmálmsins
- Hitastig við suðu
- Efnisþykkt
- Suðuaðferð
- Suðubreytur og stöður
- Lögunvinnslustykkisins

Með *efnasamsetningu* er átt við að efni með miklu innihaldi óhreininda eða íblöndunarefna sem auka t.d. hörkuna, verða erfið í suðu. Það felur í sér að sérstaka aðgát verður að sýna við val á suðuaðferð, suðuefni, hitameðferð o.s.frv. (sjá umfjöllun um kolefnisjafngildið á bls. 6 í þessum kafla).

Uppbygging málmsins fellur að vissu leyti undir efnasamsetningu.

Hitastig við suðu veltur m.a. á suðuaðferð. Það er jú vitað að því „heitari“ sem suðuaðferð vinnur, því meiri hiti dreifist í efnið, sem aftur hefur í för með sér hægari kólnun.

Logsuða og duftbogasuða eru þær aðferðir sem hafa mesta hitadreifingu, og þar á eftir koma MMA, MIG/MAG, TIG, Plasma og Leiser í þessari röð. Hinar tvær síðastnefndu hafa bara nokkurra millimetra hitadreifingu og fara því vel með efnið. (Sjá kaflann um orkustreymi á bls. 5).

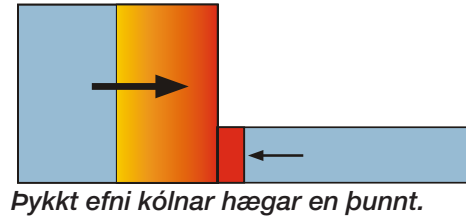


Logsuða hefur mikla hitadreifingu...



...TIG-suða hefur minni.

Efnisþykktin hefur ákveðin áhrif við suðu. Tiltölulega þunnt efni með ákveðinni efnasamsetningu getur verið auðvelt að sjóða saman, á meðan sama efni af meiri efnisþykkt getur þurft hitameðferð og nákvæmt suðuferli.



Þykkt efni þarf einfaldlega lengri tíma til að kólna.

Suðuaðferð, sjá hitastig við suðu.

Suðubreytur- og stöður. Háar stillingar á straumi, spennu, þráðmötun o.fl. eykur vissulega afköst í kg/klst. en getur haft skaðleg áhrif við suðu í viðkvæmum efnum.

Það á sem sagt ekki bara að skrúfa upp strauminn þar til pinninn glóir. Sá eini sem gleðst yfir því er söluaðili suðuefnisins.

Að kunna að stilla suðubúnaðinn rétt skilur fagmanninn frá „pinnabræðaranum“.

Suðumálmurinn

Þegar suðuefnið bráðnar niður í suðuraufina myndar það, með vinnsluefninu, *suðumálm* eða *suðustreng*. Á mörkum suðunnar og vinnsluefnisins er svæði þar sem blandast saman suðuefni og vinnsluefni.

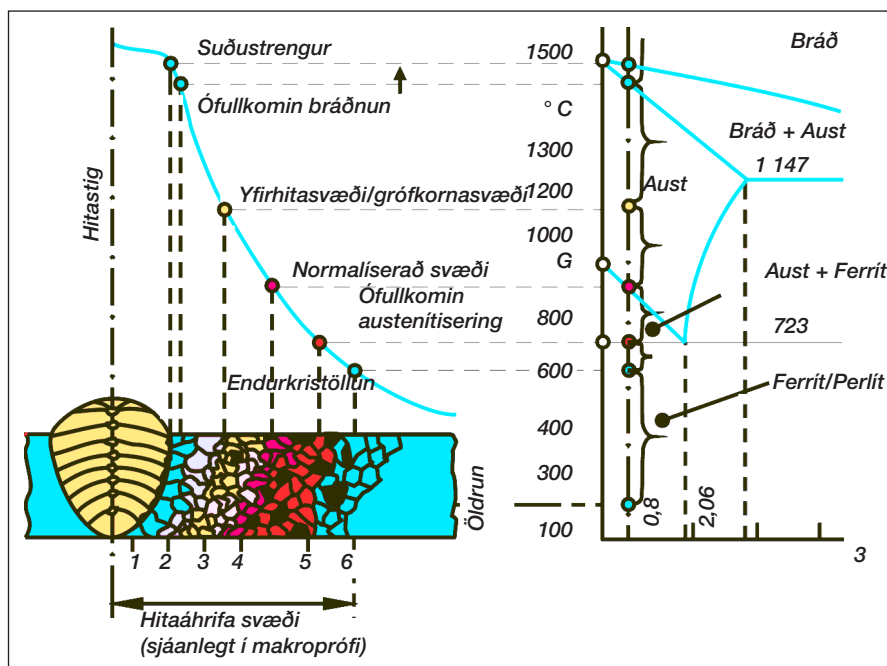
Þar næst kemur normalglóðaða svæðið (870-1.100°C) og svæði niður undir 700°C þar sem kristalla-umbreytingin hefur ekki orðið fullkomin.

Næsta svæði er *yfirhitada svæðið* eða grófkornasvæðið eins og það er líka kallað vegna þess að kristallarnir þar hafa orðið stórir. Það svæði sem verður fyrir mestum áhrifum af suðuhitanum er svokallað HAZ (Heat Affected Zone) eða *hitaáhrifasvæði*.

Á milli 700 og 550°C er endurkristallaða svæðið og eftir það er óbreytt efni, þ.e. að suðuhitinn hefur ekki haft nein áhrif á uppbyggingu efnisins.

Það svæði innan HAZ sem helst getur verið til vandræða fyrir stálvirkið er fyrst og fremst *yfirhitada svæðið* (*grófkornasvæðið*). Hér eru kristallarnir stórir og stökkir. Á þessu svæði hefur hitastigið verið milli 1.100 og 1.500°C.

Þessi storknun/kólnun gerist tiltölulega hratt. Því þykkara efni, því hraðari kólnun. Hættan er þá sú að efnið umbreytist og fái óæskilega eiginleika.



HAZ – eða hitaáhrifasvæði.

Samspil efnasamsetningar, hitastigs og efnisþykktar

Orkuflæði

Sá hiti sem stálið verður fyrir við suðu hefur mikil áhrif á eiginleika þess eftir suðuna. Því meiri hita sem stálið tekur til sín, því meira dreifist hitinn um efnið. Svæðið með stórum og stökkum kornum í HAZ stækkar, og álagspól efnisins minnkar að sama skapi.

Sá hiti sem efnið verður fyrir í ákveðinni suðulengd á ákveðnum tíma kallast orkustreymi

Orkustreymi er mælt í *joule/mm* eða *kílójoule/mm*. Það þarf enga merkilega stærðfræðikunnáttu til þess að reikna út orkuflæðið, það dugir að fylgja jöfnunni:

Fyrir MIG/MAG og TIG:

$$\text{Orkustreymi} = \eta = \frac{U \cdot I \cdot 60}{v} = \text{Joule/mm}$$

$$\text{eða... } \eta = \frac{U \cdot I \cdot 60}{v \cdot 1000} = \text{kílójoule/mm}$$

Fyrir MMA:

$$\text{er það... } \eta = \frac{U \cdot I \cdot bt}{L \cdot 1000} = \text{kílójoule/mm}$$

Þar sem

η	= Virknitala	
U	= Bogaspenna	1000 = Fasti, til þess að breyta joule í kíló-joule (1000 joule)
I	= Suðustraumur	
60	= Sekúndur	
v	= Suðuhraði í mm/mín	
bt	= Bogatími	
L	= Suðulengd,	

Orkuflæðið er reiknað út áður en byrjað er að sjóða og er að finna á suðuferilslýsingunni í samspili uppgefina gilda fyrir straum, spennu, suðuhraða, pinnastærð o.fl. Þegar soðið er í hágæðastál verður fyrst og fremst að forðast sprungumyndun. Þar sem efnið er oft herðanlegt verður suðan að fara fram á réttan hátt. Hættuna á sprungumyndun er hægt að reikna út fyrir viss efni með því að nota kolefnisjöfnuna. (Sjá næstu síðu.)

Virknitala

Virknitala er tölugildi fyrir hitadreifingu viðkomandi suðuaðferðar. Það er gengið út frá því að duftbogasuða hafi hitadreifinguna 1,0. Duftbogasuða hefur nefnilega enga hitageislun í samanburði við aðrar suðuaðferðir.

VIRKNITALA (n) FYRIR:

Duftbogasuða (SMAW)	1,0
Hlífðargassuða, virkt gas (MAG)	0,85
Handstýrð pinnasuða (MMA)	0,8
Hlífðargassuða, óvirkt gas (MIG)	0,7
Gaswolframsuða (TIG)	0,6

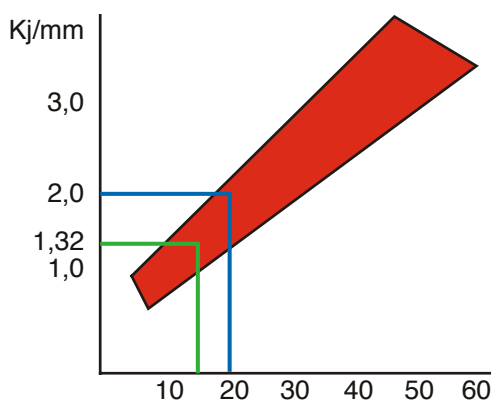
Útreikningur orkustreymis

Orkustreymi á að hæfa efnisgæðunum. Flest stálver gefa út upplýsingar um það hvernig sjóða á þeirra efni. Dæmið hér að neðan er fengið frá Svenska Stál, Oxelösund.

Dæmi: orkustreymi fyrir pinnasuðu í 15 mm hágæða plötustál, suðuefni er OK 48.00 Ø 2,5 mm:

Virknitala = 0,8,
Bogaspenna = 23 V,
Suðustraumur = 110 A,
Bogatími = 85 s,
Suðulengd = 130 mm:

$$0,8 \times \frac{23 \cdot 110 \cdot 85}{130 \cdot 1000} = 1,32 \text{ kJ/mm}$$



Einföld efnisþykkt.

Bogaspenna og suðustraumur mætast við suðuna. Lengd suðunnar er mæld í suðufúgunni þegar allur pinninn er niðurbreiddur. Bogatímann er að finna í vörulista framleiðanda suðuefnisins.

Á grafinu sést að dæmið lendir innan litaða svæðisins, sem verður að teljast mjög gott.

Kolefnisjafnan Ec

Annar mikilvægur þáttur til ákvörðunar vinnsluhitastigs er *kolefnisjafngildið*. Það er að finna á efnisvottorðinu (chargestaðfestingunni) frá sumum stálverum. Ef það er ekki gefið upp er hægt að gera útreikning með hjálp efnainnihaldslýsingar. Útreikningur kolefnisjafngildis er gerður á eftirfarandi hátt, þegar öll efnasamsetningin er þekkt:

$$E_c = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$$

Dæmi: Þrýstilagnarör SS 2101 - veggþykkt 30 mm

$$C = 0,2$$

$$Mn = 0,8$$

$$Cr = 0,25$$

$$Mo = -$$

$$V = 0,03$$

$$Ni = -$$

$$Cu = 0,3$$

$$E_c = 0,2 + \frac{0,8}{6} + \frac{0,25 + 0,03}{5} + \frac{0,30}{15}$$

$$E_c = 0,41$$

Til eru aðrar jöfnur sem vert er að nefna:

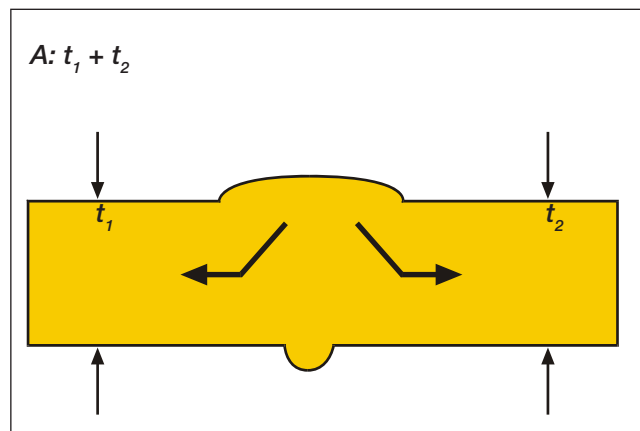
- Einfalt $E_c = C + \frac{Mn}{6} + 0,004$
- PLM – sem reiknar nákvæmar fyrir lágkolefnis stál.
- YURIOKAS – tvær jöfnur sem notaðar eru í suðuiðnaði.

E_c -gildið er staðall sem notuð er við útreikning vinnsluhitastigs. Sjá samantekt um „Hækkað vinnsluhitastig“ á næstu síðu.

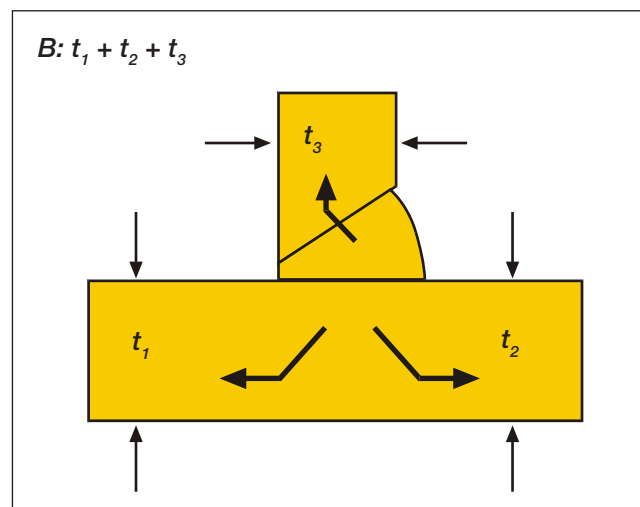
Áhrif efnisþykktar

Það hefur áður verið nefnt að efnisþykktin hafi mikil áhrif við suðuna. Við útreikning á vinnsluhita verður að taka tillit til þess í hve margar áttir hitinn getur leiðst. Því fleiri leiðir sem hitinn hefur frá suðusvæðinu, því hraðari verður kólnunin. Á mynd A fyrir neðan hefur hitinn um tvær leiðir að ræða en á mynd B leiðist hitinn burt í þrjár áttir.

Þetta hefur í för með sér að kólnunarhraðinn er meiri fyrir B. Yfirleitt er reiknað með því að strengjafjöldi skuli vera meiri en samanlögð efnisþykkt/5. Samanlögð efnisþykkt á myndunum A og B sést á myndatextunum þar sem efnisþykktin er 30 mm:



Samanlögð efnisþykkt = 60 (30 + 30).



Samanlögð efnisþykkt = 90 (30 + 30 + 30).

Samantekt um útreikning og notkun hækkaðs vinnsluhitastigs

Dæmi:

Efnið er stálplata SS 2101, efnisþykkt 30 mm

Suðuaðferð MMA, pinni OK 48.00 Ø 2,5 mm

Orkuflæði

$$\text{MMA } 0,8 = \frac{23 \cdot 110 \cdot 85}{130 \cdot 1000} = 1,32 \text{ kJ/mm}$$

Kolefnisjafngildi $E_c = 0,41$

Heildarþykkt efnis 30 mm + 30 mm = 60 mm

Á litaða svæðinu í töflunni fyrir neðan eru þessi gildi sett inn (Útdráttur úr SS 06 40 25).

Val vinnsluhitastigs

Lægsta vinnsluhitastig sem mælt er með (gildir líka fyrir millistrengjahitastig) er gefið upp í töflunni, sem gildir fyrir rafsuðupinna samkvæmt SS 14 32 xx–H10. Við mikið innspennt suðuskeyti og við suðu á byggingarstað skal auka hitastigið um a.m.k. 25°C.

Lægsta vinnsluhitastig við ljósbogasuðu kolefnisstáls, kolmanganstáls og míkroblandaðs stáls með húðuðum rafsuðupinum.

Ec ¹	Orkuflæði kJ/mm ²	Samanlögð efnisþykkt, mm Sjá myndir á fyrri síðu							
		20	30	40	50	60	70	90	100
0,35	1	R ³	R	R	R	R	R	100	125
	2	R	R	R	R	R	R	R	R
	3	R	R	R	R	R	R	R	R
0,37	1	R	R	R	R	R	75	100	125
	2	R	R	R	R	R	R	R	R
	3	R	R	R	R	R	R	R	R
0,39	1	R	R	R	R	50	75	100	125
	2	R	R	R	R	R	R	R	R
	3	R	R	R	R	R	R	R	R
0,41	1	R	R	R	R	50	75	100	125
	2	R	R	R	R	R	R	R	R
	3	R	R	R	R	R	R	R	R

¹Ef ólík Ec koma fyrir í suðuskeytum, skal hæsta gilda

²Fyrir einstakan streng

³R = stofuhiti

Í töflunni er hægt með þessum upplýsingum að lesa hvaða lægsta vinnsluhitastig á að nota. Í okkar dæmi verða 50°C lágmarkshitastig. Einfölduð samantekt er þá þannig: Hátt kolefnisjafngildi, lágt orkuflæði og

mikil efnisþykkt gera kröfu um hærra vinnsluhitastig. Til þess að ná góðum árangri við suðu getur verið gott að lesa ráðleggingar framleiðanda stálsins og suðuefnisins.

Suðuhæfnispróf

Það er til gott úrval suðuhæfnisprófana og það er því ekki svo einfalt að gera þeim góð skil í stuttu máli. Höfundar þessa efnis mæla með því að lesið sé um suðuhæfnispróf í „MNC-Handbok nr. 15“. Þessi handbók fjallar um vetnis- og hitasprunguprófanir ásamt hörkuprófunum Sumar prófanir eru afar flóknar (þær sem eru með mikilli innspenningu) á meðan önnur eru mun einfaldari (lítill innspenning). Erfiðleikastig og val á prófun verður að hæfa því stálvirki sem á að sjóða, annars er hætta á að allt of bindandi og dýrar kröfur verði settar að óþörfu.

Dæmi um suðuhæfnisprófanir:

- Byggsvetsprovet (sænskt)
- Batelleprófun
- CTS-prófun
- Tekkenprófun
- RD-prófun
- Krossprófun

Dæmi um hitasprunguprófanir:

- T-sprunguprófun
- Cylindersprunguprófun
- Hringsprunguprófun
- Schnadt-Fisvoprófun
- Vareststraint- og transvareststraintprófun

Útkoman úr einhverju þessara prófa stýrir Þínum ferillslýsingum (WPS). Sem suðumaður getur þú þurft að eiga þátt í prófunum af þessu tagi.

HEIMILDIR ÞESSA KAFLA:

SAQ-Kontroll AB Curt Johansson, SIS, MNC15 Svetsning av Stål. Eigin reynsla – Bengt Westin, Jan Jönsson.



MIG MAG
Áfangi M 4
M 4.1 verklegar æfingar
M 4.2 bóklegt nám



M 4. Kynning

Áfangi EWF-M4 Stúfsuða

Í áfanga 4 er haldið áfram að æfa stúfsuður, nú í stöðunum PC (í hlið) og PE (uppundir).

Þær æfingar sem á að sjóða í þessum áfanga eru gefnar upp í töflu M 4.1. í námsskrá EWF fyrir evrópska suðumenn MIG/MAG.

Æfið þar til full gegnumsuða næst í öllum æfingum.

Jafnframt því sem verklegu æfingarnar eru gerðar á að lesa bóklega hlutann.

Að afloknum æfingunum fer próftakan fram. Framkvæmd hennar er kynnt í lok kaflans.

Þessum áfanga tilheyra einnig bóklegu kaflarnir:

M 4.2.1 Samdráttur, spennur, aflögun

M 4.2.2 Stjórnun á aflögun

M 4.2.3 Suðugallar

M 4.2.4 Uppbygging og viðhald búnaðar fyrir MIG/MAG-suðu

M 4.2.5 Yfirlit yfir ljósbogaaðferðir

M 4.2.6 Örugg vinnubrögð á byggingastað

Stilling MIG/MAG-búnaðarins á sér stað með ýmsum hnöppum og tökkum.

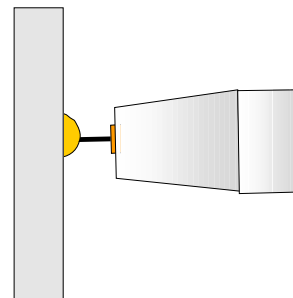
Þeim hefðbundna búnaði sem þarf til MIG/MAG-suðu er hægt að skipta upp í fjóra flokka:

- **Straumgjafar** – af ýmsum gerðum og stærðum með ólíkri afkastagetu.
- **Þráðmötunarbúnaður** – í mismunandi útgáfum
- **Suðuleiðslur með byssu** – sem getur verið vökva- eða loftkæld og af ólíkum stærðum og gerðum.
- **Gasflæðibúnaður** – þ.e. gashylki, þrýstijafnari og slöngur.

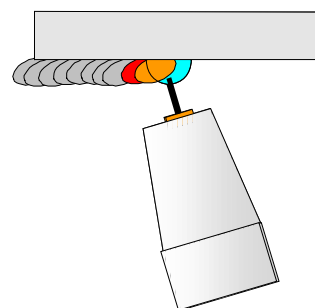
Á *straumgjafanum* er stillt suðuspenna og span. Fyrir hvoru tveggja eru til mismunandi gerðir stilla, oftast í nokkrum þrepum, gróf- og fínstillingar.

Þráðmötun og suðustraumur eru á flestum MIG/MAG-suðuvélum stillt með sama hnappi, þ.e. með aukinni þráðmötun eykst suðustraumurinn.

Tímamörk 1 klst.



Suða í stöðu PC...



... og í stöðu PE.



Suðubúnaður fyrir MIG/MAG.

Mötunarbúnaður flestra véla hefur líka stillingar fyrir t.d. „hægstart“, en þá er þráðmötunin afar hæg við kveikingu þar til ljósboginn hefur að fullu kviknað. Að auki getur verið möguleiki á að bakka þræðinum, mata þráð án gasflæðis eða gas án þráðar o.fl.

Auk stýribúnaðar fyrir þráðmötun og gasflæði er þráðrúllan yfirleitt í mötunarbúnaðinum. Nafið sem rúllan situr á er búið hemli sem getur þurft að stilla. Hemillinn á að sjá til þess að rúllan stöðvist samtundist þegar rof verður á suðunni. Það er til þess að þráðurinn fari ekki út af keflinu þegar rúllan er full og suðan fer fram í stuttum áföngum, t.d. við punktun.

Suðuleiðslan er, eins og áður sagði, til í mismunandi útgáfum. Í leiðslunni eru kaplar fyrir suðu- og stýri-straum, gasleiðsla og hugsanlega kælleiðslur. Festing/tenging suðuleiðslu við mötunarbúnaðinn getur líka verið mismunandi.

Suðubyssurnar eru einnig til í ólíkum útgáfum og misstórar, rétt eins og spíssarnir.

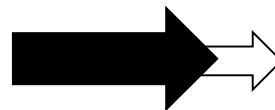
Gasflæðinu er stýrt með þrýstijafnara með flæðimæli. Þess skal gætt að þrýstimælirinn og flæðimælirinn séu í lagi og að þakningar og tengingar leki ekki. Einnig er hægt að tengja sérstakan loka við lögnina sem sér til þess að gasflæðið minnki við upphaf og lok suðu (forflæði og eftirflæði), en það minnkar kostnað við suðuna.

Gasið kemur oftast frá hylki sem tengt er beint við suðuvélina. Hylkið á að vera vel fest svo það geti ekki fallið um koll.

Ef gasið er leitt um lagnakerfi að suðuvélinni gilda sömu reglur um tengingar sem áður hafa verið nefndar.



S.k. fjölnotavélum er stýrt með örtölvu. Þetta auðveldar að samhæfa allar þær stillibreytur sem vinna eiga saman. Á myndinni er ESAB Aristo 500.



Hnappurinn fyrir s.k. hægstart getur verið merktur á þennan hátt.



Hnappurinn til að bakka þræðinum getur verið merktur á þennan hátt.

Gleymid ekki að loka fyrir gasið ef hlé verður á suðuvinnunni!



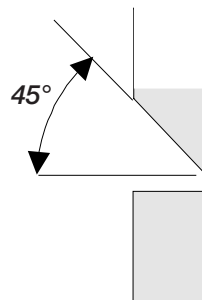
Festið gashylki vel!

Verkleg æfing 2a - 2b

Tímamörk 10 klst.

Stúfsuða í hálfra V-rauf (WPS M4P-2-A)

Í þessum kafla er líka soðið í V-rauf, en nú í hálfra V-rauf þar sem annar hluti vinnslustykkisins er ófasaður, en hinn hlutinn fasaður í 45°. Slíkt er algengt þegar soðið er í hlið (PC). Suðuna á að framkvæma bæði með gegnheilum þræði og rörþræði.



GRUNNEFNI:

2a. Gegnheill þræður: Stálplata 6 x 200 x 300 mm

SUÐUEFNI:

G 42 2 (C) M G3Si1 Ø 0,8
GAS: AGA Mison 25

Staða: PC



Framkvæmið:

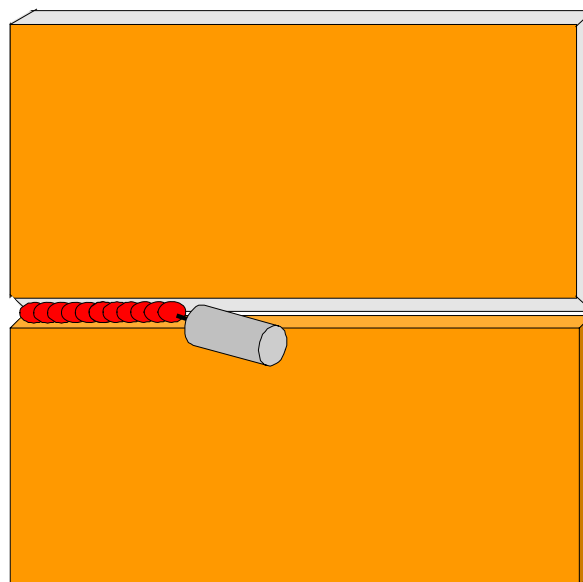
Lesið suðuferilslýsinguna vandlega.

Fasið aðra plötuna 45°. Hin platan er notuð eins og hún er, hreinsuð og hugsanlegar gráður slípaðar af.

Punktið plötunnar saman með uppgefnu suðugapi. Festið vinnslustykkið í stöðu PC (í hlið).

Sjóðið botnstrenginn með smá pendúlhreyfingum. Fylgist með efri raufarkantinum. Það er hætta á að ljósboginn fylgi einungis þeim neðri.

Gætið að halla suðubyssunnar. Ef hún beinist of mikið upp á við er hætta á kantsárum á bakhliðinni.



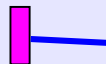
GRUNNEFNI:

2b. Rörþræður: Stálplata 12 x 200 x 300 mm

SUÐUEFNI:

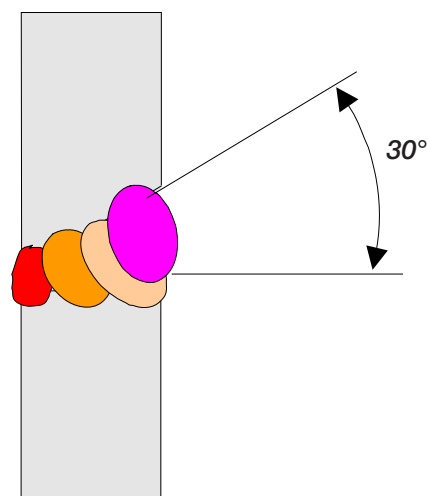
T 42 2 M M 1 H5 Ø 1,2
T 42 2 P M 1 H5 Ø 01,2
GAS: AGA Mison 25

Staða: PC



2b. Skiptið yfir í rörþræð og endurtakið æfinguna. Munurinn er sá að nú fasast efri platan aðeins í 30°

Suðustrengirnir eiga að vera fjórir.



Verkleg æfing 3a - 3b

Tímamörk 15 klst.

Stúfsuða í 60° V-rauf (WPS M4P-3-A og M4P-3-B)

Síðustu æfinguna fyrir próftökuna á að sjóða í suðustöðu PE (uppundir). Eins og áður hefur verið sagt er þessi staða ekki mikið erfiðari en aðrar, nema þá líkamlega. Við suðu í þessari stöðu er enn mikilvægara en áður að finna góða vinnustellingu; að sitja eða standa eins þægilega og unnt er, með stuðning fyrir líkamann, suðuleiðsluna o.s.frv.

GRUNNEFNI:

4a. Gegnheil: Stálplata 6 x 200 x 300 mm

4b. Rörþráður: Stálplata 12 x 200 x 300 mm

SUÐUEFNI:

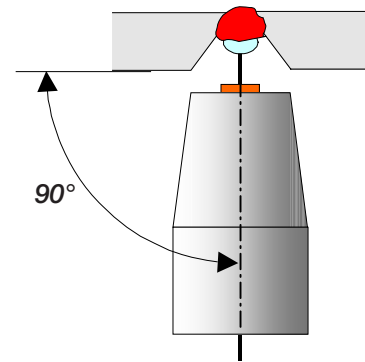
4a. 42 2 (C) M G3Si1 Ø 0,8

4b. T 42 2 M M 1 H5 Ø1,2

T 42 2 P M 1 H5 Ø1,2

GAS: AGA Mison 25

Staða: PE



Byssuhalli þvert á fúguna.

Framkvæmið:

4a. Punktíð plöturnar saman eins og sagt er fyrir um í suðuferilsýsingunni og festið vinnslustykkið í stöðustillingunni í stöðu PE.

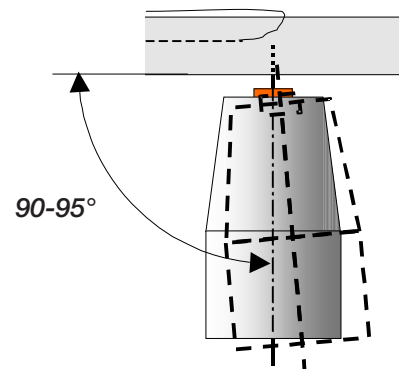
Festið vinnslustykkið ca. 10 cm yfir augnhæð. Sjóðið mótusuðu.

Hugið að sprauti og dropum sem fallið geta niður í gashulsuna. Hreinsið oft.

4b. Gerið sömu æfingu með rörþræði. Munið að nú á að sjóða þrjá strengi í töluvert þykkara efni og þess vegna verður pendlunin við yfirstrenginn mun meiri.

Pendlun uppundir krefst mikillar einbeitingar, þar sem suða í átt að suðumanninum gerir honum erfitt fyrir með að sjá hvaða áhrif hreyfingarnar hafa á útlit suðunnar.

Hreinsið og sýnið kennaranum.



Byssuhalli í færsluátt.

Nú er komið að
próftöku M4.3!

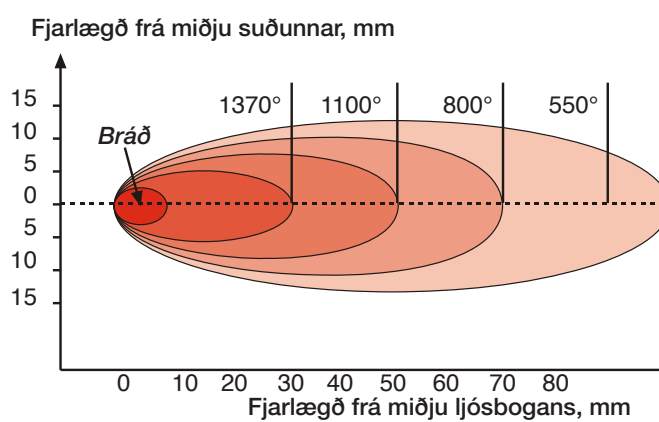
M4.2.1 Samdráttur, spenna og formbreytingar (E4.2.1, G4.2.1, T4.2.1)

Varmaútbreiðsla við suðu

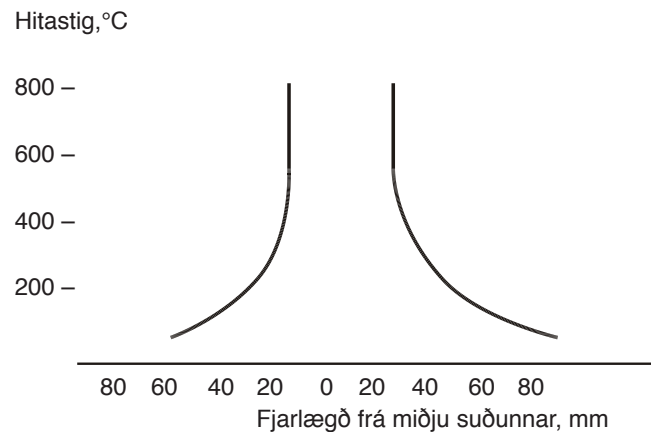
Við suðu breytist rúmmál flestra efna. Við upphitun eykst rúmmálið og við kælingu minnkar það.

Hitinn í grunnefninu er breytilegur og fer eftir suðu- aðferðinni sem beitt er, suðustillibreytum, hitaleiðni

grunnefnisins og stærð vinnslustykkisins. Mestur er hitinn í miðjum ljósbognum og minnkar því lengra sem dregur frá suðupollinum.



Hitadreifing kringum suðu.



Hitadreifing í kringum suðu sem gerð hefur verið í 12 mm efni úr óblönduðu stáli. Orkuflæðið er 4 kJ/mm.

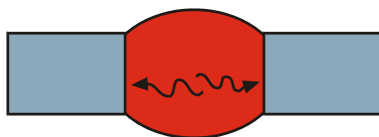
Tilkoma eftirspennu

Þar sem hitastigið á hverjum stað í efninu fer eftir fjarlægðinni frá suðupollinum, verður þörf efnisins á þenslu við upphitunina ásamt samdrætti og kólnun að vera mismunandi.

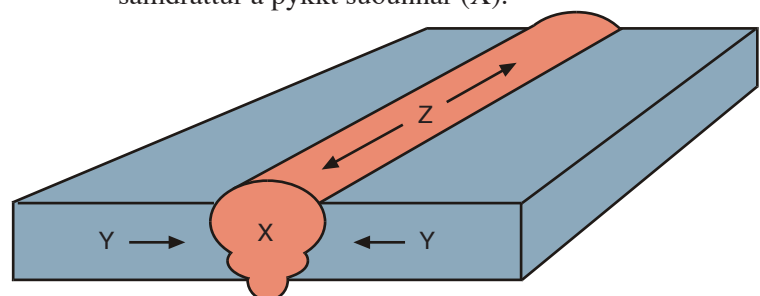
Það efni sem nær að bráðna við suðuna, og efnið næst suðupollinum, hefur mesta þörf fyrir þenslu.

Þessi þensla hindrast af kaldara efninu lengra frá suðupollinum. Efnið kemur þess vegna til með að þjappast. Þegar suðan síðan kólnar, hafa hinir ólíku hlutar efnisins mismunandi þörf fyrir samdrátt, sem leiðir af sér eftirspennu.

Samdrátturinn verður bæði þvert yfir suðuna (Y) og langsum eftir suðunni (Z). Þar að auki verður viss samdráttur á þykkt suðunnar (X).



Þensla upphitaða efnisins hindrast af kaldara efni í kring.

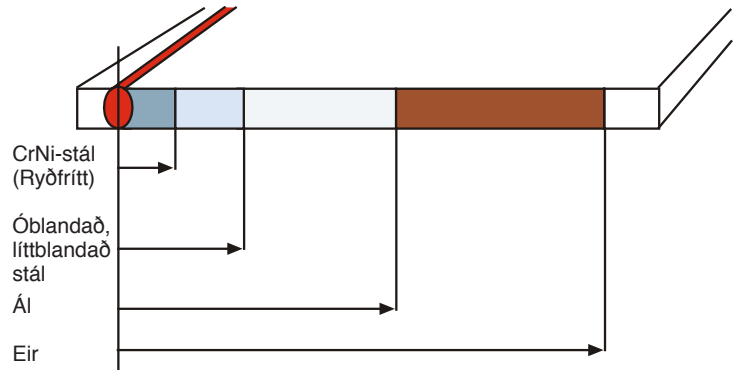


Samdráttur verður í allar áttir.

Formbreyting vegna samdráttar

Fyrir utan það að samdráttarspennurnar verða eftir í stálvirkinu eftir suðuna, valda þær einnig vissum formbreytingum.

Hve miklar samdráttarspennurnar og formbreytingarnar verða, ræðst af orkuflæðinu, hitadreifingunni, þenslustuðli grunnefnisins og því hve vel stífað stálvirkið er við suðuna.



Hitaleiðni helstu smíðamála.

Fastspennt vinnslustykki: Áhrif þess á eftirspennur

Hlutir sem á að sjóða og eru fastspenntir í stálvirkið, geta ekki dregist frjálst saman og verður því í þeim varanleg spenna. Hér skiptir skipulag og suðuáætlun öllu máli. Að sjóða í réttri röð er dæmi um fyrirbyggjandi aðgerð, að sjóða eftir suðuferilslýsingu er annað.

Ef ekkert er gert til þess að fyrirbyggja eða minnka spennuna, getur það í versta tilfelli leitt til þess að efnið brestur.

Viðeigandi aðgerð til þess að losa um spennuna getur t.d. verið að afglóða efnið. Með því að afglóða efnið minnkar/jafnast spennan út sem eru alltaf til staðar í soðnum stálverkjum.

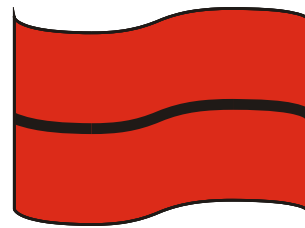
Áhrif eftirspennu

Samdrátturinn sem verður við suðu hefur oft í för með sér að vinnslustykkið „dregur sig“.

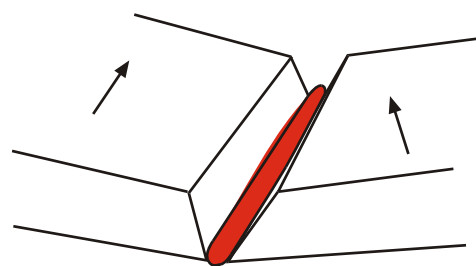
Vinnslustykki úr þunnu efni formbreytist vegna þess að suðan dregst saman á lengdina, styttist. Hluturinn verður ójafn, það koma bylgjur í hann. Samdrátturinn þvert á suðuna hefur lítil eða engin áhrif, vegna þess hve lítil suðan er (mikill suðuhraði) og vegna lítils rúmmáls efnisins.

Hornsamdráttur verður í stúfsuðuskeytum þegar fyrsti strengurinn er soðinn. Hann virkar síðan eins og lóm sem hlutar vinnslustykkisins sveigjast utan um við suðuna.

Hvað er hægt að gera til að hindra formbreytingar sem verða vegna eftirspennu?: sjá kafla E5.2.2.



Punnt efni formbreytist vegna samdráttar í lengdarátt suðunnar og verður bylgjótt.



Hornsamdráttur.

Afglóðun

Þær hitameðferðaraðferðir sem mest eru notaðar við suðu eru forhitun og afglóðun.

Sá staðall sem lýsir reglum um þetta er ISO 13916. Ef forhita á efnið fyrir suðu eða afglóða eftir á skal það koma fram á suðuferilsýsingu.

Vinnsluhiti (forhitun)

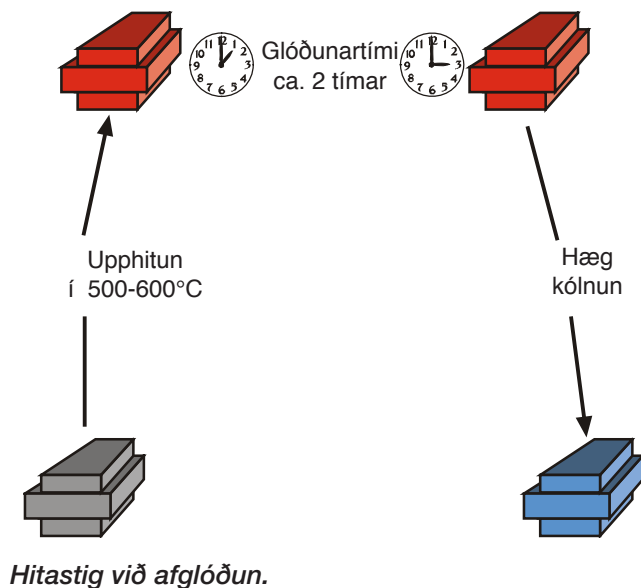
Til þess að ná æskilegum vinnsluhita getur þurft að forhita. Forhitun hefur ýmsa kosti, jafnvel þar sem aukins vinnsluhita er ekki krafist, eins og t.d. að:

- hægja á kælingu frá suðunni, sem minnkar hættuna á sprungumyndun.
- minnka spennu í suðunni og í efninu í kring.
- hjálpa til við að losna við vetni frá suðunni og nánasta umhverfi.
- hækka hitann á efni sem verið hefur utanhúss og ekki náð stofuhita.

Afglóðun

Afglóðun er gerð til þess að losna við spennu sem verður í efninu þegar það kólnar aftur eftir suðu, hitameðferð eða heitvinnslu.

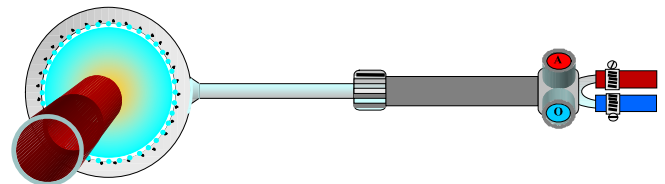
Ekki er með þessu verið að sækjast eftir breytingu á kristallaupbyggingu efnisins eða minni hörku.



Afglóðunarhitastigið er yfirleitt um 550-600°C, og afglóðunartíminn, sem fer eftir stærð viðkomandi stykkis og efnasamsetningu, er um það bil 2 tímar við þann hita sem valinn er. Eftir afglóðunina á stykkið að kólna hægt.

Búnaður og hjálpartæki

Til hitunarinnar er notaður rafstraumur eða gas. Rafmagnshitun fer fram með móttöðu- eða spanbúnaði. Straumgjafinn getur verið sérstök vél til hitunar eða suðustraumgjafi.

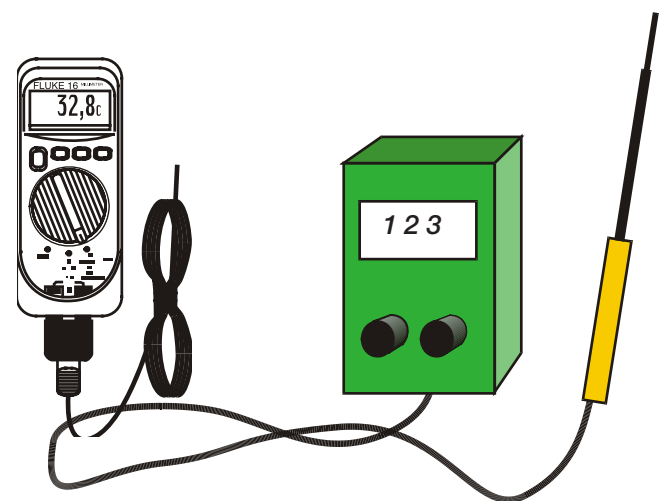


Hringbrennari.

Við upphitun með gasi er notaður hringbrennari eða fjölstútahitari.

Til eftirlits með hitastiginu við forhitun er hægt að nota hitakrítar eða rafmagns hitamælitæki.

Ef mikillar nákvæmni er krafist, t.d. við afglóðun, er rétt að nota stafræn (digital) mælitæki sem sjálfkrafa fylgjast með og skrá hitastig, upphitunartíma, glóðunartíma og kólnunartíma.



Stafræn og rafeinda-hitamælitæki.

HEIMILDIR:

Lernia

M4.2.2 Stjórnun formbreytinga (E5.2.2, T4.2.2, G4.2.2)

Yfirlit yfir eftirspennur og samdrátt við suðu

Samdráttur

Stór soðin stálvirki eins og brýr, skip og stálgrindahús af ýmsu tagi, svo nokkur dæmi séu nefnd, eru oft smíðuð í hlutum á verkstæði, og síðan flutt á byggingarstað til samsetningar. Þá verður að setja þá kröfu á hönnuðina að hlutarnir passi saman þegar að samsetningu kemur.

Því verður að sjálfsögðu að mæla rétt – og, það sem er jafn mikilvægt – að sjóða rétt.

Að mæla þurfi rétt er augljóst, mál og málfrávik standa á teikningunum. Að sjóða rétt á að vera jafn augljóst – en er töluvert erfiðara.

Eitt af stærstu vandamálunum í sambandi við suðu er sú útvíkkun/samdráttur sem alltaf verður þegar grunnefnið er fyrst hitað upp og það síðan kólnar. Þetta er vandamál sem krefst hins ítrasta af bæði hönnuðum og suðumönnum.

Hönnuðurinn

Þær aðferðir sem hönnuðurinn og suðusérfræðingurinn hafa yfir að ráða, er að nota *suðuferilslýsingar og suðuáætlanir*. Á suðuferilslýsingunni eru gefnar upp helstu suðubreytur s.s. straumur, spenna, suðuhraði, orkuflæði o.fl. eins upplýsingar um efnið, gerð skeytis og strengjauppbyggingu.

Á suðuáætlun er hver suða teiknuð inn, og þær eiga síðan að sjóðast í rétta átt og í réttri röð. Það er reynt að hafa suðuröðina þannig að suðuvinnan hafi sem minnst neikvæð áhrif á stálvirkið, meðal annars með því að:

- sjá til þess að soðið sé frá miðju og út á við í hringlaga stálverkjum eins og t.d. tankbotnum o.þ.h.
- aðlaga orkuflæðið
- hafa suðuröðina þannig að jöfn hitadreifing verði
- nota réttar suðuferilslýsingu (WPS)

Með þessu hafa hönnuðurnir skilað sínu, og ef það á síðan allt saman að virka – er það hlutverk suðumannsins að sjá til þess.

Suðumaðurinn

Að meta áhrif útvíkkunar/samdráttar er eitt af stærstu vandamálum suðumannsins. Til þess þarf reynslu, en líka allgóða þekkingu um hegðun málma.

Fyrst verður að punkta saman hlutana þannig, að hver hlutur sé á sínum stað. Þegar farið er að sjóða, þarf að taka tillit til eftirfarandi atriða:

- stórar suður valda *meiri* samdrætti
- hár suðuhraði veldur *minni* samdrætti
- margir strengir með grönnum pinnum valda *meiri* samdrætti
- einn strengur með grófum pinna veldur *minni* samdrætti
- þegar soðinn er einn strengur hvorum megin við „hlutleysilínu“ plötunnar, geta suðurnar ekki jafnað út samdrátt hvor annarrar, heldur verður formbreyting

Hvernig verður formbreyting ?

Í dæmunum á undan voru kynntar nokkrar staðreyndir, en fyrir suðumanninn er mikilvægast að skilja ástæðurnar fyrir því að spennur og formbreytingar verða í efninu.



Suðuvinna í Arendal skipasmíðastöðinni.

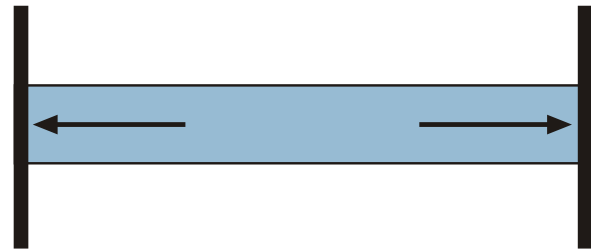
Þegar sjóða á saman tvö vinnslustykki, þýðir það meðal annars að tveir hlutar verða að einum. Við suðuna myndast mjög hár hiti sem hefur í för með sér þenslu. Ef allt vinnslustykkið þenst út samtímis og jafn mikið, gerist ekki mikið. Vinnslustykkið heldur að mestu lögun sinni eftir kólnun og afleiðingin verður í versta falli minni háttar formbreyting (skekkja, beyglur o.s.frv.)

Ef hinsvegar einungis hluti vinnslustykkisins er hitaður upp, þenst sá hluti út en efnið umhverfis verður ekki fyrir áhrifum af hitanum og þenst því *ekki* út. Kalda efnið stoppar þensluna. Upphitada efnið hefur enga möguleika á því að þenjast út þvert á suðuna en þvingast hinsvegar til þess að víkka út á þykktina og í suðuáttina. Við það pressast suðan, verður þykkri og lengri. Þegar efnið síðan dregst saman við kólnunina „vantar“ efni og suðan verður minni. Vinnslustykkið hefur fengið eftirspennur og að nokkru misst upprunalega lögun sína og mál.

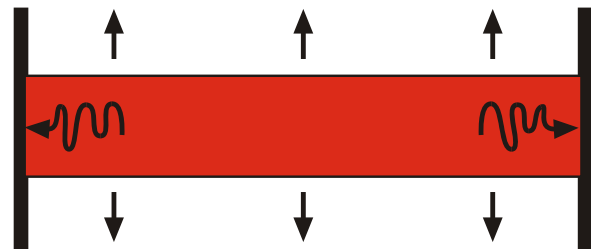
Þensla og samdráttur koma berlega í ljós þegar soðinn er rötstrengur í V-fúgu. Það líður ekki á löngu áður en suðubilið hefur minnkað eða horfið algerlega.

Hvernig er komið í veg fyrir samdrátt?

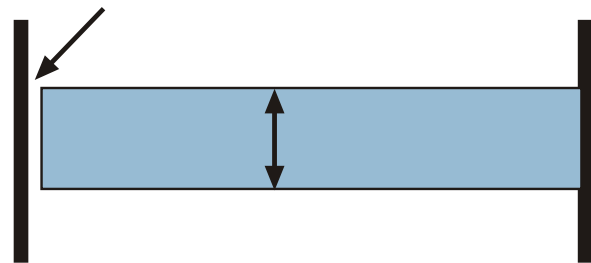
Hjá samdrætti verður ekki komist við suðu. Samdráttur er hluti af eðli efnisins. Það sem hægt er að gera er að minnka áhrif samdráttarins.



Innspennt stálstöng getur ekki þanist út á lengdina.



Hún þvingast því til þess að breikka og hækka.



.....sem hefur í för með sér að þegar hún kólnar aftur, er hún orðin styttri en hefur breikkað og hækkað!

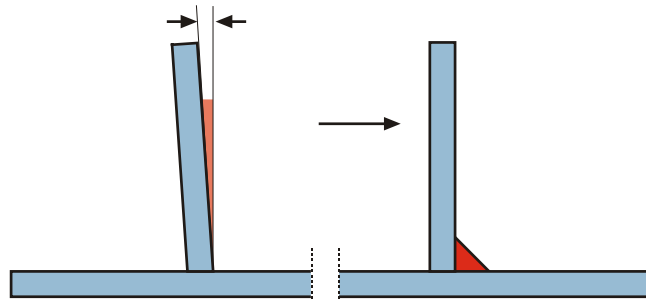


Suða á ryðfríu röri.

Formbreytingar við kverksuðu

Formbreytingar og samdrátt (efnið „kastar“ eða „dregur sig“) er hægt að minnka, ef sjá má fyrir stærð breytinganna.

Hið fyrsta er gert strax við punktun, þegar reynt er að stilla upp hlutum vinnslustykkisins þannig að þeir verði réttir eftir suðuna.



Með forbeygingu er hægt að fá rétt horn eftir suðuna.

Áhrif hitamagns, suðustærðar, innbræðslu og strengjafjölda

Hve miklar formbreytingarnar verða ræðst m.a. af fúgugerð, suðustraumi, pinnastærð, suðuröð, innbræðslu og strengjafjölda.

Við suðu í kverk (T-skeyti, hornskeyti) er hægt að „yfirstilla“ hlutana þannig að þeir myndi rétt horn eftir suðuna. Þetta krefst nokkurrar reynslu, en er ekki svo erfitt.

Ef hlutarnir geta hreyfst frítt þarf yfirleitt enga eftirvinnslu ef þessi aðferð er notuð.

Ef hlutarnir eru á hinn bóginn fast spenntir eða þvingaðir við suðuna getur þurft að afdraga vinnslustykkið eftir suðuna til þess að losna við eftirspennur.

Kverksuða í fúgu án suðubils veldur minnstu formbreytingunni. En ef soðið er í fúgur með suðubili verður formbreytingin meiri.

Hálf- eða alfasaðar fúgur valda minni formbreytingu þar sem suðan getur verið á hlutleysislínunni.

Hár suðustraumur veldur meiri innbræðslu og meiri hitadreifingu sem aftur á þátt í að valda meiri útvíkkun/samdrætti.

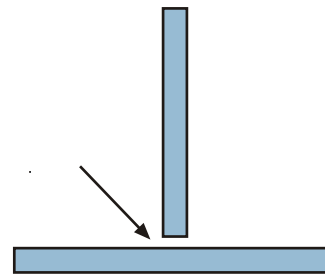
Pinnastærðin skiptir hér verulegu máli (Ø5 mm pinni þarf hærri suðustraum en Ø3,2 mm).

Þar sem margir strengir valda meiri samdrætti en einn, getur þurft erfiða jafnvægisgöngu á milli krafna um takmarkað orkuflæði annars vegar og lágmarks formbreytinga hinsvegar.

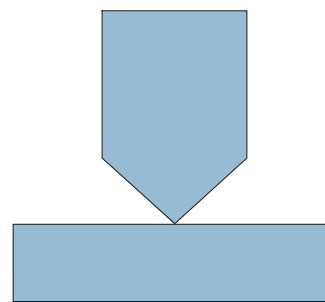
Við suðu í kverk frá báðum hliðum getur seinni suðan dregið til baka samdráttinn frá fyrri suðunni, en ekki að fullu. Einhverrar forbeygingar/yfirstillingar er líka þörf hér (Sjá mynd).

Vel skipulögð suðuröð við tveggja hliða suðu getur þó stundum komið í veg fyrir formbreytingar. Suðu-áætlun getur gefið fyrirmæli um að sjóða skuli til skiptis frá báðum hliðum þannig að samdrættirnir „vegi upp hvern annan“.

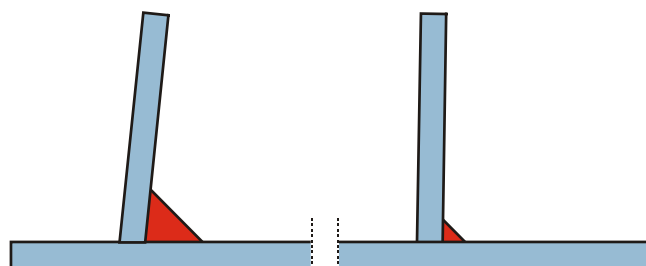
Suða umhverfis formað stangaefni á líka til að vera vandasöm. Þar getur yfirstillt uppstilling ásamt góðri suðuáætlun líka verið til hjálpar.



Meiri hættta er á formbreytingum ef soðið er í suðubil...

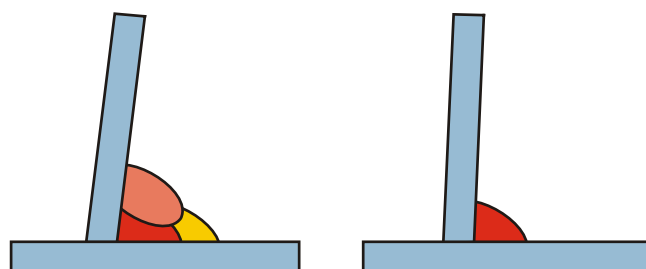


... en ef soðið er í fasaðar fúgur.



Stórar suður valda meiri formbreytingum...

Litlar suður valda minni...



Margir strengir valda meiri formbreytingum en einn.

Formbreytingar í stúfsuðum

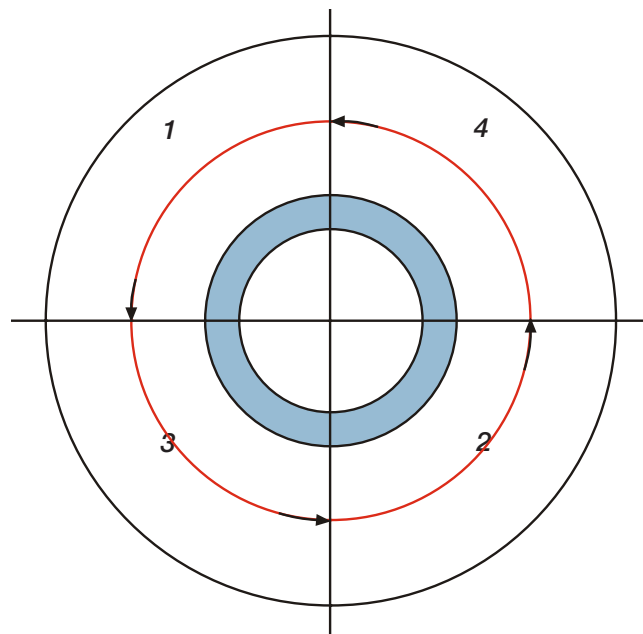
Áhrif hitamagns, suðustærðar og lögunar ásamt strengjafjölda

Leiðréttandi aðgerðir: Suðuferill, jafnvægi í hitamagni, tækni, suðuröð, fúguvinnsla, forbeyging

Formbreytingar verða líka við stúfsuðu ef undirbúningur er rangur eða ef suðuvinnan er framkvæmd á rangan hátt.

Á sama hátt og við suðu í kverk skipta atriði eins og hitamagn, suðuröð, strengjafjöldi, orkuflæði o.s.frv. hér miklu máli fyrir árangurinn.

(Um orkuflæði, sjá kafla E5.2.1.)



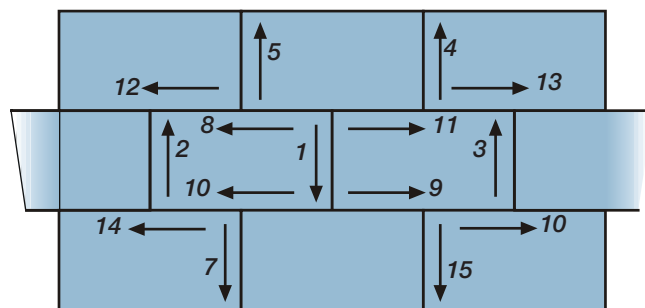
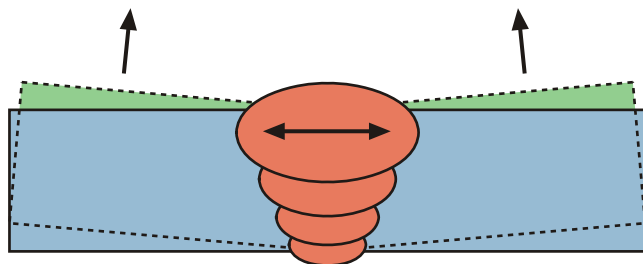
Suðuröð, rör á flangs.

Hér er reglan sú að suða í I-fúgu veldur minni formbreytingum en suða í V-fúgu. Það er vegna þess að V-fúgan er ekki einsleg, og suðan verður því breiðari (og „dregur“ meira) að ofanverðu. Ef fúgan er „opnari“ en hinar vanalegu 60° eykst hættan á formbreytingum.

Jafnvel hér getur forbeyging verið til hjálpar, en fyrir stúfsuður er yfirleitt mun erfiðara að reikna út forbeyginguna (eða yfirstillinguna), sérstaklega í stórum stálvirkjum.

Suða í tvöfalda V-fúgu getur, með réttu suðuskipulagi og réttu suðuferli, orðið til þess að formbreyting verði lítil sem engin.

Í erfiðum tilfellum er stundum gripið til bakskrefssuðu (sjá kafla E3.2.3).



Við stærri plötuvirki er suðuröðin mjög mikilvæg svo komist verði hjá myndun eiginspennu í efninu.

Formbreytingaráhrif dæmigerð soðin stálvirki og fyrirbyggjandi aðgerðir

Formbreytingar stúfsuða

Formbreytingar plötuefnis eru háðar efnisþykktinni. Þunnar plötur beyglast og skælast eftir að lítið magn hita er sett í efnið, og getur þurft mikla vinnu við réttingar eftir suðuna (skipsskrokkar / yfirbyggingar, tankar og geymar, bílafyrbyggingar ofl.)

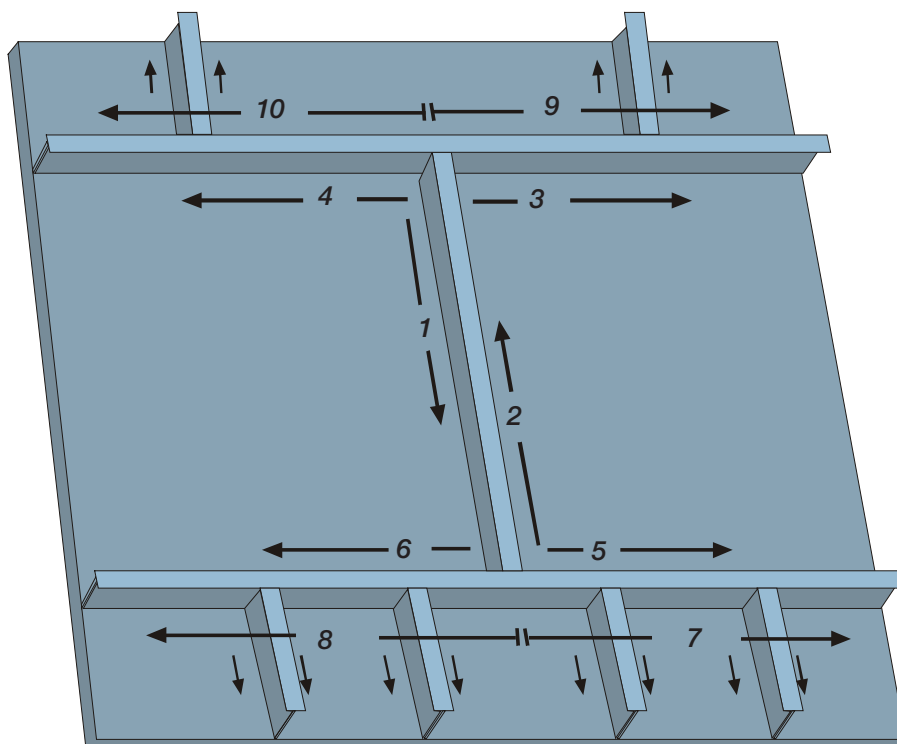
Í grófara efni verða formbreytingarnar ekki eins miklar, en á móti kemur að eftirspennurnar verða meiri. Hér skipta suðuáætlanir og suðuferli miklu máli (kjarnaofnar, olíuborpollar o.fl.)



Formbreytingar í kverksuðum

Við byggingu grindavirkja sem sett eru saman úr ólíku stangaefni þarf nákvæman undirbúning við gerð suðuáætlana og suðuferilslýsinga.

Einnig hér skipta efnisþykktirnar miklu máli, af sömu ástæðum og áður hafa verið nefndar.



Leiðrétting formbreytinga eftir suðu (rétting)

Ef ekki er hægt að koma í veg fyrir formbreytingar með fyrirbyggjandi aðgerðum eins og suðuáætlunum o.þ.h., verður að grípa til réttinga.

Helstu aðgerðir gegn innri spennu eru:

1. Suðutæknilegar
2. Krafttæknilegar
3. Hitameðferðir

Suðutæknilegar aðgerðir voru kynntar á síðustu síðum.

Krafttæknilegar aðgerðir

Eitt af því fyrsta sem gert er til þess að minnka formbreytingar, er að gæta þess að hlutar vinnslustykkisins passi vel saman. Kæruleysi á þessu sviði veldur því að suðufúgur og -bil verða óþarflega stór og þar með verður hitamagn mikið, með tilheyrandi samdrætti og eftirspennum.

Hlutar sem falla illa saman fá einnig mikla innri spennu sem getur losnað úr læðingi ef efnið verður fyrir meira álagi en ráð var fyrir gert.

Með hækkuðu hitastigi er auðveldara að forma málma þar sem togmörkin lækka. Þetta er hægt að notfæra sér við lagfæringar á formbreytingum, ásamt krafttæknilegum aðgerðum (ofbeldi).

Í erfiðum tilfellum af samdráttarspennum og formbreytingum getur það verið eina ráðið til þess að ná viðunandi lagfæringarárangri.

Við slíka vinnu eru notuð hjálpartæki eins og fleygar, tjakkar, talúr o.þ.h.

Hitameðferðir

Þótt afglóðun sé yfirleitt árangursríkasta aðferðin til þess að losa um eiginspennur, og sú aðferð sem skaðar efnið minnst þá er hún ekki alltaf raunhæf eða kostnaðarlega framkvæmanleg.

Hlutir sem verða að vera mjög nákvæmir að lögun, t.d. túrbínuhús, öxulþrýstilegur, gírhús o.þ.h. eru alltaf afglóðaðir fyrir síðasta áfanga vélavinnslu. Ef það er ekki gert, getur vélavinnslan losað um spennur og það valdið alvarlegum málskekkjum.



Röravinna við Svenska Maskinverken.



Suðuvinna í Arendal skipasmíðastöðinni.

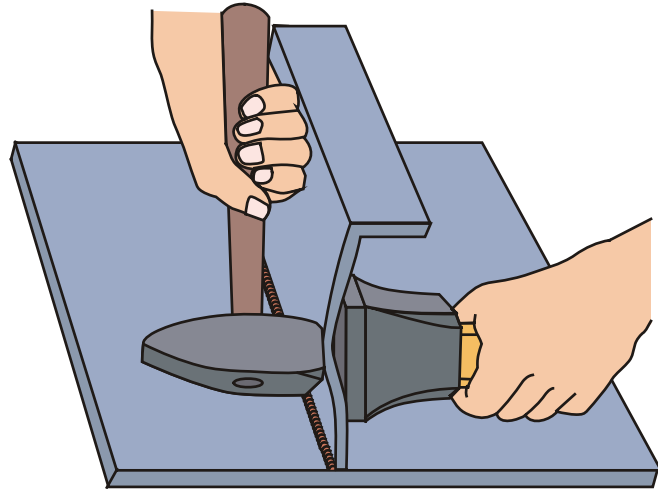
Rétting

Kaldrétting

Kaldrétting er framkvæmd þannig að efnið er beitt ofbeldi *án* hitunar, t.d. með hamri.

Réttingin getur verið s.k. „loftrétting“ með viðhaldi eða þá að teygt er á efninu.

Í þunnu efni er réttingin oft framkvæmd með því að „strekkja á“ suðunni. Það er jú fyrst og fremst suðan sem hefur dregist saman. Það verður þó til þess að



S.k. loftrétting með hamri og viðhaldi.

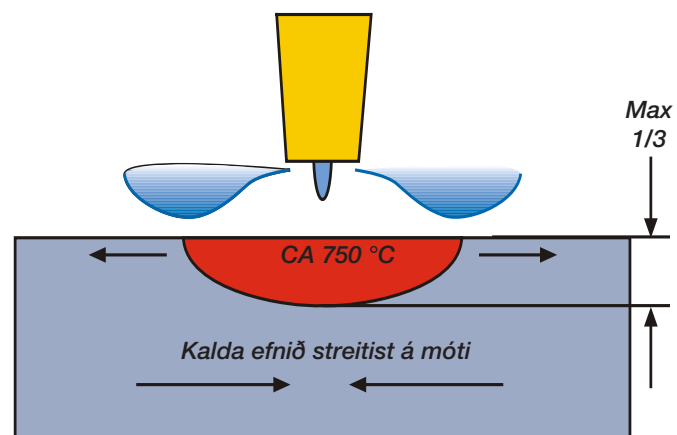
Hitarétting

Hitarétting er m.a. notuð til þess að losna við skekkju og beyglur í soðnum stálvirkjum, rétta soðna og ósoðna hluti eins og bogna öxla, rör, valsað stangaefni ofl.

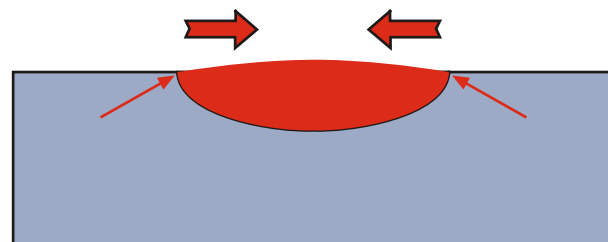
Hitaréttingu er hægt að framkvæma með hitaloga og með *yfirborðs-* eða *gegnumhitun*.

Yfirborðshitun

Með yfirborðshitun er átt við að aðeins 1/3 hluti þykktar efnisins er hitaður. Hið upphitaða yfirborð vill þá víkka út, en efnið undir, hið kaldara, streitist á móti. Yfirborðið pressast saman og verður í raun minna að rúmmáli sem hefur í för með sér að þegar efnið kólnar, dregst það saman að miðju hitaða svæðisins og bognar (Sjá mynd t.h.).



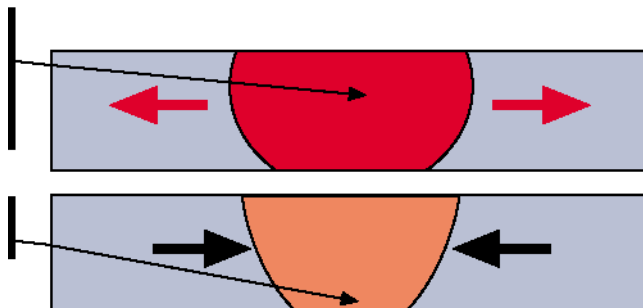
Yfirborðshitun felur í sér hitun efnisins að max. 1/3 hluta þykktar. Heita efnið vill víkka út - hið kalda streitist á móti.



Eftir kólnun hefur efnið sem hitað var upp, pressast saman.

Gegnumhitun

Ef hitunin tekur lengri tíma, nær hitinn í gegnum efnið sem verður gegnheitt. Með þessari aðferð pressast efnið saman í gegnum alla efnisþykktina. Hér gerist það sama og við yfirborðshitunina; hið upphitaða efni vill víkka út en hefur ekki rými til þess og verður því að þykkna. Þegar síðan kólnunin verður, „vantar“ efni og vinnslustykkið verður að hluta styttra (Sjá mynd t.h.).



Ólíkar aðferðir við hitaréttingu

Hitaréttingu er hægt að framkvæma á ólíka vegu. Algengustu útgáfunar eru: *hitafleygar*, *hitabelti* og *hitapunktur*.

Hitafleygar eru mest notaðir á stangaefni, en í vissum tilfellum einnig á plötuefni.

Efnið er gegnumhitað – og eins og nafnið gefur til kynna – í fleyglaga blettum. Þegar efnið er gegnumhitað hefur það teygst sig í „öfuga“ átt, en við kólnunina dregst það meira til baka þeim megin sem fleygurinn er breiðari, og þannig er efnið látið beygja sig í „réttá“ átt.

VARÚÐ: Athugið í efnisstöðlum hvort efnið þoli hitameðferð af þessu tagi!

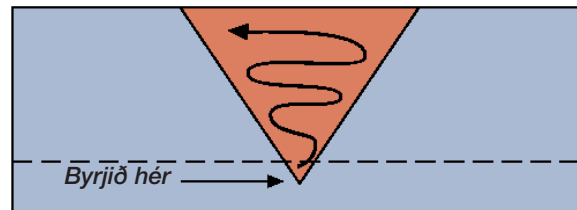
Hitabelti geta verið gegnumgangandi eða yfirborðslæg og eru notuð við plötuvinnu. Gegnhitun er notuð til þess að stytta efnið og með yfirborðshitun er reynt að rétta minni kúlur og beyglur sem myndast í efninu við suðu.

Breidd hitabeltisins ræðst af efnisþykktinni. Ef efnisþykktin er á milli 3–10 mm ætti beltið að vera u.þ.b. 5–10 mm breitt, frá 10–30 mm efnisþykkt u.þ.b. 20–30 mm breitt. Lengdin getur verið allt á milli 50 og 200 mm.

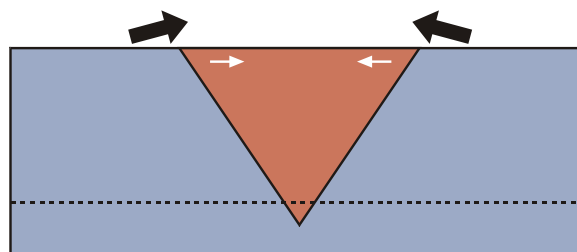
Dragkraftarnir verka hornrétt á hitabeltið, nokkru meir þeim megin sem hitað er.

Rétting með hitapunktum er oftast notuð sem viðauki við slagverkfæri. Ákveðinn punktur er hitaður upp – efnið víkkar út – og kúlan sem sprettur upp er hömruð niður. Hið upphitaða efni þvingast sem sagt til þess að dragast saman. Punkturinn á að vera eins lítill og hægt er. Ef hann er of stór misheppnast öll réttingin.

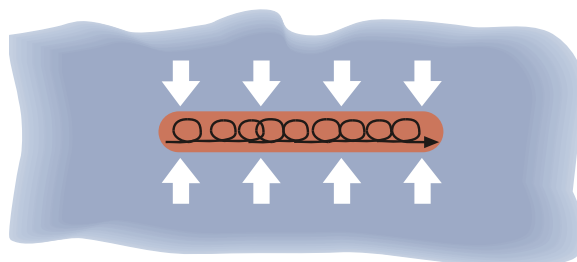
Hitapunktur eru notaðir við réttingu á þunnplötum, ásamt þunnveggja rörum og stangarefni.



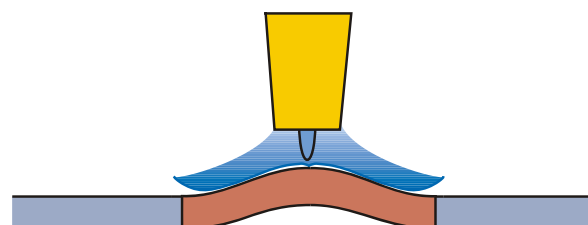
Byrjið innst inni og hitið út á við eins og örin sýnir.



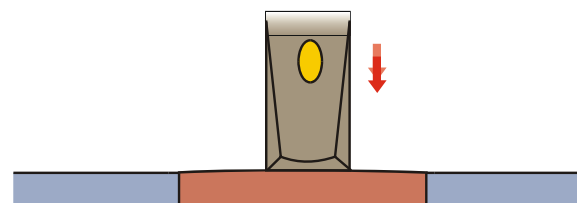
Breiðari hluti fleygsins dregst meira saman.



Hitið með litlum hringlaga hreyfingum.



Lítill punktur er gegnumhitaður.



Kúlan er slegin niður.

Látið kólna.



Efnið dregst saman á upphitunarstaðnum og það réttist úr kúlunni.

HEIMILDIR:

Safnrithitaréttung – Öresundsvarvet í Landskrona. SAQ-Kontroll AB, Curt Johansson.

Eigin reynsla – Jan Jönsson, Bengt Westin

M4.2.3 Suðugallar (E4.2.2, G3.2.5, T4.2.3)

Upprifjun: Um lögun suðufúgunnar

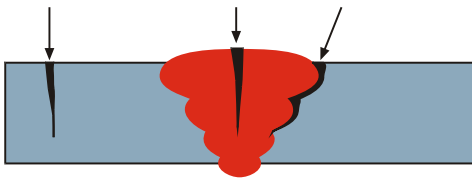
Sjá kafla M 3.2.3

Ástæður suðugalla: Grunnefni, aðferð, suðumaður

Grunnefni

Þeir suðugallar sem eiga rætur sínar að rekja til grunnefnisins eru fyrst og fremst sprungur, hitasprungur og/eða samdráttarsprungur.

Algengasta orsökina fyrir hitasprungum er að óhreinindi eins og brennisteinn og fosfór eru í stálinu. Suðuaðferðir sem bræða niður mikið af grunnefninu (hafa háan bræðslustuðul), valda þess vegna frekar hitasprungum en aðrar.



Það er t.d. hægt að bera saman bræðslustuðul duftsuðu sem er 60-80%, við MAG-suðu 30-50% og við MMA 20-40%. Fyrir kol- og kolmanganstál er til jafna sem nota má til þess að meta hættuna á hitasprungum (UCS). Þessi jafna lítur þannig út:

$$UCS = 230 \cdot C + 190 \cdot S + 75 \cdot P + 45 \cdot Nb - 12 \cdot Si - 5,4 \cdot Mn - 1$$

C = kolefni Nb = níob
S = brennisteinn Si = kísill
P = fosfór Mn = mangan

Ef USC er < 10 er sprunguhættan lítil
Ef USC er > 30 er sprunguhættan mikil

Aðferð

Eins og áður var nefnt fer hættan á sprungumyndun að nokkru eftir ólíkum bræðslustuðli hinna ýmsu suðuaðferða. En það er ekki bara valið á suðuaðferð sem hefur þýðingu. Sjálf framkvæmdin skiptir líka

máli. Val á stillibreytum, suðuhraði, suðustaða o.fl. getur hvert um sig verið ástæða fyrir suðugöllum.

Yfirlit yfir ákveðna galla og orsakir þeirra

Suðugöllum er lýst í þeirri röð sem þeir koma fyrir í **ÍST EN ISO 5817 - Ljósbogasuða á stáli - „Leiðbeiningar um flokkun suðugæða“**. Ásamt ÍST EN ISO 6520 „Málmsuða og skyld ferli - Flokkun rúmfræðilegra ójafna í málmkenndum efnum“. ÍST EN ISO 5817 leysir af hólmi eldri staðla sem notaðir hafa verið um sama efni.

Suðuaðferðir sem staðallinn gildir fyrir eru pinna-suða (11), duftsuða (12), hlífðargassuða (13), hlífðargassuða án notkunar suðuvírs (14) og plasmasuða (15). Hann gildir fyrir handvirkar, vélvæddar og sjálfvirkar suðuaðferðir.

Í staðlinum er bæði fjallað um þær gerðir galla sem kalla má formgalla og hina sem fremur eru útlitsgallar. Með formgöllum er átt við galla eins og sprungur, loftbólur, ónóga innbræðslu og annað þessháttar sem rýfur heildarformið í samsuðunni.

Útlitsgalli er það kallað þegar lögun suðunnar er ekki sem skyldi. Rangt a-mál og of há kúpa á suðu eru dæmi um þetta.

Í staðlinum er göllunum skipt í 6 flokka:

- 1 *Sprungur*
- 2 *Holrými*
- 3 *Inniluktur agnir*
- 4 *Ónóg innbræðsla/gegnumsuða*
- 5 *Útlitsgallar*
- 6 *Ýmis samhengisrof og útlitsgallar*

Flestir suðugallar hafa bókstafslykil sem vísar til International Institute of Weldings (IIW:s) „*Collection of Reference Radiographs*“.

Sprungur

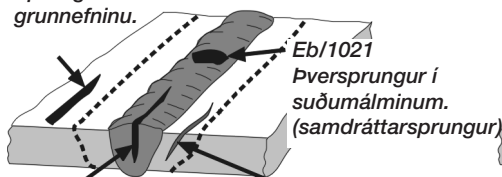
Sprungu er samhengisrof sem á staðbundinn hátt rýfur heildina. Sprungur myndast vegna upphitunar, kælingar eða álags.

Sprungur eru mjög alvarlegir suðugallar sem ófrá-víkjanlega valda falleinkunn fyrir suðana, hvort sem um suðupróf eða framleiðslu er að ræða.

Flokkur 1: Sprungur

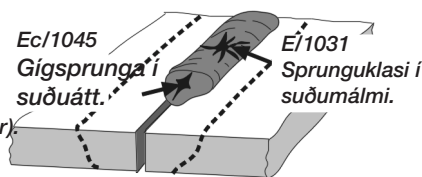
IIV-lykill	IST-ISO 6520	Gerð galla	Lýsing suðugallans	Sennileg orsök gallans	Ráðlögð aðgerð til að koma í veg fyrir gallann
Ea	101	1011 1012 1013 1014	Sprungur í suðuáttina í suðumálmnum. Sprungur í suðuáttina á mörkum suðumálms. Sprungur í suðuáttina á hitaáverkuðu svæði. Sprungur í suðuáttina í grunnefninu.	Flestar sprungur sem myndast í suðuefninu eru s.k. hitasprungur. Þær myndast í þeim hluta suðunnar sem storknar seinast, þ.e. í miðri suðunni. Þær ná oft upp til yfirborðsins, en geta verið huldar þar undir. Gallinn verður vegna óhreininda í grunnefninu (hátt fosfór-, kolefnis- og/eða brennisteinsinnihald) ásamt of háum suðuhita. Aðrar sprungur myndast af sömu ástæðu þ.e. óheppilegri samsetningu grunnefnisins.	MMA: Notið basískt suðuefni. MAG-Rörþráður: Sama MAG-Gegnheill: Hafið vara á hlutfalli hæðar og breiddar suðunnar. Almennt: Of hár suðustraumur eða of lítill suðuhraði eykur á líkurnar á þessum sprungugerðum.
Eb	102	1021 1023 1024	Þversprungur í suðumálmnum. Þversprungur á hitaáverkuðu svæði. Þversprungur í grunnefninu.	Þversprungur eru oftast kaldsprungur. Þær verða vegna of lágs orkuflæðis, samhliða samdráttar-spennu í suðuskeytunum.	Almennt: Aukið orkuflæðið og minnkið samdráttarspennuna í suðuskeytunum með því að sjóða í réttri suðuröð.
E	103	1031 1033 1034	Útgeislandi eða greinaðar sprungur ásamt sprunguklösum í suðumálmnum. Sama, á hitaáverkuðu svæði. Sama, í grunnefninu.	Sprungur sem verða vegna hersluáhrifa í suðu- eða grunnefni.	Almennt: Gætið þess að sjóða með réttum stillibreytum. Forðist hraða kælingu eftir suðuna. Kveikið aldrei ljósbogann fyrir utan suðufúguna.
Ec	104	1045 1046 1047	Gígsprungu í suðuátt Gígsprungu þvert á suðu. Stjörnulaga gígsprungu.	Gígsprungur geta myndast vegna rangt endaðrar suðu samhliða röngu suðuefni.	MMA/MAG/MIG: Endið suðuna með réttri hreyfingu. Notið passandi suðuefni. TIG: Notið „slope-down“ stillingu til að fá rétta ending suðunnar.

Ea/1014
Sprungu í suðuátt í grunnefninu.

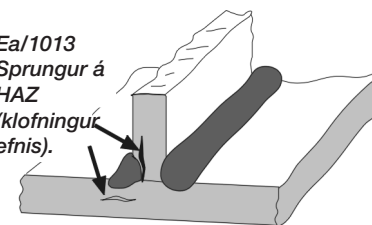


Ea/1011
Sprungu í suðuátt í suðumálmnum (hitasprungu).

Ea/1013
Sprungu í suðuátt á hitaáverkuðu svæði.



Ea/1013
Sprungur á HAZ (klofningur efnis).



Dæmi um sprungur.

Holrými

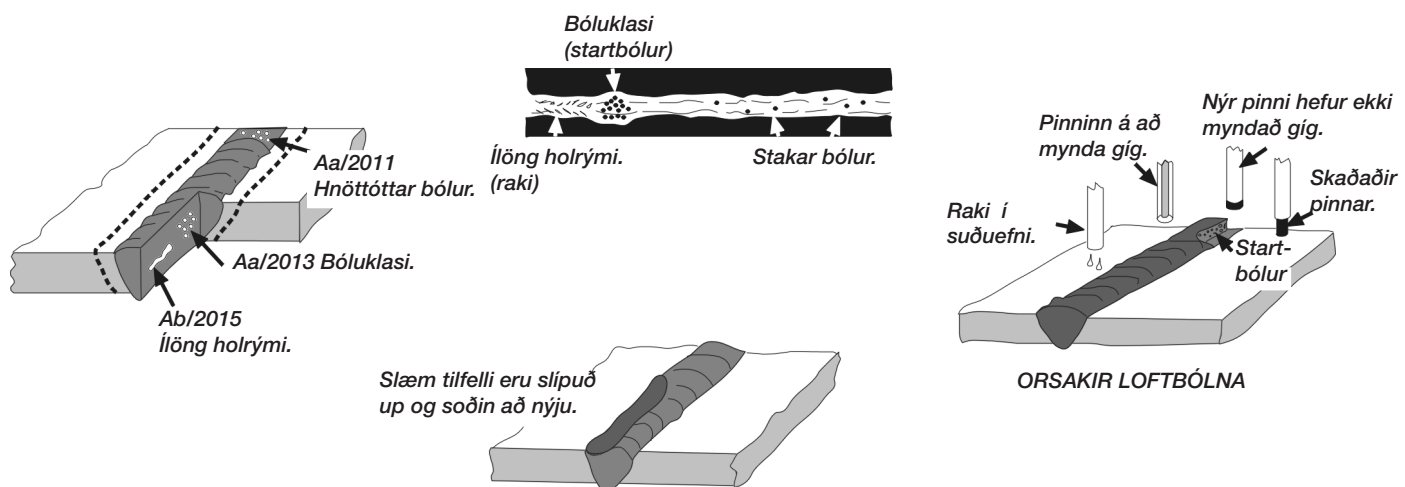
Holrými geta myndast bæði sem loftbólur og sem samdráttarholrými (pipes). Loftbólur innihalda gas og er gerður greinarmunur á milli margra gerða þeirra. Hér er hins vegar aðeins fjallað um þrjár gerðir þeirra.

Samdráttarholrými verður vegna þess að efnið nær ekki að dragast saman eins og þörf krefur. Það verður efnisskortur í lok suðunnar (suðugígur).

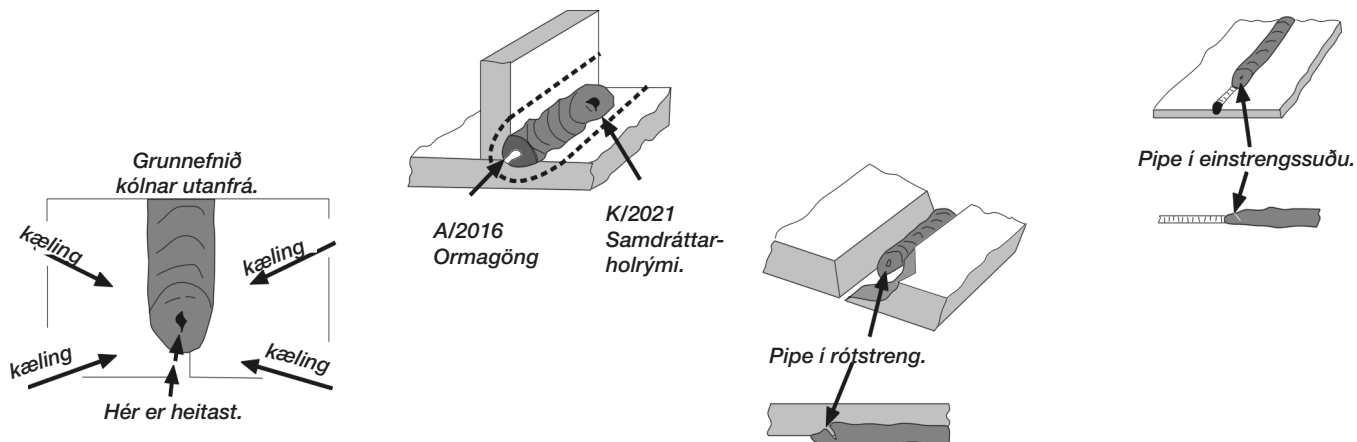
Inniluktar agnir í fösti formi

Flokkur 2: Holrými					
IIW -lykill	IST-ISO 6520	Gerð galla	Lýsing suðugallans	Sennileg orsök gallans	Ráðlögð aðgerð til að koma í veg fyrir gallann.
Aa Ab	201	2011 2015	Loftbólur, ílöng holrúm eða ormagöng.	Loftbólur verða vegna óhreininda í fúgu og/eða suðuefni, ófullnægjandi gashlíðar, of langs ljósboga, rangrar pólunar o.fl. Startbólur geta myndast í byrjun suðu áður en gígur myndast í enda suðupinnans, en það stýrir gashlífinni.	Almennt: Fúguyfirborð og suðuefni á að vera hreint og þurr. Suðan á að framkvæmast með réttri pólun fyrir suðuefnið. Kveikið ljósbogann frammi í fúgunni og bakkið að startpunktinum, þannig er komið í veg fyrir startbólur. MAG/TIG: Gætið að gasflæði.
K	202	2021	Samdráttarholrými (endagigar/pipes).	Samdráttarholrými getur myndast ef suðunni er lokið á rangan hátt.	Almennt: Ljúkið suðunni með því að fara örlítið til baka inn í suðuna frá endapunktinum. TIG: Notið „slope-down“ stillingu.

RÖNTGENMYND AF LOFTBÓLUM



Dæmi um loftbólur og orsakir þeirra.

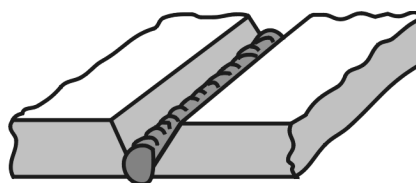


Dæmi um samdráttarholrými.

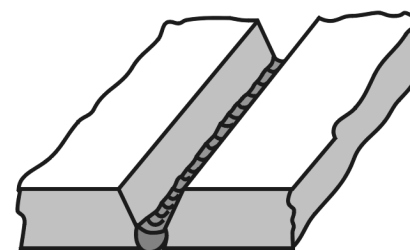
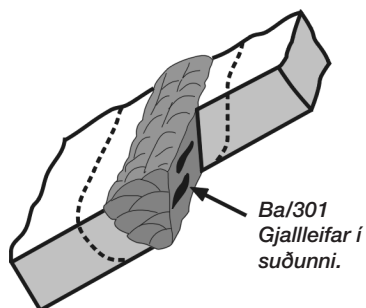
Inniluktar agnir í föstu formi geta verið framandi efni eins og gjall, oxíðir, wolfram o.s.frv. Þær eru flokkaðar sem „framandi efni innilukt í bræddum málminum“.

Ónóg samsuða eða ófullnægjandi gegnumsuða

Flokkur 3: Inniluktar agnir					
IIV-lykill	IST-ISO 6520	Gerð galla	Lýsing á suðugallanum	Sennileg orsök gallans	Ráðlögð aðgerð til að koma í veg fyrir gallann
Ba	301	301	Gjalleifar í suðu er gjall sem verður eftir í bráðinni þegar hún storknar. Það geta verið einstaka gjallagnir eða.....	Kæruleysi við gjallhreinsun. Gjalleifar ásamt röngum strengjastærðum við fjölstrengjasuðu. Of lítill suðuhraði og/eða of lágar stillibreytur.	Almennt: Gjall á í öllum tilfellum að fjarlægja vandlega. Forðist kúptar suður. Sjóðið með réttum stillibreytum (ekki of lágum).
Bb		3011	...lengri gjallrákir eða rendur, þ.e. samhangandi inniluktar gjalleifar.		
G	302		Flux eða suðuduftleifar í suðunni.	Ófullnægjandi hreinsun á milli strengja.	Almennt: Flux, duft og oxíðir verður að fjarlægja vandlega.
J	303		Inniluktar oxíðir eða oxíðhúð	Ófullnægjandi hreinsun skurðarflata. Illa hreinsað á milli strengja við MAG-suðu.	TIG: Skiptið yfir í grófara rafskaut ef auka þarf suðustrauminn.
H	304		Inniluktar málmagnir, eins og wolfram, eir o.fl.	Wolframleifar í suðu geta verið vegna of hás suðustraums við TIG-suðu eða að oddur rafskautsins hefur festst í bráðinni og brotnað af. Eirleifar geta komið frá ratarstuðningi úr eir.	



Kúptar suður (sérstaklega í V-fúgu) bjóða heim hættunni á gjalleifum.

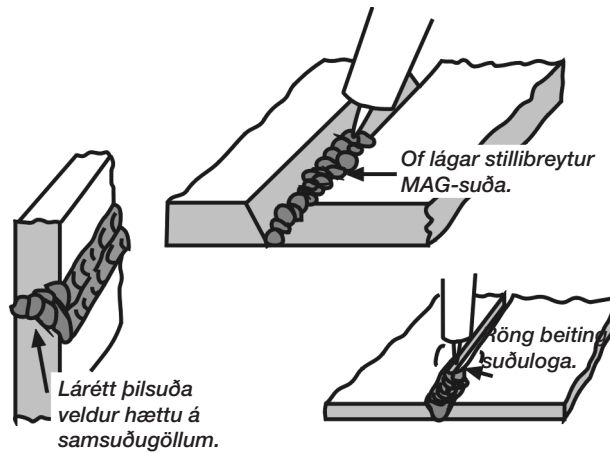
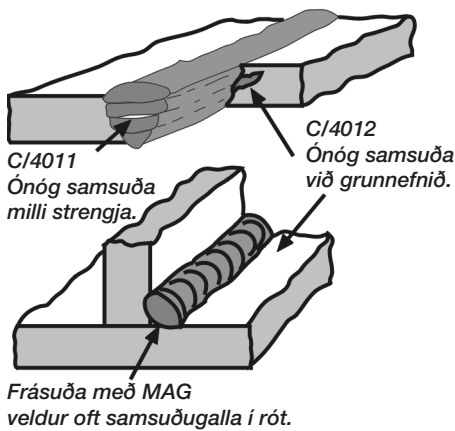


Íhvolfar suður gera slípun og aðra vinnslu suðunar óþarfa.

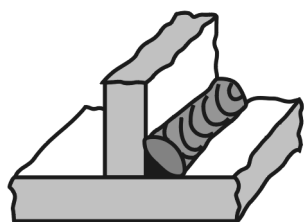
Dæmi um inniluktar agnir í föstu formi.

Ónóg samsuða þýðir að sambræðslan milli suðumálms og grunnefnis eða á milli suðustrengja er óviðunandi. Ófullnægjandi gegnumsuða (rótargalli) kemur fram á bakhlið (rótargalli) suðunnar þegar soðið er frá annarri hlið eða falin inni í henni við suðu beggja megin frá.

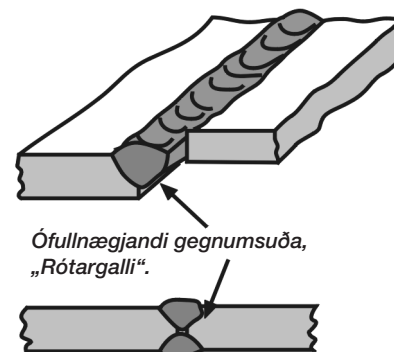
Flokkur 4: Ónóg samsuða eða ófullnægjandi gegnumsuða					
IIV-lykill	ÍST-ISO 6520	Gerð galla	Lýsing á suðugallanum	Sennileg orsök gallans	Ráðlögð aðgerð til að koma í veg fyrir gallann
C	401	4011 4012	Ónóg samsuða við grunnefnið. Ónóg samsuða við annan suðustreng.	Ónóg samsuða er algeng við MIG/MAG-suðu og gassuðu, og orsakast af því að ljósboginn/loginn nær ekki að bræða upp grunnefnið eða suðustrenginn undir.	MMA: Frekar óalgengt. Getur komið fyrir ef mál fúgunnar eru röng, t.d. við stúfsuðu í stöðu PC (lárétrri þilsuðu). MAG: Of lágar stillibreytur, rangur halli suðubyssu, fallandi suða eða frásuða.
D	402		Ófullnægjandi gegnumsuða (rótargalli) þýðir að suðan nær illa eða ekki í gegnum efnið.	Rangur eða ónógur undirbúningur fúgunnar (rangur halli fúgunnar, of lítið suðubíll, of stórir kantar). Ónógur undirbúningur fúgunnar fyrir suðu á bakhlið.	Almennt: Nákvæmur undirbúningur fúgunnar er mikilvægur við alla suðu. Ef vinna á bakhlið fyrir suðu verður að sjá til þess að allir gallar séu fjarlægðir. Við slípun/meitlun verður að sjá til þess að fúgan verði nægjanlega breið. Það er auðvelt að spilla fyrir með slípvélinni.



Dæmi um ónóga samsuðu.



Of lágar stillibreytur geta orsakað „rótargalla“.



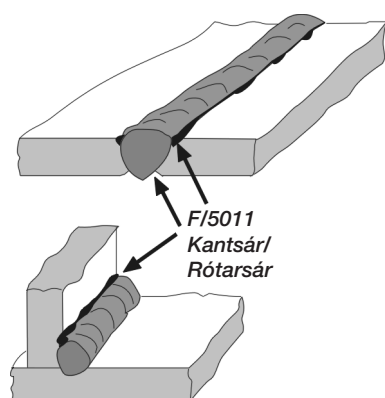
Dæmi um ófullnægjandi gegnumsuðu.

Útlitsgallar

Útlitsgalli er það kallað þegar suðan fylgir illa lögum suðuraufarinnar eða þegar lögum eða stærð suðunnar er röng. Röng stærð getur verið rangt a- eða z-mál, röng lögum er t.d. of stór eða of lítill kúfur á suðunni, kantsár

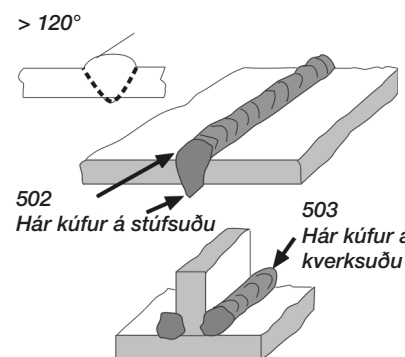
eða fallin suða, of mikil gegnumsuða o.fl. Það getur líka verið of stórt eða of lítið bil milli hluta sem tengja á saman.

Flokkur 5: Útlitsgallar					
I/W-lykill	IST ISO 6520	Gerð galla	Lýsing á suðugallanum	Sennileg orsök gallans	Ráðlögð aðgerð til að koma í veg fyrir gallann
F	501	5011	Kantsár eða rótarsár sem eru n.k. rásir eða díki á mörkum suðu og grunnefnis.	Rangur færsluhraði, rangar stillibreytur eða rangur halli á suðupinna/suðubyssu.	Almennt: Gætið að halla suðupinnans/-byssunnar. Sjóðið með réttum stillibreytum. Sýnið sérstaka aðgát við suðu í lóðréttri stöðu.
F	502 503		Of há kúpa við stúfsuðu. Of há kúpa við kverksuðu.	Lögum suðunnar er röng.	Almennt: Of lítill færsluhraði eða of lágar stillibreytur. Röng uppröðun/stærð strengja.
Enginn lykill			Rangt a- eða z-mál, ósamhverf kverksuða (misstór z-mál). Suðan runnin út fyrir fúguna, of mikil gegnumsuða eða sokkin suða.	Rangur færsluhraði sem veldur rangri stærð suðunnar. Rangur halli suðupinna/-byssu. Of háar stillibreytur. Rangur undirbúningur fúgu (t.d. of stórt suðubil).	Almennt: Það þarf þjálfun til að suðurnar verði af réttri stærð. Gætið að halla suðupinnans/-byssunnar. Almennt: Sjóðið með réttum stillibreytum – ekki of háum. Vandíð fúguundirbúningur svo suðubil og kantar verði réttir. Hitastig og þar með gegnumsuðu er hægt að finnstilla með því að breyta ljósbogalengd og suðuhalla.
Enginn lykill			Línuleg misbrýning. Suðan fyllir ekki í fúgu, ójöfn suðubreidd, óreglulegt yfirborð suðu. Íhvolf rót.	Rangur undirbúningur skeyta. Rangur suðuhraði/strengja-stærð. Kæruleysi/kunnáttuleysi við framkvæmd suðunnar. Rangar stillibreytur. Rangur undirbúningur fúgu. Rangur halli suðupinna/-byssu. Of langur ljósbogi.	Almennt: Gætið þess að hlutar vinnslustykkisins passi saman. Almennt: Fylgist með fúguköntunum svo að suðan fylli í fúguna án þess að flæða útfyrir. Almennt: Vandamálið kemur oftast upp í PE-stöðu. Vandíð fúguundirbúninginn. Hallið ekki pinnanum/byssunni of mikið í suðuáttina. Hafíð eins stuttan ljósboga og unnt er. MMA: Ef suðuferilslýsingin og pinninn leyfa; prófið að sjóða á jafnstraumi, mínuspól.

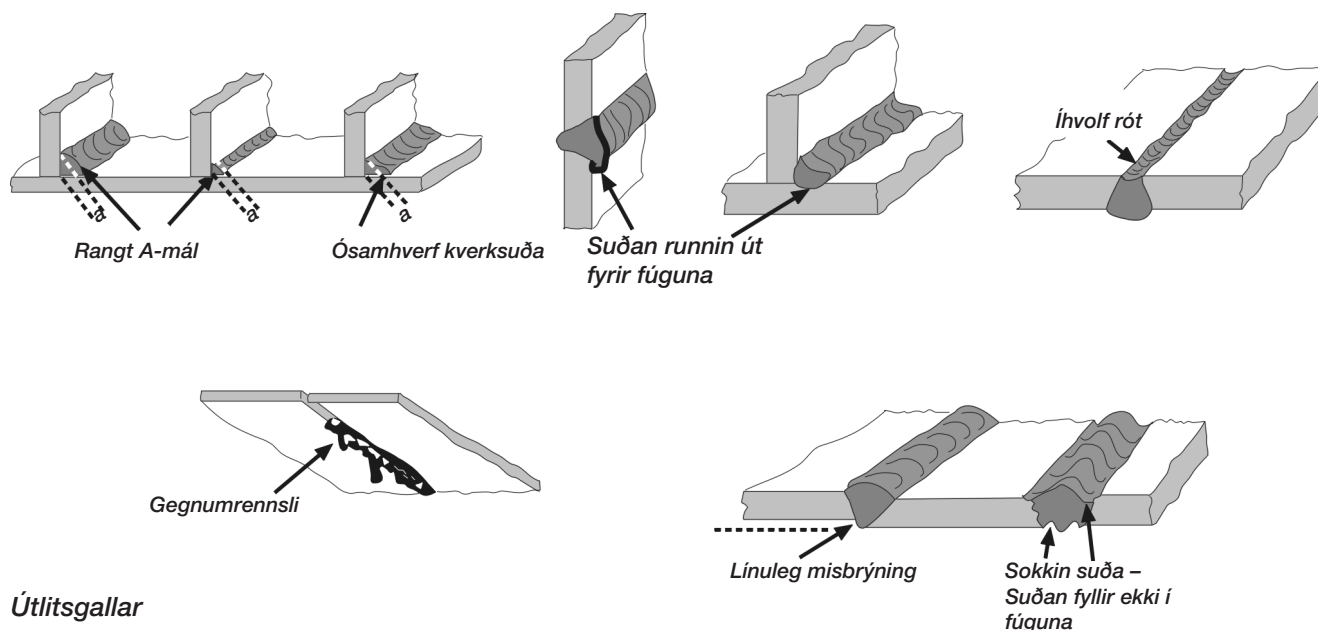


Skörp kantsár skapa misbrest og eru talin með alvarlegri suðugöllum.

Mjúk, grunn og stutt kantsár er aftur á móti hægt að una við.



Formgallar – kantsár og háir kúfar.



Útlitsgallar

Samhengisrof og útlitsgallar sem ekki passa í neinn af áðurnefndum flokkum

Af þessu tagi eru gallar sem ekki beint eru *suðugallar*, en geta þó haft mikil áhrif á gæði suðunnar og á það

mat sem suðan fær. Í flestum þessum tilfellum er um að ræða kæruleysi eða kunnáttuleysi hjá suðumanninum.

Flokkur 6: Annað

IIW-lykill	IST-ISO 6520	Gerð galla	Lýsing á suðugallanum	Sennileg orsök gallans	Ráðlögð aðgerð til að koma í veg fyrir gallann
	601		Kveikisár.	Agaleysi hjá suðumanninum.	Kveikið ljósbogann í fúgunni – ekki til hliðar við hana.
	602		Suðuspraut.	Rangar stillibreytur, of langur ljósbogi.	MMA: Haldið réttum ljósboga og suðustraumi. MAG: Minnkið spennuna eða aukið á þráðmötunina.
	603		Skaðað yfirborð.	Yfirborðsskaðar sem verða þegar fjarlægðar eru styrkingar og festingar, göt eftir prófborun o.s.frv.	Almennt: Öll ásoðin hjálpartæki á að fjarlægja þannig að engin ummerki verði eftir. Suðuleifar á að slípa slétt, sár á að fylla með suðu og slípa slétt.
	604		Slípisár.	Staðbundnir skaðar vegna óvarkárni við slípun.	Almennt: Sýnið varkárni við slípun svo að forðast megi sár.
	605		Meitiláverkar.	Staðbundnir skaðar vegna óvarkárni við meitlun, gjallhreinsun o.þ.h.	Almennt: Fjarlægjið gjall o.s.frv. með aðgát og helst án vegsummerkja.
	606		Ofslípun.	Þykktarminnkun vegna ofvirkni við slípivinnu.	Almennt: Slípið aldrei af slíku ofurkappi að skaðleg þynning verði á grunnefninu. Ef það gerist samt, á að fylla í með suðu. ATH! Farið þó ekki út fyrir ramma suðuferilslýsingar!

HEIMILDIR:

Svenska Standard SS-ISO 5817 – Svenska Standard SS ISO 6520 – Standardiseringskommissionen.

Marten Huisman – Filarc

M4.2.4 Búnaður til MIG/MAG-suðu: Uppbygging og viðhald

MIG/MAG-suðubúnaður samanstendur af:

1. Straumgjafa
2. Práðmatara
3. Suðuleiðslu
4. Suðuköplum/slöngum
5. Suðubyssu
6. Gasflösku með þrýstimæli / þrýstijafnara

Afriðill

Hlutverk straumgjafans er að framleiða straum við stöðuga spennu (Stöðugspennuafriðill). Hann samanstendur af spennni ásamt afriðli af einhverri gerð. Spennan er yfirleitt stillt með bæði gróf- og fínstillingu.

Eldri MIG/MAG-vélar eru einungis ætlaðar fyrir MIG/MAG-suðu, en með nútímalegum, hátíðni- og tíðnistilltum vélum, er líka hægt að pinnasjóða og TIG-sjóða.

Afriðillinn skilar jafnstraumi. Riðstraumurinn frá stofninum er spenntur niður og er síðan breytt í jafnstraum í afriðlinum. Það er gert með díóðum eða þýristorum.

Straumurinn er stilltur með hreyfanlegum kjarna í spenninum (sjá um suðutransara, E 123) eða með þýristorum eða annari rafeindastýringu.

Hin svokallaða **hátíðnivél** flokkast einnig með jafnstraumsvélum.

Hátíðnivélin skilar jafnstraumi og samanstendur af:

- Stofn-afriðli sem breytir riðstraumi stofnspennunnar í jafnstraum
- Riðbreyti sem breytir jafnstraumnum aftur í riðstraum, en nú með mun hærri tíðni
- Spennubreyti sem breytir stofnspennunni niður í 20-50 V.
- Afriðli á eftirhlið spennisins sem gefur út nothæfan suðustraum.

Einkenni hátíðnivéllanna er hvað þær eru léttar og fyrirferðarlitlar. Þar sem bæði virknisþáttur er hár og orkuskil mikil, má oft nota bæði grennri rafleiðslur og minni öryggi en þegar notuð er venjuleg jafnstraumssuðuvél.



MIG/MAG-suðuvél með jafnstraumsgjafa



MIG/MAG-suðuvél með hátíðnitraumgjafa

For- og eftirrásir, stofnhlíf

Sú straumurás sem er á milli innstungu og vélarinnar er kölluð *forrás* (enska: primary circuit), en hin sem er á milli suðuvélar og vinnslustykkis er kölluð *eftirrás*, (secondary circuit).

Til að minnka stofnalagið er straumnum deilt á þrjá fasa (nema á sumum riðstraumsvélum). Ef suðuvélin verður fyrir yfirálagi rofnar straumurinn þar sem öryggi á einum eða fleiri fösnum slær út. Það er því mikilvægt að nota rétt öryggi (gefið upp á merkisþjaldi suðuvélarinnar).

Ef öryggið er of stórt nær vélin að skaðast áður en öryggið slær út.

Eftirlit með mælibúnaði fyrir suðustrauminn

Stilling MIG/MAG-búnaðarins er gerð með hnöppum af ýmsu tagi.

Þráðmötun sem skammtar suðuefnið. Á flestum MIG/MAG-straumgjöfum er stilling sem gefur upp mötunarhraðann í metrum á mínútu, en til eru vélar þar sem stilling er gefin í óháðu gildi t.d. 1 - 10.

Suðustraumurinn er stilltur með þráðmötuninni, með sama hnappi. Þar sem þessi stilling, eins og áður sagði, sýnir í mesta lagi mötunarhraðann, verður að mæla suðustrauminn á annan hátt. Það er gert með innbyggðum ampermæli á vélinni eða þá að notaður er laus mælir.

Ef gefa á upp nákvæmt ampergildi, t.d. við gerð suðuferilslýsinga, verður að mæla strauminn með lausum mæli.

Á nýjustu suðuvélunum eru allar suðustillibreytur stilltar inn með hjálp örgjafa sem býður upp á mikla nákvæmni.

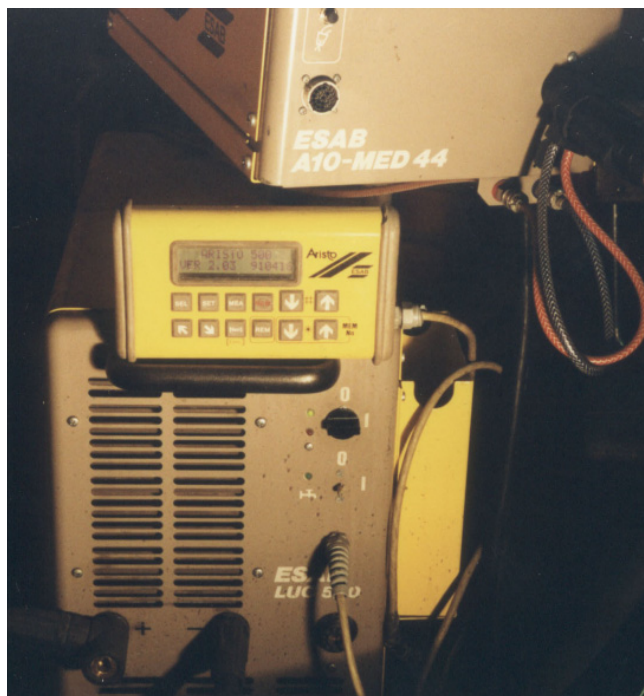
Jarðtenging

Til að hringrás verði í suðurásinni verður að leiða suðustrauminn til baka. Á MIG/MAG-straumgjafa tengist jarðkapallin við –pól vélarinnar, nema þegar soðin er viss gerð rörþráðar.

Jarðkapallinn þarf að vera nægilega sver fyrir þann suðustraum sem er notaður. Jarðklemman á að vera af vandaðri gerð og heil, rétt eins og tengingin við hana.



Þráðmötun og suðustraumur eru stillt með sama hnappi. Spennan er stillt með öðrum hnappi.



Nútímaleg, rafeindastýrð suðuvél.

Kaplar og suðubyssur

Suðustraururinn er leiddur frá straumgjafanum í suðuleiðslu að jarðklemmunni með sams konar kapli og notaður er við pinnasuðu, þ.e. með kopar- eða álkjarna og einangrun úr plasti eða gúmmí.

Frá þráðmatara að suðubyssu er straururinn leiddur í kapli sem er einnig með stjórnleiðslu, þráðleiðara, gasslöngu og stundum kælislöngum, en saman myndar þetta *suðuleiðslu*.

Suðuleiðslur eru til í ólíkum stærðum, allt eftir straumþoli. Stærðirnar eru 160-, 200-, 250-, 350-, og 500 amper. Stærð suðuleiðslanna fer einnig mikið eftir framleiðanda.

Innan í suðuleiðslunni er þráðleiðarinn sem getur verið úr plasti eða stáli, eða hvoru tveggja. Sérstakur þráðleiðari er fyrir hverja stærð suðuþráðar, þ.e. 0,6 - 0,8 - 1,0 - 1,2 og 1,4 mm. Það er nauðsynlegt að skipta um þráðleiðara um leið og skipt er í aðra stærð suðuþráðar.

Tenging suðuleiðslunnar við suðuvélina/þráðmatarann getur verið með tvennum hætti. Annaðhvort þeirri gerð sem ESAB notar ennþá eða hið svo kallaða evrótengi sem m.a. Kemppi og Binzell nota.

Hlutverk suðubyssunnar er að flytja straurinn yfir í suðuþráðinn (sem þar með er orðinn að rafskauti) ásamt því að stýra hlífðargasinu yfir ljósboga og suðupoll.

Eins og suðuleiðslur eru suðubyssur til fyrir mismunandi straumstyrk, og með eða án vatnskælingar. Yfirleitt eru suðubyssur fyrir meira en 150 A vatnskældar. Að auki er skilið á milli suðubysa fyrir push (ýtandi), pull (dragandi) eða push-pull (ýtandi-dragandi) mötun.*

Byssur með dragandi mötun eru orðnar sjaldgæfar. Push-pull gerðin er mest notuð við suðu á áli, þar sem mýkt suðuþráðarins setur auknar kröfur. Hún hefur innbyggðan þráðmatara og er því mun stærri um sig en byssur fyrir ýtandi mötun.



Mismunandi gerðir af suðubyssum.



Tenging suðuleiðslunnar við straumgjafann getur verið s.k. Evrópugerð eða hin sérstaka ESAB gerð.

*Ath.þýð. Stundum er talað um afturdrif (push), framdrif (pull) og drif á öllum (push-pull).

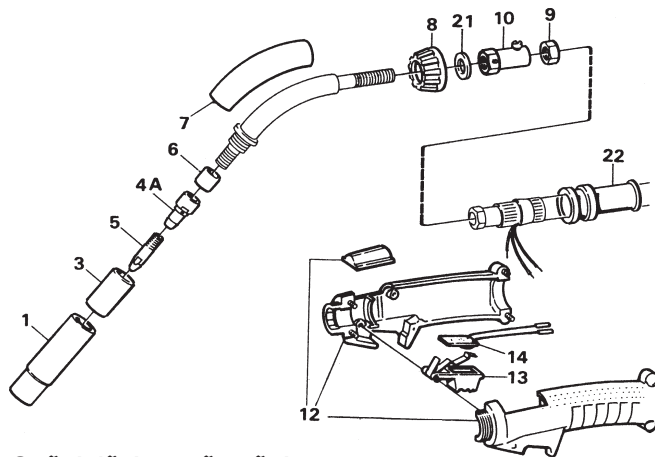
Algengust er ýtandi mótun, þar sem þræðinum er ýtt af drifkeflum mótunarbúnaðarins inn í þræðleiðarann og þaðan út í gegnum spíss suðubyssunnar.

Helstu hlutar suðubyssunnar eru: handfang, rofi (gikkur), s.k. svanaháls (hægt er að fá beina), spíssa-haldari, gasjafnari, spíss og gashulsa.

Spíssinn færir suðustraum vélarinnar yfir í suðuþræðinn. Gashulsan sér til þess, með hjálp gasjafnarans sem er innan við spíssinn, að gasflæðið sé jafnt yfir suðuvæðið.

Suðubyssur fyrir grófan suðuþræð eða rörþræð er einnig hægt að búa með reykútsogi.

Ef suðan fer fram langt frá straumgjafanum er hægt að koma fyrir millistöðvum með þræðmötun. (Algengt á stórum suðuvélmönnum).



Suðuleiðsla með suðubyssu.

Viðhald búnaðar: ástand kapla og tenginga, hreinleiki snertiflata, gasstreymi og stjórnun þess

Það borgar sig að minnka slit á suðubúnaðinum með virku viðhaldi.

Suðumaðurinn á að vita hvaða viðhald hann má framkvæma án þess að setja sig í hættu vegna rafmagns, einnig á hann að kunna að gildismæla búnaðinn þannig að hægt sé að aðlaga suðuvinnuna þeim kröfum sem settar eru t.d. við vinnu eftir suðuferilslýsingu (WPS).

Fyrirbyggjandi aðgerðir eins og vinnureglur um daglegt-, vikulegt- og hálfársviðhald (sjá tékklista í lok kaflans), endurnýjun slíthluta, smurning, hreinsun og lekaleit eru nauðsynlegir þættir í nútíma suðuvinnu. Þannig uppgötvast bilanir í tíma og komist verður hjá truflun í framleiðslu. Að auki auðveldar þetta að halda stillingum réttum í gildismældum búnaði!

Vegna þeirra fjölmörgu stillibreyta sem MIG/MAG-suðan er háð, eru gerðar æ meiri kröfur um umsjón og viðhald. Margir samstilltir þættir eiga að skapa bestu mögulegu útkomu í suðuvinnunni.

Mikilvægur þáttur er að athuga gasflæðið, en algengt er að flæðimælar þrýstijafnaranna sýni rangt gildi. Þessa athugun er einfaldast að gera með lausum flæðimæli. (Sjá kafla M 2.2.2. bls. 4)

Annar mikilvægur þáttur er þráðleiðarinn í suðuleiðslunni. Hann fyllist smátt og smátt af ryki og óhreinindum og að lokum á þráðmatarinn erfitt með að ýta þræðinum fram en það truflar suðuna og veldur töfum í framleiðslunni. Leiða má að því líkur að nærri 90% allra truflana í suðuvinnu séu vegna truflana í þráðmötuninni.

Þráðleiðara suðuleiðslunnar á að blása hreinan að minnsta kosti við hver þráðrúlluskipti.

Kvörðun til að fylgjast með stilliskekkjum

Raunstilling suðuvélarinnar er oft önnur en sú sem kvarðinn sýnir. Við langtímanotkun geta stillihneppar orðið fyrir hnjaski og getur þá stilliskekkjan orðið mjög mikil.

Vegna þessa á að gildismæla suðuvélar reglulega, þ.e. að stillt gildi t.d. suðustraums er borið saman við raunstillingu sem mæld er með ampermæli.

Ein leið til að mæla orkutap sem verður í lélegum köplum og slitnum suðu- og jarðklemmum er að mæla spennuna. Við tengin á vélinni er hægt að mæla vinnuspennuna og bera saman við ljósbogaspennuna sem mæld er í suðutönginni/-byssunni.

Mötunarbúnaðurinn og virkni hans

Hlutverk mötunarbúnaðarins er að mata suðuþráðinn fram í gegnum þráðleiðara og suðubyssu.

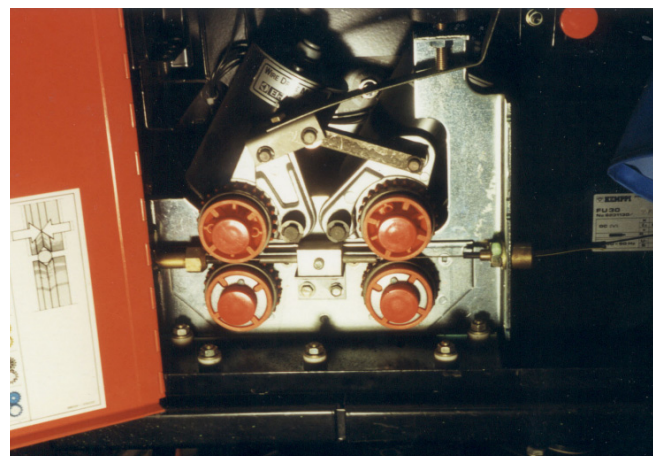
Færsluhraði vírsins er stilltur handvirkt, í metrum á mínútu, með hnappi á suðuvélinni. Hraði ýtandi-dragandi (push-pull) mötunar er stilltur á suðubyssunni.

Til að gildismæla mötunarhraðann er hægt að mata þráð á gólfíð í t.d. 20 sekúndur og mæla síðan lengd þráðarins og margfalda með 3 ($20 \times 3 = 60$). Þá veit maður mötunarhraðann.

Þráðurinn er mataður með drifhjólum sem klemma að þræðinum, einu eða tveimur pörum. Einstaka mötunarbúnaður eru búinn skásettum drifhjólum.



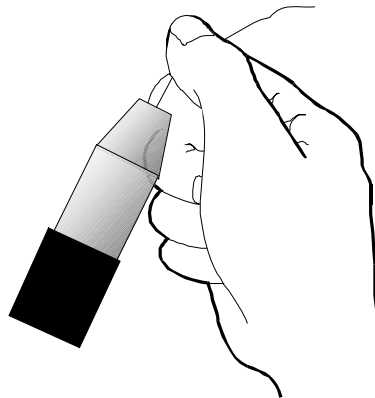
Mötunarbúnaður með eitt par drifhjóla.



Mötunarbúnaður með tvö pör drifhjóla.

Þrýstingur drifhjólanna má ekki vera meiri en svo að hægt sé að stöðva þræðinn á milli þumals og vísi-fingurs. Ef hjólin þrýsta of fast að þræðinum getur hann skemmst og valdið truflunum í mötuninni. Munið, þetta er mötunarbúnaður - ekki völsunarbúnaður.

Alvanalegt er að þræðleiðarinn stíflist af óhreinindum og leiðir það til truflana í mötuninni. Kærulausir suðumenn eiga það þá til að auka þrýstinginn á drif-hjólin sem bætir ástandið tímabundið. Einfaldara er að blása þræðleiðarann hreinan.



Þegar réttur þrýstingur er á drifhjólin á að vera hægt að halda þræðinum föstum á milli þumals og

Eftirlit tryggir rétta virkni

Athuga þarf reglulega að gashulsan sé hrein og laus við suðuspraut. Suðuspraut í gashulsunni truflar gasflæðið eða stoppar það að lokum alveg. Að auki getur suðusprautið leitt til straumtruflana ef straumurinn leiðist annað en í suðuþræðinn.

Notið úða eða feiti til að koma í veg fyrir að sprautið festist auðveldlega í gashulsunni. Úðanum má sprauta í kalda gashulu en best er að vinnuhita sé náð áður en hulsunni er dýft í feitina.

Spíssinn er slithlutur. Ef suðuþræðurinn festist oft skadast spíssinn og það veldur enn meiri truflunum. Álsuðuþræður er sérstaklega viðkvæmur fyrir lélegum spíssum.

Suðustraumgjafar og þræðmatarar hafa gott af að blásast hreindir eða vera ryksugaðir reglulega. Sérstaklega eru hátíðni- og tíðnibreytivélar viðkvæmar fyrir ryki vegna hins mikla rafeindabúnaðar sem í þeim er.

Fylgist einnig með gasflæðinu reglulega. Endurnýið gamlar og sprungnar gasslögur. Loft getur nefnilega þrengt sér inn í sprungnar slögur og valdið alvarlegum suðugöllum.

Viðhaldsáætlun MIG/MAG

Vélar- tegund	Gerð	Framl. ár	Vélar- nr.	Skráningar nr.	Deild	Athugasemdir
Tíðni		Framkvæmt af:				
Dagl.	Vikul.	Mán.	6 mán.	Viðhaldslisti MIG/MAG	Tillögur um aðgerðir	
S		S	S	1. Hreinsun suðuvélar	Er gert með þurru og hreinu lofti - með minnkuðum þrýstingi. Enn betra er að nota ryksugu - þá dreifist ekki rykið út um allt.	
		S		2. Eftirlit með suðuköplum	Athugið hvort kaplar séu í góðu lagi og að tengingar við suðuvélina séu í lagi.	
		S		3. Hreinsun ryksíu	Þvoið síuna í volgu vatni, t.d. með smávegis uppþotta-efni. Notið aldrei eldfim efni eins og þynni eða þess háttar! Gangið einnig úr skugga um að sían sé heil. Ef mikið ryk er í umhverfinu þarf að gera þetta oft.	
S				4. Að kveikja og slökkva á vélinni	Til að minnka slit á vélinni á að slökkva á henni þegar hún er ekki í notkun.	
			R	5. Eftirlit með rafeindabúnaði	Hafið leiðbeiningabók vélarinnar til hliðsjónar. Flestar nútíma suðuvélar eru algerlegar viðhaldsfriar að þessu leyti. (Sjá þó fyrsta lið um almenna hreinsun)	
	S			6. Almenn eftirlit með suðuvélinni	Suðuvélar sem fluttar eru á milli vinnustaða geta auðveldlega skaðast. Notið alltaf lyftikróka vélarinnar þegar henni er lyft.	
S				7. Almenn þrif á vinnustaðnum	Slökkvið á suðuvélinni svo að hún dragi ekki til sín málmryk.	
	S			8. Almenn þrif verkstæðis	Sama hve oft og hvernig er þrifið, er mikilvægt að sjá til þess að vélar og búnaður hjóti ekki tjón af. Byrjið alltaf á því að slökkva á suðuvélum og rúlla upp öllum köplum.	
		S		9. Eftirlit með gasslögum og tengingum	Notið lekaleitarúða á tengingar. Fylgist með sprungumyndun í slögum. Slöngur sem verið hafa í þurru og heitu umhverfi þurfa sérstakt eftirlit.	
S				10. Eftirlit með kælivökvamagni	Það er mikilvægt að ávallt sé nægjanlegt magn kælivökva til að koma í veg fyrir tjón á suðuleiðslu og kælivökvaðælu.	
			S	11. Eftirlit með kælivökvaðælu	Kannið einnig kællagnir í suðuleiðslu. Fylgið leiðbeiningum í handbók vélarinnar.	
			S	12. Kælivökvaskipti *	Skipta á um kælivökva einu sinni á ári. Notið tilbúinn vökva - ekki óblandað vatn.	
		S		13. Eftirlit með suðuleiðslu og -byssu	Leitið skemmda á handfangi og hlífðarkápu. Skoðið einnig tengingar fyrir gas og kælivökva.	
		S		14. Eftirlit með leiðsporur drifhjóra	Ef sporin eru illa slitin truflast mótunin. Skiptið um hjól ef slit er áberandi.	
	S			15. Eftirlit með þráðleiðara og spíss	Þráðleiðarann á að blása hreinan við hver rúlluskipti. Skiptið um spíssinn ef sér á honum slit.	
		S		16. Eftirlit með þráðleiðaranippli	Athugið að nippillinn sé fyrir miðju. Skiptið um nippil ef hann er skemmdur.	
		S		17. Eftirlit með þráðrúlluhemli	Stillið eftir þörfum, sjá handbók.	
		S		18. Smurning drifhjóra	Fylgið leiðbeiningum handbókar um smurningu, oftast tvisvar á ári. Ryðfrí hjól á að smyrja með þurru smurefni (teflon).	

S = Suðumaðurinn

R = Rafvirki eða viðgerðamaður

* Einu sinni á ári

Skráning suðubúnaðar

Þar sem margar suðuvélar og gastæki eru, ætti að merkja hvert tæki með skráningarspjaldi. Á spjald-inu eiga að vera upplýsingar um það hvenær eftirlit fór fram síðast og hvenær vélin var gildismæld. Þá má líka skrá á spjaldið viðgerðir, útlán o.s.frv.

RÖRASUÐA HF - SKRÁNINGARSPJALD																			
Vélarategund:																			
Vörutalningarnr: <input style="width: 100%;" type="text"/>					Framleiðslunr: <input style="width: 100%;" type="text"/>														
Vörutalning																			
Dags: <table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table>																			
Sign: <table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table>																			
Yfirfarin / Gildismæld																			
Dags: <table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table>																			
Sign: <table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table>																			
Viðgerðir: _____																			

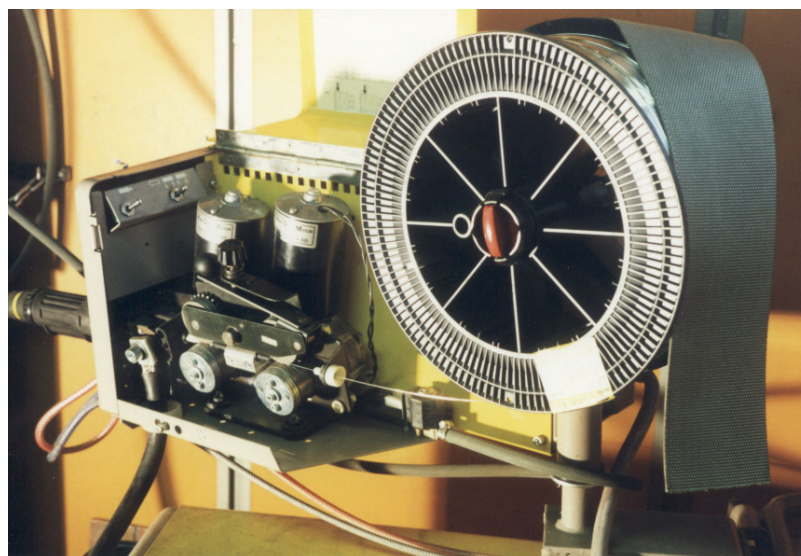
Staðsetning vélarinnar: _____																			

Bilanaleit - MIG/MAG straumgjafar

Einkenni	Sennileg orsök	Aðgerð
Enginn suðustraumur. Kveikt á aðalrofa en gaumljós lýsir ekki.	Stofnstraumur rofinn. Einn fasa vantar í stofnstraum.	Athugið stofnstrauminn. Skiptið um öryggi.
Enginn suðustraumur. Kveikt á aðalrofa og gaumljós lýsir.	Rof í suðustraumrás. Léleg eða engin jörð. Engin lausagangsspenna.	Athugið suðuleiðslur-/kapla og tengingar. Athugið tenginguna í jarðklemmuni. Gangið úr skugga um að hún sé í lagi. Skiptið um öryggi í suðuvélinni - fylgið leiðbeinigum framleiðanda.
Enginn suðustraumur. Kveikt á aðalrofa og gaumljós lýsir.	Yfirálagsvörnin slær út. Kælliftrásir stíflaðar. Kælivökvalagnir óeðlilega óhreinar. Fasa vantar í stofn. Tenging milli straumgjafa og matarverks rofin eða biluð.	Athugið virknispátt. Látið vélina kólna. Hreinsið óhreinindi úr loftrásum. Blásið hreinar með þurru lofti. Kveikið og slökkvið nokkrum sinnum á höfuðrofa / athugið öryggi. Athugið tengingar.

Bilanaleit - Mötunarbúnaður

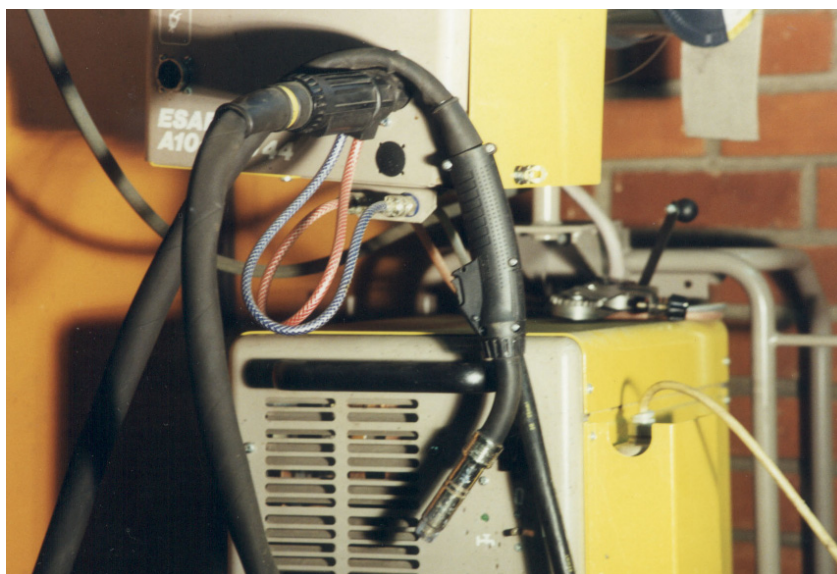
Einkenni	Sennileg orsök	Aðgerð
Engin þráðmötun. Kveikt á aðalrofa og gaumljós lýsir.	Suðupráður fastbrenndur í spíss. Slökkt á mötunarbúnaði / straumgjafi stilltur á pinnasuðu. Drifhjól mötunarbúnaðar óhrein. Drifhjól mötunarbúnaðar slitin. Práðleiðari skemmdur, eða stíflaður af óhreininum.	Losið spíssinn, hreinsið og stillið þráðmötun. Athugið að þráðurinn sé ekki flæktur. Kveikið / stillið á MIG/MAG. Hreinsið með mjúkum vírbursta (kopar). Endurnýið. Blásið hreint með þurru lofti eða endurnýið.



Mötunarbúnaður fyrir suðupráð.

Bilanaleit - suðubysa / kæling

Einkenni	Sennileg orsök	Aðgerð
Ójöfn mótun – léleg suða.	<p>Práðleiðarinn skemmdur eða stíflaður af óhreinindum.</p> <p>Gashulsa og spíss full / stífluð af suðusprauti.</p> <p>Práðleiðari af rangri stærð.</p> <p>Skemmdur práðleiðari</p> <p>Rangur þrýstingur á drifhjól.</p> <p>Ónógur eða enginn kælivökvi.</p>	<p>Endurnýið eða blásið hreint með þurru lofti.</p> <p>Hreinsið með sérverkfærum. Dýfið gashulsunni í feiti eða notið úða.</p> <p>Skiptið um práðleiðara. Notið teflonleiðara fyrir MIG og stálspíral fyrir MAG.</p> <p>Endurnýið.</p> <p>Stillið þrýstinginn. Það skal vera hægt að stoppa þráðinn á milli tveggja fingra.</p> <p>Fyllið á vökvageymi samkvæmt leiðbeiningum framleiðanda.</p>
Suðubysan hitnar óeðlilega mikið.	<p>Kælivökvaslöngur öfugt tengdar.</p> <p>Kælivökvaslöngur stíflaðar af óhreinindum og útfellingum eða kælivökvahringrásin óvirk af öðrum ástæðum.</p> <p>Prýstivari stíflaður af óhreinindum.</p>	<p>Tengið samkvæmt leiðbeiningum.</p> <p>Hreinsið kælivökvatankinn (fáið til þess sérfróðan viðgerðarmann ef þörf krefur). Opnið lok tanksins og athugið bakrennsli. Reynist þörf á að blása kæilagnir hreinar - minnkið þá þrýstinginn í ca. 2 bar. (Gleymið ekki að koma bakrennsli-sigti fyrir sem er á inntakinu). Athugið að lagnir séu ekki klemmdar.</p> <p>Látið kunnáttumann hreinsa þrýstivarann.</p>
Kælikerfið virkar ekki. Kveikt á aðalrofa og gaumljós lýsir.	<p>Mótorhlífðarrofi rangt stilltur.</p> <p>Dælumótor ónýtur eða „tregur“.</p>	<p>Stillið rofann (fáið kunnáttumann til verksins).</p> <p>Skiptið um dælumótor eða athugið ástand kælivökvans (fáið til þess kunnáttumann).</p>



Suðubysa með vökvakælingu.

M4.2.5 Yfirlit yfir málmsuðuaðferðir

Upprifjun: Ljósboginn sem hitagjafi

(sjá M1.2.2)

Upprifjun: Suðubúnaður

(sjá M1.2.3)

Upprifjun: Suðupráður

(sjá M2.2.1)

Grunnþættir pinnasuðu

Pinnasuða - MMA (Manual Metal Arc) hefur lengi verið ein mest notaða suðuaðferðin. Hún byggir á því að rafstraumi er hleypt á milli suðuvírs sem bráðnar niður í sífellu og vinnslustykkisins. Straumgjafinn sem er notaður er ýmist riðstraumstransari eða einhver gerð jafnstraumssuðuvéla.

Húðaður rafsuðuvír er í stöðluðum lengdum og gildleikum.

Þegar soðið er með húðuðum rafsuðuvír er suðunni hlíft með því gasi sem myndast þegar efni í hulunni brenna, þessi hlíf „tryggir“ loftbólulausa suðu.

Búnaður til pinnasuðu

Suðubúnaðar til pinnasuðu telst, auk straumgjafans, suðutöngin og jarðklemman með tilheyrandi köplum.

Nauðsynlegir fylgihlutir eru síðan gjallhamarinn, vírburstinn, slípirokkur og jafnvel fjarstýring til straumstillingar.

Eitt af því sem skilur á milli MMA og MIG/MAG-suðu, eru eiginleikar straumgjafanna.

Fyrir MMA-suðu þarf straumgjafa með fallandi álagseinkenni, þ.e. snögg skipti úr kveiki- í ljósbogaspenntu. Þetta er til þess að straumgjafinn geti jafnað fljótt út þann mun sem verður á ljósbogaspenntu við breytingar á ljósbogalengdinni, og hafi jafnframt góða kveikieiginleika.

Þessir eiginleikar eiga að vera til gagns og hjálpar suðumanninum. Pinnasuðan krefst einnig talsverðrar hæfni suðumannsins.

Vegna þess hve ólíkir eiginleikar MMA véla og MIG/MAG véla þurfa að vera, er ekki hægt að nota sama *afriðilsstraumgjafann* fyrir báðar suðuaðferð-irnar. Hins vegar er hægt að nota sama *tíðnibreyti-straumgjafann*. Þar er nefnilega hægt að breyta eiginleikum eftir óskum.

Suðupinnar

Suðupinninn samanstendur af kjarnavír með ápressaðri hulu, sem bráðnar niður jafnhliða kjarnavírnum vegna hitans frá ljósboganum.

Þar sem pinninn bráðnar niður við suðuna og vegna mikilvægis þess að halda lengd ljósbogans jafnri, þarf hann að færast að vinnustykkinu með jöfnum hraða.

Suðupinnar fyrir MMA-suðu eru til í þvermálsstærðunum 1,6 til 7 mm. Suðupinnar sem ekki innihalda járnduft í kápunni skila 80 til 95% af þyngd bráðins kjarnavírs sem málmi í suðuna, talað er um að vírin hafi 80 til 95% nýtni. Með auknu járndufti í kápunni, aukast skilin. Þegar suðumálmurinn frá pinnanum fer yfir 130% af þyngd bráðins kjarnavírs, flokkast hann sem *háafkastapinni*.

Hulugerðir

Hula suðupinnans þjónar meðal annars því hlutverki að auðvelda jónun ljósbogans, mynda gas, færa afoxunarefni og íblöndunarefni í suðuna, mynda verndandi gjall sem þekur suðuna og hjálpar til við að forma hana ásamt því að auka nýtni pinnans. Algengustu hulugerðirnar eru eftirfarandi:

Rútlpinnar

Rútlpinnar sem innihalda mikið af steinefninu rútl, TiO_2 , eru auðveldir í kveikingu og notkun. Þeir henta því vel til notkunar þar sem þarf stöðugt að kveikja og slökkva ljósbogann, t.d. við punktun. Rútlpinnar eru ekki eins viðkvæmir fyrir raka og basískir pinnar, suðan fær slétt yfirborð og efnistap af dropafrussi er lítið. Hægt er að sjóða þá með bæði riðstraumi eða jafnstraumi, þeir henta mjög vel við suðu á þunnu efni og við kverksuðu þar sem yfirgangurinn yfir í grunnefnið þarf að vera jafn.

Gæði suðuefnisins í rútlpinnum eru ekki þau sömu og í basískum pinnum og eru þeir mest notaðir í alla almenna suðuvinnu þar sem kröfur um styrk og höggþol eru ekki miklar. Rútlpinnar duga vel fyrir flest óblönduð stál.

Rútl háafkastapinnar

Háafkastapinnar eru auðsoðnir, mynda gjall sem auðvelt er að hreinsa, fallega strengi og henta sérstaklega vel til lárétrar suðu og suðu á standandi kverksuðum. Brotmörk suðuefnisins eru lítið eitt eða nokkru hærra en hjá óblönduðum basískum pinnum en togþol og höggþol eru lægri.

Sléttleiki suðustrengsins og jafn yfirgangur yfir í grunnefnið gera það að verkum að suðuskeyti soðin með rútlpinnum eru að minnsta kosti jöfn að gæðum óunninna suða, soðnum með basískum pinnum hvað varðar þreytuþol.

Basískir pinnar

Basískir pinnar með kalk í kápunni hafa lágan suðuhræða við lárétta suðu, en eru fljótari öðrum pinnum við suðu í stöðunni lóðrétt stígandi. Ástæða þessa er að basíska pinna er hægt að sjóða á hærri straumi en aðra við lóðréttu suðu.

Að jafnaði er ekki eins auðvelt að hreinsa gjall eftir basíska pinna eins og eftir rútl- eða súra pinna. Basískt gjall hefur lægri bræðslumörk en gjall eftir rútl- og súra pinna. Hættan á gjalli í suðu er því minni þegar basískir

pinnar eru notaðir, jafnvel þótt ekki sé fullkomlega hreinsað á milli strengja við fjölstrengjasuðu.

Basískir pinnar hafa lágt vatnsefnisinnihald og oftast gott höggþol, jafnvel við lágt hitastig. Því herðanlegra sem stálið er sem á að sjóða, því nauðsynlegra er að nota basíska pinna með lágu rakainnihaldi í kápunni.

Zirkon- og rútlbasískir pinnar

Þessar tvær pinnagerðir hafa þróast til að ná fram vissum eiginleikum:

- Zirkonbasískir pinnar eru fljótsoðnir og fyrst og fremst notaðir í lárétrri stöðu.
- Rútlbasískir pinnar sameina góða suðueiginleika rútlpinnanna með háum gæðum suðumálsins hjá basískum pinnum.

Ryðfrír pinnar

Ryðfrír pinnar eru oftast framleiddir með ryðfríum kjarnavír en einnig er hægt að hafa kjarnavírinn óblandaðan og öll íblöndunarefni í hulunni.

Hulan getur verið rútl (algengast), basísk, rútlbasísk eða zirkonbasísk. Ryðfrír pinnar eru til bæði sem venjulegir og sem háafkastapinnar. Sérstakir pinnar eru til fyrir suðu á ryðfríu stáli við óblandað eða lágblandað stál. Ryðfrír pinnar hafa að jafnaði afar lítið kolefnisinnihald.

Aðrir pinnar

Fyrir utan pinna til suðu á óblönduðu, lágblönduðu og háblönduðu stáli, eru til fleiri gerðir pinna fyrir önnur efni:

- Steypujárnspinnar sem að mestu eru úr nikkeli, nikkellutfallið er frá 60% til 100%.
- Álpinnar, til suðu í ál og álblöndur, bæði steipt og valsad efni.
- Koparpinnar, til suðu á breiðu úrvali af suðuhæfum koparblöndum.
- Slit- og harðsuðupinnar, þar sem gerðar eru kröfur um efni sem eiga að þola háan hita, tæringu, slit, högg og þrýsting.
- Djúpsuðupinnar, til suðu á ófösuðum stúfsuðuskeytum og til suðu á bakstrengjum án mikillar róthreinsunar.
- Pinnar, til að fúga/skera í allt stál og aðra málma.
- Cellulósapinnar, fyrst og fremst til suðu lóðrétt fallandi á röralögnum (pipeline). Hár straumur samfara sverum pinnum og góðri innbrennslu gefa mikinn suðuhræða.

Flokkun rafsuðupinna

Húðaðir rafsuðupinnar fyrir ljósbogasúðu eru m.a. flokkaðir samkvæmt Evrópustaðli EN og alþjóðlegum, ISO. Í Evrópu nota EU- og EFTA löndin sam-eiginlega Evrópustaðla EN, fyrir suðu, efni, prófun, eftirlit o.s.frv. Á komandi árum munum við vinna með íslenskar, evrópskar og alþjóðlegar viðmiðanir og staðla.

Nokkrir ÍST EN staðlar sem suðumenn eiga að hafa innsýn í eru:

ÍST EN 499 um flokkun og merkingu rafsuðuvíra

ÍST EN 26 947 um suðustöður

ÍST EN 287-1 um hæfnispróf suðumanna

ÍST EN ISO 5817 um flokkun suðugalla

ÍST EN ISO 2553 um teiknitákn fyrir suðu

ÍST EN 729 um gæðakröfur

ÍST EN 1011-1 um framkvæmd rafsuðu

ÍST EN ISO 15609-1 um suðuferilslýsingar

Geymsla

Suðupinnar eiga að geymast á þurrum stað til að forðast rakaskemmdir. Fyrir basíska pinna á hitinn ekki að vera lægri en +15 °C og rakastigið ekki hærra en 40%. Á vinnustöðum þar sem rakatigið er hátt skulu pinnarnir geymast í hitaboxum. Í sumum tilfellum ættu fyrirtækin að skrifa niður meðhöndlunarferli sitt á suðuefni.

Samþykki

Bæði Force Institute í Danmörku og sænska Svetskommissionen gefa út lista yfir suðupinna sem eru samþykktir eftir stöðlum landanna og viðmiðunum stofnananna.

Fyrir viss verkefni getur þurft sérstakt samþykki frá t.d. De Norske Veritas eða Lloyds Reg. of Shipping.

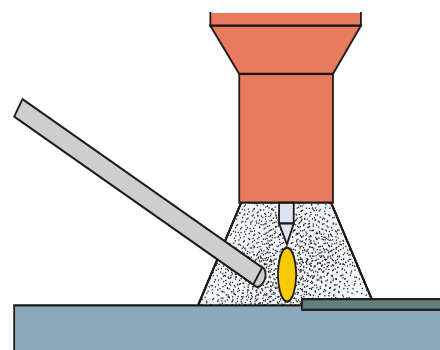
Grunnatriði TIG-suðu

TIG-suða er að mörgu leyti ólík MIG/MAG-suðu. Við MIG/MAG-suðu er rafskaut og suðuefni sami hlutur. Við TIG-suðu kviknar ljósboginn á milli wolframrafskauts og vinnslustykkis, en suðuefnið er oftast matað handvirkt en einnig vélrænt í suðupollinn. Með öðrum orðum, suðuefni og rafskaut eru tveir ólíkir hlutir.

TIG-suða er framkvæmd ýmist með jafnstraumi eða riðstraumi, allt eftir eiginleikum málmannanna sem soðnar eru. Stál, ryðfrítt stál, eir og eirblöndur eru soðnar á jafnstraumi. Ál og álblöndur verður hinsvegar að sjóða á riðstraumi vegna þess hve torbrædd oxíðhúðin á álinu er. Riðstraumurinn brýtur upp oxíðhúðina þannig að komist verði að hreinum málminum. Það er hægt að sjóða ál á jafnstraumi plúspól (+), en þá er hætta á að wolfram-rafskautið bráðni.

Við TIG-suðu er hægt að kveikja ljósbogann með því að strjúka skautinu við vinnsluefnið, þ.e.a.s. eins og þegar kveikt er á eldspýtu. Þessi aðferð er notuð þegar búnaðurinn er einfaldur og kröfurnar litlar. Oftast er notuð hátíðnikveiking til þess að kveikja ljósbogann, en þar sem hátíðnistraumur truflar m.a. útvarpsbylgjur hafa aðrar gerðir kveikibúnaðar litið dagsins ljós. Ein þeirra er s.k. „lift-arc“, en þá er rafskautið látið snerta vinnslustykkið, straumnum hleypt á og rafskautinu síðan lyft, en þá kviknar ljósboginn.

Við TIGsuðu er bara notað óvirkt gas – argon eða helíum.



TIG-suða er gerð í hlíf af streymi óvirks gass. Suðuefninu er bætt í handvirkt.

Búnaður til TIG-suðu

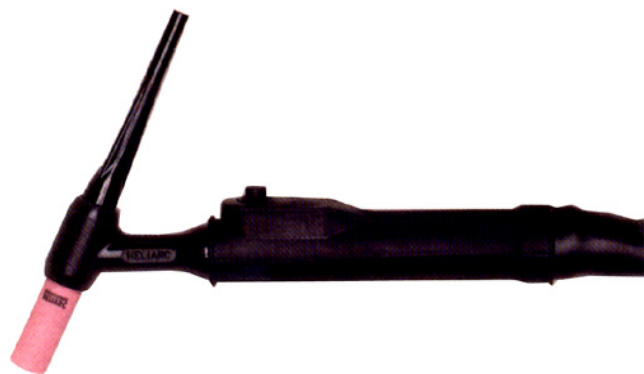
Straumgjafinn fyrir TIG-suðu getur verið afriðill, inverter, transari eða straumgjafi sem hefur bæði rið- og jafnstraum, þar sem hægt er að stilla á þann straum sem hentar hverju sinni. Á eldri búnaði var straumgjafinn sér og kveikibúnaðurinn sér, en á nýrri vélum er allt sambyggt í sömu einingu.

Fyrir utan straumgjafa og kveikibúnað, er stýribún-aður fyrir gasflæði hluti af TIG-suðuvélinni. Nútíma TIG-suðuvélar hafa búnað eins og tíðnistilli, stillingu fyrir forgas og eftirgas, stillingu fyrir upp straum (slope up) og niður straum (slope down).

Stærri vélar, yfir 150 A, hafa oft vatnskælda suðubyssu.

Rafskautið er úr hreinu wolfram eða blöndu af wolfram og zirkóníum fyrir suðu á riðstraumi, og wolfram með thorium fyrir suðu á jafnstraumi. Til eru fleiri afbrigði rafskauta s.s. með zirkonium, lanthani og ceriumi.

Suðubyssan samanstendur af suðuhandfangi, festingu fyrir rafskautið og gasdreifara. Fremst er gashulsa (postulínshulsa) og aftast er rafskautsskaft sem rúm-ar og hlífir rafskautinu.



TIG-suðubysa.

Örugg vinna við hlífðargas-suðu; geymsla og meðhöndlun gashylkja

Gashylki sem er í notkun, á að geyma vel fest, á suðuvélinni eða í námunda við hana. Þetta á jafnt við um suðugas sem bakgas.

Flutningur og tilfærsla gashylkja á að fara fram með þar til gerðum gaskerrum. Þetta á að tryggja örugga meðferð hylkjanna en kemur líka í veg fyrir óþarfa erfiði suðumannsins.

Þegar ekki er verið að sjóða á að loka fyrir gashylkið!

Hylki sem ekki eru í notkun á að geyma á merktum stað, helst nærri útidyrum. Þetta auðveldar vinnu slökkviliðs við hugsanlegan eldsvoða.

Hlífðargastegundir eins og argon, kolsýra og helíum eru í sjálfu sér ekki eldfimar. Hins vegar er til rót-hlífðargas sem er blanda vetnis og niturs, og vetnið brennur, jafnvel í blöndunni.

Þrýstingurinn í hylkjunum er hár, 150-200 bar, og skal því aðgát höfð við meðhöndlun þeirra.



Suðustraumgjafi fyrir TIG-suðu.

**Beinið aldrei hita
að gashylkjum eða búnaði!**

Grunnatriði logsuðu

Logsuða líkist TIG-suðunni að því leyti að suðuefnið er matað handvirkt í suðupollinn.

Það er hið eina sem er sameiginlegt með þessum aðferðum. Sá hiti sem notaður er við logsuðuna fæst við það að brennt er blöndu acetylen (C_2H_2) og súrefnis (O_2). Rétt blanda gefur loga sem í heitasta hluta sínum er $3000^\circ C$.

Suðugas er geymt í hylkjum, sem stundum eru tengd mörg saman í s.k. búnt. Þeir sem nota mikið magn fá súrefnið í fljótandi formi.

Á gashylkin eru settir þrýstijafnarar, sérstakur þrýstijafnari er fyrir hverja tegund af gasi. Hlutverk þessara þrýstijafnara er að minnka þrýstinginn í hylkjunum niður í hæfilegan vinnuþrýsting.

Frá þrýstijöfnunum er gasið leitt eftir gaslögum að handfangi og brennara.

Loganum má skipta í kjarnaloga og ytri loga. Heitastur er loginn rétt framan við kjarnalogann.

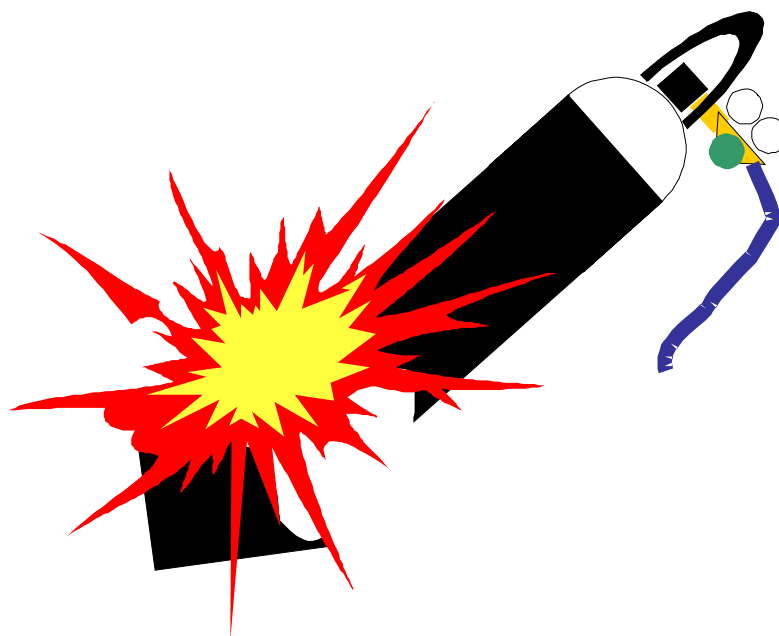
Örugg vinna við logsuðu

Ef rétt er hirt um búnaðinn eru nútíma gastæki mjög örugg og óhöpp eru fátíð. Hafa skal þó í huga að þrýstingurinn á hylkjunum er 200 bar á súrhylkjunum og 15 bar á acetylenhylkjunum.

Acetylenið er líka viðkvæmt fyrir s.k. útfalli, þ.e.a.s. ef það myndast holrými í massanum sem gasinu er „pakkað“ í getur gasið fallið út og sprungið.

Við þrýstijafnarana á að tengja bakslagsloka. Engin gastæki í dag eiga að vera án þessara sjálfsögðu öryggistækja. Á suðuhandfanginu eiga einnig að vera einstreymislokar.

Innan seilingar frá gastækjunum á einnig að vera hlífðarhanski sem nota skal við að loka gashylkjunum ef bruna ber að höndum.



Gashylki geta sprungið ef meðferð þeirra er röng.

HEIMILDIR:

„Suðuhandbækur“ – ESAB, AGA, Kemppi

„Frumsemið efni“ – Bengt Westin

M4.2.6 Örugg vinnubrögð á byggingarstað (E5.2.3, T4.2.6, G5.2.3)

Vinnuaðstæður: sérstök vandamál við vinnu utanhúss, vinna í mikilli hæð, vinna í erfiðu landslagi, miklum hita, kulda eða vindi

Þola vægan vind, en til að tryggja suðugæðin ætti alltaf að reyna að hlífa suðustaðnum á einhvern hátt. Til þess eru ýmsir möguleikar – allt frá einföldum vindhlífum úr segldúk og að því að byggja alveg yfir vinnustaðinn. Færanleg tjöld úr stálgrind og með hvítum eða gulum dúk eru algeng. Ljósir dúkar sem þessir hleypa birtu í gegn.

Oft fer meginhluti suðuvinnunnar fram á verkstaðinu, en endanlega samsetningu verður að framkvæma á byggingarstað. Suðuvinna á byggingarstöðum gerir sérstakar kröfur til suðumanna, en hún hefur líka áhrif á vinnuaðstæður hans. Vega verður upp þau neikvæðu áhrif sem vindur, úrkoma, hiti/kuldi o.f.l. hafa, og um leið verður að taka tillit til áhættuþátta eins og vinnuhæðar eða hrúnhættu í skurðum og grunnum.

Framkvæmd suðuvinnu við erfiðar veðuraðstæður

Þegar unnið er við suðu utanhúss verður að hlífa vinnslustykkinu fyrir áhrifum veðurs. Sérstaklega eru suðuaðferðirnar TIG og MIG/MAG viðkvæmar fyrir minnstu áhrifum vinds, og eru því ekki heppilegar til útivinnu.



Dæmi um yfirbyggðan vinnustað.

Pinnasuða og sjálfverndandi rörþráður (Innershield)



Unnið við suðu á röralögn.

Áhrif frumkraftanna

Vindur

Jafnvel tiltölulega vægir vindar eða einstaka vindgustur getur blásið burt gashlífinni frá ljósboganum og valdið því að suðan verður loftbólufyllt. Þar að auki getur vindkælingin gert suðumálminn stökkan.

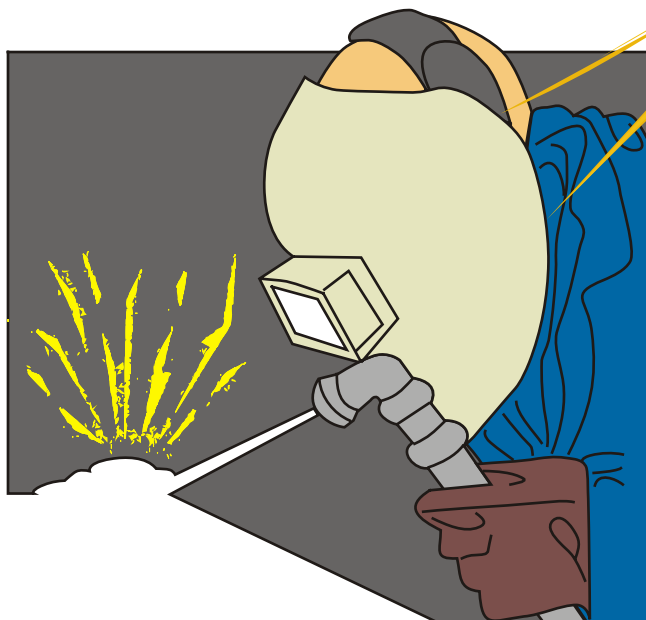
Hitastig

Það ætti að forðast suðuvinnu þegar hitinn er undir frostmarki, þar sem mikil hætta er á að hin hraða kæling valdi því að suðumálmurinn og grunnefnið í HAZ verði stökkt. Þegar soðið er í kulda, á að forhita suðusvæðið. Oft dugir að hita upp í stofuhita (+20°C). Til að hindra of hraða kólnun á síðan að þekja suðusvæðið með einangrunarmottum.

Þar sem málmar leiða vel bæði hita og kulda, samtímis því sem suða er kyrrstöðuvinna, þá er það mikilvægt að klæðast rétt við vinnuna, þ.e. að klæðast hlýjum og vindþéttum fötum, og að nota setdýnu.

Hitastigið getur líka verið til vandræða á sumrin. Suðuvinna í miklum hita getur verið alveg jafn erfið og suðuvinna í kulda. Það verður að undirstrika mikilvægi þess að nota hlífðarföt þótt heitt sé í vedri. Suðuspraut og útfjólublá geislun gera hlífðarföt og annan hlífðarbúnað nauðsynlegan í hvaða vedri sem er. (Freistist aldrei til þess að sjóða í stuttbuxum og bol). Það getur líka verið óþægilegt þegar sólin skín inn í suðuhjálminn, en með réttu vinnuskipulagi og hlífðarskermum er oftast hægt að komast hjá slíkum óþægindum.

Við suðuvinnu í kyndiklefum, vélarúmum og á vissum svæðum í verksmíðjum getur hitinn einnig verið til vandræða. Viftur eða aukið loftflæði að vinnustaðnum



Sólskin inn í suðuskerminn er óþægilegt. Munið að nota ALLTAF hlífðarbúnað við suðu.

getur verið til mikillar hjálpar, en gætið þess að það spilli ekki streymi hlífðargassins. Ef hitinn er með afbrigðum mikill er ráðlegt að borða salttöflur og að drekka mikið vatn.

Úrkoma

Forðist að sjóða í regni eða snjó. Þar sem gerðar eru miklar kröfur til suðugæða má alls ekki framkvæma suðuvinnu við slíkar aðstæður þar sem hætta á lélegum suðugæðum er mikil.

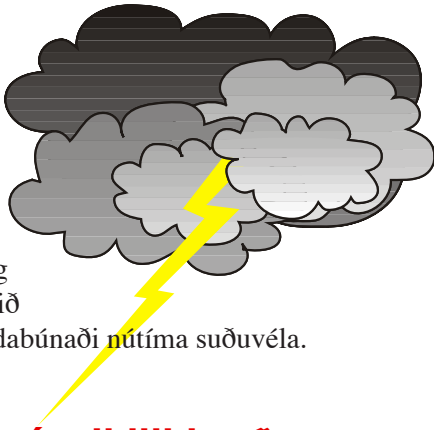
Takið hlé á suðuvinnu ef gerir úrkomu. Gleymið ekki að breiða yfir suðusvæðið, koma suðuvélinni í skjól eða undir yfirbreiðslu, og að sjálfsögðu á að setja suðuefnið í hitaskáp.



Geymið suðuefnið í hitaboxi eða í hitaskáp.

Þrumur

Þrumuveður getur verið hættulegt ef eldingu slær niður í stálvirki. Að auki getur elding sem slær niður valdið miklu tjóni á rafeindabúnaði nútíma suðuvéla.



Vinna í mikilli hæð krefst stöðugar árverkni, og það er því afar mikilvægt að pallar og annað sem unnið er á sé stöðugt. Það er úr ýmsu að velja; bæði stillansar og vinnupallar af ýmsum gerðum og færanlegar körfur („sky-liftar“) og skæralyftur.

Stillansar og vinnupallar eiga að vera vel festir og með grindverkum sem hindra fall.

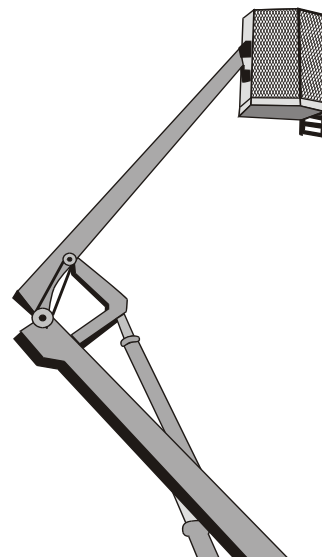
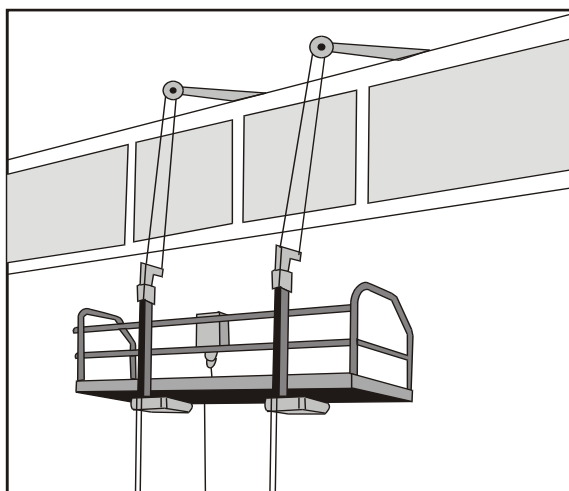
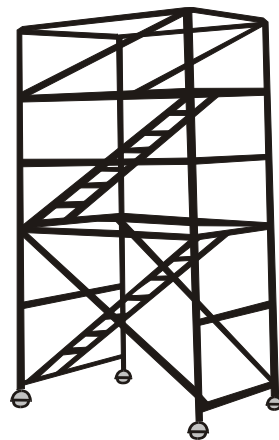
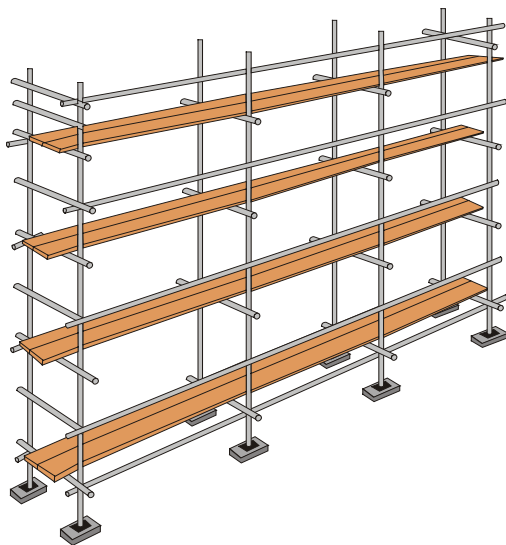
Þegar unnið er í færanlegum vinnukörfum eiga stuðningsfæturnir að vera á stöðugum grunni.

Gætið þess að festa stiga og tröppur vandlega.

Örugg vinna í mikilli hæð

Það má aldrei hunsa öryggið þegar unnið er í mikilli hæð. Slyss sem verða vegna falls eða þegar hlutir falla niður á þá sem eru undir, eru alltof stórt hlutfall vinnuslysa.

Vinnið aldrei standandi í stiga!



Dæmi um vinnupalla og lyftur.

Örugg vinna í skurðum, grunnum o.p.h.

Það er ekki bara vinna í miklli hæð sem hefur hættu í för með sér, jafnvel andstæðan - þ.e. vinna í skurðum og grunnum - hefur sína áhættuþætti.

Í skurðum og göngum er alltaf viss hættu á hruni, sérstaklega ef úrkoma hefur losað um jarðveginn. Við lengri skurðavinnu er rétt að hafa á staðnum dælubúnað til að dæla upp vatni sem safnast í skurðinn.

Vatn sem safnast á botn skurða og gangna getur valdið alvarlegum óhöppum ef rafleiðslur lenda í því.

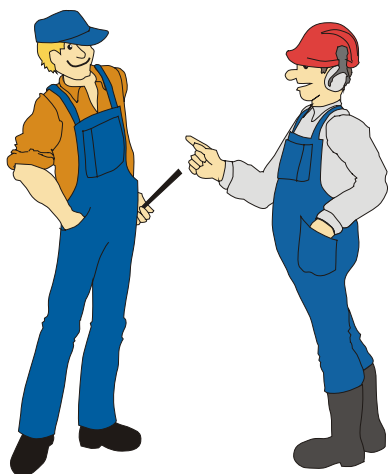
Jarðtenging

Jarðtenging suðurásarinnar á alltaf að vera fest eins nærri suðustaðnum og hægt er. Því lengri sem leiðin er frá suðuvél að suðustað, því meiri hættu er á því að straumurinn fari óvæntar - og stundum lífshættulegar - krókaleiðir.

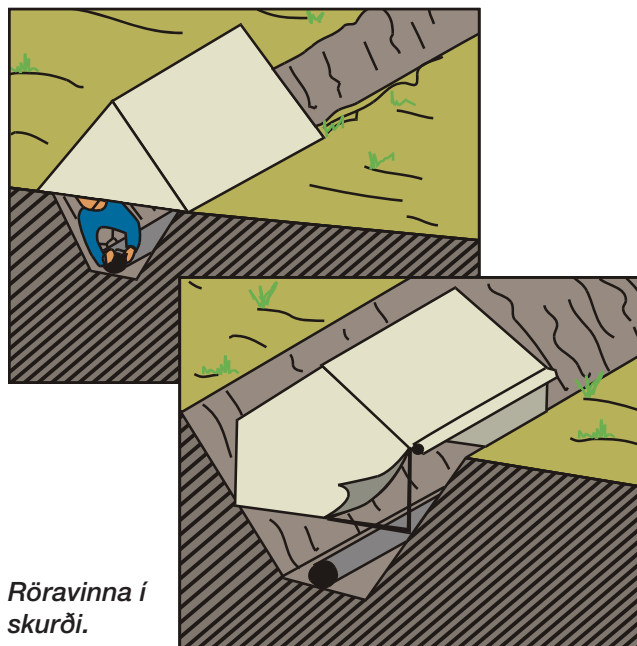
Til dæmis getur suðustraumurinn gert jarðtengingu húsarafmagns óvirka, eyðilagt rafstýrða loka, skaðað lyftuvíra o.s.frv. Varist sérstaklega að jarðtengja í járnabindingu.

Að hlífa vinnufélögum við hættum suðuvinnunnar

Vinna á byggingarstöðum er sérstaklega áhættusöm. Tímappressa, margir iðnaðarmenn á litlu svæði, slæmt



Aðdráttarafli jarðar hefur viss áhrif þegar unnið er í mikilli hæð. Hlutir sem falla fara alltaf stystu leið niður.



Röravinna í skurði.

Festið aldrei jarðklemmuna í vinnupallinn!

veður o.s.frv. eykur áhættuna. Það er þess vegna afar mikilvægt að verkfæri og annað sé staðsett þannig að fallhættan verði sem minnst. Gætið þess að vara við vinnufélagana sem e.t.v. verða að fara um undir vinnustaðnum. Dreifið ekki suðulúsum, heitu gjalli, pinnastúfum, afskurði o.fl. þannig að það geti skaðað aðra.

Verndaðu þig sjálfan

- Notaðu alltaf hlífðarhjálms, öryggisskó (alls ekki tréklossa) og heil vinnuföt við vinnu á stillönsum.
- Notið alltaf líflínu þegar fallhætta er fyrir hendi.
- Festið vel suðukapla og gasslóngur. Fallandi suðukapall vegur nokkur kíló og getur jafnvel tekið með sér suðumanninn í fallinu.

Hlífið umhverfinu

Hafið ætíð eldhættuna í huga. Fjarlægjið brennanlegt efni frá vinnustaðnum. Breiðið yfir það sem ekki er hægt að fjarlægja. Fylgist með, ekki bara undir vinnustaðnum; í byggingum og á samsetningarstöðum getur brennanlegt efni líka verið hinum megin við vegginn og á gólfi eða þaki yfir vinnustaðnum. Vegir suðuneista eru ófyrirsjáanlegir!

HEIMILDIR:

Bætt vinnuumhverfi, byggingarstaðir. Eigin reynsla, Bengt Westin, Jan Jönsson



MIG MAG
Áfangi M 5
M 5.1 verklegar æfingar
M 5.2 bóklegt nám



M 5. Kynning

Tímamörk 1 klst.

Áfangi EWF-M5 Stúfsuða

Í þessum áfanga á að æfa suðu í rör í þremur suðu-
stöðum; PA, PF og PC. (Snúanlegt rör í láréttri stöðu,
fast rör í láréttri stöðu og fast rör í lóðréttri stöðu).

Áfanganum lýkur með prófsuðum þar sem kennarinn
metur árangurinn.

Prófstykkinn fyrir EWF-próftökuna er einnig hægt að
nota við útgáfu skírteinis samkvæmt ÍST-EN 287.

Þessum áfanga tilheyra bóklegu kaflarnir:

M 5.2.1 Framleiðsla stálröra

M 5.2.2 Suðuskeyti í rör

M 5.2.3 Yfirlit yfir suðuaðferðir II

M 5.2.4 Gerð suðuferla

M 5.2.5 Skoðun og prófun

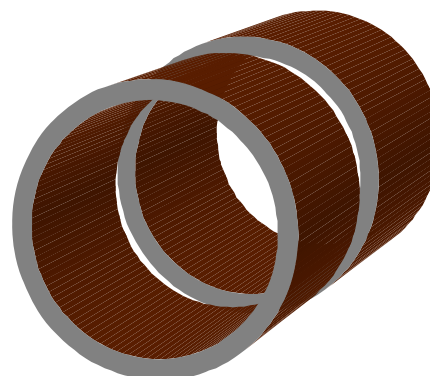
Stálrör eru framleidd á nokkra mismunandi vegu. Þau geta verið heildregin eða soðin sem er algengast, en einnig eru framleiðsluafbrigði eins og spíralsoðin rör. Allar gerðirnar eru til í mismunandi stærðum og gæðaflokkum.

Suðuskeyti í rörum geta verið rör við rör, einnig rör við beygjur, rör við flangsa af ýmsum gerðum og ýmsar greiningar.

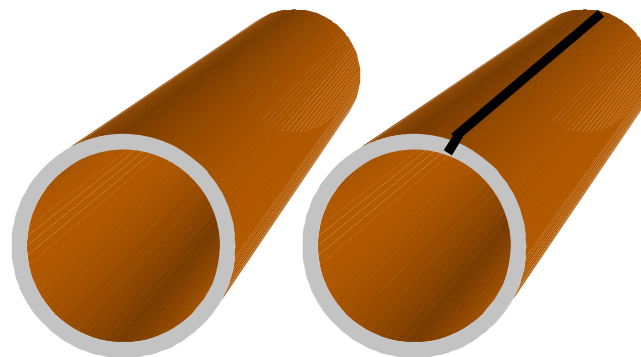
Raufarundirbúningur röra er í grundvallaratriðum sá sami og fyrir plötur, en oft eru notaðar sérstakar vélar við röravinnuna sem jafnvel skera og fasa rörin samtímis.

Við notkun *suðuferilslýsinga* við rörasuðu gilda sömu reglur og fyrir alla aðra suðu, þ.e. þegar öllu er á botninnhvolft, orkuflæðið sem stýrir stillibreytum, framkvæmd suðunnar o.s.frv.

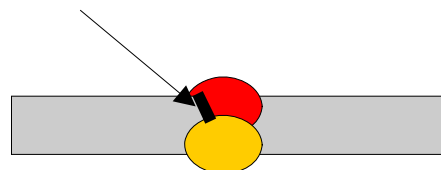
Enginn munur er hvað varðar *eftirlit og prófanir* þegar MIG/MAG-suðuaðferðin á í hlut. Athugið þó að við MIG/MAG-suðu verður alltaf að framkvæma viðbótarprófanir til viðbótar við hefðbundna skoðun og röntgenmyndun, en það er beygjupróf, þar sem hættan



Við samsetningu röra er sérstaklega mikilvægt að forðast misbrýningu þar sem hún verður jú tvöföld, eða beggja megin!



Heildregið rör til vinstri og soðið rör til hægri.



Bindigallar eru ekki óalgengir við MIG/MAG-suðu.

Verkleg æfing 2a - 2b

Tímamörk 8 klst.

Stúfsuða í 60° V-rauf
(WPS M5P-2-A og M5P-2-B)

Rörasuða er töluvert öðruvísi en plötusuða þó ýmis grunnatriði séu þau sömu. Færsla suðubyssunnar verður eitt mikilvægasta atriðið í rörasuðu, þar sem staðan breytist í sífellu með boga rörsins.

Í þessum áfanga á að sjóða í suðustöðunum PA, PC og PF. Hvað varðar stillingar suðuvélarinnar gilda sömu skilyrði og í fyrri æfingum.

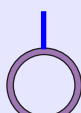
GRUNNEFNI:

- 2a. Gegnheill þráður: Stálrör 5,5 x 89,0 x 200 mm
2b. Rörþráður: Stálrör 8,0 x 168,0 x 200 mm

SUÐUEFNI:

- 2a. G 42 2 (C) M G3Si1 Ø 0,8
2b. T 42 2 M M 1 H5 Ø1,2
T 42 2 P M 1 H5 Ø 1,2
GAS: AGA Mison 25

Staða: PA



Framkvæmið:

Lesið suðuferilslýsinguna vandlega.

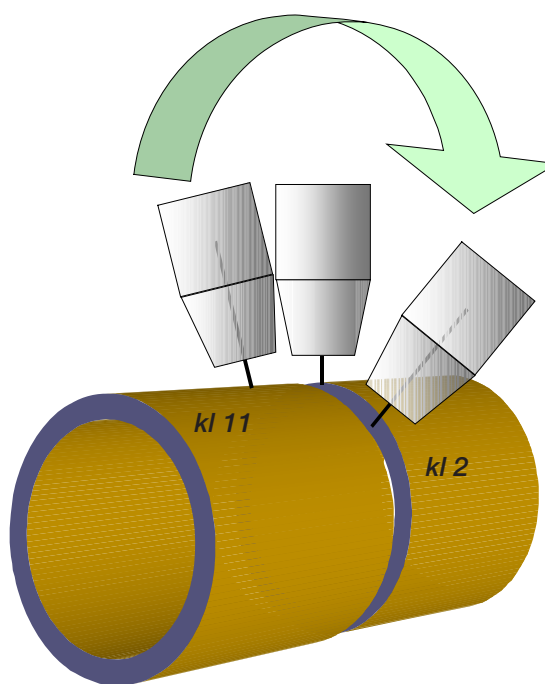
5a. Fasið og punktið saman tvo rörbúta. Gerið litla punkta sem auðvelt er að slípa burt.

Sjóðið frá kl. 11 til kl. 2. Snúið rörinu og sjóðið næsta hluta á sama hátt og þannig áfram koll af kolla þar til botnstrengurinn er fullsoðinn.

Sjóðið síðan yfirstrenginn á sama hátt, þ.e. í þrepum og snúið rörinu. Hreinsið suðuna og biðjið kennarann að skoða árangurinn.

5b. Sjóðið nú með rörþræði og framkvæmið á sama hátt og fyrri æfingu. Og eins hér, hreinsið suðuna og biðjið kennarann að skoða árangurinn.

Hafið í huga að halli suðubyssunnar í færsluáttina breytist í sífellu þegar rör eru soðin! Ef hallinn fylgir ekki boga rörsins verður suðuárangurinn lélegur, m.a. vegna ófullnægjandi gashlifar.



Verkleg æfing 3a - 3b

Tímamörk 12 klst.

Stúfsuða í 60° V-rauf (WPS M5P-3-A og M5P-3-B)

Fyrsta æfingin olli sennilega engum vandræðum. Þessi er nokkru erfiðari. Hér þarf enn meiri nákvæmni við byssuhalla og staðsetningu suðupráðarins í raufinni.

GRUNNEFNI:

3a. Gegnheill þráður: Stálrör 5,5 x 89,0 x 200 mm

3b. Rörþráður: Stálrör 8,0 x 168,0 x 200 mm

SUÐUEFNI:

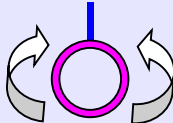
3a. G 42 2 (C) M G3Si1 Ø 0,8

3b. T 42 2 M M 1 H5 Ø1,2

T 42 2 P M 1 H5 Ø 1,2

GAS: AGA Mison 25

Staða: PF



Framkvæmið:

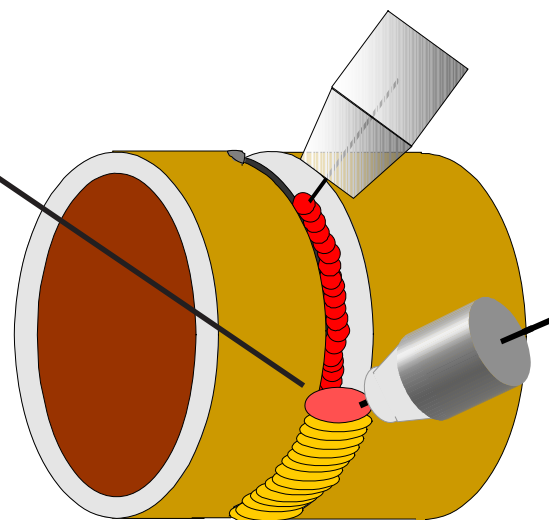
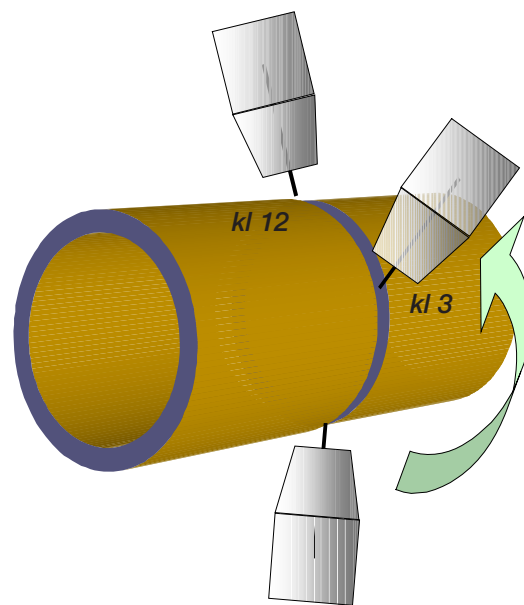
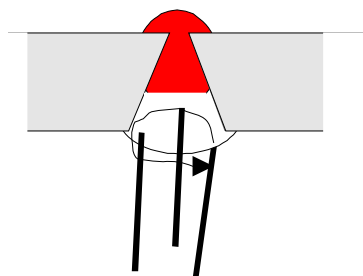
Punktið eins og í síðustu æfingu. Festið vinnslustykkið í stöðustillinn og hefjið suðuna á milli kl. 6 og 7 og sjóðið í átt að kl. 3 Ljúkið fyrsta strengnum aðeins yfir kl. 12.

Sjóðið síðan frá kl. 7 í átt til kl. 9 og lokið þannig botnstrengnum. Sjóðið síðan yfirstrenginn.

Gætið varúðar við raufarkantana svo brúnin bráðni ekki of mikið og kantsár myndist.

Fylgið suðuferilslýsingum við framkvæmd æfinganna. Metið árangurinn með kennaranum.

Við pendlunina, hreyfið suðupráðinn örlítið yfir - inn - út - yfir.



Verkleg æfing 4a - 4b

Tímamörk 8 klst.

Stúfsuða í 60° V-rauf (WPS M5P-4-A og M5P-4-B)

Í þessari æfingu er æfð suða á rorum í stöðunni PC (í hlið), eins og í fyrri æfingum er bæði notaður gegnheill þráður og rörþráður. Notið viðeigandi suðuferilslýsingar.

GRUNNEFNI:

4a. Gegnheill þráður: Stálrör 5,5 x 89,0 x 200 mm

4b. Rörþráður: Stálrör 8,0 x 168,0 x 200 mm

SUÐUEFNI:

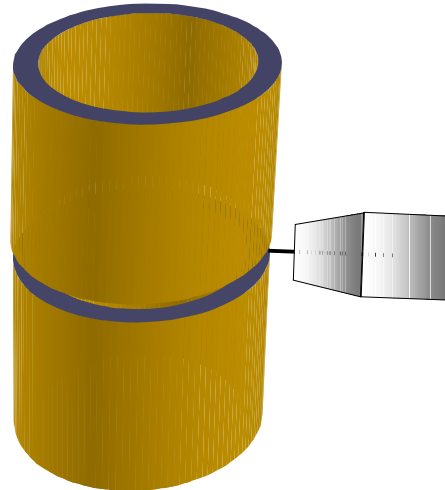
4a. Elgomatic 100 Ø 0,8

4b. Elga MXA 55 T Ø1,2

Elga DWA 50 Ø 1,2

GAS: AGA Mison 25

Staða: PC



Framkvæmið:

Punktið eins og í fyrri æfingum.

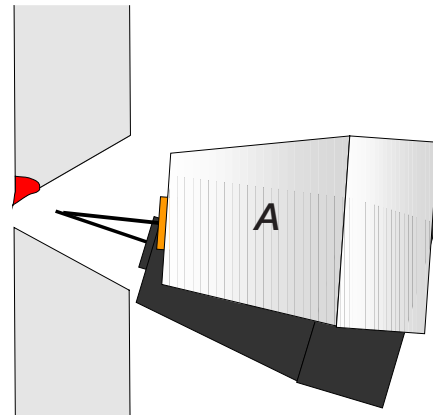
5a og 5b. Stillið rörunu upp á suðubordið eða festið það í stöðustillinn.

Sjóðið botnstrenginn. Gætið þess að hafa jafnan hita í báðum raufarköntum, annars er hættu á rótargöllum!

Þegar yfirstrengurinn er soðinn í æfingu 5a verður að pendla lítilsháttar. Gætið að efri kantinum svo að þar myndist ekki kantsár.

Í æfingu 5b á yfirstrengurinn að vera tvískiptur. Þá er áriðandi að fyrri strengurinn (sá neðri) verði ekki of stór. Þá getur orðið erfitt að koma hinum fyrir (þeim efri).

Sýnið kennaranum árangurinn.



Ef suðubýssan beinist um of upp á við, er hættu á að efri raufarkanturinn bráðni niður. Stefna A er betri!

Nú er komið að
próftöku M5.3!

M5.2.1 Framleiðsla stálröra (E6.2.1, T5.2.1, G5.2.1)

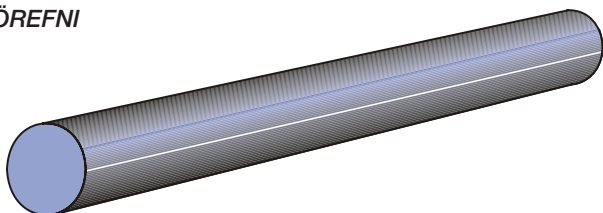
Upprifjun:

Framleiðsla stáls o.s.frv.

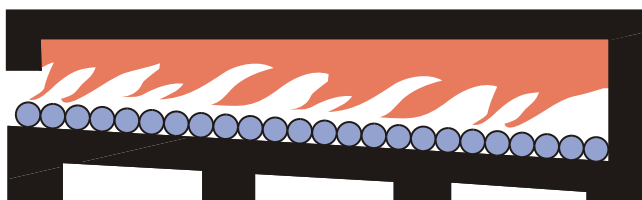
(Sjá M3.2.2)

Rör eru algengt smíðaeefni sem er notað til fjölmargra verkefna. Algengust eru sívöl rör, sem líkjast byggingarformum náttúrunnar, t.d. strá með sinn mikla styrk miðað við lengdina. Skýringin á styrk rörsins liggur í því að þrýstingurinn dreifist jafnt á hringinn, jafnframt býður rörformið upp á mesta mögulega flutningagetu.

RÖREFNI



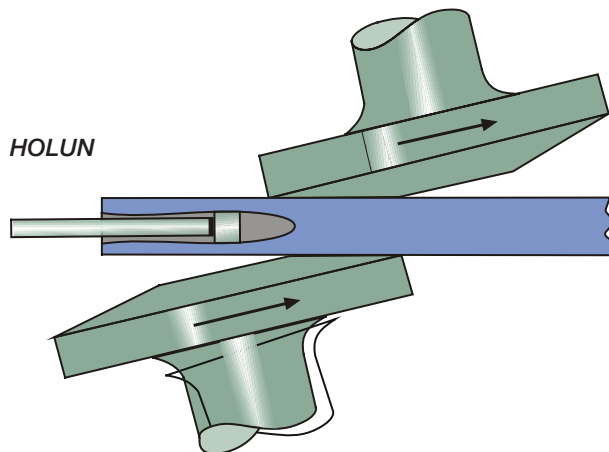
UPPHITUN



Nokkur dæmi um fjölþætta notkun röra:

- Sem *smíðaeefni*:
 - Þar sem lágmarks þyngd og hámarks styrkur þurfa að fara saman eins og í reiðhjólum, vinnupöllum, kappakstursbílum o.s.frv.
- Sem *leiðsluefni*
 - Fyrir loftkennd efni eins og súrefni, gas, gufu o.þfl. – fljótandi efni eins og olú, vatn o.fl.
 - föst efni eins og trjáspæni, sorp, korn o.fl.
- Fyrir *vélavinnslu*
 - til framleiðslu í sívölum vélahlutum eins og fóðringum og legum ofl.

HOLUN



Aðferðir við stálröraframleiðslu

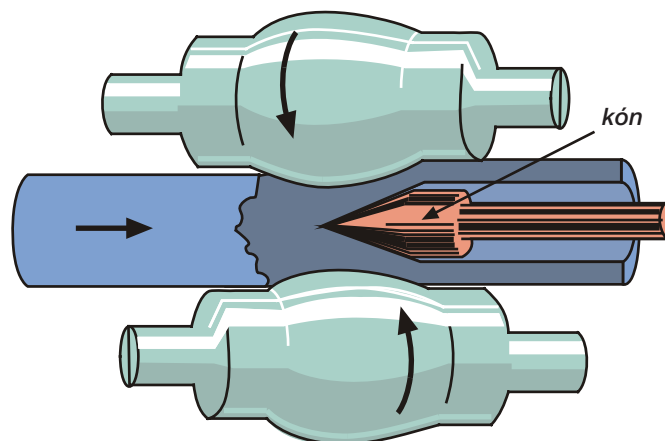
Rör eru framleidd á þrjá ólíka vegu:

1. Rörsteypa er framleiðsluáferð þar sem fljótandi stáli er hellað í rörmót. Afurðin verður „steypujárnrör“.
2. Holun er aðferð þar sem hráefnið er sívöl stálstöng, sem er holað og síðan eftirunnin. Með þessari aðferð verða engin samskeyti langsum eftir rörinu, afurðin verður *heildregið rör*. Við holunina er hægt að nota mismunandi aðferðir sem allar byggja á því að efnið er fyrst hitað upp í háan hita, og síðan holað, sjá mynd til hægri.

Holun með völsun

Holun er líka hægt að framkvæma með völsun. Það kann að virðast skrítið þegar hugsað er til þess að völsun gengur yfirleitt út á að þrýsta saman.

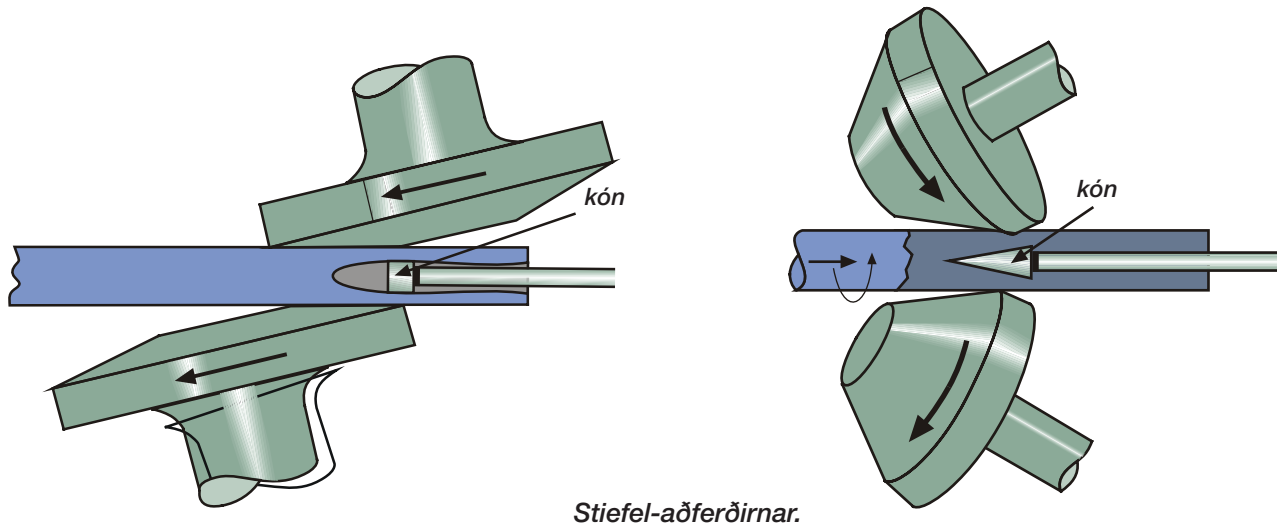
Mannesmann- og báðar **Stiefelaðferðirnar** virka á svipaðan hátt. Heit gegnheil stálstöngin er látin hnoðast með því að snúast á milli valsa, sem báðir snúast í sömu átt.



Mannesmannaðferðin.

Efnið liggur á milli valsanna sem þriðji vals. Valsarnir eru þannig gerðir að efnið þrýstist fram um leið og það snýst. Hnoðunin, sem gerir efnið á vissu stigi sporöskjulagað, veldur þenslu á yfirborðinu og jafnframt myndast holrými í miðju efnisins. Hita-mismunur innst og yst í efninu hjálpar líka til hol-myndunarinnar.

Holrýmið sem myndast er þó bæði þröngt og ójafnt. Þessvegna er notaður stautur, festur á stöng, sem víkkar og jafnar gatið. Efninu er þrýst fram yfir dórinn. Sjá dæmi um aðferðir á myndunum.



Stiefel-aðferðirnar.

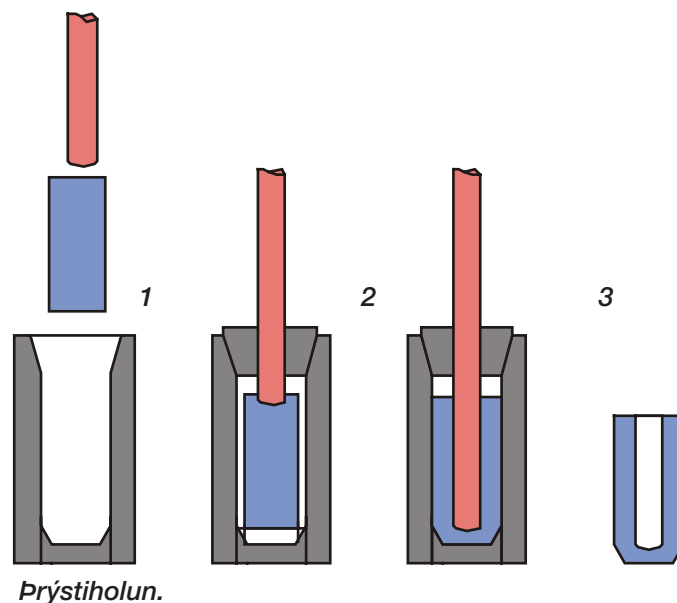
Þrýstiholun

Ein aðferð er þrýstiholun sem kölluð er Erhardtsaðferð eftir manningnum sem fann hana upp.

Ferkantað gegnheilt efni, sem hefur verið rækilega hitað er sett í sívalt form. Visst tómarúm verður milli mótis og efnis. Síðan er sívalri stöng, dór, þrýst í gegnum alla, eða nærri alla lengd efnisins. Um leið og dórinn gerir sívalt gat í gegnum efnið, þrýstir hann stálinu út að sívölum hliðum mótisins.

Heitvinnsla röra

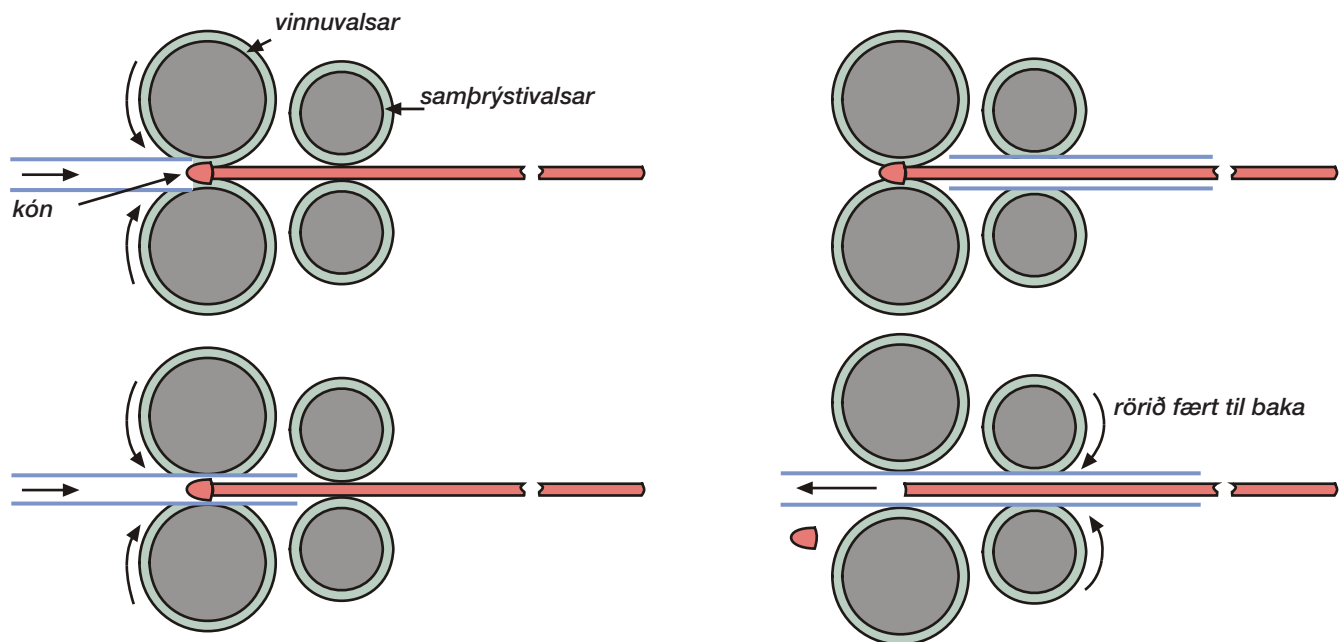
Það verður að heitvinna hið holaða efni til þess að fá rör með eðlilegum veggþykktum. Ýmsar aðferðir eru notaðar, en þær hafa það sameiginlegt að innmál rörsins ræðst af *staut* eða *dór* sem veggir rörsins mótast utanum. Orðin stautur og dór hafa ekki alltaf sömu merkingu í öllum stálverum. Hér er með staut átt við stutt sívalt skeyti eða stans og með dór við langa jafnsvera stöng.



Þrýstiholun.

Röraframleiðsla með völsun og suðu plöturenninga

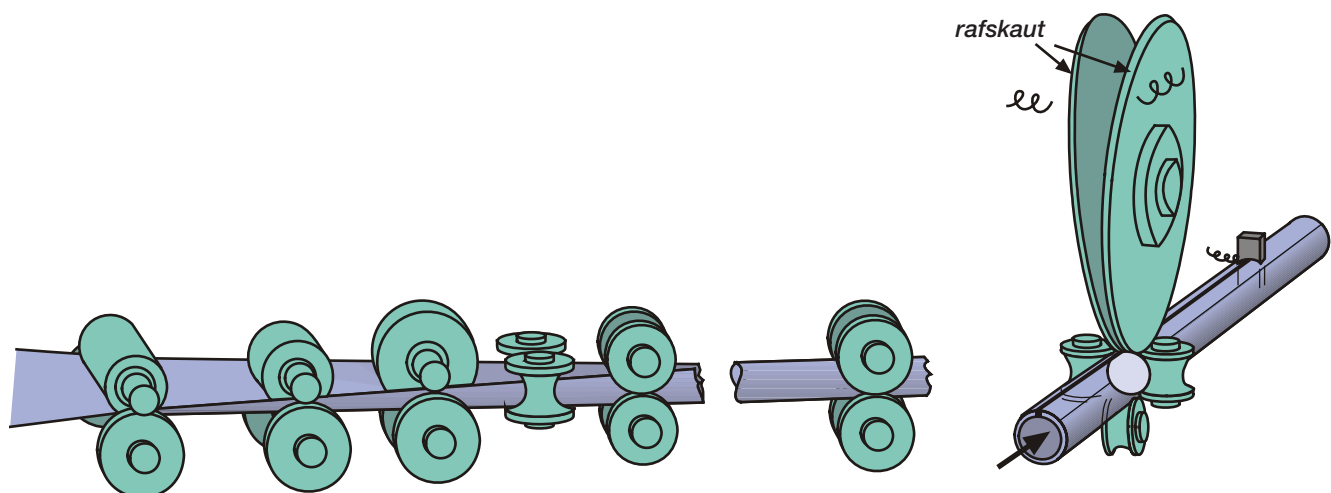
Með þriðju aðferðinni eru gerð rör með samskeytum. Til framleiðslunnar eru notaðir stálrenningar, sem valsast í rör. Samskeytin eru síðan yfirleitt soðin.



Völsun yfir staut.

Með suðu er hægt að framleiða rör sem eru mjög grönn. Rör með stóru þvermáli og lítilli efnisþykkt er líka heppilegt að sjóða saman. Þá er notað spíralsuða. Þegar gæðakröfur eru miklar eru helst notað heildregin

rör. Soðin rör eru notað t.d. í gufuhitátúpur og víðar þar sem álag er mikið. Önnur notkunarsvið eru vatns-, gas-, olíu- og hitaveitulagnir.



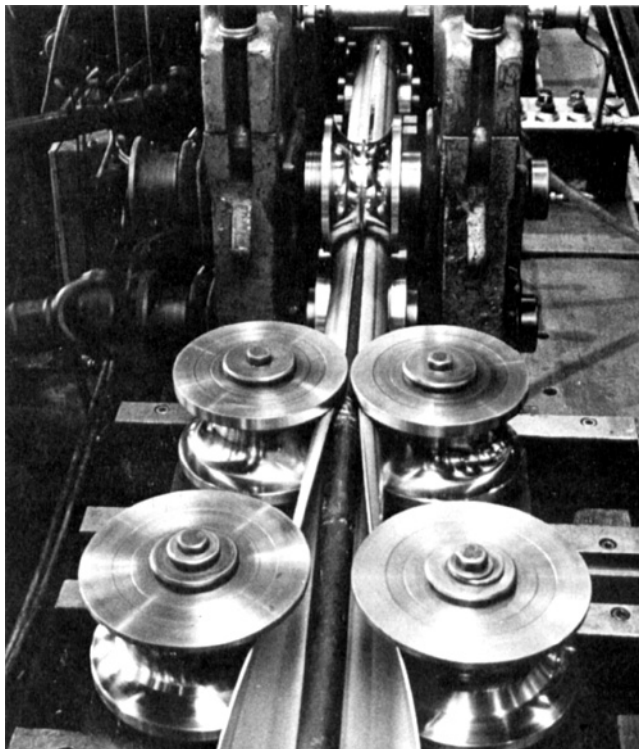
Röraframleiðsla með völsun og suðu.

Rör með beinni suðu

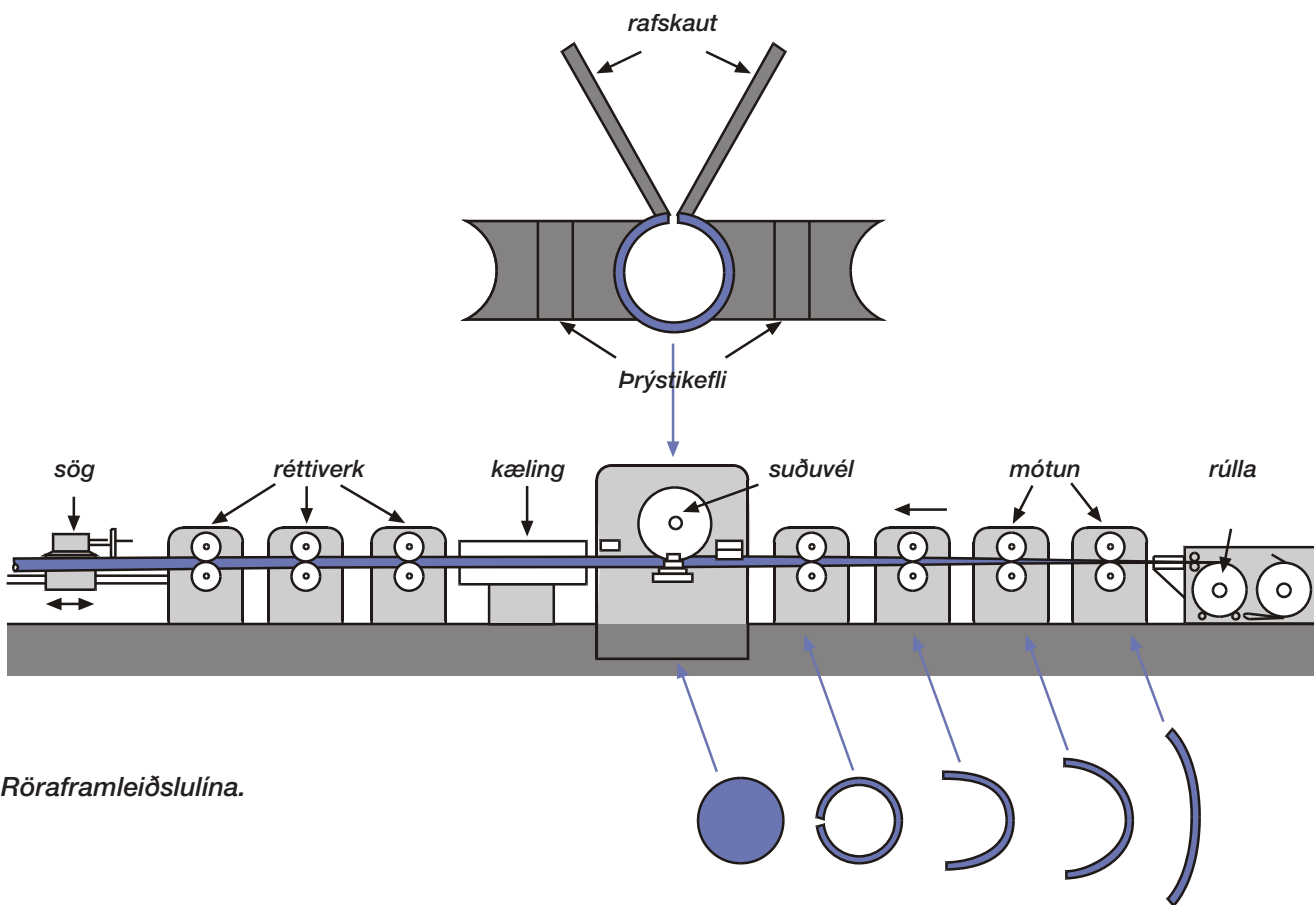
Hráefnið til framleiðslunnar er oftast kaldvalsaðir stálrenningar. Í grófari rör er hugsanlega notað heitvalsað efni. Eftir sýruþvott er efnið klippt í rétta breidd. Það er síðan mótað í völsunarsamstæðu þannig að rör myndast. Aðeins þröng rauf verður opin á milli kantanna. Samsuðan er framkvæmd þannig að rafstraumi með lágrí spennu og háum straumi er hleypt yfir samskeytin.

Straumurinn er færður að skeytunum með tveimur hjóllaga rafskautum. Þar sem raufinni er þrýst saman af keflum, getur straumurinn hlaupið yfir og hitað efnið að bræðimörkum. Kantarnir sjóðast saman. Sú upphækkun, kúfur, sem myndast, er hefluð burt. Rörið er kælt niður og fer síðan í gegnum kvörðunar- og réttingarverk. Þar er utarmál rörsins stillt af og það rétt.

Að síðustu er rörið sagað með „fljúgandi sög“. Nafnið er þannig tilkomið að sögin færir sig með rörinu með sama hraða og það fer í gegnum völsunarverkið. Framleiðslulína af þessu tagi er oftast alsjálfvirk. Framleiðsluhraðinn er mikill, 8-40 metrar af rorum á mínútu.



Framleiðsla ryðfrírra röra.

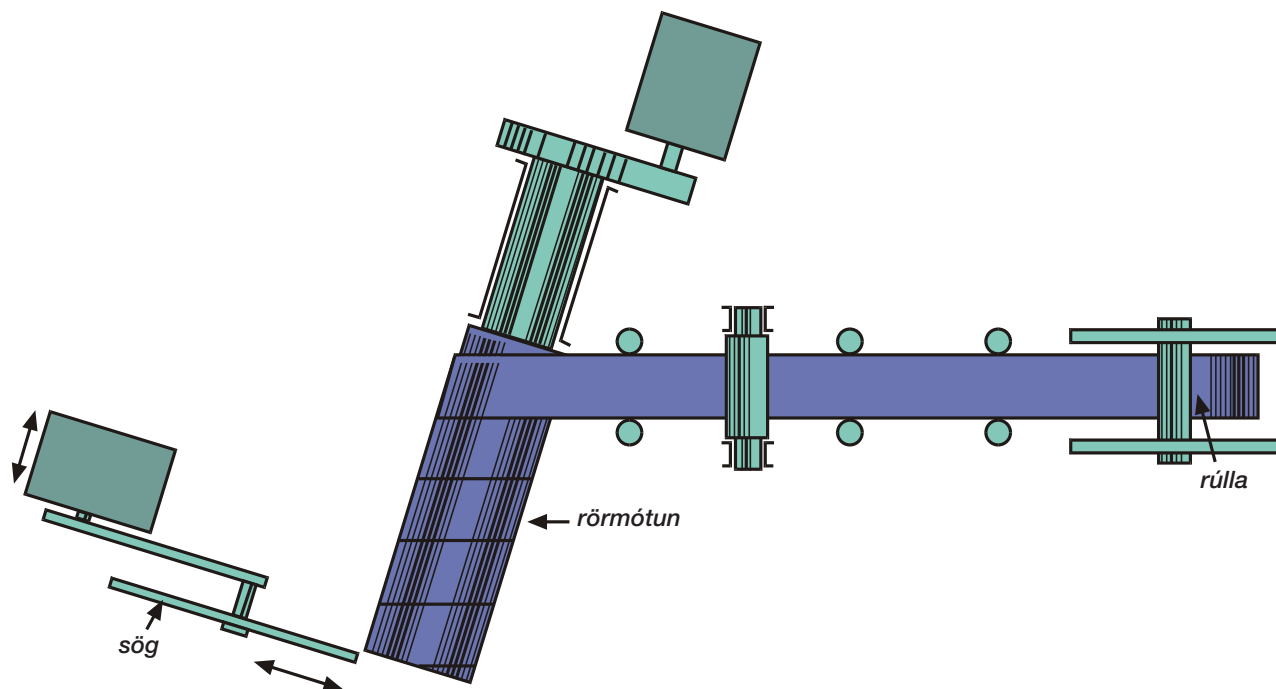


Röraframleiðslulína.

Spíralsoðin rör

Spíralsoðin rör eru mótuð þannig að renningi er vafið utanum kefli. Við vafninginn myndast spírallaga skeyti sem síðan eru soðin. Með þessari aðferð er hægt að framleiða mörg mismunandi þvermál röra með einni breidd renninga. Þar með minnkar stillikostnaður og hagkvæmni eykst. Einnig er hægt að vefja þannig að

kantarnir skarist hver yfir annan. Annar valmöguleiki er að læsa saman köntunum. Þá eru samskeytin fest saman án þess að nokkur suða komi að framleiðslunni. Það eru til fleiri aðferðir til röraframleiðslu eins og strengpressun, minnkunarvölsun og kalldráttur röra.



Spíralsuða.

Læst „spíró“ rör eru í dag sjáanleg í flestum loftræstikerfum

Stærðarúrval og efnisþykktir röra

Rör eru yfirleitt framleidd í stöðluðum stærðum hvað varðar þvermál og efnisþykktir. Lengdir geta verið breytilegar eftir framleiðsluaðferð. Algengasta lengdin er 6 metrar.

Dæmi um rör til notkunar í orkuverum

- Kalddegin varmaskiptarör
- Heildregin og soðin þrýstikútarör samkvæmt sænskum, þýskum, enskum og amerískum viðmiðunum
- Hitaveiturör

Meðferðartækni fyrir rör

Rörabeygjur (fittings)

Í dag eru mest notaðar tilbúnar beygjur við röralagnavinnu, t.d. í hitaveitulögnum, við byggingu olíuhreinsunarstöðva, efnaverksmiðja o.s.frv.

Beygjurnar eru kaldbeygðar í röra-beygjuvél sem skilar nær alveg sívölum beygjum.

Það eru til fyrirtæki sem framleiða eigin beygjur. Dæmi um slíkt eru framleiðendur kynditækja sem gera beygjur sem passa við þeirra framleiðslu. Það sparar efni og fækkar suðuskeytum.

Við kaldbeygingu röra eru oftast notaðar vökvaknúnar beygjuvélar.

Önnur aðferð er spanbeyging, sjá mynd t.h.

- Með spanbeygingu er hægt að fá beygjur sem uppfylla ströngustu kröfur sem settar eru í sambandi við lögun og þynningu efnis í rörabeygjum fyrir kjarnorkuiðnað og hitaorkuver.

- Beygjuradúsinn getur verið nánast hver sem er. Með hæfilegri efnisþykkt er hægt að gera beygjur með radíus sem er jafn tvöföldu utanmáli rörsins.

- Yfirborðsáferð beygjanna er a.m.k. jafngóð og við kaldbeygingu og hvað varðar kornauppbyggingu og álagsþol efnis, eru gæðin við spanbeygingu mun betri. Gildi hörku og höggþols eru innan þeirra marka sem sett eru af leiðandi enskum og amerískum eftirlitsstofnunum.

- Hvort sem efnisþykktin er 2 mm eða 80 mm eru rörin jafn auðveld í vinnslu, þar sem aðeins þarf að stilla tíðnirafalinn þannig að orkuskil hans hæfi þeirri rafmótstöðu sem fæst af massa rörsins.

- Þar sem hægt er að beygja margar og ólíkar beygjur á sama rör, er hægt að fá fram flóknar rörahannanir án suðusamskeyta.

- Þar sem hver beygja er hluti af rörinu hverfa þau tvö suðuskeyti sem verða að vera ef venjuleg suðubeygja er notuð. Tilbúið rör fær þess vegna jöfnustu mögulega álagsþols- og efniseiginleika.



Spanbeyging Super Duplex-röra. Stærð Ø 426 x 82.

- Það er hægt að spanbeygja rör með utanmál allt frá 50 mm og upp í 750 mm.

- Bitaeefni, ferkantör, gegnheilt stangaefni o.s.frv. er einnig vel hægt að spanbeygja.

- Efni sem á að spanbeygja þarf aðeins að uppfylla tvö skilyrði:

1. Það verður að leiða rafmagn.
2. Það má ekki hafa tilhneigingu til þess að springa eða missa eiginleika sína við vinnsluhitastigið.

Spanbeygingaraðferðin var fyrst þróuð fyrir enska herinn. Aferðin byggir á byltingarkenndri kenningu, og hefur sýnt sig og sannað í verki. Aðferðin hefur reynt hafa marga ótvíræða kosti á öllum sviðum iðnaðar.

Beygingaraðferðin byggir á efnisupphitun með hvirfilstraumum sem spanast upp með breytilegu rafsegulsviði. Aðferðin er að mestu vélræn og tölvu-stýrð og mjög nákvæm.

Það þarf engin aðhöld innan í eða sandfyllingu og engin ytri mót og málnákvæmni rörsins skiptir ekki máli þar sem spanspólan snertir aldrei rörið. Langs- eða spíralsoðin rör eru beygð á sama hátt og heildregin.

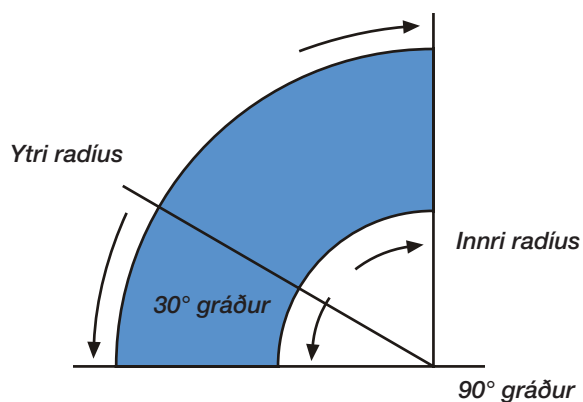
Aðferðin hentar sérstaklega vel fyrir rör með óvenjulegri efnisþykkt eða radíus, t.d. olíuflæðileiðslur og ýmsar lagnir í efnaiðnaði.



Spanbeygð rör úr 15Mo3 efni, stærð Ø 610 x 36

Að saga beygjur

Við uppsetningu röra kemur fyrir að það þarf að saga beygjur í ákveðinn gráðufjölda. Hér eru nokkur einföld reiknidæmi um beygjusögun og um útreikning lengdar milliröra.



Sögun beygju í 30 gráður

$$\text{Ytri radíus} \frac{249}{90} = 2,77 \text{ mm}$$

$$\text{Innri radíus} \frac{107}{90} = 1,19 \text{ mm}$$

Þá verða 30 gráður:

$$\text{Ytri skurðarlengd} = 30 \times 2,77 = 83 \text{ mm}$$

$$\text{Innri skurðarlengd} = 30 \times 1,19 = 36 \text{ mm}$$

Útreikningur milliröra

Reikniaðferð

1. 90 gráðu beygja er söguð í tvær 45 gráðu hálfbeygjur. Snúið annarri í 180 gráður og mælið færslumálið c/c, sjá mynd 1. fyrir neðan.
2. Mælið bilið á milli röranna sem eru fyrir, sjá mynd 2. fyrir neðan.
3. Lesið reiknistuðul fyrir umræddan gráðufjölda úr töflunni, sjá næstu síðu, margfaldið með honum málið sem mælt var í lið 2.

Dæmi:

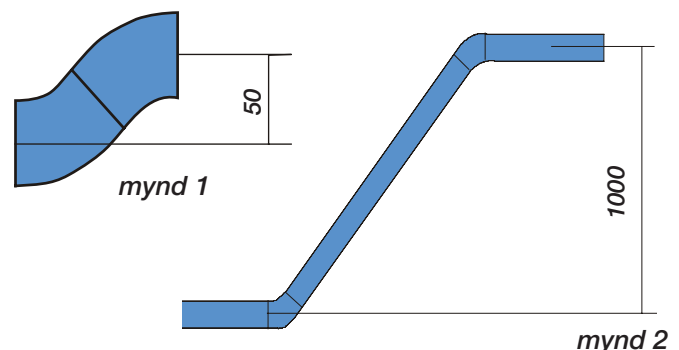
1. Færslumál c/c 50 mm

2. c/c 1000 mm

3. $45^\circ \Rightarrow$ reiknistuðull = 1,41

Millirörslend:

$$1,41 \times (1000 - 50) = 1339 \text{ mm.}$$



TAFLA YFIR REIKNISTUÐLA

Horn (gráður)	Marg- feldi	Horn (gráður)	Marg- feldi
5	11,47	50	1,31
10	5,76	55	1,22
15	3,86	60	1,15
20	2,96	65	1,10
25	2,36	70	1,06
30	2,00	75	1,04
35	1,75	80	1,02
40	1,56	85	1,004
45	1,41	90	1,000

Fyrir önnur horn ($0 < \text{horn} < 90^\circ$) fæst reikni-
stuðullinn = $1 / \sinus \text{ hornsins}$.

Forframleiðsla rörlagnaefnis

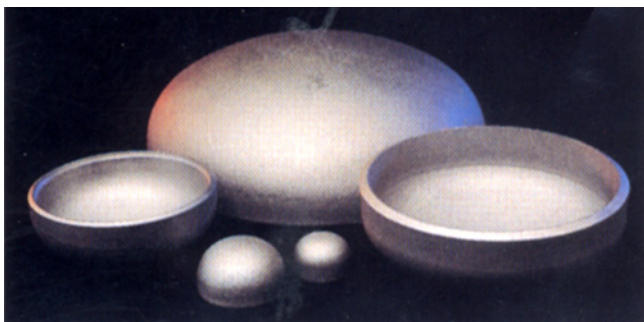
Lagnaefni er í dag nær undantekningarlaust keypt tilbúið. Það á við um beygjur, minnkanir, T-stykki, söðla með grein og kúpta botna. Kostirnir við að nota tilbúna hluti eru ótvíræðir; styttri samsetningartími, aukin gæði og lægri kostnaður.



T-stykki, sum með pressaðri trekt.



Pressaðar minnkanir. Fást líka ósammiðja.



Kúptir botnar.



Söðlar eru til með grein allt upp í 500 mm.

HEIMildir:

Stál – Järnbruksförbundet. Calor Industri. Eigin reynsla – Jan Jönsson

M5.2.2 Suðuskeyti röra (E6.2.2, T5.2.2, G3.2.3)

Stúfsuðuskeyti í rör: eftir lengdarás eða þvert á, gerð soðinna beygja úr röri

Rörasuða og meðferð röra krefst sérstakrar tækni ef borið er saman við vinnu með plötu- eða stangaefni. Þetta á öðru fremur við um uppstillingu og festingu röraskeytanna og skipulag suðunnar.

Forvinna við rörasuðu

Skilyrði þess að gæði suðunnar verði bestu mögulegu, er að endar röranna séu skornir vinkilrétt, að fúgan sé fösud (ef þörf er á því) og að rörendarnir séu vel festir áður en byrjað er að sjóða.

Skurður

Rör er hægt að saga, skera með gasi, plasma eða með skurðarskífu í slípirokk. (Sjá kafla M 2.2.3.)

Fösun

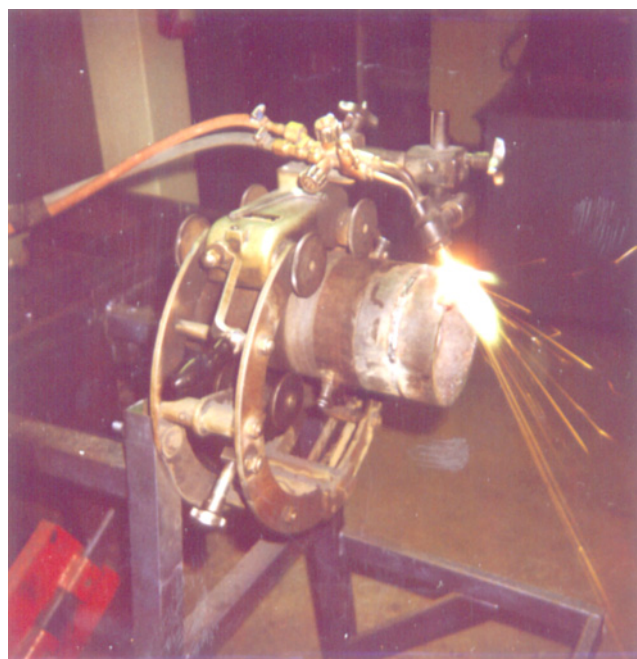
Rör er hægt að fasa í rennibekk, með slípirokk eða með rörskurðarvél sem bæði sagar og fasar rörið í einni aðgerð. Slíkar vélar eru til fyrir flest minni rör.

Rörskurðarvél fyrir gas getur í mörgum tilfellum hentað vel fyrir rör úr óblönduðu og lítt blönduðu stáli. Slík vél getur skorið og fasað í einu. Gallinn er sá að vélin tekur allnokkuð pláss og í notkun er af henni töluvert neistaflug.

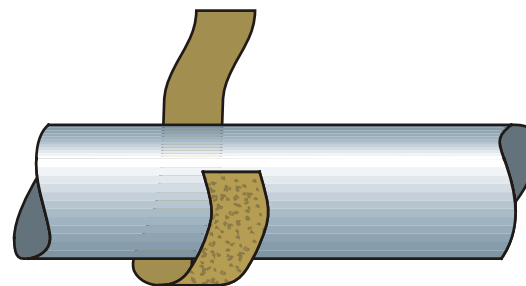
Að skera „fríhendis“ á best við þegar taka þarf göt fyrir greinar eða lúgur fyrir lúgusuðu, einnig ef skera þarf til rör eða beygjur.

Til þess að fá beinan og vinkilréttan skurð er notaður borði af einhverju tagi (slípiband hentar vel). Borðanum er vafið um rörið og hann stilltur af. Síðan er merkt meðfram borðanum, t.d. með krít.

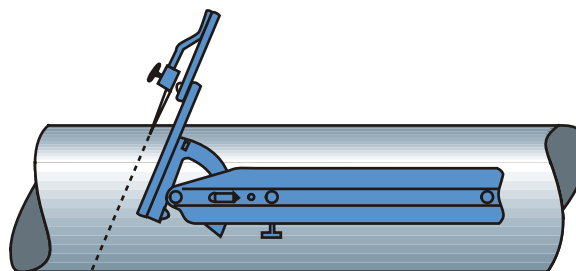
S.k. Contour Marker er hægt að nota til merkingar bæði í 90° og í önnur horn. Að auki er hægt að nota tækið við að merkja fyrir greinum o.þ.h.



Rörskurðarvél fyrir gas.



Merking með borða.



Contour Marker.

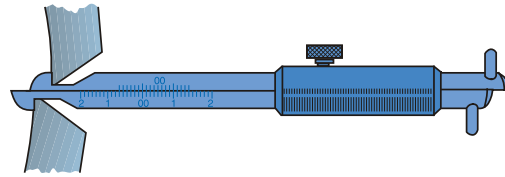
Festing

Svo rörendarnir passi hver á móti öðrum án misbrýningar verður að festa þá vel. Ódýr rör geta verið misjöfn að þvermáli og þá er best að jafna misbrýninguna út allan hringinn.

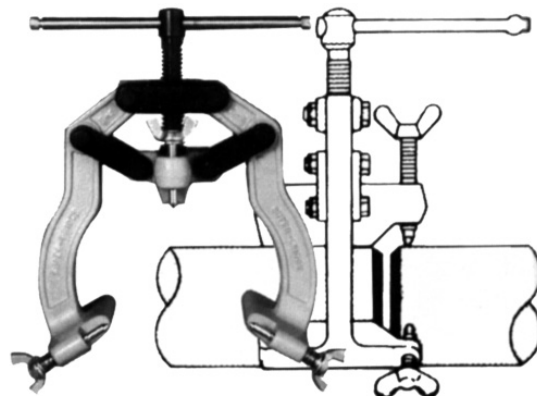
Misbrýningu er hægt að mæla með sérstökum mælum.

Festing með klöfum er aðferð sem er mest notuð á gróf rör. Aðferðin krefst nokkurrar for- og eftirvinnu. Rörin eru lögð í t.d. U- eða H-bitu og klafarnir soðnir á annað rörið. Stillingin er síðan gerð með skrúfum eða fleygum.

Það verður að muna að klafarnir mega ekki skilja eftir sig nokkur merki. Þegar klafarnir eru fjarlægðir er best að marka í suðuna með meitli eða skurðarskífu. Þá er hægt að brjóta klafann af og slípa burt það sem eftir er af suðunni. Sár á rörinu verður að fylla með suðu og slípa slétt.



Mælitæki til að mæla misbrýningu röra.



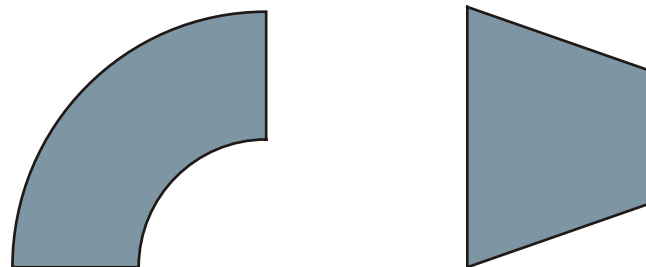
Röraklemma af gerðinni Hajo Super Bridge.

Rörasuðuklemmur

Mest eru notaðar rörasuðuklemmur af einhverju tagi við roravinnu. Til eru nokkrar gerðir af klemmum sem eru mjög góðar og gefa möguleika á að stilla nákvæmt upp og festa vel. Klemman er fest á annað rörið og hitt stillt á móti því með stilliskrúfunum, sem jafnframt festa það.

Fyrir ryðfrítt efni eru til sérstakar klemmur sem einnig eru úr ryðfríu stáli.

Jafnvel eru til sérstök festiverkfæri fyrir beygjur, trektar og flangsa. Það sem ræður valinu er m.a. suðuáferð, rörastærð, þyngd og gæðakröfur sem settar eru.

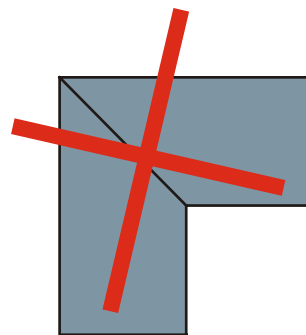


Beygjur og minnkanir eru framleiddar alsjálfvirkt.

Framleiðsla á rorum og beygjum

Lengdarskeyti á rorum eru soðin í sjálfvirkum vélum (sjá kafla M 5.2.1). Það á líka við um trektar og beygjur, sem með nokkrum undantekningum eru framleiddar alsjálfvirkt.

Hvað varðar beygjur með 90° horni (sjá mynd t.h.) má ekki nota þær í lagnir fyrir olíu, gas, vatn o.s.frv.



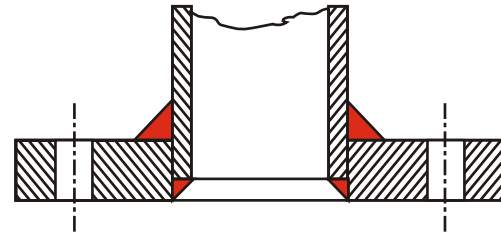
Slíkar beygjur má ekki nota t.d. fyrir olíu.

Skeyti milli rörs og flangs

Í flestum röralögnum koma fyrir flangsatengi. Þau geta verið af ýmsum gerðum, allt eftir efni og notkunarviði. Hér verða kynntar nokkrar gerðir.

Suðufangsar án stúts

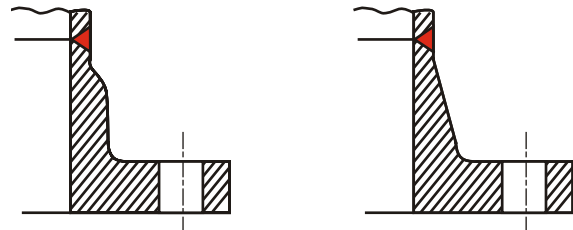
Þetta skeyti felur í sér lausan flangs sem er soðinn beint á rörið, að innan og utanverðu, eða þar sem kröfur eru litlar, bara að utanverðu.



Laus flangs soðinn á rör.

Suðufangsar með stút

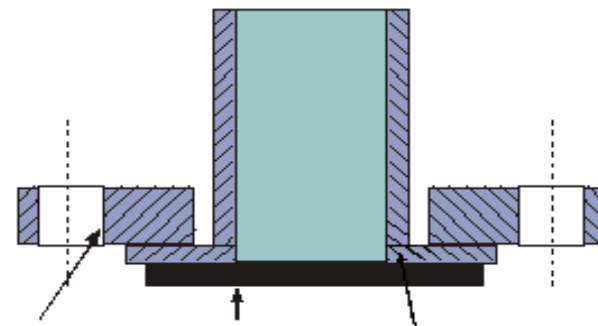
Stútar á flöngsum geta verið misjafnir að lögun. Þeir geta t.d. verið jafnþykkir eða kónískir.



Flangs með jafnþykkum stút t.v. og kónískum t.h.

Lausir flangsar

Lausir flangsar með tilbúnum krögum eru algengir við rötatengingar úr ryðfríu stáli. Kraginn er soðinn á rörið með flangsinn þræddan uppá. Eftir suðuna eru flangsarnir skrúfaðir saman með þakningu á milli. Athugið að það er auðvelt að skekkja lausflangsa.



Laus flangs

Pakkning

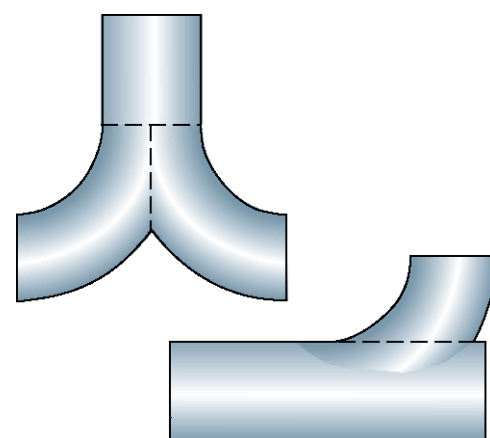
Kragi

Röragreiningar

Í röralagnavinnu kemur fyrir að gera þarf greiningar. Algengast er að það sé gert úr rorbeygjum, til þess að fá mjúkar greiningar. Með því að skera tvær beygjur á réttan hátt er t.d. hægt að gera „buxur“.

Önnur gerð er grein frá stofni. Þá er greinin oftast grennri að þvermáli en stofnrörið.

Á greinibeygjunni er meirihluti annars endans skorinn af, samhliða hinum endanum.



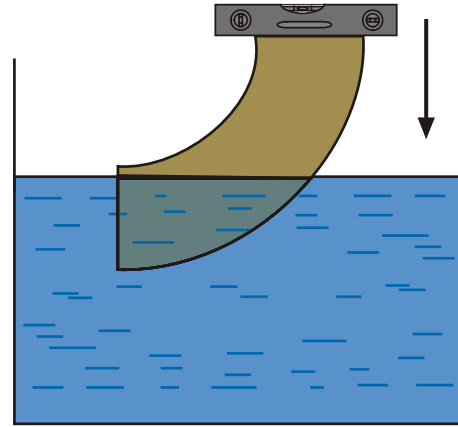
Ólíkar gerðir röragreininga.

Gerð greinar úr beygju

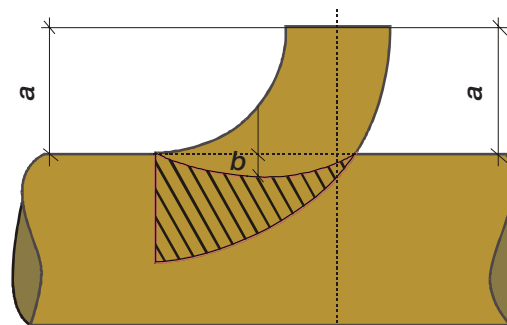
Á stofnrör sem er $\varnothing 114,3$ mm á að setja mjúka greiningu sem er $\varnothing 60,3$ mm.

Ef ekki fást tilbúna greiningar er hægt að gera þær á eftirfarandi hátt:

1. Sökkvið 60,3-beygjuna niður í vatnskar þar til vatnið nær efri innankanti hennar. Hafið beygjuna stillta af með hallamáli.
2. Lyftið beygjuna upp og merkið eftir vatnslínunni með krít og bætið við b-málinu.
3. Skerið „hnakkann“ af beygjuni (það strikaða á myndinni), svo eftir verði greiningin.
4. Merkið á stofnrörið fyrir greiningunni.
5. Skerið gatið fyrir greininguna á stofnrörið. Stillið saman stofnrör og greiningu og punktið.

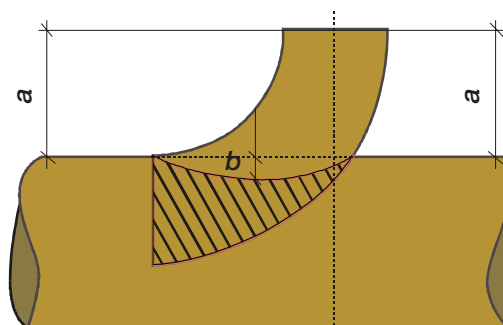
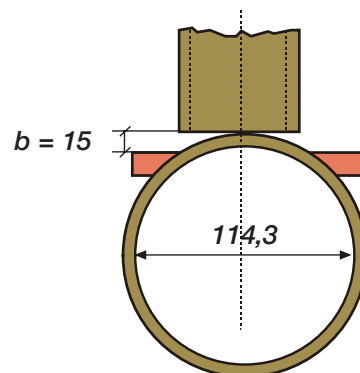


Merking eftir vatnsyfirborði.



Hér er annað afbrigði:

1. Mælið b-málið með því að setja annan enda beygjunnar að stofnröri, sjá mynd.
2. Merkið b-málið á beygjuna. Ritið jafnan boga, fríhendis.
3. Skerið „hnakkann“ af beygjuni (það strikaða á myndinni), svo eftir verði greiningin.
4. Merkið á stofnrörið fyrir greiningunni.
5. Skerið gatið fyrir greininguna á stofnrörið. Stillið saman stofnrör og greiningu og punktið.



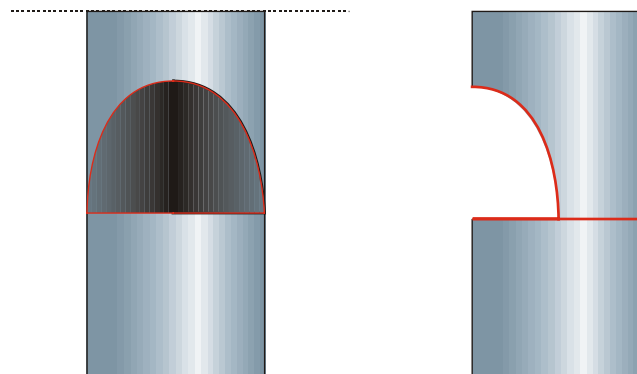
Lúgusuða

Á illa aðgengilegum suðustöðum, þar sem ómögulegt er að komast að til þess að sjóða rör að utanverðu (í hornum o.s.frv.), er gripið til s.k. lúgusuðu. Gat eða lúga er skorin á rörið og suðan soðin að innanverðu. Þegar því er lokið er lúgan soðin í aftur, og með henni hinn helmingur rörskeytanna.

Lúgusuða fer þannig fram:

1. Merkið fyrir lúgunni. Notið máta svo allar lúgur verði eins.
2. Skerið út lúguna.
3. Fjarlægjið skurðargjall og slípið hreint.
4. Sjóðið rörið að innanverðu eins langt og þarf.
5. Sjóðið að utanverðu eins og komist verður að.
6. Punktið lúguna í gatið.
7. Sjóðið lúguna og það sem eftir er af skeytunum.

Önnur aðferð við að sjóða á illa aðgengilegum stöðum er að nota suðuspegil. Með honum er hægt að sjá til þess að sjóða á „bakhlið“ rörsins. Það þarf hins vegar mikla færni/þjálfun af hálfu suðumannsins til að sjóða eftir spegli!



Um það bil þannig á suðulúga að líta út.

Punktun (almennt)

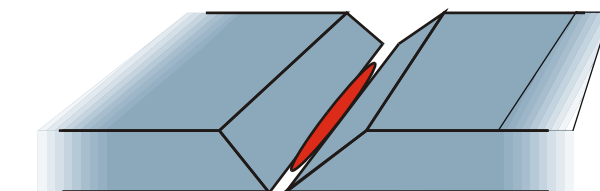
Þegar á að punkta beygjur, greiningar, trektar o.s.frv. er valið á milli tveggja aðferða og ræðst valið af efnisþykktinni.

Í þunnt efni eru gerðir punkta sem eru bara á yfirborðinu, og sem er auðvelt að slípa burt jafnóðum og skeytin eru heilsóðin.

Þegar punktað er í þykkara efni mega punktarnir vera lengri og geta síðan orðið hluti suðunnar (eftir slípun).



Látið ekki punkta í þunnt efni rista djúpt.

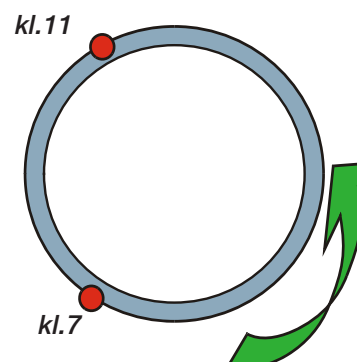


Í þykkara efni geta punkarnir orðið hluti suðunnar.

Skipuleggið suðuna

Skipuleggið framkvæmd suðunnar þannig að rof í framkvæmdinni verði eins fá og mögulegt er. Eitt ráð er að gera s.k. „dry run“ þ.e. að látast sjóða án þess að kveikja ljósbogann. Þannig sést hve langt verður komist í hverjum áfanga og þá er framkvæmdin skipulögð eftir því.

Í suðustöðu PF (lárétt fast rör – soðið lóðrétt stígandi) er best að byrja suðuna „kl. 7“ og ljúka henni „kl. 11“. Þessi suðuröð auðveldar til muna byrjun næstu suðu, ekki síst vegna þess að það verður að slípa suðulokin.



Hnútar og aðrar tengingar

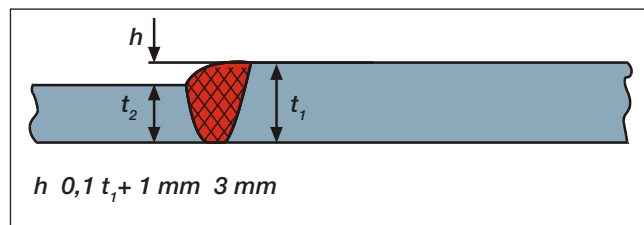
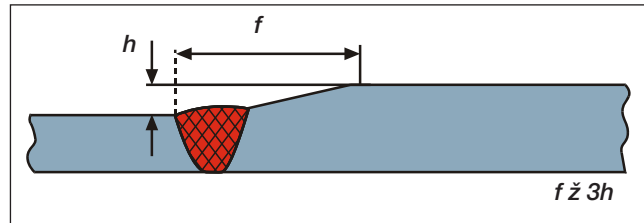
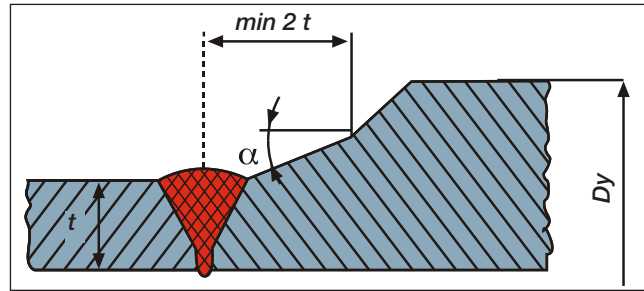
Þegar tvö rör eða annað sem á að stúfsjóða saman í þrýstilögnum (rör, geymar o.fl.) hafa ólíka efnisþykkt, þá á að þynna hið þykkara niður í sömu þykkt og hitt sem þynnra er.

Þetta lýtur að sjálfsögðu vissum reglum.

Hallinn á þynningunni má mest vera 1:3 í þrýstikútum og 1:2,5 í röralögnum.

Ef þykktarmunurinn er minni en 10% + 1 mm þarf ekki að þynna. Þó má munurinn aldrei vera meiri en 3 mm.

Sú regla gildir líka að allar suður eiga, ef mögulegt er, að vera sýnilegar á róthlið og að nota á skaðlausar prófunaraðferðir.



Kragatengi

Kraga- eða stúttengi koma líka fyrir í röralagnavinnu, bæði í sambandi við rör og geyma. Kröfum um gerð slíkra tenginga er lýst í SS 06 41 01 Svetsade behállar-konstruktion, tillverkning och kontroll.

Kragar geta byrjað sem hluti stofnsins (uppbeiting), eða sem suðutengi.

Uppbeiting byrjar þannig að stærð gatsins er reiknuð út. Gatið er merkt og skorið.

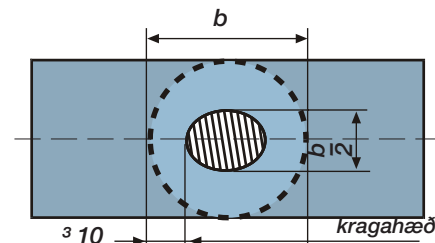
Ef efnið er ó- eða lítt blandað stál er hægt að skera gatið með gasi, en í ryðfrítt efni verður að skera með plasmabrennara. Helst vélrænt innanfrá.

Skurðargjallið verður að hreinsa burt áður en byrjað er að beita upp.

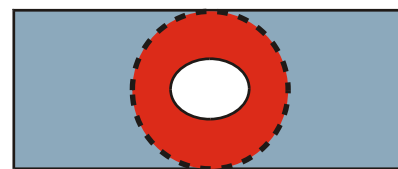
Sjálf uppbeitingin fer þannig fram að ca. 10 mm breitt svæði kringum gatið (breiddin fer eftir því hve hár kraginn á að verða) er hitað vel rautt og beygt u.þ.b. 45° með skiptilykli eða álíka verkfæri. Forðist að gera merki í efnið!

Efnið er síðan hitað aftur og restin af kraganum hömruð út.

Að lokum er hæð kragans jöfnuð með þjöl eða slípi-rokk.



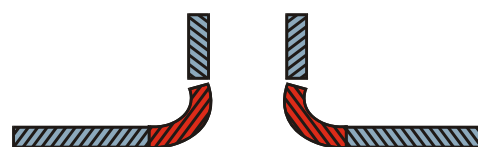
Byrjað er á því að reikna út hve mikið efni þarf í kragann. Síðan er merkt og gatið skorið.



Efnið sem á að beita upp er hitað.



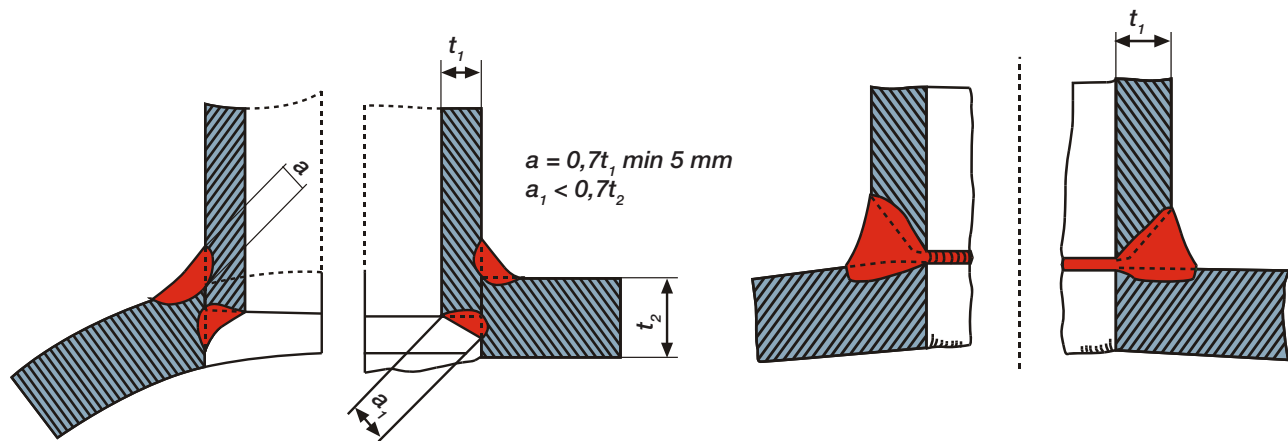
Kantarnir eru beygðir upp.



Restin er hömruð út og kantarnir jafnaðir.

Þegar stútar eru soðnir beint á rör eða á belg þrýsti-geyma verður að gæta þess að ekki verði truflanir á flæði, þ.e. að gerð fúgunnar á að vera hin besta mögulega og stærð og lögun suðunnar í samræmi við þetta, sjá myndirnar.

(Sjá einnig um greiningar og flangsa)



Dæmi um suðu stúta á geyma.

HEIMildir:

Suða, ISBN 91-79-52-0391, SAQ. Eigið efni, Jan Jönsson, Bengt Westin

M5.2.3 Yfirlit yfir suðuaðferðir (E6.2.3, T5.2.3)

Grunnpættir plasmasuðu (PAW = Plasma arc welding)

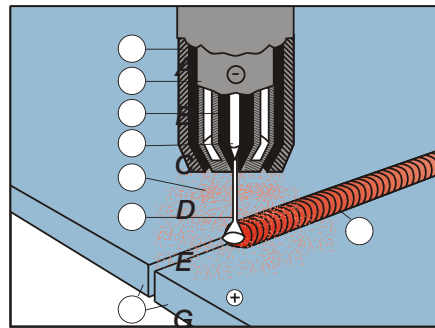
Plasmi er fjórða mögulega efnisástandið, hin eru fast, fljótandi og gaskennt. Þegar gas fer yfir í plasmaástand í suðuljósþoga, fæst, samanborið við TIG-suðu, meiri hiti og betri orkupættleiki, ásamt því að ljósboginn verður stöðugri. Þetta gefur möguleika á suðu í þynnra efni og í þykku efni er aðferðin hagkvæm þegar um framleiðslusuðu er að ræða.

munnstykkið streymir hlífðargas sem kemur í veg fyrir að suðupollurinn oxíderi.

Plasmagas og hlífðargas er yfirleitt argon með ca. 5% vetni. Í míkroplasmaaðferðinni er hinsvegar notað hreint argon sem plasmagas og blanda af argon og vetni sem hlífðargas. S.k. hjálparljósbogi eða pilotlogi, sem brennur milli rafskauts og munnstykkis, léttir kveikinguna og lýsir að auki upp vinnslustykkið. Straumgjafinn skilar yfirleitt jafnstraumi.

Grunnpættir plasmasuðu

Plasmasuða er tilkomin sem frekari þróun TIG-suðu. Inndregið rafskautið er sömu gerðar og fyrir TIG með jafnstraum, Wolfram með 2% þórímoxíð, og tengt við mínuspól, sjá mynd 1. Plasmagasið er leitt inn í plasmadísuna, þar sem rafskautið er inndregið og umlukið vatnskældri dísunni. Við upphitunina og þensluna í dísunni fær plasmagasið á sig nokkurs konar strokkform. Síðan þvingast það með miklum hraða út í gegnum miðjugat dísunnar.

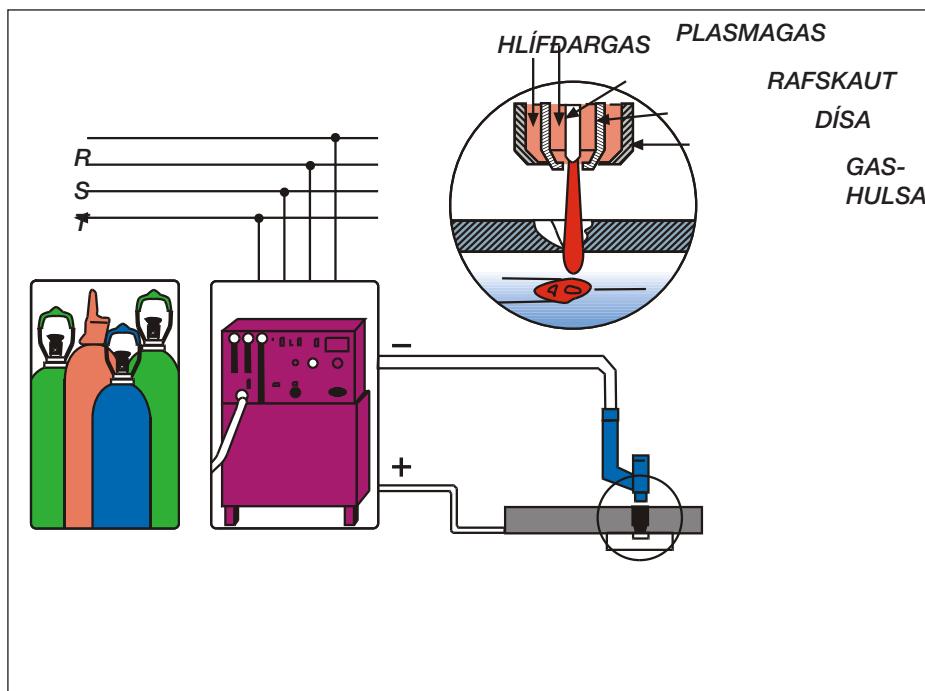


F

H

Plasminn er jónuð gasblanda sem nær hitastigi sem er yfir 20.000°C. Undirstöðuatriðin eru þau að gasblanda streymir út í gegnum innra munnstykkið. Það hitnar gífurlega í ljósboganum sem veldur því að það leysist upp og jónast að nokkru. Gegnum ytra

Einfölduð mynd af plasmasuðu.

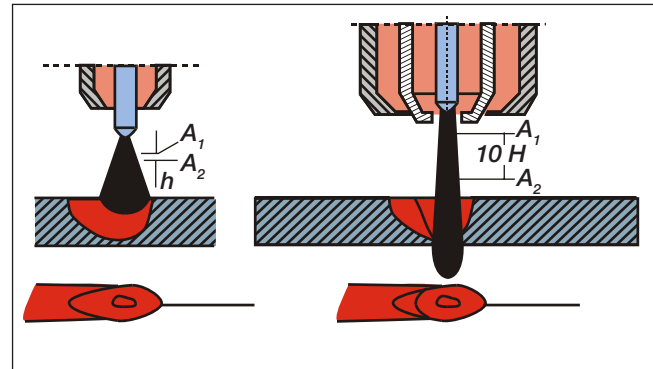


- A Gashulsa
- B Vatnskæld dís
- C Plasmagas
- D Wolframrafskaut
- E Hlífðargas
- F Tilbúin suða
- G Plasmageisli
- H Grunnefni

Helsti búnaður til plasmasuðu.

Notkunarsvið

Plasmasuða er fyrst og fremst notuð við suðu á ryðfríu stáli og málum sem innihalda ekki járn. Plasmasuða hefur þróast sem alsjálfvirk aðferð til suðu á m.a. ryðfríum rörum. Efnisþykktin er oftast 2-7 mm. Kostir plasmasuðunnar koma best í ljós við suðu á efni sem er yfir 2,5 mm á þykkt þar sem hægt er að nota hina s.k. skrárgatstækni, „key-hole technic“, sem felur í sér að plasmageislinn bræðir gat í gegnum efnið, sjá mynd.



Munurinn á milli TIG-suðu og plasma-suðu.

Suðustillibreytur

Þær stillibreytur sem hafa áhrif á gæði suðunnar eru að mestu hinar sömu fyrir TIG og PAW.

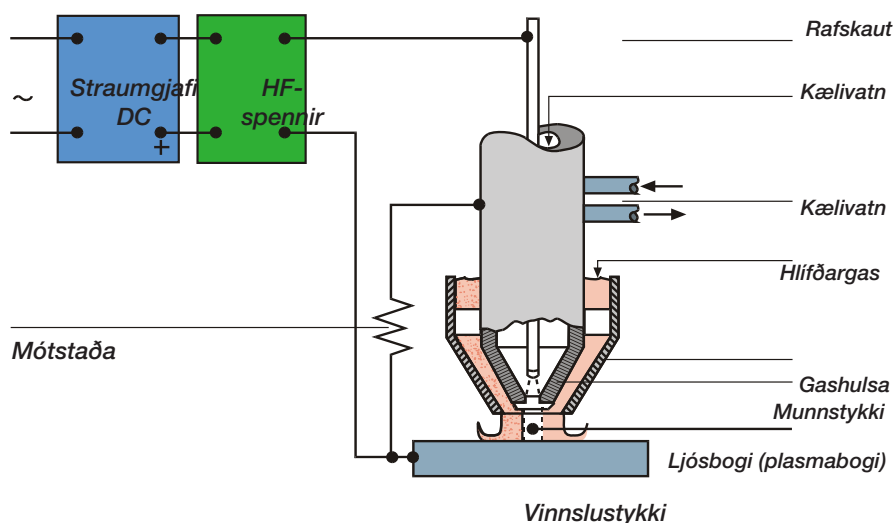
- Straumstyrkurinn skal vera hæfilegur til þess að fá örugga gegnumsuðu og mesta suðuhraða sem skilar fullnægjandi suðugæðum.
- Bogaspennan ræðst af ljósbogalengd, gasgerð, gasþrýstingi og rafskautsgerð. Aðeins óbein áhrif eru því möguleg.
- Rafskautsgerðir sem mest eru notaðar eru hreint wolfram eða blandað með ca. 2% þóríumoxíð.
- Eins og við TIG-suðu er algengast að soðið sé á mínuspól jafnstraums, með rafskautið sem katóðu.

Práður 0,8-1,2 mm		I-fúga	Dísuhæð 2-5 mm		
Efnisþykkt	Gasgerð	Plasmagas	Hlífðargas	Straumur	Suðuhraði
2,5-6,0 mm	Ar + 5% H ₂	3,0-3,5 l/min	10-15 l/min	120-260 A	300-690 mm/min

Suðustillibreytur - sjálfvirk plasmasuða með suðuefni

Plasmasuðubúnaður

Plasmasuðubúnaður samanstendur af eftirfarandi: Straumgjafa sem skilar jafnstraumi, HF-kveikingu til að kveikja ljósbogann og vatnskælíbúnaði fyrir brennarann (dísuna).



Plasmasuða með yfirfærðum ljósboga.



Búnaður til mikró- og meðalplasmasuðu, straumsvið 0,5-100 A.

Örugg vinna við plasmasuðu

Sömu öryggisreglur gilda við plasmasuðu og við TIG-suðu.

Notkun rörþráðar við hálfsjálfvirka suðu, ljósbogaeinkenni

Sjá M 2.2.1.

Örugg vinna við rörþráðarsuðu

Sjá M 2.2.1.

Grunnþættir duftsuðu (UP)

Duftsuða er notuð við suðu á grófu efni. Yfirleitt eru soðnir einn eða tveir rótstrengir með einhverri annarri aðferð og síðan er fyllt í fúguna með duftsuðu. Þetta er auðveldað með notkun rótarstuðnings.

Duftsuða er háafkasta, sjálfvirk suðuaðferð, sem er framkvæmd með 1-3 samfelldum rafskautum (rafskaut og suðuefni eru eitt, líkt og við MAG-suðu). Ljósboginn brennur undir lagi af fluxi (suðudufti) sem bráðnar næst ljósboganum og myndar gjall á suðunni. Óbráðið duft er sogað aftur upp í duftgeyminn og síðan notað upp á nýtt. (Sjá mynd).

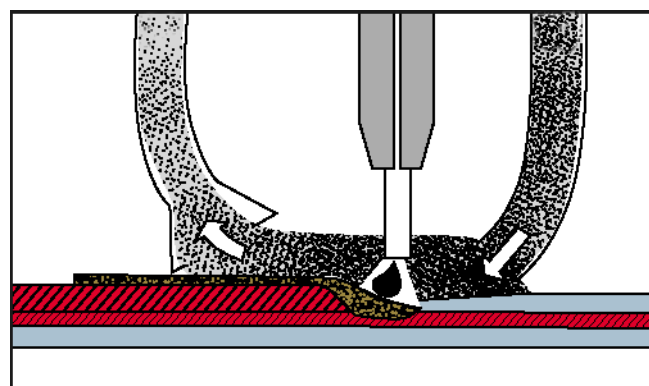
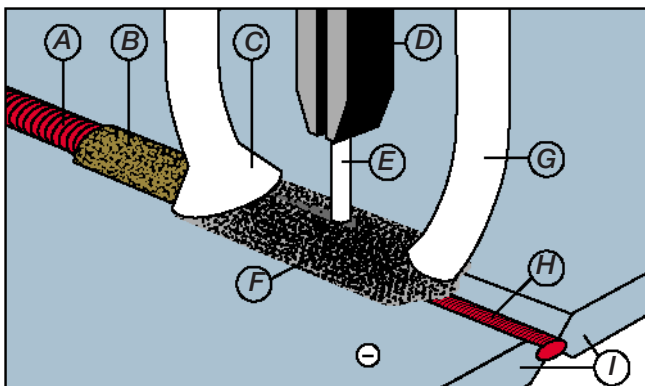
Hlutverk duftsins er bæði að hlífa suðunni frá súr-efni og köfnunarefni andrúmsloftsins og að færa íblöndunarefni í suðumálminn til þess að suðan uppfylli settar kröfur um álagspólseiginleika.

Kostir duftbogasúðunnar liggja fyrst og fremst í:

1. Mjög miklum suðaafköstum
2. Djúpri innbræðslu, sem gerir kleift að þrengja til muna fúgurnar samanborið við handsuðu
3. Löngum bogatíma
4. Minni kröfum sem setja þarf á hæfni suðumannsins ef borið er saman við handsuðuaðferðir

Suðustöður: Í reynd aðeins beinar, láréttar suður. (Mesti suðuhalli er ca. 5 gráður). Með sérstökum aukabúnaði er hægt að sjóða láréttar þilsuður. Beygjumöguleiki er vart fyrir hendi nema þá með mjög stórum radíus.

Þessi aðferð krefst hærri straums en handsuðuaðferðir. Vegna þykktar grunnefnisins og gjalls og dufts sem liggur eftir á suðunni er kólnun efnisins tiltölulega hæg.



Einfölduð mynd af duftsuðu.

A Tilbúin suða

B Gjall

C Enduruptaka dufts

D Rafskautshaldari

E Suðuþráður/Rafskaut

F Duft

G Duftmötun

H Rótstrengur

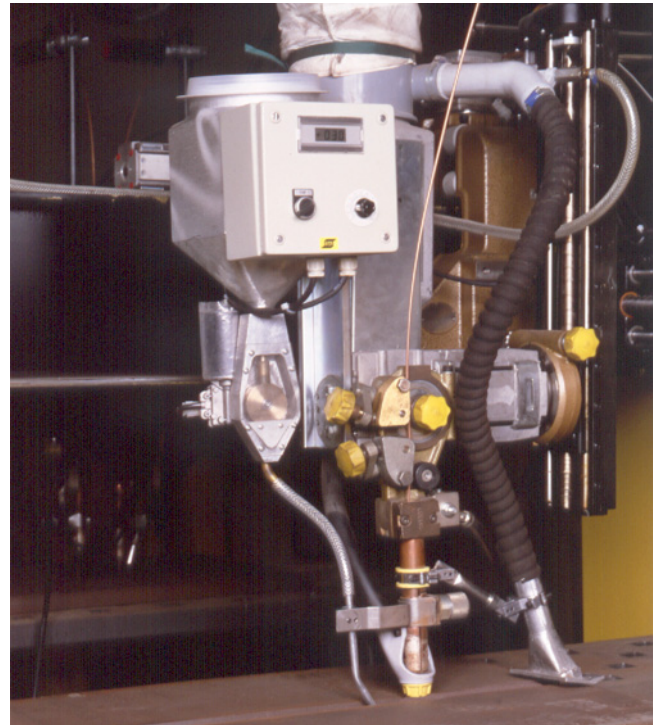
I Grunnefni

Framleiðni-suðuhraði

Mesta mögulega suðuefnismagn (suðuafköst) er u.þ.b. 25 kg/klst, að jafnaði 8-12 kg/klst. Mesti strengjahraði er u.þ.b. 120 m/klst, að jafnaði 30-60 m/klst. Gæði suðuefnisins eru góð, að því tilskildu að suðufletirnir séu hreinir, grunnefni og suðuefni séu af háum gæðaflokki og að suðuvinnan sé framkvæmd á faglegan hátt. Fjölstrengjasuða með þunnum strengjum sem soðnir eru á lágum straumi, 500-600 A, skilar gegnheilu, fínkornóttu suðuefni sem hefur meiri slagseiglu (er síður stökkt) heldur en suða í sambærilegar fúgur með færri strengjum á hærri straumi, 1000-1500 A.

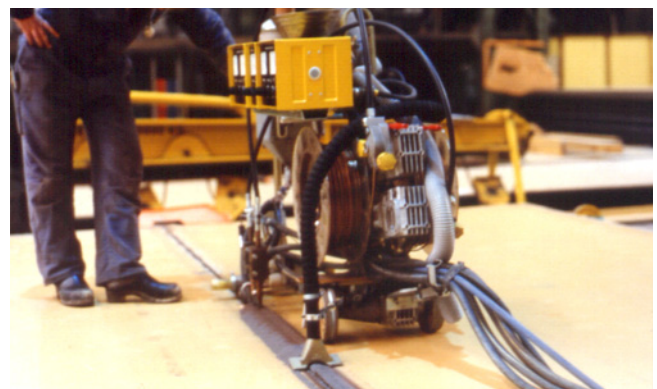
Búnaður til duftsuðu

Búnaðurinn samanstendur af straumgjafa (spenni/afriðli), suðuhöfði með stjórnboxi, matarverki fyrir suðuþráðinn, suðuleiðslu og jarðleiðslu ásamt búnaði til mótunar og endurupptöku dufts.



Notkunar svið - efni

Óblandað, lítt blandað og ryðfrítt smíðastál og þrýsti-kústastál.



Notkunar svið - efnisþykktir, fúgugerðir

Efnisþykktir frá 2 mm. I-fúgur allt upp í 12 mm. Í þykkara efni Y-fúgur eða tvöfaldar Y-fúgur. Fúgurnar verða að vera nákvæmt skornar og suðubilið má ekki vera meira en 1 mm.

Kröfur á suðumanninn

Þar sem suðuferlið er sjálfvirkt eru engar kröfur settar um hæfni í handsuðu, sem nauðsynleg er við handvirkar og hálf sjálfvirkar suðuaðferðir, en almenn skynsemi og ábyrgðartilfinning verður vissulega að vera fyrir hendi. Í vissum tilfellum er krafist hæfnisprófs.

Umhverfispættir

Duftsuðu ætti aðeins að framkvæma innanhúss eða þar sem vel er skýlt fyrir vindi og regni.

Duftsuða veldur hvorki reyk né pirrandi geislun og

Mismunandi búnaður til duftsuðu.



hefur því yfirburði yfir aðrar suðuaðferðir frá umhverfissjónarmiði.

Öryggissjónarmið við duftsuðu

Samanborið við aðrar suðuaðferðir hefur duftsuða frekar lítil áhrif á vinnuumhverfið, nema hvað varðar rafsegulsviðið sem getur orðið mjög sterkt.

Duftsuða er mest notuð til suðu á grófu efni.

HEIMILDIR: AGA, Elga, ESAB

M5.2.4 Gerð suðuferilslýsinga (E7.2.1, T5.2.4)

Hugtakið suðuferilslýsing (WPS); formleg aðferð til þess að koma vinnulýsingum til suðumanns

WPS = Welding Procedure Specification;

Upplýsingablað um það hvernig á að framkvæma suðuvinnuna, val suðuaðferðar, lögum suðufúgu, suðustillibreytur, hreinsun o.fl.

Nánari skilgreiningar um gerð suðuferilslýsinga er að finna í staðlinum ÍST-EN 288.

Yfirlit yfir ÍST-EN 288

Í ÍST-EN 288, sem er í átta hlutum, er því lýst hvernig taka skal fram suðuferilslýsingar.

Hlutar staðalsins eru eftirfarandi:

1. Almennar reglur um bræðslusuðu.
2. Suðuferilsskilgreiningar fyrir ljósbogasúðu.
3. Suðuferilseftirlit fyrir ljósbogasúðu á stáli.
4. Suðuferilseftirlit fyrir ljósbogasúðu á áli.
5. Samþykki byggt á notkun viðurkennds suðuefnis.
6. Samþykki byggt á samanburði við fyrri reynslu.
7. Samþykki byggt á staðalsuðuferlum.
8. Samþykki byggt á úrtaksprófum.

ÍST-EN 288-1 Almennar reglur

Beiting

Staðallinn skilgreinir almennar reglur um lýsingu og samþykki á suðuferilslýsingum. Staðallinn gerir ráð fyrir að soðið sé með hefðbundnum suðuaðferðum þar sem ferlinu er stýrt af suðumanni eða suðuvélastjórnanda sem fylgir WPS. Staðallinn skal gilda þegar krafist er samþykkis suðuferils, t.d. við samningagerð, í vörustöðlum, í reglum eða eftir kröfum yfirvalda.

Skilgreiningar

Í hverjum hluta eru skýrð þau hugtök sem eru notuð.

Skilgreining suðuferilslýsinga

Alla suðuvinnu á að skipuleggja á fullnægjandi hátt áður en framleiðsla hefst.

Hluti undirbúnings á að vera að taka fram WPS fyrir öll suðuskeyti. WPSin eiga að vera samkvæmt kröfum ÍST-EN-ISO 15609-1. Nákvæmni suðuferilslýsinganna á að hæfa samþykkisaðferðinni. Þær eiga að innihalda allar helstu stillibreytur sem hafa áhrif á eiginleika suðuskeytanna. Leyfð frávik helstu gilda skal taka fram.

WPS-in á að líta á sem *bráðabirgða* (pWPS) þar til þau hafa verið samþykkt samkvæmt staðlinum.

Samþykki

Samþykki WPS er hægt að byggja á eftirfarandi:

- Fyrri suðureynslu
- Viðurkenndu suðuefni
- Suðuferilseftirliti
- Almennu viðhöfðum suðuferlum
- Niðurstöðum prófana

Í viðbæti A við 288-1 eru leiðbeiningar um val og beitingu aðferða við samþykkt.

ÍST-EN-ISO 15609-1 Suðuferilsskilgreining

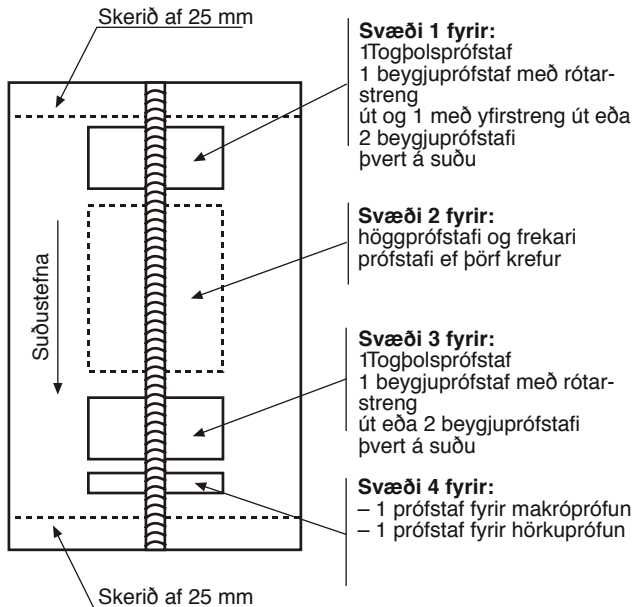
Í staðlinum er tilgreint hvað á að vera tekið fram í suðuferilslýsingu (WPS) fyrir ljósbogasúðu. Undirstöðuatriðin er einnig hægt að yfirfæra yfir á aðrar suðuaðferðir að því tilskildu að samkomulag samningsaðila liggi fyrir.

Þær stillibreytur sem tilgreindar eru í staðlinum eru þær sem hafa áhrif á málmfræðilega eiginleika, álagsþol, lögum og útlit suðuskeytanna.

WPS á að tilgreina nákvæmlega hvernig suðuvinnan skal framkvæmd. ALLT sem skiptir máli við suðuvinnuna skal tekið fram.

Gæðakröfur á suðum fyrir skaðlausar prófanir eru samkvæmt ÍST-ISO-ISO 1517, flokkur B, nema fyrir suðukúf og A-mál þar sem flokkur C gildir.

Staðsetning prufustafa er samkvæmt mynd 6-9 í staðlinum.



Staðsetning prufustafa í stúfsuðu í plötu

Endurpröfun

Ef suðurnar uppfylla ekki gerðar kröfur við prófanir á ekki að samþykkja suðuferilinn. Það er leyfilegt að framkvæma eitt ferilpróf til viðbótar.

Ef einstakur prófstafur stenst ekki kröfur vegna galla á lögum suðunnar má taka tvo nýja stafi til endurpröfunar. Ef annarhvor þeirra er ekki samþykktur á ekki að samþykkja viðkomandi suðuferil.

Gildissvið

WPS sem er samþykkt til suðuframléiðslu gildir á verkstæðum og uppsetningarstöðum sem eru undir sömu tæknistjórn.

Á suðuferilsprófinu er hægt að byggjasamþykki suðuferilslýsingar að því tilskildu að frávik á breytipáttum hennar séu innan gildissviðs suðuferilprófsins.

Helstu breytipættir eru:

- grunnefni, sjá samanburðartöflu
- efnisþykkt
- suðuaðferð
- suðustaða
- fúgugerð
- suðuefni
- straumgerð

- orkuflæði
- forhitun
- millistrengjahitastig
- eftirfarandi hitameðferð

SAMANBURÐARTAFLA	
Stálflokkar	
Suðupróf samkv. ÍST- EN 287	Suðuferill samkv. EN-288-3
W01	1
W02	4, 5, 6
W03	2, 3, 7 Nikkel blandað stál
	Gildir ei 5% < NI% 9% ¹
W04	8
W11	9

¹ Sérstakt suðupróf

Viss mismunur er á suðuprófi samkvæmt ÍST-EN 287-1 og ferilprófinu ÍST-EN 288. Mestur er munurinn á flokkun stálsins samkvæmt ÍST-EN 288-3, sjá töflu.

ÍST-EN 288-4

Suðuferilseftirlit fyrir ljósbogasúðu á áli og álblöndum

Staðallinn gildir fyrir ljósbogasúðu á áli og sjóðanlegum álblöndum samkvæmt ISO 2092 og 2107.

Umræddar suðuaðferðir eru:

- 131 MIG-suða
- 141 TIG-suða
- 15 Plasmasuða

Staðallinn segir til um framkvæmd suðunnar og hvaða prófanir á að gera og fylgir sömu grundvallarreglum og 15614-1.

ÍST-EN ISO 15610

Samþykki byggt á notkun viðurkennds suðuefnis

Samþykkið á að vera unnið af skoðunaraðila eða fulltrúa prófunarstofnunar og skal vera grundvallað á innihaldslýsingu grunnefnisins samkvæmt EN staðli á flokkunarskýrslu suðuefnisins og á ákveðnu pWPS samkvæmt ÍST-EN-15609-1.

Samþykkið gildir svo lengi sem hið viðurkennda suðuefni er notað.

Samþykkið skal skráð með undirskrift skoðunar-aðilans og dagsetningunni á viðkomandi pWPS.

ÍST-EN 288-6 Samþykki byggt á samanburði við fyrri reynslu

Mörg verkstæði búa yfir mikilli reynslu af framleiðslu soðinna stálvirkja þar sem eftirlit þriðja aðila hefur komið við sögu og þar sem reynsla af notkun hefur sannað gæði framleiðslunnar.

Taka skal fram pWPS í samræmi við 15609-1 byggt á fyrri reynslu sem á að vera sannprófuð með skýrslum frá viðurkenndum prófunum eða rannsóknum sem sýna að tæknilegar kröfur sem gerðar eru til framleiðslunnar eru uppfylltar. Tvær leiðir eru nefndar til sannprófunar:

1. Skýrslur frá prófunum (t.d. skaðlausum prófunum, þrýstiprófunum) ásamt samantekt um suðuframleiðslu a.m.k. eins árs.
2. Skráð langtímareynsla sambærilegra suðuskeyta (fimm ára reynsla telst hæfilegt).

Gildissvið suðuferilslýsingar er samkvæmt ÍST-EN ISO 15614-1 og 288-4 og gildir á meðan framleiðslan fer fram á tilgreindan hátt. Samþykkið er skráð með undirskrift skoðunaraðilans og dagsetningu á pWPS.

ekki þeim suðufúgum sem um ræðir. Prófstykkin eiga að hafa viðeigandi vörustaðli eða á annan hátt hljóta samþykki samningsaðila. Taka skal fram pWPS fyrir suðu prófstykkjanna.

Suðan skal samsvara væntanlegum aðstæðum við framleiðsluna.

Prófunin á, að því leyti sem mögulegt er, að innihalda þær aðgerðir sem eru í 288. Yfirleitt á að framkvæma eftirfarandi prófanir:

- útlitsskoðun
- yfirborðsprófun
- makróprófun
- hörkuprófun (fer eftir efniskröfum)

Samþykkið verður í samræmi við viðeigandi hluta af 288 en takmarkað við þá fúgugerð sem notuð var í úrtaksprófuninni.

Ferlissamþykkið gildir svo lengi sem framleiðslan fer fram á sama hátt og þegar prófunin var gerð.

WPAR á eins og hægt er að samræmast 15614-1 eða 288-4.

ÍST-EN 288-7 Samþykki byggt á staðalsuðuferlum

Staðalsuðuferilslýsing á að standast kröfurnar í 15609-1 og á að vera samþykkt af óháðum skoðunaraðila eða prófunarstofnun sem staðfestir að suða og prófanir fari fram eftir þeim reglum sem eru í ÍST-EN 288. Fyrirtæki sem hafa tekið fram samþykktar staðalsuðuferilslýsingar geta notað þær til þess að byggja á aðrar suðuferilslýsingar sínar. Notkun staðalsuðuferla getur takmarkast af vöruviðmiðunum eða kröfum í samningum.

Notkun staðalsuðuferla er háð því að hæfur suðutæknistjóri sé til staðar samkvæmt ÍST-EN-719 og að gæðastjórnunarkerfi fyrirtækisins uppfylli þann hluta af ÍST-EN-729 sem við á.

Staðalsuðuferlar gilda svo lengi sem ofanefndum kröfum er fullnægt.

ÍST-EN 288-8 Samþykki byggt á úrtaksprófum

Úrtaksprófun á suðum getur komið til greina þegar lögun og stærð prófstykkjanna samkvæmt 288 hæfir

Ferlið við að samþykkja WPS fyrir framleiðslu

Þegar taka skal fram suðuferilslýsingu sem á að samþykkja samkvæmt ÍST-EN 288 getur grunnurinn verið bráðabirgða WPS (pWPS) frá áður þekktum suðuferlum. Það eru einnig til tölvuforrit, t.d. Svejsplan, sem geta tekið fram pWPS.





Suðutæknistjóri verður að samþykkja hvora leiðina sem notuð er.

Það þarf hæfan og reyndan suðumann til að framkvæma suðuna eftir bráðabirgða ferilslýsingu. Hann er einnig sá sem ákveður hvernig suðuvinnan fer fram eftir samþykktu suðuferilslýsingu í framleiðslunni.

Bráðabirgða suðuferilslýsing - sem þýðir bráðabirgða suðuleiðbeiningar eins og um fúguundirbúning, suðuaðferð, straum, færsluhraða, punktun, hreinsun o.fl. - sjá viðbæti 1.

Með þessu þarf að fylgja skýrsla um suðuferil, WPAR (Welding Procedure Approval Record) sem er í þremur hlutum, sjá næstu síður.

1. hluti - er Vottunarskírteini svokallað WPAR skírteini (Welding Procedure Approval Record form): vottorð um að suða og prófun hafi skilað fullnægjandi niðurstöðum - sjá að neðan.

		PROKOLL FRÅN PROCEDURPROVNING (WPAR) Welding Procedure Approval - Test certificate (WPAR)		 1181	WPAR 1/3 RAPPORT <small>utfärdad av ackrediterat laboratorium REPORT issued by an Accredited Laboratory</small>
		Tillverkarens svetsprocedur: 111 T01 HL-201 <small>Manufacturer's welding procedure:</small>		Provningsorganisation: AB SVENSK ANLÄGGNINGSPROVNING <small>Examiner or test body: Swedish Plant Inspection Ltd</small>	
Referens nr: G-5085 <small>Reference No:</small>		WPAR nr: 111 T01 HL-301 <small>WPAR No:</small>			
Tillverkare: AmuGruppen Väst AB <small>Manufacturer:</small>					
Adress: 400 60 GÖTEBORG <small>Address:</small>					
Provningsstandard: SS-EN 288-3/AD-Merkblatt HP 2/1 <small>Code/testing standard:</small>					
Datum för svetsningen: 1994-12-01 <small>Date of welding:</small>					
Godkännandets omfattning <small>Extent of approval</small>					
Svetsmetod: 111 <small>Welding process:</small>					
Fogtyp: BW <small>Joint type:</small>					
Grundmaterial (s): Grupp 1 (SS 2172) <small>Parent metal (s):</small>		Värmebehandlingsstillstånd: - <small>Conditions of tempered:</small>			
Tjocklek (mm): 6-25 <small>Metal thickness (mm):</small>					
Ytterdiameter (mm): >80 <small>Outside diameter (mm):</small>					
Typ av tillsatsmaterial: ESAB OK 48.00/Similar <small>Filler metal type:</small>					
Skyddsgas/flöde: - <small>Shielding gas/flux:</small>					
Typ av ström: - <small>Type of welding current:</small>					
Svetslägen: Alla <small>Welding positions:</small>					
Förhöjd arbetstemperatur: min 10°C <small>Preheat:</small>					
Efterföljande värmebehandling och/eller åldring: - <small>Post-weld heat treatment and/or ageing:</small>					
Annan upplysning: - <small>Other information:</small>					
<p>Härmed intygas att provsvetsar bereddes, svetsades och provades med tillfredsställande resultat enligt fordringarna i ovan angiven provningsstandard. <small>Certified that test welds prepared, welded and tested satisfactorily in accordance with the requirements of the code/testing standard indicated above.</small></p>					
Plats <small>Location</small> Göteborg		Utskriftsdatum <small>Date of issue</small> 1995-01-12		Provningsorganisation: AB SVENSK ANLÄGGNINGSPROVNING <small>Examiner or test body: Swedish Plant Inspection Ltd</small>	
SA 316.4 (EB) 941116		Namn, datum och signatur: <small>Name, date and signature:</small>  Bror Gustafson 1995-01-12			
Ackrediterat laboratorium utses av Styrelsen för teknisk ackreditering (SWEDAC) enligt lag. Verksamheten vid de svenska ackrediterade laboratorierna uppfyller kraven enligt SS-EN 45001.					

2. hluti – er „skýrsla um suðupróf“: skýrsla sem í smáatriðum lýsir öllu suðuferlinu, sjá að neðan.

Svetsdata Welding details		Tillsatsmaterial Filler metal Dimension Size of		Strömstyrka A Current A	Spänning V Voltage V	Strömtyp Type of current Polaritet Polarity	Matning *) Feeding
1	111	2,5	65	21	DC+	-	
2	111	2,5	80	22	DC+	-	
3-8	111	2,5	90	24	DC+	-	

Tillsatsmaterial, kodifiering och handelsnamn: ESAB OK 48.00
Filler metal classification and trade name:

Särskild värmebehandling eller torkning: -
Special baking or drying:

Skyddsgas/fluss: skydd: -
Gas/shield: shielding:
rotstöd: -
backing: backing:

Gasflöde - skydd: -
Gas flow rate - shielding:
gasrotstöd: -
backing: backing:

Wolframelektrod, typ/dimension: -
Tungsten electrode type/size:

Uppgifter om mejsling på baksidan: -
Details of back gouging/backing:

Förhöjd arbetstemperatur: 20°C
Preheat temperature:

Mellansträngstemperatur: <250°
Interpass temperature:

Efterföljande värmebehandling och/eller åldring: -
Post-weld heat treatment and/or ageing:

Tid, temperatur, metod: -
Time, temperature, method:

Uppvärmnings- och kylningshastigheter *): -
Heating and cooling rates:

Tillverkare: AmuGruppen Väst AB
Manufacturer:

Provningsorganisation: AB SVENSK ANLÄGGNINGSPROVNING
Examiner or test body: Swedish Plant Inspection Ltd

Namn, datum och signatur
Name, date and signature
Jan Hansson 1995-01-15
*) om så fordras
if required

Namn, datum och signatur
Name, date and signature
Bror Gustafson 1995-01-15

SA 317.3 (EB) 9406Z1



DETALJER OM SVETSARPROV

Details of weld test



RAPPORT

utförd av ackrediterat laboratorium
REPORT issued by an Accredited Laboratory

WPAR 2/3

1181

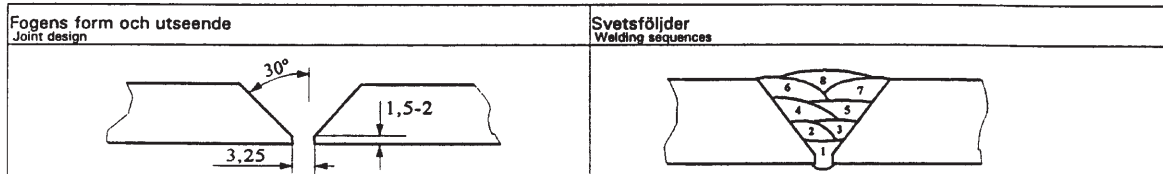
Ort: Göteborg
Location:
Tillverkarens svetsprocedur: 111 T01 HL-201
Manufacturer's welding procedure:
Referens nr: G-5085
Reference No:

Provningsorganisation: AB SVENSK ANLÄGGNINGSPROVNING
Examiner or test body: Swedish Plant Inspection Ltd
WPAR nr: 111 T01 HL-301
WPAR No:

Tillverkare: AmuGruppen Väst AB
Manufacturer:
Svetsarens namn: Bror Börjesson
Welder's name:
Svetsmetod: 111
Welding process:
Fogtyp: BW
Joint type:
Fogberedning (skiss):
Weld preparation details (sketch):

Metod för fogberedning och rengöring: Svarvning/Slipning
Method of preparation and cleaning:
Specifikation för grundmaterialet: SS-2172-03
Parent material specification:

Materialtjocklek (mm): 12,5
Material thickness (mm):
Ytterdiameter (mm): 168,0
Outside diameter (mm):
Svetsläge: H-LO45
Welding position:



Sträng Run	Metod Process	Tillsatsmaterial Filler metal Dimension Size of	Strömstyrka A Current A	Spänning V Voltage V	Strömtyp Type of current Polaritet Polarity	Matning *) Feeding
1	111	2,5	65	21	DC+	-
2	111	2,5	80	22	DC+	-
3-8	111	2,5	90	24	DC+	-

Tillsatsmaterial, kodifiering och handelsnamn: ESAB OK 48.00
Filler metal classification and trade name:

Särskild värmebehandling eller torkning: -
Special baking or drying:

Skyddsgas/fluss: skydd: -
Gas/shield: shielding:
rotstöd: -
backing: backing:

Gasflöde - skydd: -
Gas flow rate - shielding:
gasrotstöd: -
backing: backing:

Wolframelektrod, typ/dimension: -
Tungsten electrode type/size:

Uppgifter om mejsling på baksidan: -
Details of back gouging/backing:

Förhöjd arbetstemperatur: 20°C
Preheat temperature:

Mellansträngstemperatur: <250°
Interpass temperature:

Efterföljande värmebehandling och/eller åldring: -
Post-weld heat treatment and/or ageing:

Tid, temperatur, metod: -
Time, temperature, method:

Uppvärmnings- och kylningshastigheter *): -
Heating and cooling rates:

Tillverkare: AmuGruppen Väst AB
Manufacturer:

Annan information *): -
Other information:

t ex pendling (strängens maximala bredd): max 3 x d
e.g. weaving (maximum width of run):

Oscillering: amplitud, frekvens, uppehållstid: -
Oscillation: amplitude, frequency, dwell time:

Uppgifter om pulssvetsning: -
Pulse welding details:



Munstycksavstånd: -
Stand off distance:

Uppgift om plasma: -
Plasma welding details:


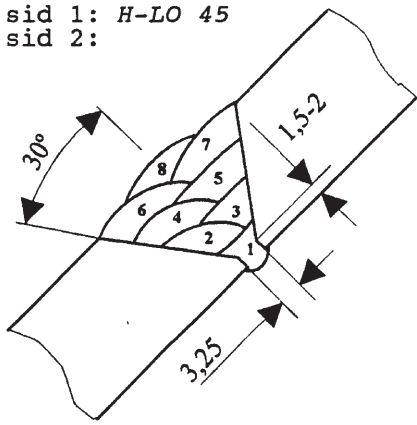
Brännarvinkel: -
Torch angle:



3. hluti – er „prófunarniðurstaða“: skýrsla sem greinir frá öllum prófunum og niðurstöðum þeirra; ef suða og prófun hafa leitt til fullnægjandi niðurstöðu, fæst á endanum samþykkt suðuferilslýsing, WPS, sam-kvæmt ÍST-EN 288, sjá að neðan.

		PROVNINGSRISULTAT Test results				WPAR 3/3	
						RAPPORT utfärdad av ackrediterat laboratorium REPORT issued by an Accredited Laboratory	
Tillverkarens svetsprocedur: Manufacturer's welding procedure:		111 T01 HL-201		Provningsorganisation: AB SVENSK ANLÄGGNINGSPROVNING Examiner or test body: Swedish Plant Inspection Ltd		1181	
Referens nr: Reference No:		G-5085		WPAR nr: WPAR No:		111 T01 HL-301	
Okulärbesiktning: Visual examination:		Godkänd		Radiografisk undersökning *): Godkänd Radiography:		-	
Penetrant/magnetpulverprovning *): Godkänd Penetrant/magnetic particle test:		Godkänd		Ultraljudundersökning *): Ultrasonic examination:		-	
Dragprov Tensile test		Temperatur: Temperature:		+20°C		-	
Typ/nr Type/No	Re N/mm ²	Rm N/mm ²	A %	Z %	Brottställe Fracture location	Anmärkningar Remarks	
Fordran Requirement		490					
1		562					
2		555					
Bockprov Bend Test		Dorndiameter: Former diameter:					
Typ/nr Type/No	Bockningsvinkel Bend angle	Förlängning *) Elongation	Resultat Result				
1 Toppsid	180°		utan anm				
2 Rotsida	180°		"				
3 Toppsid	180°		"				
4 Rotsida	180°		"				
Makroudersökning: Godkänd Macro examination:							
Mikroudersökning: Godkänd Micro examination:							
Slagprov *) Impact test	Typ: Type:	Storlek: Size:			Fordran: Requirement:		
Anvisningens läge/riktning Notch locations/ directions	Temp°C	Värden Values			Medelvärde Average	Anmärkningar Remarks	
		1	2	3			
Svets	-20°	162	116	68	-	-	
HAZ	-20°	156	132	94	-	-	
Hårdhetsprov *) Hardness test		Typ/belastning: HV 10 Type/load:		Mätpunkternas lägen (skiss *) Enligt SS-EN 288-3 Location of measurements (sketch) Punkt 7.4.5			
Grundmaterial: 152-162 Parent metal:		HAZ: 164-216 HAZ:		Svetsgods: 183-197 Weld metal:			
Andra prov: Other tests:		-					
Anmärkningar: Remarks:		-					
Proven utförda enligt fordringar angivna i/av: SS-EN 288-3 Tests carried out in accordance with the requirements of: AD-Merkblatt HP 2/1		Laboratorierapport, referens nr: Laboratory report, reference No:		94 233212			
Provningsresultaten var godkända/ acceptabla (stryk det ej tillämpliga). Test results were acceptable/ acceptable (delete as appropriate).		Provningsorganisation: AB SVENSK ANLÄGGNINGSPROVNING Examiner or test body: Swedish Plant Inspection Ltd		Namn, datum och signatur Name, date and signature			
Proven utförda i närvaro av: - Test carried out in the presence of: -		Erör Gustafson		1995-01-15			
*) om så fordras if required							

WPS – Suðuferilslýsing er endanleg afurð þegar suðan hefur staðist allar prófanir að viðbættum hugsanlegum aukakröfum. Hún á að vera undirrituð bæði af suðutæknistjóra og fulltrúa prófunarstofnunar, sjá að neðan.

	SVETS DATABLAD - WPS		WPS nr: 111T01HL201					
	Utgiven av: Jan Hansson		Sida: 1 av 2					
			Datum: 1995-01-24					
Utbildning: AmuGruppen		Baserad på WPAR nr: 111T01HL.301						
Grundmaterial: A: SS 2172 mot B: SS 2172		(W01)	Godstjocklek: 12.5 -12.5 mm 12.5 -12.5 mm	Rördiameter: 168 - 168 mm 168 - 168 mm				
Arbetstemp		Svetsklass: WB						
Mellansträngstemp, max: °C		Svetsort:						
Hantering av tillsatsmaterial: Enligt tillverkarens anvisningar		Fogberedning: Gaskärning, slipning Slagging: Hacka, borste						
Svets- sid 1: H-LO 45 läge: sid 2:		Rotstöd: Fixtur:						
		Häftning: Fixering: rundstång Min temp: °C Häftlängd: 20 mm Antal strängar: 2 Antal per m: 6 Svetsläge: H-LO 45		Mejsling:				
		Anm: Svetsrikt.: Uppåt Slipning: I rotsträngen Övriga strängar min.						
Sträng	Svetsmetod	Tillsatsmaterial	Dim mm	Beteckning	Gas / pulver Gasflöde: l/min			
1	111	ESAB OK 48.00	2.50/350	AWS E 7018.				
2-8	111	ESAB OK 48.00	2.50/350	AWS E 7018.				
Sträng	Pol	Ström Ampere	Trådmatn m/min	Kont avst	Spänning Volt	Hast m/min / Str längd mm	Energi kJ/mm	Puls Anm
1	DC+	55- 75			18.0-24.0	51- 67	1.0-2.5	
2-8	DC+	80- 105			20.5-28.0	66- 90	0.9-2.2	

M 5.2.5 Eftirlit og prófun (E7.2.3, T5.2.5, G3.2.1)

Upprifjun: Suðugallar

Sjá kafla M 4.2.3.

Skoðun: könnun ytri mála, yfirborðs- áferðar og formbreytinga

Sjónskoðun, sem felur í sér stærðarmælingar og formkönnun ásamt skoðun og mati á suðugöllum, er mikilvægasti þátturinn í skaðlausum prófunum.

Tveir staðlar eru notaðir við mat á gæðum soðinna skeyta í stáli:

ÍST-EN-ISO 5817

ÍST-ISO 6520

ÍST-EN 25817 skilgreinir suðugæði í þremur mismunandi flokkum:

- B -Hár
- C -Meðal
- D -Lágur

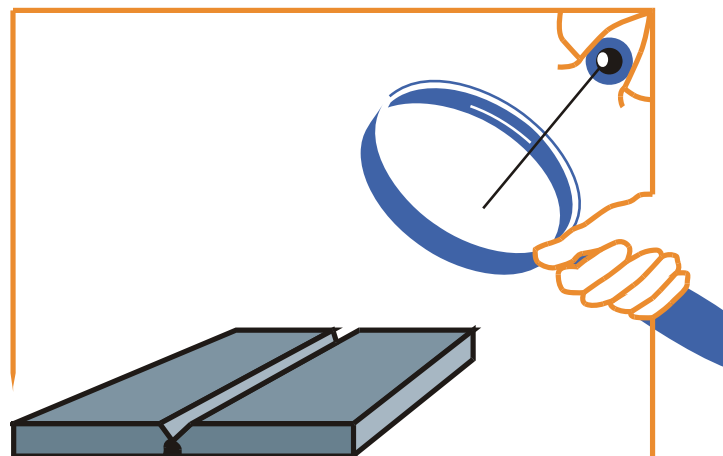
ÍST-ISO 6520 gefur frekari skýringar/lýsingu á einstökum göllum í suðum á stáli.

Sjónrænt eftirlit

Algennt er að þessu sé skipt í þrjá þætti: fyrir, á meðan og eftir suðuna.

Fyrir suðuna er gengið úr skugga um:

- Að lögun fúgunnar sé í samræmi við kröfur
- Að yfirborð fúgunnar og aðliggjandi svæði séu hrein og án galla
- Að þeim hlutum sem á að sjóða saman sé rétt stillt upp og vel fest



Á meðan soðið er skal gengið úr skugga um:

- Að millistrengir fái fullnægjandi innbræðslu í grunnefnið og fyrri strengi við fjölstrengjasuðu
- Að uppgefið vinnsluhitastig sé rétt
- Að millistrengjahitastig sé rétt við fjölstrengjasuðu
- Að meðhöndlun suðuefnis sé rétt samkvæmt leiðbeiningum

Eftir suðuna er gengið úr skugga um:

- Að vinnslustykkið sé hreinsað og laust við suðulús, gjallleifar og áfallinn suðureyk
- Að slípun og meitlun hafi ekki valdið sárum, sprungum eða öðrum göllum
- Að hugsanleg rétting sé framkvæmd þannig að hluturinn verði ekki fyrir tjóni
- Að ekki sjáist för eftir verkfæri sem geta talist vinnslustykkinu til lýtis
- Að suðuklemmur, dragmellur o.þ.h. sé fjarlægð án þess að merki sjáist eftir

Rannsókn á yfirborði með tilliti til sprungna og annarra galla, sprunguleitarvökvi og segulduftsprófun

Prófun með sprunguleitarvökva

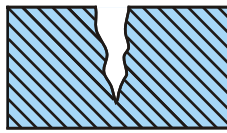
Yfirborðsprófun til að leita að göllum sem opnir eru á yfirborði hentar sérstaklega *austenítisku* efni.

Aðferðin byggir á því að vökvar með litla yfirborðsspennu, t.d. steinolía, geta með háráðakrafti þrengt sér inn í þröngar sprungur.

Prófunin er í fjórum þrepum:

1. Yfirborðið er hreinsað, jafnvel svo að reynt er að ná óhreinindum sem farið hafa ofan í hugsanlegar sprungur. Slípun með sandpappír eða sandblástur getur hins vegar lokað fyrir sprungur.
2. Sprunguleitarvökvanum er sprautað á yfirborðið. Vökvinn er *rauður*, *svartur* eða *sjálflysandi* og þrengir sér niður í sprunguna
3. Vökvinn er þurrkaður burt svo eftir verður aðeins það sem leitað hefur niður í sprunguna
4. Þunnu lagi af *hvítum* framköllunarvökva er sprautað yfir, en hann hefur þann eiginleika að hann dregur upp sprunguleitarvökvan eins og þerripappír og sést hann þá eins og strik í framköllunarvökvanum

Sprunguleitarvökvi



Yfirborðið er hreinsað.



Vökvinn þrengir sér niður í sprunguna.

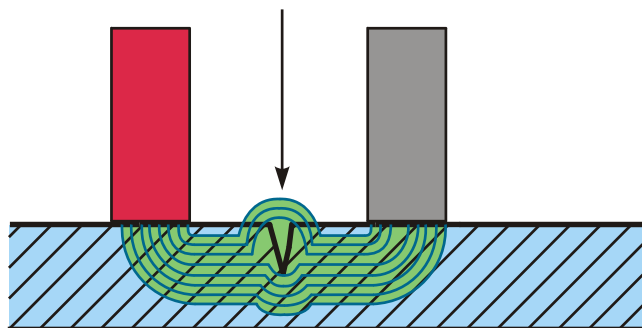


Umframvökvinn er fjarlægður.



Framköllunarvökvinn dregur upp sprunguleitarvökvan og lítast af honum.

Segulduftsprófun.



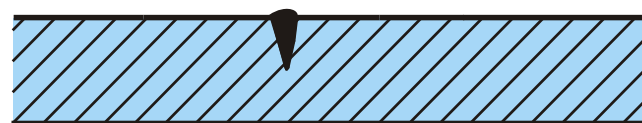
Segulduftsprófun.

Segulduftsprófun

Yfirborðsprófun til leitar galla sem opnir eru á yfirborði, leiðir einnig, við góðar aðstæður, í ljós galla sem eru rétt undir yfirborðinu. Hentar til prófana á segulnæmum efnum.

Ef segull er settur á stálplötu myndast segulflæði rétt undir yfirborðinu. Prófunaraðferðin byggir á því að gallar í eða rétt undir yfirborðinu trufla segulflæðið; það verður leki í flæðinu.

Ef járnsvarf er sett á plötuna, mun það dreifa sér jafnt á milli segulpólanna og yfir sprungum myndast veggur af svarfi þar sem segulmagnið er sterkast. Til að auðvelda svarfinu að hreyfast er það hrært út í vökva, t.d. steinolfu.



Járnsvarfið safnast yfir gallanum.

Innri rannsóknir á suðum með skaðlausum prófunum (Röntgen)

„Gegnumlýsing“ til leitar innluktra galla. Hentar öllum efnum.

Við gegnumlýsingu, röntgen, er nýttur sá eiginleiki röntgengeisla að geta, með sinni stuttu bylgjulengd, farið í gegnum efni.

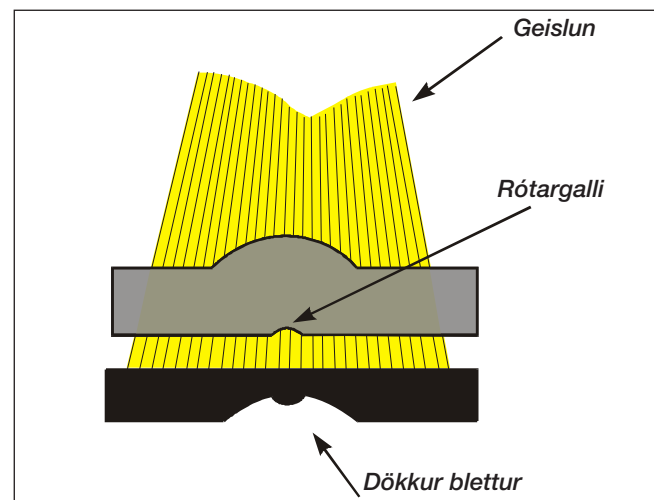
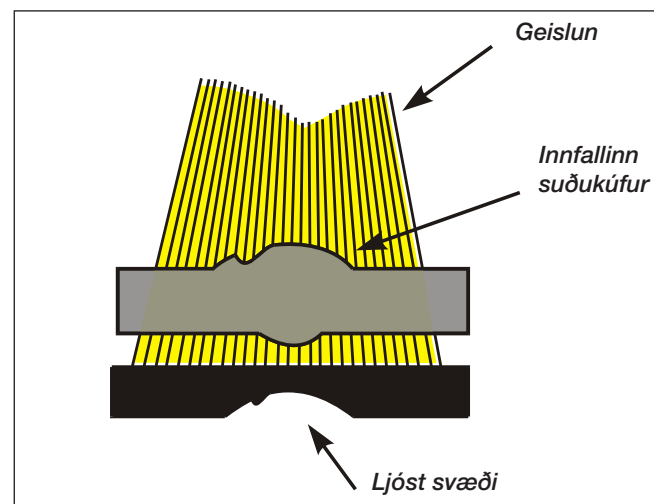
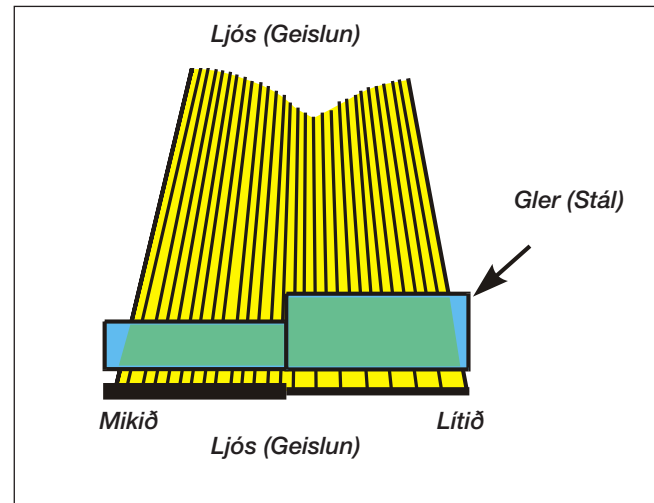
Ef borið er saman við venjulegt ljós, er margt sameiginlegt. Ljósgeislar komast jú í gegnum gler. Reyndar komast ekki allir geislarnir í gegn, hluti þeirra endurspeglast af yfirborðinu og hluti þeirra stöðvast í glerinu.

Af þessu leiðir að því þykkra sem glerið er, því minna ljós nær í gegn. Sama á við um röntgengeislana; því þynnra sem efnið er, því meiri geislun nær í gegn.

Ef ljósmyndafilma væri sett undir glerið sem lýst var í gegnum, (mynd 1), fengist dökk „negatíva“ þar sem glerið var þunnt og mikið ljós náði í gegn og ljósari þar sem glerið var þykkara. Röntgenfilman bregst við á sama hátt; þau svæði þar sem mikil geislun kemst í gegn verða svört, á meðan svæði undir þykku efni verða ljósari.

Ef litið er á tákmyndina af suðu (mynd 2), sést að suðukúfurinn, sem er n.k. aukning á efnisþykkt, myndar ljóst svæði á filmunni.

Ef þar að auki er að finna staðbundnar þynningar í efninu, t.d. rótargalla, myndast dökkur blettur á filmunni (mynd 3).



Mynd 1. Filma er sett undir glerið.

Mynd 2. Aukning efnisþykktar, myndar

Iljósari svæði.

Mynd 3. Efnisþyngingar mynda dekkri svæði á röntgenmyndinni.

Innri rannsókn á suðum með hátíðnihljóðbylgjum, (sónar)

Þessi aðferð hentar sérstaklega vel við gallaleit í suðum og efni; til þess að finna innilukta galla, sem og við þykktarmælingar. Aðferðin hentar síður við austenítískt efni.

Þessi aðferð byggir á sömu tækni og bæði fiski-leitartæki og sónarinn á fæðingardeildinni. Hljóðbylgjur sem sendar eru með mjög stuttri bylgjulengd og hárrí tíðni endurvarpast og gefa mynd af því sem olli endurvarpinu.

Við suðuprófanir er notaður s.k. sendir sem sendir hljóðbylgjurnar með vissu horni, 45 - 70 gráður, inn í efnið.

Ef hljóðbylgjurnar lenda á galla, endurkastast þær til baka í móttakarann þannig að bergmál fæst sem gefur til kynna að þarna sé galli. Til þess að komast að því hvers konar galli þarna er á ferðinni, er staðsetning hans mæld út í suðunni. Bindigalli t.d. sem liggur í hlið suðufúgu gefur alveg sérstakt bergmál vegna hinnar sléttu lögunar sinnar.

Hvirfilstraumsprófun (Spanstraumsprófun)

Hvirfilstraumsprófun er oftast notuð sem sjálfstýrð prófun á rörum. Hentar bæði til að finna yfirborðs- og innilukta galla.

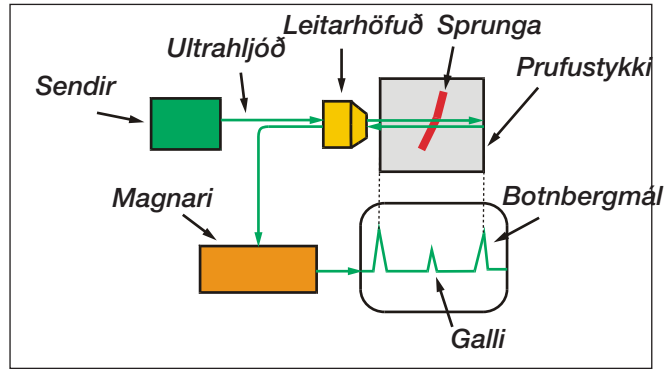
Við prófun verður prufustykkið að fara annaðhvort í gegnum eða alveg upp við spangjafann, sjá myndir til hægri. Ríðstraumsgjafi er tengdur við spangjafann og rafsegulsvið myndast í honum. Þegar segulsviðið fer í gegnum prufustykkið myndast þar hvirfilstraumar sem hafa áhrif til baka á mótstöðu spangjafans.

Stærð hvirfilstraumanna og útbreiðsla er háð lögun prufustykkisins, stærð, raf- og seguleiginleikum þess, ásamt hugsanlegum göllum sem kunna að leynast í stykkinu.

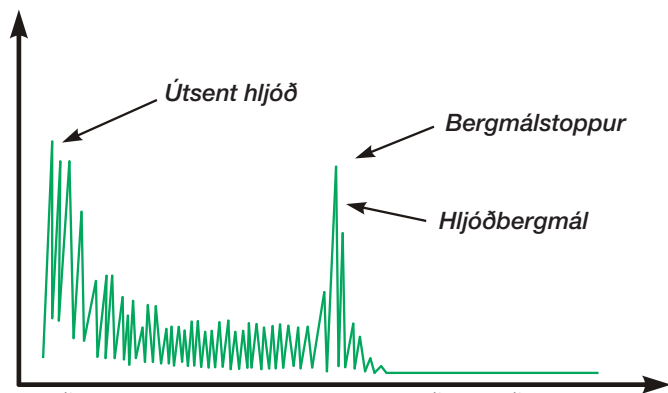
Það er sem sagt mögulegt með skráningu á raf-eiginleikum spangjafans, að meta eða segja til um áðurnefnda eiginleika í prufustykkinu.

Sveiflurnar í mótstöðu spangjafans eru samt svo litlar að það verður að magna þær verulega upp svo hægt sé að lesa úr þeim.

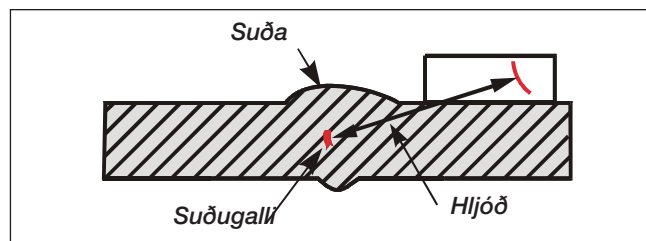
Grunnþættir sónarleitartækis.



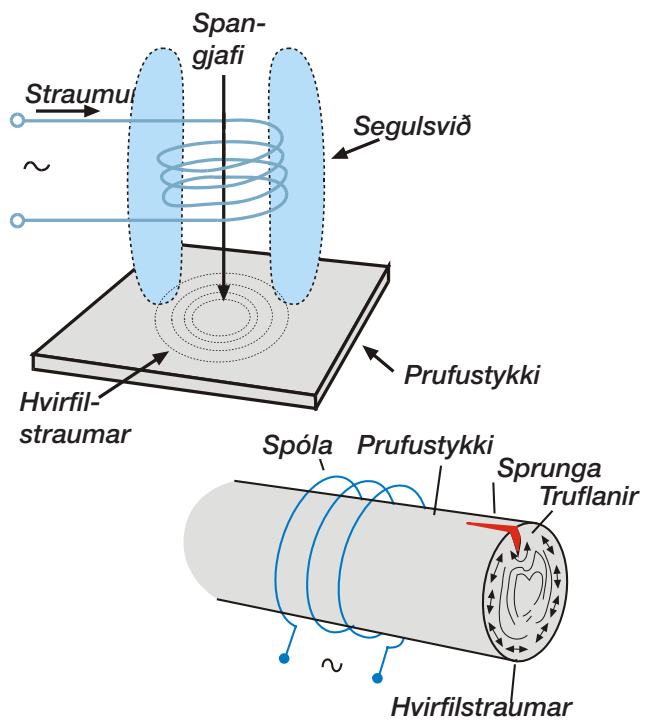
Toppur í grafinu bendir til galla í suðunni.



Hljóðbylgjurnar eru sendar inn með ákveðnu horni.



Hvirfilstraumsprófun.



Vélrænar prófanir til þess að finna álagsþol efnis og suðu

Aflfræðiprófanir

Könnun á álagsþoli suðunnar og efnisins.

Togþolsprófun

Við togþolsprófun er prófstafurinn látinn verða fyrir beinu togálagi þar til hann brestur. Yfirleitt er togið fengið með vökvakrafti. Við prófunina lengist prófstafurinn.

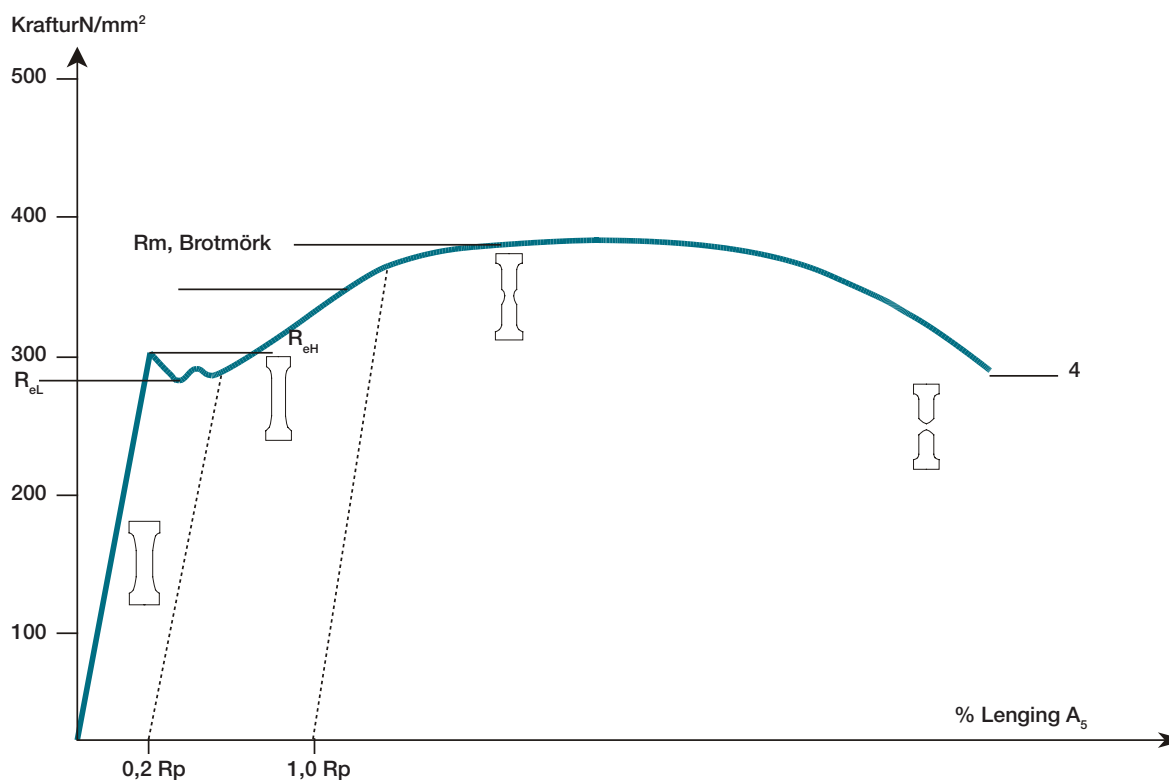
Þessi lenging er skráð í vélinni sem ritar graf af prófunarferlinu. Álagið eykst jafnt og þétt þar til prófstafurinn brestur, sjá graf fyrir neðan.

Þær upplýsingar sem fást með togþolsprófun eru:

- Það álag sem efnið þolir áður en það brestur (R_m)
- Hve mikil lengingin verður við vissu álag (A)
- Hve mikið þvermál prófstafsins minnkar í sárinu (samdráttur).
- Flotmörk efnisins (R_{eL} eða R_{eH}) sem er grunnur fyrir álagsþolsútreikningum í hönnun mannvirkja.

Údráttur úr SS 14 13 12

SS-Stál	Ástand	Efnisgerð	Efnis-bykkt mm	Togþol SS 11 21 10			
				R_{eL} N/mm ² min	R_{eH} N/mm ² min	R_m	A_5 % min
13 12-00	Ómeðhöndl.	Plötu-og, stangaefni	40 (40)-100	220 210	240 230	360-460	25
13 12-01	Normal	Smíða-stál	50 (50)-250 (250)-500	220 200 200	240 220 220	360-460 360-(460) 360-(460)	27 25 24
13 12-03	Ómeðhöndl. eðahitameðh.	Heildregin rör	5 >5	240 220	260 240	360-490	24



Togþolsprófun fer fram við stofuhita (20°C).

RP = Hlutfallstogmörk (Lengingarmörk) N/mm² gildi sem segir til um teygjuþol sem eftir er.

Höggpolsprófun

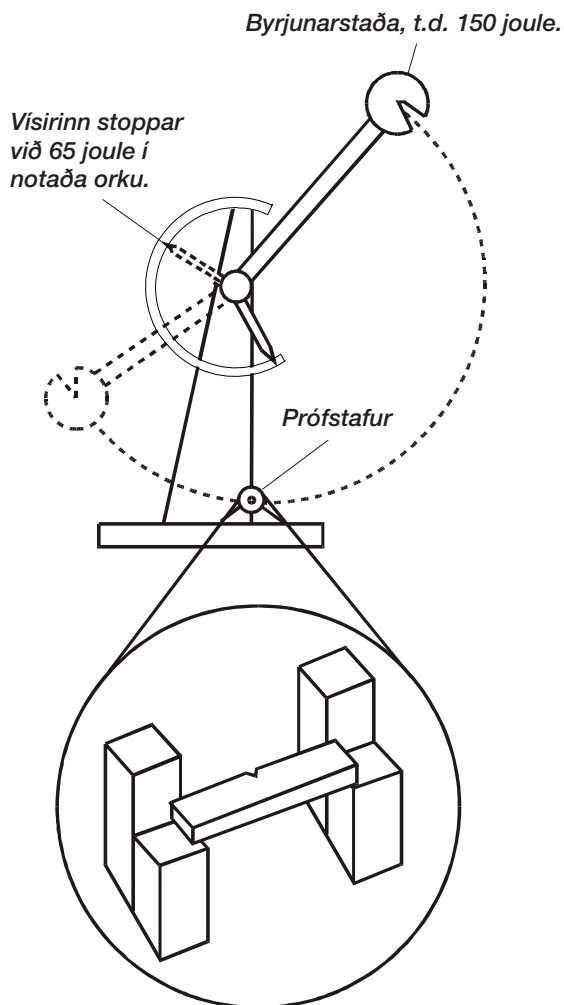
Höggpolsprófun er gerð til þess að meta hve stökkt efnið og suðuskeytin eru.

Prófstafurinn á að vera vélunninn og er oftast 10 x 10 mm í þverskurð og 55 mm langur.

Á miðju prófstafsins er rauf sem hefur nákvæma lögun, en þó eru gerðirnar amk. þrjár:

- V-laga, ætluð seigum efnum (Charpy-V)
- U-laga, ætluð stökkum efnum (Charpy-U)
- Skráargatslöguð, ætluð stökkum efnum

Með föstum kvarða og vísi sem fylgir pendúlnum er hægt að meta seigluna, en það er mælikvarði á þá orku sem þarf til þess að slá í sundur prófstafinn. (Sjá mynd).



Höggpolsprófun.

Prófunarskilyrðin samkvæmt staðlinum ÍST-EN 10045-1 gerir ráð fyrir prófstaf í staðalstærð og að slagkraftur pendúlans sé 300 J + - 10 J. Við þessi skilyrði er nýttur slagkraftur táknaður með:

- kU fyrir prófstaf með U-rauf
- kV fyrir prófstaf með V-rauf

Dæmi: kV 300 -20°C þýðir:

- Höggkraftur, 300 J
- Staðlaður prófstafur með V-rauf
- Notuð orka við brotið: 121 J
- Hitastig við prófun: -20°C

Prófunarvélar með annan slagkraft eru leyfðar, en þá á að vera tilvísunartala á eftir kU eða kV sem segir til um þennan kraft, t.d. kV 150: slagkraftur 150 J.

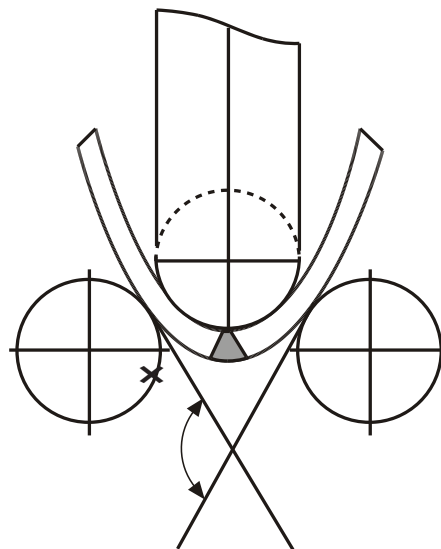
Einnig er hægt að nota prófstafi af öðrum stærðum, t.d. 5 x 5 mm. Þetta er þá gefið upp með kV 150/5.

Dæmi: kV 150/5 0°C þýðir:

- Slagkraftur: 150 J
- Prófstafur með V-rauf
- Notuð orka við brotið: 65 J
- Hitastig við prófun: 0°C
- Þverskurðarstærð prófstafsins: 5 x 5 mm

Beygjuprófun

Beygjuprófun með rótina inn á við.



Við beygjuprófun suðuskeyta er reynt að sýna fram á að efnið þoli beygingu í ákveðinn gráðufjölda án þess að gallar komi fram.

Beygjuprófun er notuð til þess að kanna sambræðslu suðuefnis og grunnefnis.

Stúfsuðupróf gerð með MIG/MAG (135) eða gassuðu (311) á að beygjuprófa samkvæmt ÍST-EN 287-1 og SS 06 52 01 sem viðbót við röntgenmyndatöku.

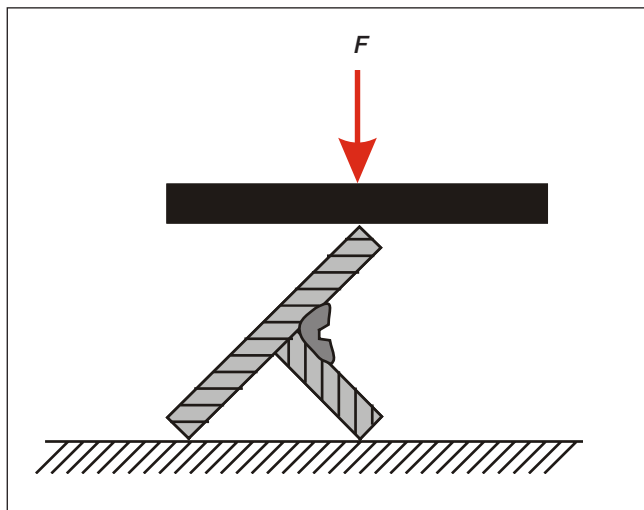
Þegar tekin eru fram WPS samkvæmt ÍST-EN-ISO 15614-1 er gert ráð fyrir að prófstafirnir séu beygðir yfir sívala stöng sem er fjórföld efnisþykkt prófstafanna að þvermáli. Stafina skal beygja í 120° (Það geta þó komið til undantekningar vegna ákveðinna grunn- og suðuefna). Í prófstafina mega ekki myndast breistir sem eru meira en 3 mm í nokkra átt. Ekki á að taka tillit til bresta á hornum prófstafanna við mat á prófuninni. Beygjuprófun er ýmist framkvæmd með róthlið eða suðuhlið út.

Brotprófun

Til að rannsaka gegnheilleika suðuskeytis eftir brot er notað brotpróf til þess að kanna hvort til staðar séu gallar eins og innilukt gjall, loftbólur eða bindigallar. Við suðupróftöku samkvæmt ÍST-EN 287 getur brotpróf komið í staðinn fyrir röntgenmyndatöku (gildir fyrir stúfsuður í rör og plötuefni). Brotpróf er notað við rannsóknir á kverksuðum, aðeins önnur hliðin soðin.

Suðunni sem á að rannsaka má skipta upp í fjóra minni hluta.

Suðukúfinn má slípa burt.

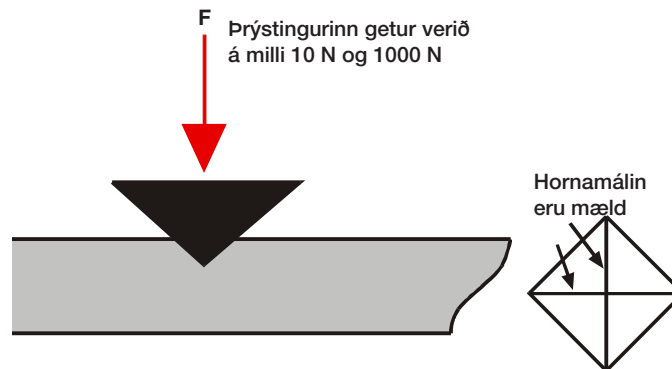


Brotpróf.

Hörkuprófun

Fyrir efni og suðuskeyti.

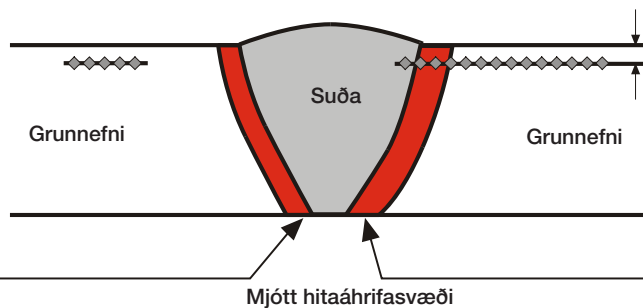
Til þess að mæla hörku efnisins og suðuskeytanna.



Hörkuprófun með Vickersaðferðinni.

Hörkuprófanir eru gerðar til þess að mæla hörku efnis. Með hörku er átt við mótstöðu efnisins gegn „innrás“ framandi hluta. Harkan er prófuð með því að hörðum hlut, ólíkum að lögun eftir mælingaraðferð, er þrýst inn í yfirborð efnisins. Farið, sem verður því stærra eftir því sem efnið er mýkra, segir til um hörku efnisins.

Hörkuprófun efnis og suðumálms.



Hörkuprófanir eru m.a. notaðar við prófun suðuferilslýsinga samkvæmt ÍST-EN-ISO 15614-1.

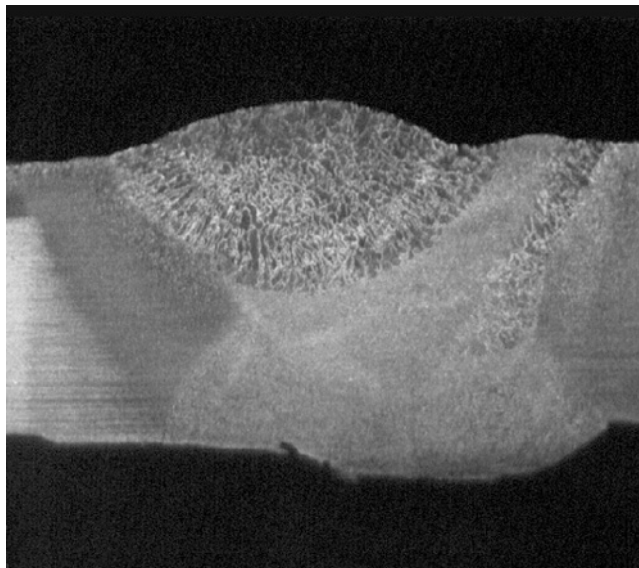
Vickers HV 10 er sú aðferð sem notuð er við þær prófanir. Aðrar hörkuprófunaraðferðir eru Brinell og Rockwellpróf. Við prófunina á að marka í suðuna, í HAZ og í grunnefnið til þess að mæla og skrá hörkuna í suðuskeytunum, sjá litlu ferningana á myndinni fyrir ofan.

Merkin á að gera samkvæmt myndinni. Útkoma prófunarinnar á að uppfylla skilyrðin samkvæmt töflu 2 í ÍST-EN-ISO 15614-1.

Makróprófun

Til þess að prófa efni og suðuskeyti er hægt að nota makróprófun. Þá er rannsakaður þverskurður suðunnar, gegnheilleiki hennar og innbræðsla í grunn-efnið.

Með makróprófun er reynt að fá mynd af makró-uppbyggingunni í suðuskeytunum. Það á að slípa sárið og fínþússa og síðan er það sýrubrennt þannig að innbræðslan, hitaáverkaða svæðið og hver suðustrengur fyrir sig komi í ljós. Rannsóknin er síðan sjónræn, e.t.v. með prófstafinn stækkaðan 2x og jafnvel er hann þá ljósmyndaður til skjalfestingar í sambandi við prófun WPAR. Í vissum tilfellum er makróprófun gerð á fleti sem aðeins er slípaður, t.d. ÍST-EN 287.



Makróprófun.

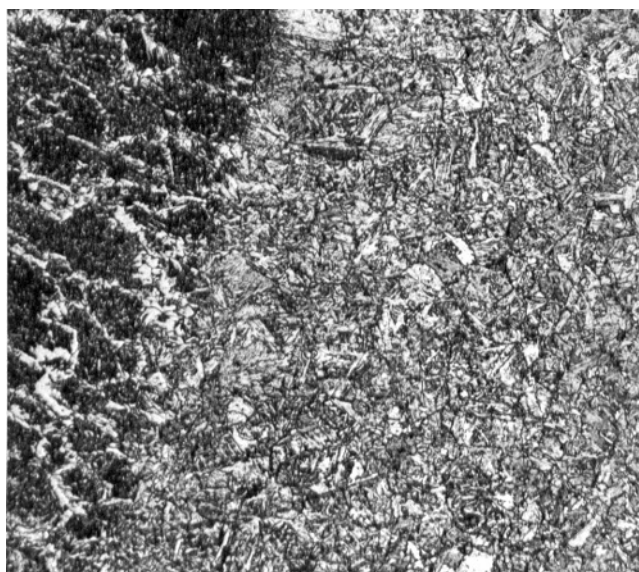
Míkróprófun

Efni og suðuskeyti er líka hægt að prófa með míkróprófun. Þá er þverskurðaryfirborð suðunnar rannsakað ásamt gegnheilleika og uppbyggingu.

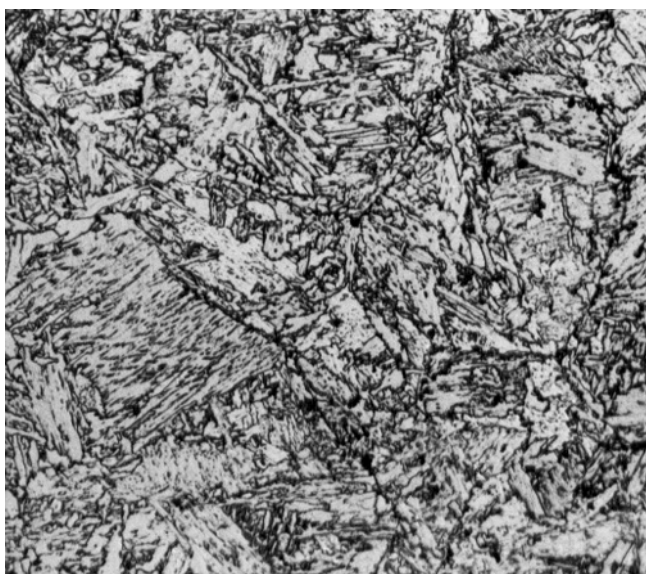
Með míkróprófun er hægt að bera saman uppbyggingu suðunnar, HAZ og grunnefnisins.

Prófstafirnir eru slípaðir, fínþússaðir og sýrubrenndir þannig að suðumálmur og HAZ skilji sig vel frá grunnefninu.

Rannsóknin fer fram í smásjá með 100 til 600 faldri stækkun og oft er prófstafurinn ljósmyndaður til skjalfestingar í sambandi við prófunina.



Míkróprófun, HAZ.



Míkróprófun, grunnefni.



Míkróprófun, suða.

HEIMILDIR:

Suðuprófunargögn Lernia AB

MIG MAG
Áfangi M 6
M 6.1 verklegar æfingar
M 6.2 bóklegt nám



M 6. Kynning

Tímamörk 1 klst.

Áfangi EWF-M6 Rörasuða

Í þessum áfanga er lögð áhersla á að ná færni í að sjóða rör í stöðu H-L 045, þ.e. þar sem rörið er fast í 45° halla, ásamt því að búa til og sjóða saman röragreiningar.

Áfanganum lýkur með próftöku þar sem kennarinn metur árangurinn.

Prófstykkin er einnig hægt að nota til útgáfu skírteinis samkvæmt ÍST-EN 287. Gildissvið þeirra réttinda veltur á vali efnis og efnisþykktar.

Þessum áfanga tilheyra einnig bóklegu kaflarnir:

M6.2.1 Evrópustaðlar fyrir MIG/MAG-suðu

M6.2.2 Gæðatrygging í suðu

M6.2.3 Efni, önnur en kolefnisblandað stál (CMn stál)

M6.2.4 Suðugallar

M6.2.5 Fræðslukerfi EWF

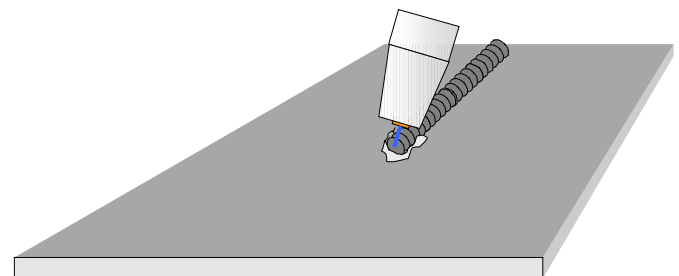
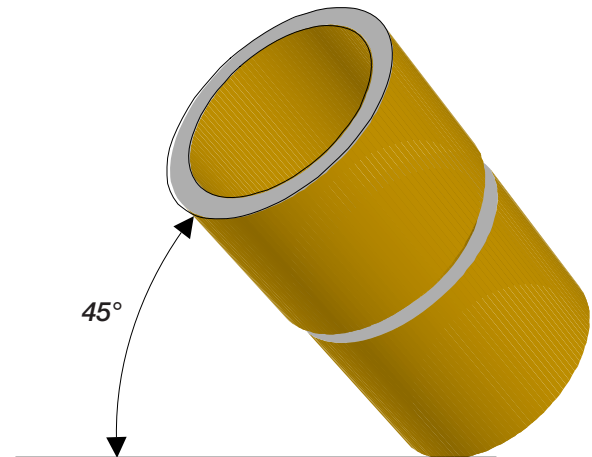
Efni, önnur en kolefnisblandað stál. MIG/MAG-suða er ekki alveg rétt heiti á þessum hluta námsefnisins, þar sem eiginlega er bara fjallað um MAG-suðu. Flestar þær skilgreiningar varðandi þessa suðuáferð eru samhljóða um að ef virk efni eru í hlífðargasinu, þá er það MAG!

MIG-suða er algengasta áferðin við suðu áls. Áferðin er fljótverk, örugg og hagkvæm (samanborið við TIG og MMA) og er því mest notuð.

Suða áls er dálítið öðruvísi en suða stáls og ryðfrís stáls.

Ál hefur m.a. lægra bræðslumark og betri hitaleiðnieiginleika en stál og ryðfrítt, sem gerir suðuna öðruvísi, en ekki endilega erfiðari.

Að sjóða ryðfrítt stál gengur prýðisvel með MAG-suðu. Suðuframkvæmdin er að mestu sú sama og við „venjulegt“ stál, að því undanskildu að hlífðargasið þarf að vera annað (oft 98% Ar + 2% CO₂ eða O₂). Suða með rörþræði vinnur á, hann er dýrari en það er mun betra að sjóða með honum.



Suða áls gengur ljómandi vel með MIG-suðu.

Verkleg æfing 2a - 2b

Tímamörk 14 klst.

Stúfsuða í 60° V-rauf (WPS M6P-2-A og M6P-2-B)

Síðustu æfingarnar í MIG/MAG-hlutanum eru suða í rör í 45° halla, eða stöðu H-L 045, ásamt röragreiningum. Þessar æfingar eru bæði soðnar með gegnheilum þræði og rörþræði. Þetta telst erfitt, en þetta eru líka síðustu æfingarnar fyrir próftöku sem EW-rörasuðumaður.

GRUNNEFNI:

2a. Gegnheill þráður: Stálrör 5,5 x 89,0 x 200 mm

2b. Rörþráður: Stálrör 8,0 x 168,0 x 200 mm

SUÐUEFNI:

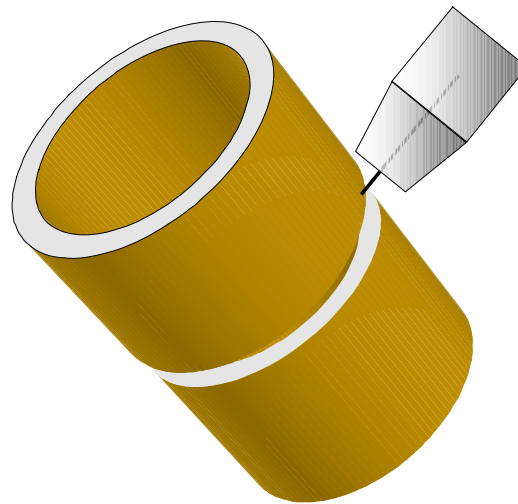
2a. G 42 2 (C) M G3Si1 Ø 0,8

2b. T 42 2 M M 1 H5 Ø1,2

T 42 2 P M 1 H5 Ø 1,2

GAS: AGA Mison 25

Staða: H-L045



Framkvæmið:

Lesið suðuferilslýsinguna vandlega.

2a. Fasið rörin og punktið þau saman. Festið síðan vinnslustykkið í stöðustilli í stöðu H-L 045.

Hefjið suðuna á milli kl. 6 og 7 og sjóðið í átt að kl. 3 og endið rúmlega kl. 12. Endurtakið á hinni hliðinni, en þar verður suðan örlítið styttri.

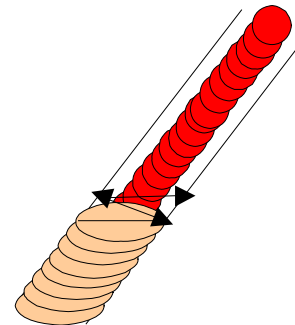
Flestum suðumönnum finnst önnur hvor hliðin erfiðari, en hvor hliðin það er, er einstaklingsbundið, fer oftast eftir því hvort viðkomandi er réttthentur eða örvhentur.

Gerðið eins með yfirstrenginn. Ef þörf er á að pendla, hugið þá að því hvernig pendúlhreyfingarnar eiga að vera.

Á milli kl. 5 og 7 og milli kl. 11 og 1 er pendlað á venjulegan hátt, en stoppið þó aðeins lengur að ofanverðu og skemur að neðanverðu til að koma í veg fyrir kantsár og rennsli út fyrir raufina.

Á milli kl. 5 og 1 og kl. 7 og 11 er pendlað skáhallt, þ.e. miðað við raufina, pendlunin verður nær lárétt. Þetta verður enn mikilvægara í næstu æfingu því þar er pendlað meira.

5b. Framkvæmið eins og 5a. Sjóðið báða strengina, hreinsið suðuna og látið kennarann skoða árangurinn.



Pendlið skáhallt í hallandi raufina.

Verkleg æfing 3a - 3b

Tímamörk 14 klst.

Röragreining / T-skeyti (WPS M6P-3-A, M6P-3-B)

Að sjóða röragreiningu er nokkuð erfiðara en „bara“ að skeyta saman rör enda í enda. Það er margt sem þarf að athuga svo sem stærð á gati, hvernig best er að fasa rörin o.fl. Fylgið leiðbeiningum suðuferilslýsingar og ráðfærið ykkur einnig við kennarann.

GRUNNEFNI:

- 3a. Gegnheill þráður: Stálrör 3,5 x 76,0 x 200 mm
Stálrör 3,5 x 48,0 x 200 mm
- 3b. Rörþráður: Stálrör 8,0 x 168,0 x 200 mm
Stálrör 5,5 x 89,0 x 200 mm

SUÐUEFNI:

- 3a. G 42 2 (C) M G3Si1 Ø 0,8
3b. T 42 2 M M 1 H5 Ø 1,2
T 42 2 P M 1 H5 Ø 1,2
GAS: AGA Mison 25

Staða: H-L 045



Framkvæmið:

3a. Skerið gat á stærra rörið og fasið brúnir þess. Skerið til og fasið grennra rörið þannig að það passi í gatið á stærra rörinu (sjá mynd t.h.).

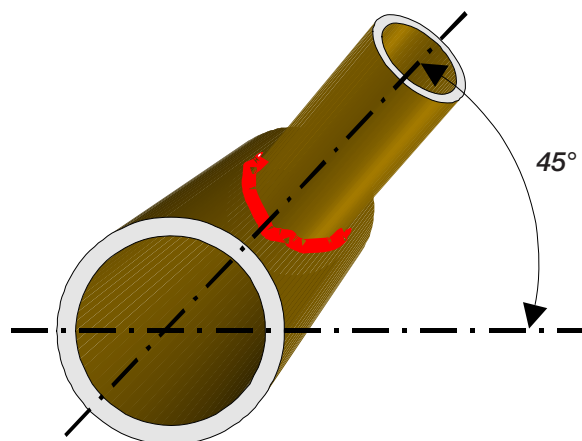
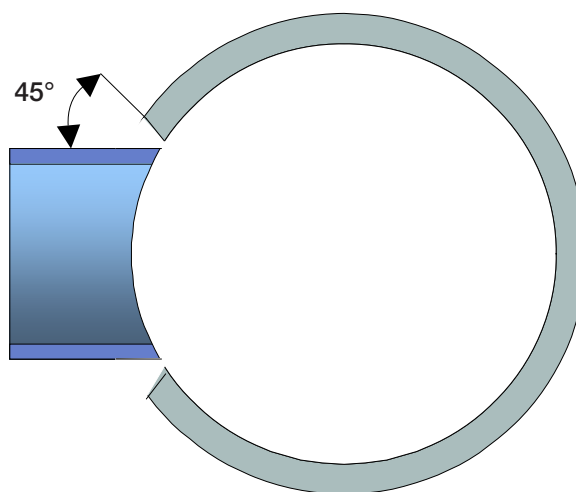
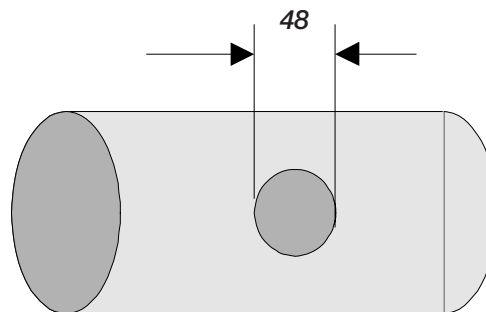
Punktið rörin saman. Vandíð uppstillinguna.

Festið vinnslustykkið í stöðustilli eins og sýnt er á neðstu myndinni t.h.

Sjóðið botnstrenginn, gegnumsuðan á að vera í lagi. Þegar botnstrengurinn er tilbúinn er yfirstrengurinn soðinn.

3b. Sama framkvæmd og lýst er fyrir 3a nema nú á að nota rörþráð.

Að æfingunum loknum á kennarinn að skoða árangurinn.



Nú er komið að
próftöku M6.3!

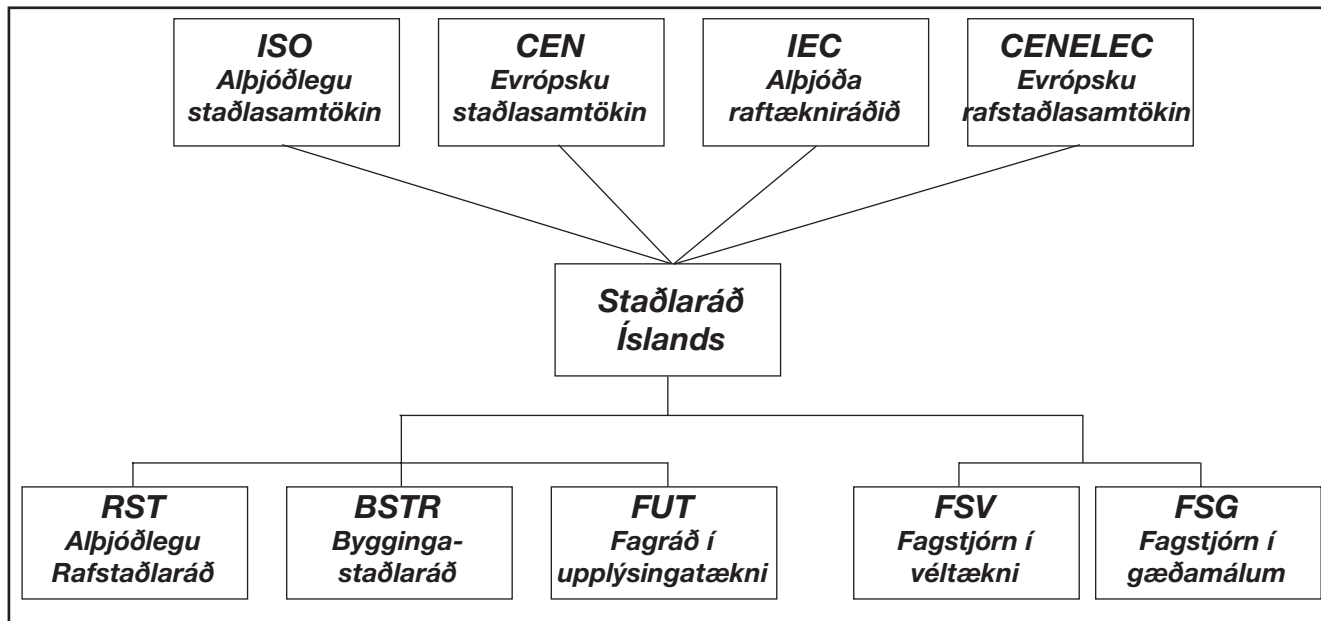
M 6.2.1 Evrópustaðlar fyrir MIG/MAG-suðu (E8.2.2, T6.2.1)

Hlutverk og starfssvið CEN, ásamt sambandi þess við staðlastofnanir þjóðanna

Staðlar sem snerta suðu eru til í ýmsum útgáfum, allt eftir því hvaða stofnanir hafa átt hlut að máli. Hér er reynt að skýra ÍST-, ISO- og EN-staðla.

Ef staðaltáknið byrjar á ÍST þýðir það að staðallinn hefur verið staðfestur af Staðlaráði Íslands og öðlast gildi sem íslenskur staðall.

STAÐLASTOFNANIR



Hvað er ISO?

ISO (International Standards Organisation) er alheimssamband staðlastofnana þar sem flestar þjóðir heims eru meðlimir (ISO-medlimir). Gerð alþjóðastaðla fer yfirleitt fram í einhverri af hinum ýmsu tækninefndum ISO.

Hver sú aðildarþjóð sem hefur áhuga á starfi einhvers tækninefndarinnar, getur gerst aðili að henni. Alþjóðlegar stofnanir, bæði ríkisreklar og aðrar, sem starfa með ISO, taka einnig þátt í starfinu. ISO er í nánú samstarfi með Internationella Elektrotekniska Kommissionen (IEC) í öllu því sem snýr að stöðlun rafsuðuvíra / rafskauta. Tillaga að alþjóðastaðli sem samþykktur hefur verið af tækninefnd er send

aðildarlöndunum til atkvæðagreiðslu. Til þess að öðlast viðurkenningu og vera gefinn út sem alþjóðastaðall þurfa a.m.k. 75% aðildarþjóðanna að samþykka tillöguna.

Hvað er CEN?

CEN - European Committee for Standardization er samband Evrópskra staðlastofnana. Aðildarþjóðir CEN eru: Austurríki, Belgía, Danmörk, Finnland, Frakkland, Þýskaland, Grikkland, Ísland, Írland, Ítalía, Luxemborg, Holland, Noregur, Portúgal, Spánn, Svíþjóð, Sviss og Bretland.

Aðildarþjóðum CEN ber skylda til að fylgja ákvæðum innri ákvarðana CEN/CENELEC sem skilgreina með hvaða hætti Evrópustaðall í óbreyttu formi getur öðlast gildi sem þjóðarstaðall.

Raunveruleg merking og fræðilegar tilvitnanir sem snerta slíka þjóðarstaðla er hægt að fá frá miðstjórnarnefnd CEN eða frá einhverjum aðila CEN.

Evrópustaðlar eru til í þremur opinberum útgáfum (enskri, franskri, og þýskri). Útgáfa á einhverju öðru tungumáli, þýdd með ábyrgð CEN meðlims á eigið tungumál og sem tilkynnt hefur verið um til miðstjórnarnefndar CEN, hefur sama gildi og opinberu útgáfurnar.

Hvað er Staðlaráð Íslands

Staðlaráð Íslands er vettvangur hagsmunaaðila til að vinna að stöðlun og notkun staðla á Íslandi. Ráðið starfar á grundvelli laga um stöðlun.

Staðlaráð er fulltrúi Íslands í alþjóðlegu staðlasamtökunum ISO og IEC og evrópsku staðlasamtökunum CEN og CENELEC og þátttakandi í norrænu stöðlunarsamstarfi INSTA.

Helstu verkefni er:

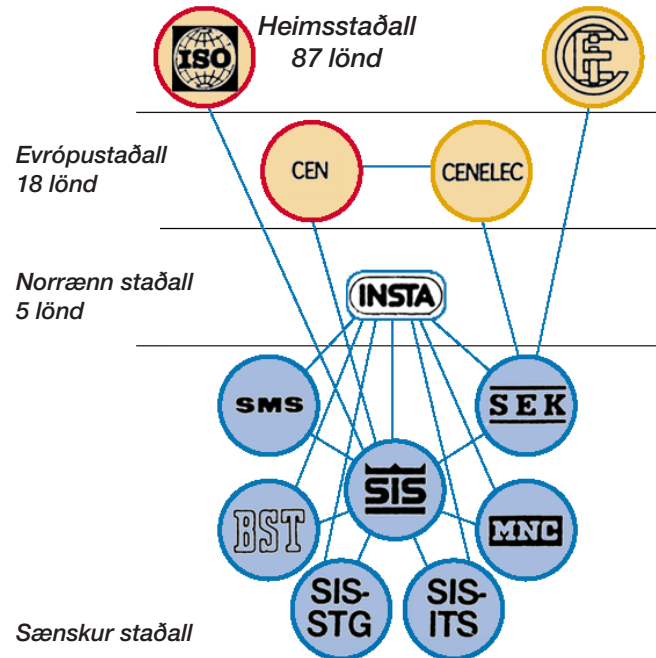
- Umsjón með staðlagerð á Íslandi
- Að aðhæfa og staðfesta þá staðla sem skylt er vegna aðildar Staðlaráðs að erlendum staðlasamtökum
- Að greiða fyrir því að íslenskum stöðlum verði beitt í opinberri stjórnsýslu og hjá einkaaðilum
- Að starfrækja miðstöð stöðlunarstarfs á Íslandi sem þjónustar stofnanir, fyrirtæki, einstaklinga og samtök sem vilja nýta sér staðla

Staðlaráð Íslands tekur ekki efnislega afstöðu til staðla og ákveður ekki hvað skuli staðlað. Ákvarðanir um það eru teknar af þeim sem eiga hagsmuna að gæta og þeir greiða fyrir verkefni.

Á vegum Staðlaráðs starfa þrjú fagråd:

- Byggingarstaðlaráð
- Rafstaðlaráð
- Fagråd í upplýsingatækni

Á vegum Staðlaráðs starfa einnig fagstjórnir í gæðamálum og í véltækni.



Staðlar yfir suðubúnað ÍST-ISO 700

Staðallinn fjallar um „Suðubúnað fyrir ljósbogasúðu - Straumgjafa fyrir handstýrða pinnasuðu og fyrir TIG-suðu - Merking og prófun.“

Staðallinn er, eins og titillinn gefur til kynna, lýsing á þeim kröfum og skilmálum sem gilda fyrir m.a. suðubúnað.

Stöðlun suðuefnis fyrir MIG/MAG-suðu

Suðuefni eru í grundvallaratriðum flokkaðir samkvæmt eftirtöldum eiginleikum:

1. Togþoli suðumálmsins
2. Lengingu og slagseiglu
3. Afköstum
4. Suðustöðum
5. Straumgerð, pólun og lægstu kveikispennu
6. Vetniðinnihaldi suðumálmsins
7. Efnagreiningu fyrir ryðfría pinna

Ofanefndir eiginleikar liggja til grundvallar samevrópska staðlinum ÍST EN 499, ásamt stöðlum margra annarra landa. Jafnvel ISO (ISO 2560) hefur notað þennan grunn við flokkunina.

Samþykktir suðuefna á Íslandi

Þar sem íslenskar stofnanir hafa ekki bolmagn til svo yfirgripsmikilla prófana sem þarf svo meta megi suðuefni, er farið eftir samþykktum frændþjóðanna og samþykktir þeirra látar gilda hér líka.

Til ýmissa sérverkefna getur þurft viðbótarsamþykki eftirlitsstofnunar, t.d. DNV eða Lloyds.

Stöðlun suðuefnis

Í mörgum löndum eru til staðlar yfir suðuefni. Reynt hefur verið að ná samkomulagi um að nota hinn alþjóðlega ISO-staðal. Á Evrópuvettvangi mun hins vegar prEN 14532-1, -2 og -3 væntanlega verða tekinn í notkun í byrjun árs 2004 (pr- framan við staðalnúmerið stendur fyrir „preliminary“ og þýðir að staðallinn hefur ekki formlega tekið gildi).

Tilgangurinn með því að staðla suðuvíra er að gera það kleift að hægt sé að gefa ráðleggingar um val á suðupinum án þess að þurfa að nota framleiðslunúmer ákveðinna framleiðenda.

Dæmi um Evrópuviðmiðanir (EN) sem tekið hafa gildi á Íslandi:

ÍST-EN 499 Flokkun og merking rafsuðuvíra fyrir óblandað- og fínkornastál.

ÍST-EN 757 Flokkun og merking rafsuðuvíra fyrir álagsþolið stál.

ÍST-EN 1599 Rafsuðuvírar fyrir hitaþolið stál - flokkun.

ÍST-EN 1600 Rafsuðuvírar fyrir ryðfrí- og hitaþolin stál - flokkun.

ÍST-EN 439 Flokkun hlífðargass fyrir ljósbogasúðu og skurð.

ÍST-EN 440 Flokkun og merking suðuvírs fyrir hlífðargassuðu fyrir óblandað- og fínkornastál.

ÍST-EN 758 Flokkun og merking rörþráðar fyrir hlífðargassuðu fyrir óblandað- og fínkornastál.

Athugið að enn gefa ekki allir framleiðendur rafsuðuvíra upp EN-flokkunarmerkingar í vörulistum sínum.

Staðlar sem snerta framkvæmd suðunnar

ÍST EN 1011-1

Suða – Almennar reglur

Staðallinn fjallar um framleiðslu soðinna hluta úr málmefnum. Staðallinn lýsir kröfum sem gerðar eru til forvinnu, suðuáætlana, punktunar, gegnumsuðu og eftirvinnu.

Vörustaðlar sem innihalda kröfur um suðu

Þrýstikútar eru háðir hinum ýmsum reglugerðum. Vinnueftirlitið gefur út forskriftir, sem meðal annars eru byggðar á lögum um aðbúnað og hollustuhætti á vinnustöðum. Öryggiseftirlitið getur á eigin vegum eða í gegnum Vinnueftirlitið gert vöruprófanir og stöðvað sölu eða notkun.

Á þrýstikútasviðinu er verið að vinna að því að taka í notkun ýmsa staðla sem nota skal til þess að standast kröfur þær sem gerðar eru í EB um þrýstikúta og -lagnir.

Eftirlitið er strangt og kröfurnar yfirleitt mjög miklar. Það felur meðal annars í sér að allir suðumenn sem vinna við gerð þrýstilagna og -kúta verða að geta sýnt fram á gilt suðupróf. Þegar um útflutning þrýstikúta til EB landa er að ræða gilda reglur móttökulandsins þar til ályktunin hefur öðlast gildi. Ef þrýstikúturnir eru samþykktir eftir ályktuninni um einfalda þrýstikúta eru þeir samþykktir í öllum löndum sem aðilar eru að EES.

Staðlar / ályktanir sem snerta gerð þrýstikúta:

AFS 1999:4/6 – ÍST EN 287 – ÍST EN 288

Fyrirtæki sem vilja framkvæma suðu þrýstilagna verða að hafa yfir að ráða suðumönnum með suðupróf í því sem á að sjóða. Reglur um suðu þrýstikúta og -lagna er að finna í reglugerð vinnueftirlitsins.

Suðupróf á að vera samkvæmt ÍST EN 287 og suðuferilslýsing samkvæmt ÍST EN 288 ef þörf er á.

Evrópuályktanir um gerð hluta undir þrýstingi hafa verið í gildi í flestum aðildarlöndum EES síðan 29. maí 2002.

Staðlar sem fjalla um suðugæði og suðueftirlit

ÍST EN 1011-2

Ljósbogasuða kolstáls, kolmanganstáls og míkro-íblandaðs stáls með $Rel < 390 \text{ N/mm}^2$.

Mat suðuaðstæðna við handstýrða pinnasuðu.

Staðallinn inniheldur ráðleggingar um val á pinnagerð og um vinnsluhita til þess að koma í veg fyrir myndun vetnissprungna og sprungna á mörkum suðu og vinnsluefnis.

Einnig eru ráð gefin um mat á hættunni á hita- eða samdráttarsprungum.

Úrdráttur á innihaldi staðalsins:

- val á pinnageð
- val á vinnsluhita
- útreikningur kolefnisjöfnunnar E_c
- útreikningur orkuflæðis Q
- útreikningur samanlagðra efnisþykktar
- áhrif á samsetningu suðuskeytanna
- áhrif lögunar suðuskeytanna

SS-EN 719 Eftirlit með suðu Verksvið og ábyrgð

Staðallinn inniheldur kröfur sem gerðar eru til starfsfólks sem ber ábyrgð á framkvæmd suðu við framleiðslu soðinna hluta. Staðallinn mælir með því að umsjónarmaður með suðuvinnu (suðuverkstjóri) hafi ákveðna lágmarks tæknikunnáttu og reynslu.

Þrjú stig kunnáttu eru í staðlinum:

- Umfangsmikil tæknikunnáttu
- Meðal tæknikunnáttu
- Grundvallar tæknikunnáttu

European Welding Federation hefur að eigin frumkvæði útbúið lágmarkskröfur um menntun, próftöku og skírteinisútgáfu til þeirra sem eiga að sjá um eftirlit með suðu.

Kröfurnar er að finna í eftirfarandi skjölum:

- European Welding Engineer (Dokument EWF 409)
- European Welding Technologist (Dokument EWF 410)
- European Welding Specialist (Dokument EWF 411)

Staðlar próast – og breytast...

HEIMILDIR:

Standardiseringskommissionen - Svetskommissionen

M 6.2.2 Gæðastýring við suðu (E8.2.4, T6.2.2, G4.2.3)

Trygging gæða framleiðslunnar: Gæðakerfi og stjórnun, framleiðslugeta, starfsfólk

Til að tryggja gæði þarf að vinna kerfisbundið, skipulega og samkvæmt áætlunum.

Allt ferlið: hönnun, innkaup, framleiðsla, prófun/eftirlit og afhending verður að vera skipulagt.

Til þess að tryggja þetta byggja fyrirtækin upp gæðastjórnunarkerfi.

ÍST-EN-ISO 9000

Við uppbyggingu gæðastjórnunarkerfis er hægt að fara eftir staðlinum **ISO 9000**. Hvaða hlutar staðalsins sem notaðir eru ræðst af eðli fyrirtækisins. Sjái fyrirtækið um **hönnun, framleiðsla og prófun** verður fyrirtækið að fylgja **ISO 9001**. Hafi fyrirtækið eingöngu **framleiðslu og prófun** á sínum snærum gildir **ISO 9002**. Staðallinn er í nokkrum hlutum sem nota má sem „tökklista“ þegar verið er að taka hann í notkun.

Fyrir hvern og einn þessara hluta staðalsins á fyrirtækið að *skrifa upp og skjalfesta lýsingar* á öllu því sem gert er.

Ef hluti framleiðslunnar fer fram með *sérhæfðum ferlum* verður að skjalfesta þau á sérstakan hátt samkvæmt staðlinum.

Suða er dæmi um slíkt *sérhæft ferli*. Áhrif suðu á efnisgæði eru mikil og ekki er hægt að vera fullviss um fullnægjandi gæði ef eingöngu er notuð skaðlaus prófun.

ÍST-EN 729

Þessi staðall var útbúinn til þess að auðvelda fyrirtækjum í suðuvinnu að tryggja gæði framleiðslu sinnar.

ÍST-EN 729 er skipt upp í ólík stig svo hægt sé að velja það sem passar hverju fyrirtæki sem best. Staðallinn er einnig í hlutum sem hægt er að hafa til hliðsjónar þegar hann er tekinn í notkun.

Staðallinn gerir meðal annars kröfu um að **suðuverkstjóri** sé tengdur fyrirtækinu. Menntun og hæfni suðuverkstjórans á að standast þær kröfur sem settar eru í **ÍST-EN 719**.

Til eru þrjú stig suðuverkstjóra:

- EWE (Evrópskur suðuverkfræðingur)
- EWT (Evrópskur suðutæknir)
- EWS (Evrópskur suðusérfræðingur)

Í þeim hluta ÍST-EN 729 þar sem eru gerðar minnstu kröfur er ekki krafa um suðuverkstjóra. Þar ber framleiðandinn persónulega ábyrgð.

Umfangsmikil gæðastýring

ÍST-EN 729-2 er sérstaklega ætlað fyrirtækjum sem hafa tekið í notkun ISO 9001/9002. Þessir staðlar gera ráð fyrir skráningu alls sem gert er í fyrirtækinu.

Að sjálfsögðu geta fyrirtæki notað ÍST-EN 729-2 án þess að hafa ISO-9001/9002 viðurkenningu.

Mikilvægi eftirlits og gæðastýringar

- Fyrirtækið fær skilvirka gæðastýringu á suðuvinnunni.
- Breytinga er ekki þörf á daglegri framleiðsluvinnu.
- Með því að uppfylla kröfur ÍST-EN 729 fær fyrirtækið ákveðna viðurkenningu á sína suðuvinnu. Mælistikan (EN 729) er staðall – og þar með þekkt í löndum Evrópu, síðar sennilega á alþjóðavettvangi.
- Að „Fyrirtækið uppfyllir kröfur EN 729-4“ eða „Fyrirtækið uppfyllir kröfur EN 729-3“ sendir ákveðin skilaboð til bæði viðskiptavina og yfirvalda.

Sambandið á milli ÍST-EN 729, ÍST-EN 719, og EWF-skírteina

Hlutverki suðuverkstjóra er lýst í EN 729 fyrir hina ólíku hluta 2, 3 og 4. Verksviði og ábyrgð sem fylgja starfinu er lýst í staðlinum ÍST-EN 719. Þrjú stig menntunar eru til fyrir stöðuna:

1. EWE, suðuverkfræðingur
2. EWT, suðutæknir
3. EWS, suðusérfræðingur

Textinn í t.d. ÍST-EN 729-2 vísar til ÍST-EN 719 fyrir suðuverkstjóran, „Starfsmaður sem hefur eftirlit með suðuvinnu“. Í ÍST-EN 719 segir „að suðuverkstjórnin skuli hafa sérhæfða tæknipækkingu sem hæfi verksviði hans. Hún getur fengist með blöndu tæknikunnáttu, menntunar og/eða reynslu. Umfang reynslu af framleiðslu, menntunar og tæknikunnáttu sem þörf er talin á skal ákveðið af stjórn fyrirtækisins og fer eftir verksviði og ábyrgð sem starfinu fylgir”.

Í viðauka með ÍST-EN 719 er menntunarstigum þremur, EWE, EWT og EWS lýst.

Fyrir nám til EW, European Welder, eru ákveðnar kröfur gerðar til námsstofnana og suðukennara.

Suðukennarar verða til dæmis að hafa a.m.k. EWS gráðu og gild suðupróf samkvæmt EN 287 í þeim suðuaðferðum sem þeir eiga að kenna.

Mat og skírteinisútgáfa til fyrirtækja sem notfæra sér staðla til gæðastýringar

EN 729 setur í sjálfu sér engar kröfur um að fyrirtækin vinni á viðurkenndan hátt eftir gæðastöðlum. Þess er þó að vænta að yfirvöld og/eða viðskiptavinir setji slíkar kröfur þegar um vissar vörutegundir er að ræða.

Fjöldi fyrirtækja er í dag að vinna að því að setja upp gæðastjórnunarkerfi. Það er góð leið að fleiri en einu markmiði:

Það stuðlar meðal annars að jákvæðri ímynd fyrirtækisins bæði gagnvart viðskiptavinum og öðrum.

Það fæst gott skipulag á framleiðsluna, sem í flestum tilfellum lækkar kostnað.

Það öryggi sem felst í föstum vinnuvenjum, eftirliti

bæði eigin og af hálfu óháðra aðila, ferlisprófanir og suðupróf er til hagsbóta fyrir fyrirtækið sem og viðskiptavinum þess.

Starfsfólkið fær skýrar upplýsingar um hvernig það á að framkvæma sína vinnu í framleiðslunni, með suðuferils- eða vinnulýsingum.

Eflaust munu nær öll fyrirtæki sem hafa suðuvinnu sem mikilvægan þátt í sinni framleiðslu innleiða eitthvert form gæðastjórnunarkerfis í náinni framtíð.

Einföld gæðastýring

Einföld gæðastýring einkennist af því að:

- engar kröfur eru gerðar um eftirlit með hitainnstreymi í efnið við suðuna
- engar kröfur eru gerðar um t.d. forhitun eða hitameðferð
- soðið er í tiltölulega vel suðuhæf efni í hóflegum þykktum
- suðumennirnir fá munnlegar leiðbeiningar og geta sjálfir ráðið stillingum suðuvéla fyrir hver suðuskeyti og suðustreng.

Einfaldrar gæðastýringar er þegar krafist við margvíslega suðuvinnu, sérstaklega í litlum og meðalstórum fyrirtækjum. ÍST-EN 729-4 hentar vel í þessum tilfellum.

Meðal gæðastýring

Meðal gæðastýring einkennist af því að:

- Nákvæmt eftirlit er með suðuferlinu, svo það standist settar kröfur um efniseiginleika suðumálmsins og/eða hitaáhrifasvæðis.
- nákvæmra vinnuáætlanana er krafist
- notaðar eru suðuferilslýsingar og jafnvel líka vinnulýsingar til að stýra suðuvinnunni
- það er soðið í vandmeðfarin og þykk efni
- forhitun og/eða önnur hitameðferð er notuð þegar þörf krefur

Meðal gæðastýring er notuð við flóknari suðuvinnu, sérstaklega hjá stórum eða mjög sérhæfðum fyrirtækjum. ÍST-EN 729-3 hentar vel í þessum tilfellum.

Samanburður á ÍST-EN 729-2, ÍST-EN 729-3 og ÍST-EN 729-4 hvað varðar kröfur um gæðastýringu við suðu

Hlutar af ÍST-EN 729	ÍST-EN 729-2 (umfangsmikil gæðastýring)	ÍST-EN 729-3 (meðal gæðastýring)	ÍST-EN 729-4 (einföld gæðastýring)
Aðgerðir			
Skoðun verksamninga	Skjalfest heildarskoðun	Minna umfang skoðunar samninga	Staðfesta skal að geta og upplýsingar séu til staðar
Skoðun hönnunar	Staðfesta skal að kröfur um suðu séu skýrar		
Undirverktakar / birgjar	Lúta sömu kröfum og framleiðandi (verktaki)		Skulu fylgja staðli
Suðumenn, vélm. stjórar	Skulu hafa réttindi samkvæmt viðeigandi hluta ÍST-EN 287 eða prEN 1418		
Eftirlit með framkvæmd suðuvinnu	Starfmaður með nægjanlega tæknikunnáttu samkvæmt ÍST-EN 719, eða starfsmaður með sambærilega kunnáttu		Ei krafist, en framleiðandinn ber persónulega ábyrgð
Gæðaeftirlit	Nægjanlegir og hæfir starfsmenn skulu vera til staðar		Nægjanlegir og hæfir, aðstoð utanaðkomandi eftir þörfum
Eigin búnaður til framleiðslunnar	Það skal vera hægt að fúguvinna, skera, sjóða, flytja og lyfta, öryggisbúnaður og hlífðarföt skulu talin með		Engar sérkröfur
Viðhald búnaðar	Verður að vera reglubundið,	Engar sérkröfur, viðhaldsáætlun nauðsynleg	Engar kröfur á að vera fullnægjandi
Framleiðsluáætlanir	Nauðsynlegar	Gert er ráð fyrir	Engar kröfur lauslegum áætlunum
Suðuferilslýsingar (WPS)	Leiðbeiningar fyrir suðumenn skulu vera til staðar, sjá viðeigandi hluta ÍST-EN 288		Engar kröfur
Samþykkt suðuferli	Samkvæmt viðeigandi hluta ÍST-EN 288, samkvæmt staðli eða samkvæmt kröfum í verksamningi		Engar sérkröfur
Vinnuleiðbeiningar	Suðuferilslýsing (WPS) eða aðrar sérstakar leiðbeiningar		Engar kröfur skulu vera til staðar
Skýrslugerð	Nauðsynleg	Ekki gefið upp	Engar kröfur
Prófun úr hverri sendingu	Aðeins ef þess er krafist suðuefnis	Ekki gefið upp í samningi	Engar kröfur
Geymsla og meðhöndlun suðuefnis	Að lágmarki samkvæmt ráðleggingum söluaðila		
Geymsla grunnefnis	Skal hlíft við áhrifum umhverfisins; merkingum skal		Engar kröfur haldið óskemmdum
Hitameðferð eftir suðu	Leiðbeiningar og nákvæm skýrslugerð nauðsynleg	Staðfesting á leiðbeiningum nauðsynleg	Engar kröfur
Eftirlit fyrir, meðan á á stendur og eftir suðu	Eftir þörfum hvers aðgerðar		Ábyrgð samkvæmt ákvæðum verksamnings
Frávik	Starfsreglur um viðbrögð skulu vera til		
Kvörðun	Starfsreglur skulu vera til	Ekki gefið upp	
Auðkenning	Krafist, þegar það er við hæfi	Krafist, þegar það er nauðsynlegt	Ekki gefið upp
Rekjanleiki			Ekki gefið upp
Gæðaskýrslur	Skulu gerðar samkvæmt reglum um ábyrgð framleiðanda		Samkv. kröfum verksamnings
	Geymast í a.m.k. fimm ár		

(Ath. þetta er ekki úrdráttur úr opinberri þýðingu á EN 729, heldur mín eigin, og því birt með fyrirvara. Þýðandi).

HEIMILDIR: EN-Staðlar – Standardiseringskommissionen. Ýmis rit – SAQ, STK.

EWS-Efni: Thomas Thulin, Lernia

M6.2.3 Efni önnur en kolefnisblandað stál (CMn) (E7.2.2, T6.2.3)

Lágblönduð stál

Flestar eldri stálmerkingar eru nú smám saman að hverfa og í staðinn koma nýjar merkingar sem eru samkvæmt ýmsum stöðlum í EN-kerfinu.

Í nýja kerfinu hefur hvert efni tvær merkingar, bæði nafn og númer.

Nafnið samanstendur af blöndu bókstafa og tölustafa sem veita upplýsingar um eiginleika stálsins, eins og togþol og seiglu.

Númerið er oftast fimm stafa tala með punkti á eftir fyrsta tölustafnum. Bæði nafna- og númerakerfi eiga mikið skylt við gömlu þýsku kerfin.

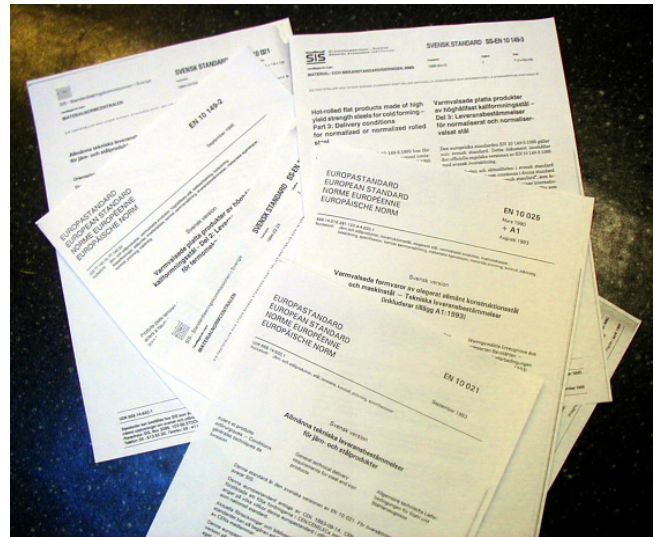
Vinnan við kerfisbreytinguna tekur sinn tíma og eflaust koma ýmsar stáltegundir til með að hverfa en í samanburðartöflum verður hægt að finna það sem næst kemst í nýja kerfinu.

Þeir efnisstaðlar sem áhugaverðastir eru fyrir fyrirtæki í suðuvinnu eru:

- ÍST EN 10020
- ÍST EN 10027
- ÍST EN 10028
- ÍST EN 10029
- ÍST EN 10088
- ÍST EN 10113
- ÍST EN 10207
- ÍST EN 10216
- ÍST EN 10217
- ÍST EN 10273

Meira en 300 nýir staðlar sem snerta suðu eru í vinnslu. Margir þeirra fjalla um grunnefni.

Reynt verður að endurnýja þetta námsefni eftir því sem nýir staðlar og viðmiðanir koma út, en best er að fylgjast með nýjum útgáfum hjá Staðlaráði.



Fjöldi staðla kemur til með að fara yfir 300.

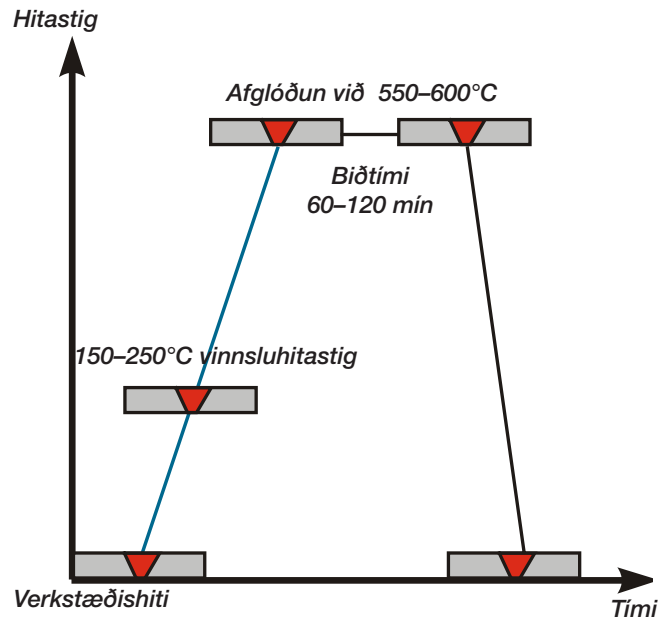
Lágblönduð stál eru notuð í verkefni þar sem miklar kröfur eru gerðar til eiginleika stálsins, til dæmis þrýstikústastál sem er notað í gufutúpur og hverfla þar sem stálið verður fyrir háum hita og þrýstingi.

Í „offshore“ mannvirki (olíuborpalla/íbúðapalla) er notað lágblandað efni í stálvirki og röralagnir, og þar eru gerðar miklar kröfur til efnisins við lágan hita. Í „pipelines“ (olíu- og gasleiðslum) er efnið í rörunum yfirleitt úr lítt blönduðu stáli.

Auk kolefnis innihalda lágblönduð stál eitt eða fleiri íblöndunarefni sem bætt er í stálið, t.d. króm mólýbden eða nikkell.

Í lágblönduðu stáli er magn íblöndunarefna á bilinu 0,5–1,0%, t.d. stálið SS 2912 (16 Mo 3) með 0,5% mólýbden, eða SS 2216 (13 Cr Mo 44).

Lítt blönduð stál eiga það sameiginlegt að hafa mikið álagspól, og að þau eru erfiðari í suðu en kol- og kolmanganstál. Það þýðir að suðan verður að fara fram við hækkað vinnsluhitastig og að afglóða þarf að suðuvinnu lokinni.



Afglóðun.

Suða á há- og lágblönduðu stáli

Á svæði næst suðunni fær stál með efnisinnihaldið 0,2% C, 1,5% Mn og 0,5% Mo ólíka kólnunarhraða í uppbyggingunni samkvæmt efri töflunni.

Við herslu yfir 350 HV í lágblönduðu stáli myndast auðveldlega sprungur, sérstaklega ef soðið er með pinna sem inniheldur mikinn raka, t.d. rútlipinna eða rökum pinna. Slíkar sprungur eru kallaðar vetnissprungur.

Þau íblöndunarefni sem mest áhrif hafa á hörku stálsins eru mangan (Mn), nikkell (Ni), króm (Cr), mólýbden (Mo) og vanadíum (V). Kolefnismagnið hefur hins vegar aðeins áhrif á hörku martensítsins þar sem aukið magn kolefnis þýðir aukna hörku.

Annað dæmi með efnisinnihald 0,4% C, 0,8% Mn og 0,2% Mo sést í neðri töflunni.

Uppbygging	Kólnunarhraði 800–500°C	Harka
Martensít	200°C / sek	500 HV
Bainit	60°C / sek	300 HV
Ferrít + Perlít	10°C / sek	200 HV

Uppbygging	Kólnunarhraði	Harka
Martensít	10°C / sek	650 HV
Bainit	5°C / sek	600 HV
Ferrít + Perlít	0,5°C / sek	350 HV

Tiltölulega litlar breytingar á magni íblöndunarefna geta breytt miklu um herðanleika stálsins!

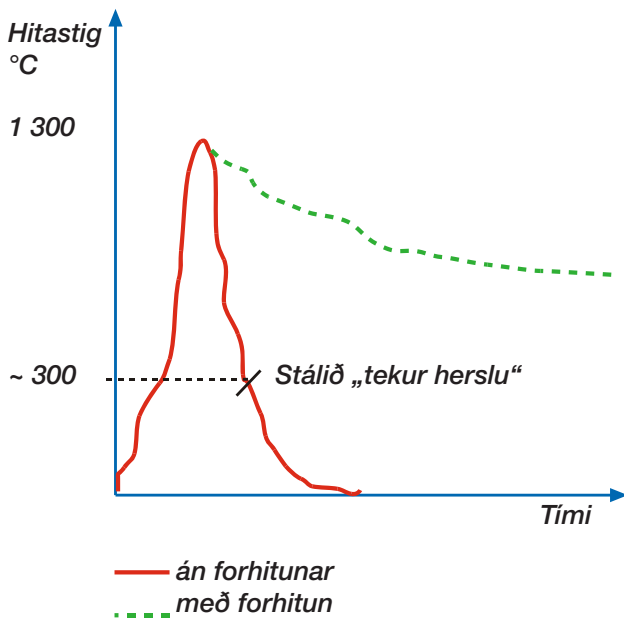
Hvaða stál eru viðkvæm fyrir vetnissprungum?

Fyrst og fremst óblönduð smíðastál með meira en ca. 0,2-0,3% kolefni, ásamt öllu herðanlegu stáli t.d. seigherslustáli, settherslustáli, spanhertu stáli, fjaðrastáli, kúlulegustáli og verkfærastáli.

Hvernig er komið í veg fyrir vetnissprungur?

1. Með því að forhita efnið og halda hitanum meðan á suðunni standur. Eftir suðuna eiga vinnslustykkinn að kólna hægt, sem kemur í veg fyrir að svæðið næst suðunni taki herslu.
2. Með því að nota rakasnautt suðuefni er að nokkru marki hægt að minnka þörfina á forhitun, eða a.m.k. lækka vinnsluhitastigið. Suðuefni sem þetta er fánlegt frá flestum framleiðendum.

Myndin hér fyrir neðan sýnir hitaferlið í hitaáhrifa svæðinu - með og án forhitunar.



Hvaða vinnsluhitastig (forhitunarhitastig) á að velja?

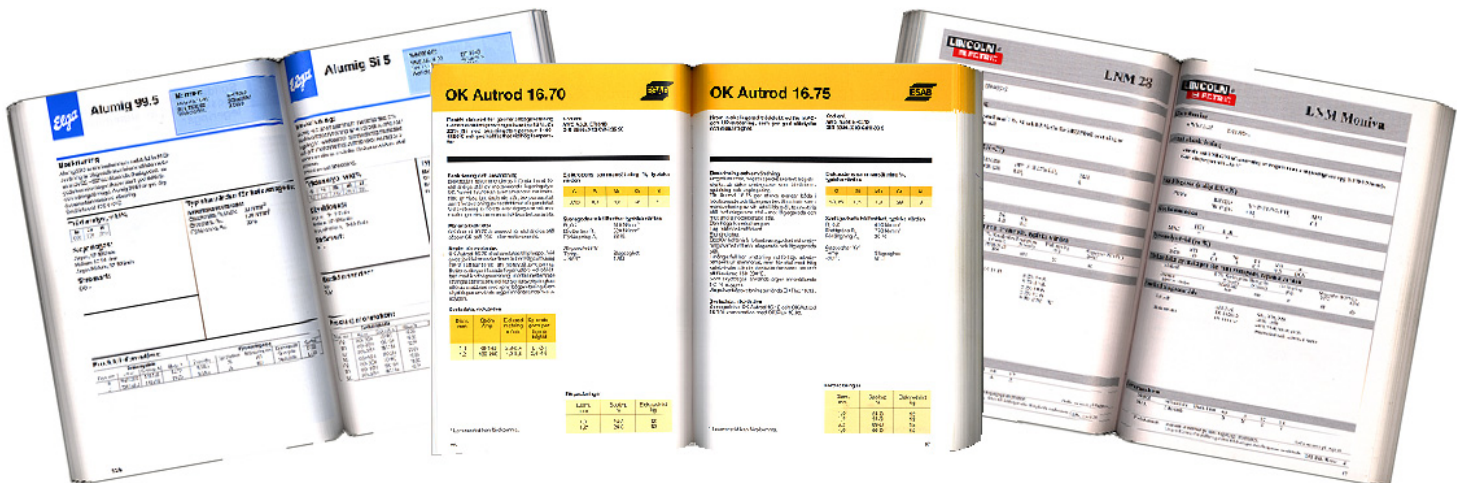
Fyrir seigherslustál, fjaðrastál, vélastál og kúlulegustál má setja eftirfarandi viðmiðunargildi:

STÁLGERÐ	VINNSLUHITASTIG °C
Óblönduð	
0,3–0,4% C	100–200
> 0,4% C	250
Lágblönduð	
< 0,3% C	150–200
> 0,3% C	200–250
Ryðfrí	
13% krómstál	200–300

Fyrir háblönduð verkfærastál er erfitt að setja almennar reglur þar sem val vinnsluhitastigs fer eftir fyrri hitameðferðum, lögun og stærð ásamt því hvernig viðgerð er um að ræða.

Eftirfarandi viðmiðanir er þó hægt að hafa við suðu hertra verkfæra:

- Forhitið upp í það hitastig sem áður hefur verið afglóað við
- Sjóðið við þetta hitastig
- Látið hlutinn kólna hægt
- Eftir að hluturinn hefur kólnað - afglóið þá á nýjan leik



Handbækur um suðuefni.

Snúum okkur aftur að lágblönduðu stálunum, sem geta haft nöfn eins og:

55 Si 7 - Fe E295 - A25 Cr Mo 4 - 34 Cr Mo 4 - 42 Cr Mo4 - OX 802 - HARDOX 400 - SKF 322 A - SKF 356 A - DOMEX 480 - BOFORS 0653 ofl.

Til eru margar aðferðir til þess að ákveða hæfilegt hitastig forhitunar svo hættan á sprungumyndun verði sem minnst við suðu á lágblönduðu stáli, en ein almenn, algild aðferð er ekki til.

Þar sem engin ein algild aðferð er til, þá eru hér nokkrar ábendingar sem geta auðveldað leitina að svari við spurningunni um forhitun og hve mikla:

Forhitun kemur til greina ef:

- Stálið er hástyrksstál (brotmörk > 600 N/mm²).
- Kolefnisinnihald stálsins er meira en 0,25%.
- Manganinnihaldið er meira en 1,5%.
- Stálið er blandað með t.d. Cr, Ni, Mo eða W án þess að vera austenítískt.
- Efnisþykktin er mikil.
- Stálið er stökkt við stofuhita.

Hæfilegt hitastig forhitunar fyrir lágblönduð stál er yfirleitt á bilinu 200-350°C.

Háblönduð stál

Háblönduð stál – Verkfærastál

Það er erfitt að gefa almenn ráð um hitameðferð í sambandi við suðu á verkfærastáli. Þetta á við um stál eins og: SS 2140, 2550, 2710, 2260, 2310, 2312 (EN-merkingar fyrir þessi stál hafa enn ekki verið gefnar út).

Hitastig forhitunar ræðst ekki bara af íblönduninni, heldur einnig af fyrri hitameðferðum, lögum verkfærisins og efnisþykkt.

Eftirfarandi ráð eiga þó oft við:

1. Forhitið hlutinn að því hitastigi sem áður hefur verið notað.
2. Sjóðið við þetta hitastig.
3. Látið kólna hægt í ofni.

Ef mögulegt er, þá er rétt að afglóða að nýju strax eftir suðuna. Afglóðunarhitastig og biðtími fer eftir stálgerð og því hve hart stálið á að verða.

Ryðfrí stál

Fyrir utan lágblönduð stál eru framleiddar margar gerðir af háblönduðum stálum. Af þeim verður hér mest fjallað um ryðfrí stál. Þau skiptast í austenítísk, ferrítísk, ferrít-austenítísk, martensít-austenítísk og martensítísk ryðfrí stál. Í dag eru austenítisku stálin þeirra algengust, t.d. X5CrNi18 10.

Austenítísk stál innihalda mikið af krómi, Cr (ca. 18%) og nikkeli, Ni (u.þ.b. 9%) en lítið af kolefni. Austenítiska uppbyggingin gerir þessi stál vel suðuhæf og mótanleg.

Ástæða hinnar góðu mótstöðu ryðfrís stáls gegn tæringu er að í oxandi umhverfi myndast þunnt oxíðlag á yfirborði stálsins. Það er króm sem með súrefni myndar þessa himnu. Þetta þýðir að króm er mikilvægasta íblöndunarefnið, en innihald þess þarf að vera yfir u.þ.b. 12%.

Þrátt fyrir að ryðfrí stál hafi lítið kolefnisinnihald er það samt nóg til þess að stór hluti kolefnisins getur myndað krómkarbíta á kornamörkum við hitameðferð við 500-800°C. Þetta hefur í för með sér minnkaða tæringarmótstöðu.

Austenítísk ryðfrí stál eru yfirleitt afgreidd í afglóðuðu ástandi (släckglödad), þ.e.a.s. afglóðuð við hitastig á milli 1000°C og 1100°C og síðan snöggkæld til þess að hindra myndun karbíta á kornamörkum.

Eðlisfræðilegur munur á ryðfríu- og óblönduðu stáli

Hitaleiðni krómstáls er aðeins u.þ.b. **helmingur** þess sem hitaleiðnin er hjá kolstáli. Hitinn helst því mun lengur í ryðfrírri suðu en í kolstálssuðu.

Hitapenslustuðull austenítisks stáls er u.þ.b. 50% **hærri** en fyrir kolstál, og rafleiðnimótstaða ryðfrís stáls er u.þ.b. 4-7 sinnum meiri en kolstáls. Þess vegna verða ryðfrír suðupinnar auðveldlega rauðglóandi og eru því oftast hafðir styttri en aðrir.

Fyrir austenítísk stál er hitastig á milli 800°C og 500°C varasamt, vegna þess að á þessu hitabili útskiljast krómkarbítar á kornamörkum og valda minnkaðri

tæringarmótstöðu. Lágt kolefnisinnihald er því kostur því þá er minni hætt á krómkarbítum.

Við suðu á ryðfríu stáli á alltaf að reyna að hafa orkuflæðið eins lágt og mögulegt er.

Flokkun og notkunarvið ryðfrís stáls.

Flokkur	Samsetningarmörk ¹ fyrir SS:stál ²				Herðanleiki	Segulnæmi	Dæmi um notkun
	C %	Cr %	Ni %	Mo %			
Ferrítisk	<0,08	12-13,5	-	-	Ekki herðanlegt	Segulnæmt	Efniðnaður heimilistæki
	<0,08	16-19,0	-	<2,5			
	<0,20	24-28,0	-	-			
Martensítisk	0,09-0,35	1,0-14,0	-	<1,2	Herðanlegt	Segulnæmt	Verkfæri, vélahlutir, vatnstúrbínur
	0,14-0,23	15,5-17,5	<2,5	-			
Martensít-Austenítisk	<1,10	12-14	5-6	-	Herðanlegt	Segulnæmt	Vélahlutir
	<0,05	15-17	4-6	0,8-1,5			
Ferrít-Austenítisk	0,030	18-26	4,3-9	2,5-4,0	Ekki herðanlegt	Segulnæmt	Olíu- og gasvinnsla, efna- og sellulósaiðnaður
	0,10	24-27	4,5-7	1,3-1,8			
Austenítisk	<0,12	16,0-19,0	6,5-12,0	-	Ekki herðanlegt	Ekki segulnæmt	Olíu- og gasvinnsla, efna- og sellulósa iðnaður, matvæla og byggingariðnaði
	<0,10	16,5-18,0	8,0-10,0	1,3-18,0			
	<0,05	16,5-18,5	10,5-14,5	2,0- 3,0			
	<0,030	17,5-28,0	13,0-34,0	3,0- 6,5			

¹ Fleiri íblöndunarefni geta verið í stálinu eins og (Ti), níob (Nb), eir (Cu), köfnunarefni (N) o.fl, en þessi efni hafa ekki áhrif á stálflokkunina.

² SS:stál = Stál frá Svenska Stål AB (SSAB)

Ýmis notkunarvið fyrir ryðfrí stál.



„Offshore“.



Röraleiðslur, tankar.

Suðuhæfi og eiginleikar ryðfrís stáls

Ferrítisk stál

Helsta notkunarvið og kostur ferrítiskra stála er tæringarmótstaða í röku umhverfi. Í samanburði við austenítisk stál hafa ferrítisk stál mun betri mótstöðu gegn spennutæringu.

Ferrítisk stál er jafnvel hægt að nota við hátt hitastig og þar sem þau innihalda ekki nikkell hafa þau góða mótstöðu gegn brennisteinsríku afoxandi reykvasi. Tilhneiging stálsins til að mynda stökkan sigmafasa skiptir minna máli í notkun við hátt hitastig.

Suðuhæfi ferrítiskra stála er betri en martensítiskra, en verri heldur en austenítiskra vegna þess hve stökkt ferrítið er og vegna hættunnar á aukinni kornastærð á hitaáhrifasvæðinu.

Stálin verður að sjóða eins kalt og hægt er og forðast skal suðuferli sem valda miklu orkuflæði. Þó verður að skilja á milli eldri stála eins og X6Cr17, sem verður að forhita fyrir suðu (100-300°C) og hinna nútímalegu ELI stála (Extra Low Interstitials, t.d. X2CrNiMoTi 18-2) sem ekki þarf að forhita. Það nægir að fylgjast með orkuflæðinu og halda því eins lágu og mögulegt er.

Austenítist suðuefni er oftast notað þar sem ferrítiskur suðumálmur verður mjög grófkornóttur og stökkur. Einungis þar sem um er að ræða brennisteinsríkt afoxandi umhverfi er ráðlegt að nota ferrítist suðuefni.

Fyrir suðu á X2CrNiMoTi 18-2 er oftast notað 23Cr/12Ni/2Mo suðuefni og fyrir X16Cr26 er 29Cr/9Ni passandi.

Martensítisk stál

Martensítisk stál hafa mesta álagspolið en einnig minnstu tæringarmótstöðuna. Notkunarvið þeirra er þar sem saman fer slit og tæring eins og í vatns-túrbínunum og keflum í stálvinnslu o.fl.

Við suðu dugir ekki að halda stálinu heitu til að koma í veg fyrir myndun martensít, en ef hitastiginu er haldið nærri því sem þarf til myndunar martensíts verður HAZ austenítist og seigt meðan á suðunni stendur og umbreytist eftir suðuna í martensít.

Það þarf að afglóða martensítið og minnka suðuspennurnar eftir suðuna til þess að koma í veg fyrir myndun herslusprungna. Afglóðunin á að fara fram við 650–800°C og þá helst sem hitameðferð í tengslum við suðuvinnuna, þá þurfa suðurnar að hafa kólnað niður fyrir u.þ.b. 150°C.

Til þess að suðumálmurinn verði seigur eru martensítisk stál oft soðin með austenítisku suðuefni, t.d. 19Cr/12Ni/3Mo. Það skilur minna vetni eftir á hitaáhrifa svæðinu, og því þarf ekki að nota sérþurrkaða basíska pinna. Álagsþol suðunnar verður minna, en þó í flestum tilfellum ásættanlegt.

Til þess að auðvelda suðu á þessum stálum á byggingarstöðum er það oft „forsoðið“ inni á verkstæði, þ.e. að soðið er lag með austenítisku suðuefni í raufarnar.

Martensít-Austenítisk stál

Martensít-austenítisku stálin hafa að mestu sama notkunarvið og þau martensítisku.

Þar sem þessi stál hafa minna magn martensíts og þar að auki nokkuð minna kolefnisinnihald verður það martensít sem fyrir hendi er ekki eins hart, það lækkar þó ekki álagspolið svo nokkru nemi.

Minna magn kolefnis og íblöndu nikkels gerir að verkum að suðuhæfi þessara stála er betri en hinna martensítisku. Yfirleitt þarf ekki að grípa til hækkads vinnsluhitastigs, a.m.k. ekki fyrir stálin 13Cr6Ni og 16Cr5Ni1Mo. Stál af gerðinni 13Cr4Ni hafa minna hlutfall austeníts og þurfa því að hitna upp í u.þ.b. 100°C fyrir suðu.

Stálin eru oftast seig eftir suðu, en þurfa þó á afglóðun að halda við u.þ.b. 600°C til þess að fá bestu mögulega eiginleika. Best er að nota austenítiskt suðuefni t.d. 19Cr12Ni3Mo.

Austenítisk stál

Austenítisk stál eru oft notuð í röku umhverfi, íblöndun allt frá 18Cr7Ni til 27Cr31Ni4Mo eða jafnvel enn meira blönduð.

Með auknu króm- og mólýbdeninnihaldi þola stálin æ sterkari lausnir. Það á við um almenna tæringu, rifutæringu og pyttatæringu. Mótstaðan gegn pytta- og rifatæringu er mikilvæg þar sem stálin eru oft notuð þar sem mikið er af klórsamböndum.

Notkun í sjó eða í sellulósaiðnaði er algeng.

Suðuhæfi austenítískra stála er mjög góð, þar sem HAZ verður ekki stökkt eins og hjá t.d. ferrítískum stálum. Almenn á að hafa orkuflæðið lágt, sérstaklega við suðu mikið íblandaðra austenítískra stála. Pumalputtaregla er að hafa mest 1,0 kJ/mm í orkuflæði og ekki meira en 150°C millistrengjahita.

Austenítísk stál með meira kolefnisinnihaldi, t.d. X5CrNi1810 og X3CrNiMo17-13-3 mynda, við suðu, kornamarkakarbita á hitaáhrifa svæði, sem getur leitt til kornamarkatæringar í súru umhverfi.

Til að vinna á móti þessu hafa verið þróuð stál með lágu kolefnisinnihaldi. Önnur leið til þess að leysa þetta vandamál er að blanda stálið með níob eða títan sem bindast kolefninu hraðar en krómið er fært um og koma þannig í veg fyrir að króm myndist á kornamörkum.

Nútímaleg, háblönduð austenítísk stál fyrir rakt, tærandi umhverfi hafa nær undantekningarlaust lágt kolefnisinnihald, < 0,025%.

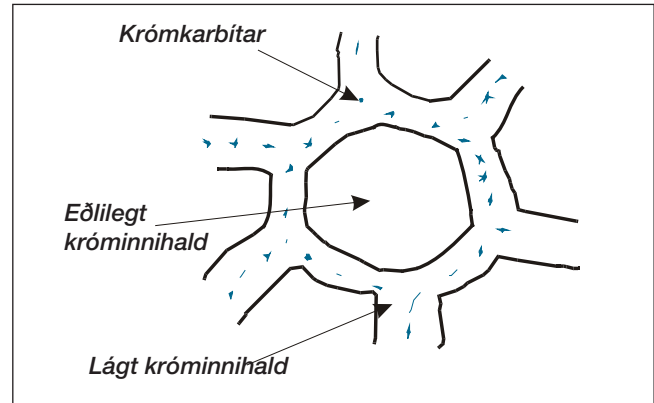
Suðuefni fyrir austenítísk stál eru nær alltaf sömu gerðar og grunnefnið, þó heldur meira blönduð til þess að vega upp á móti sigi o.s.frv. Stál með íblöndun allt að X2CrNiMo18-15-4 þurfa suðuefni sem myndar 5-10% ferrít í suðumálminum. Þetta er til þess að tryggja að suðumálmurinn storkni að mestu í ferrítisku ástandi, sem er gott með hliðsjón af hættunni á myndun hitasprungna.

Háblandaður austenítískur suðumálmur er einnig viðkvæmur fyrir endurupphitun sem er enn frekari ástæða til þess að hafa gætur á hitanum við fjölstrengjasuðu.

Ferrít-Austenítísk stál (duplex stál)

Ferrít-austenítísku stálin eru stöðugt meira notuð en þessa tegund stáls var af alvöru byrjað að framleiða á miðjum áttunda áratugnum.

Í ferrít-austenítískum stálum eru sameinaðir góðir eiginleikar bæði ferríts og austeníts. Tveggja fasa uppbyggingin verður smákornótt, með ferrítinnihaldinu og íblöndun köfnunarefnis verður stálið nærri tvöfalt álagspólara en austenítísk stál.



Krómkarbítar myndast þegar austenítikornin hitna upp í 500–800°C.



Krómkarbítar, ásamt samdráttarspennum geta valdið innbyrðis spennusprungumyndunum á milli kristalla.

Að auki hafa duplex stál gott spennutæringarþol og þol þeirra gegn pyttatæringu er sambærilegt við mikið íblönduð austenítísk stál. Það er því ekki að undra að þessi stál hafi á skömmum tíma náð mikilli útbreiðslu.

Vegna mikils álagspols duplex stálanna er hægt að byggja úr þeim mun léttari stálvirki en úr eldri stálum með sambærilegu tæringarþoli.

Það er tvennt sem verður að hafa í huga við suðu á duplex stálum: Ef soðið er með mjög lágum hita er hætt á að ferrítinnihald suðumálms og HAZ verði allt of mikið, og vegna þess að ferrítið tekur illa til sín köfnunarefni myndast líka auðveldlega krómkarbítar í því.

Ef hins vegar soðið er með of háum hita, sérstaklega ef millistrengjahitinn er líka of hár, er hætt á úrskiljun á kornamörkum fasa, sérstaklega sigmafasa, á kornamörkum austeníts og ferríts, en það minnkar bæði álagsþol og tæringarþol.

Vandamálið er því stærra eftir því sem efnisþykktin eykst. Fyrir minna íblönduð duplex stál af gerðinni X2CrNiMoN22-5-3 (og minna blönduð) er svigrúmið til suðu ríflegt áður en þetta gerist.

Það má fara allt upp í 2,5 kJ/mm í orkuflæði og í sumum tilfellum jafnvel meira, og 250°C í millistrengjahitastig fyrir „superduplexstálin“ af gerðinni X2CrNiMoN25-7-4, en hinsvegar er rétt að halda orkuflæðinu undir 1,5 kJ/mm og millistrengjahitastiginu helst undir 150°C.

Þetta eru þó mörk sem öll eðlileg suða lendar innan.

Ál og álblöndur

Ál er framleitt úr bauxít í tveimur þrepum:

1. Úr bauxít er unnið áloxíð.
2. Úr áloxíð er framleitt ál.

Úr 2 tonnum bauxíts er unnið ca. 1 tonn af áloxíð. 25% af heimsframleiðslu áls er unnið úr brotamálmi (endurvinnsla áls).

Bauxít er rauðleitur leir sem verður til við náttúrulegt niðurbrot bergtegunda sem innihalda ál og inniheldur ca. 25–30% ál. Bauxít inniheldur að auki minna magn járn og kísils. Það er unnið úr jörð í Ástralíu, Brasilíu og á Jamaica.

Eðlis- og efnafræðilegir eiginleikar áls

- Létt - lág eðlisþyngd; 2,7 g/cm³.
- Sterkt - brotmörk allt að 700N/mm².
- Tæringarþolið - það myndar oxíðhúð sem hlífir.
- Leiðandi - góður leiðari bæði hita og rafmagns.
- Auðvelt í vinnslu með spóntökuverkfærum.
- Hægt að yfirborðsmeðhöndla
- Suðuhæft - sjá um suðu.
- Lóðanlegt - sjá um lóðun.
- Endurvinnanlegt - eyðist næstum aldrei.

Áli er skipt í þrjá meginflokka

Flokkarnir eru; óblandað ál (hreint ál), óherðanlegar melmi og herðanlegar melmi.

Íblöndunarefni

Ál er oftast blandað þar sem hreinn málmurinn er býsna mjúkur. Óblandað ál er 99,0, 99,5 eða 99,7% hreint. Óherðanlegar blöndur innihalda lítið magn af Mn eða Mg á meðan herðanlegar blöndur innihalda Cu, Mg + Si eða Zn + Mg.

Aukið álagsþol óblandaðs og óherðanlegs áls fæst með kaldvinnslu.

Herðanlegar blöndur fá aukið álagsþol með *uppleysingarmeðferð* (*upplösningsbehandling*) og *öldrun*.

Suða áls

Suða áls getur skapað viss vandamál vegna oxíðhúðarinnar sem í sífellu myndast. Mikilvægt er að hafa í huga, þar sem ál binst gjarnan súrefni.

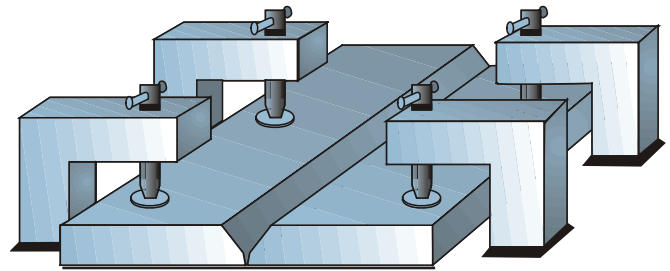
- Oxíðin eru seig og sterk – orsaka oft suðugalla
- Oxíðin bráðnar ekki við suðuna – bræðslumörkin eru við ~2.050°C.
- Oxíðin sekkur í suðupollinn – myndar inniluktur agnir.

**Að sjóða ál er ekki erfiðara en að sjóða stál
– bara öðruvísi**

Hreinsun raufar

Það er afar mikilvægt að hreinsa ál fyrir suðu. Það er til þess að fjarlægja sem mest af oxíðhúðinni en líka til þess að hreinsa burt fitu og gráður eftir klippingu o.fl.

Skarpa kanta eftir klippingu á að slípa eða hefla og gera ávala. Það minnkar líkurnar á rötargöllum og formgöllum í suðunni.



Suðuklemmur eru gott hjálpartæki við álsuðu.

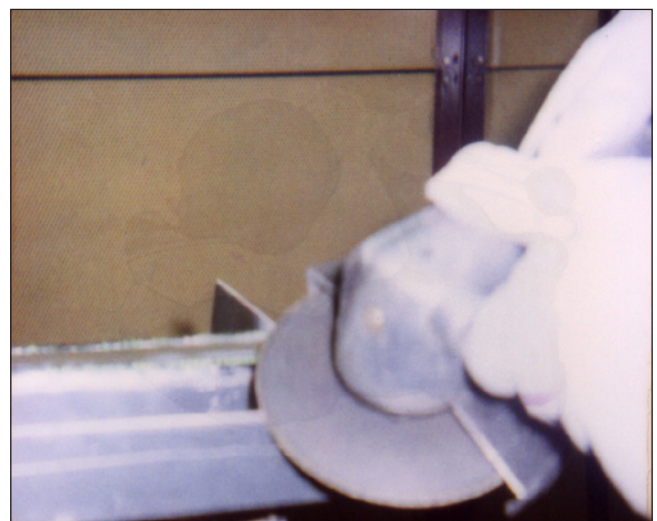
Suðuvandamál

Þau vandamál sem koma upp við suðuna eru fyrst og fremst vegna hinna sérstöku eiginleika áls:

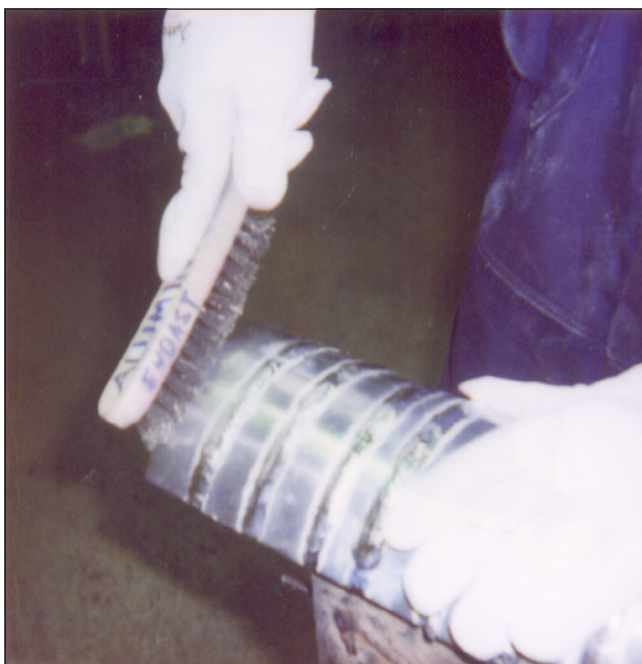
- Há hitaleiðni (4 x hitaleiðni stáls)
- Hár þenslustuðull
- Mikil hitaþörf við suðuna
- Dregur sig mikið

Til þess að vinna á móti vandmálunum sem þetta skapar er hægt að:

- Nota suðuklemmur
- Punktsjóða



Slípun er góð aðferð til að fjarlægja oxíðhúð. Munið að nota rétta gerð slípiskífu! Þegar gæðakröfur eru háar verður að þvo álið eftir slípun, t.d. með acetón.



Hreinsun með vírbursta er áhrifarík aðferð. Munið að nota aðeins ryðfría bursta á ál.



Til að koma í veg fyrir oxíðrendur í stúfsuðum á að gera fúgukantana ávala. Til þessa eru til sérstök verkfæri.

Samdráttur

Við alla bræðsluðu verður samdráttur í vinnslustykkinu.

Samdráttur verður vegna þess að rúmmál suðupollsins minnkar samtímis því sem upphitað efnið dregst saman.

Afleiðingin er staðbundnar formbreytingar sem verða meiri við álsuðu en við stálsuðu.

Suða - samdráttur - formbreytingar

Þeir þættir sem ákvarða stærðir samdráttarspennu eru efnisþykkt, suðuaðferð, raufar og orkuflæði.

Vandamálið minnkar með viðbótar suðuefni og með notkun suðuklemma. Gott skipulag á suðuvinnunni er einnig mikilvægt.



Suðuhæfi áls

Flestar gerðir áls er hægt að sjóða. Til hinna vel suðuhæfu teljast:

- Óblandað ál (allar gerðir)
- Óerðanlegar melmi (flestar)
- Herðanlegar melmi (vissar gerðir)

Til torsjóðanlegra teljast:

- Óerðanlegar melmi (vissar gerðir með miklu Mg-innihaldi)
- Herðanlegar melmi (Cu- og Pb-blandaðar).

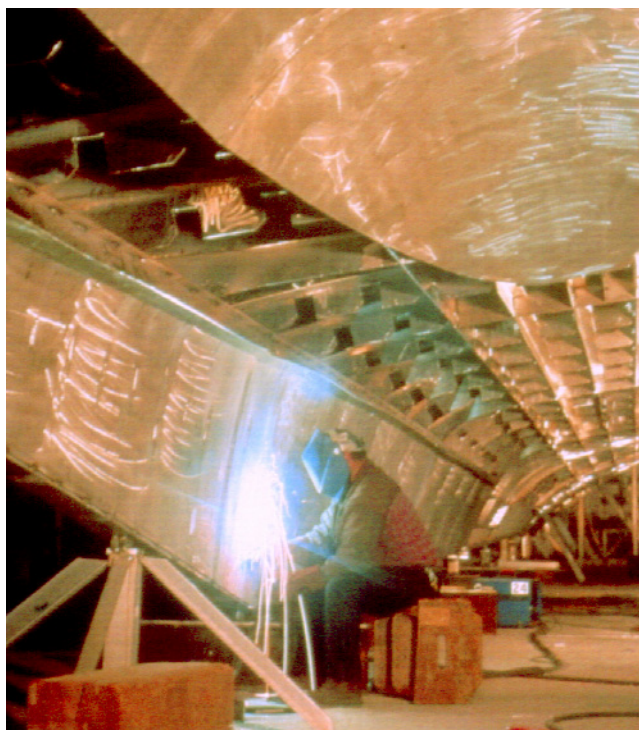
Suðuaðferðir

Algengustu aðferðirnar við álsuðu eru hlífðargas-suðurnar TIG og MIG.

TIG-suða er notuð við suðu í þunnt efni < 9 mm, við suðu frá annarri hlið og þegar óskað er góðrar yfirborðsáferðar. MIG-suða er notuð í grófara efni > 3 mm, þegar þörf er á miklum suðuhræða og þegar áhersla er lögð á litlar formbreytingar.

MIG-suða með púlsandi ljósboga gerir kleift að hafa betri stjórn á suðupollinum við suðu á þunnu efni (1,5 mm), ljósboginn verður stöðugri og sprautið minnkar til muna.

Pinnasuða áls er möguleg, en ekki er mælt með henni ef suðan þarf að þola mikið álag.



Ál er nær eingöngu soðið með hlífðargassuðunum TIG eða MIG.
Ljósmynd: AGA.

Hlífðargas

Hlífðargas við álsuðu á að vera óvirkt (inert). Algengast er að notað sé argon, sem veldur minna sprauti en helíum sem aftur á móti gefur heitari ljósboga og dýpri innbræðslu.

Þegar kröfur um innbræðslu eru miklar, t.d. við kverksuðu, er notuð blanda argons og helíums.

Suðuefni

Við suðu óblandaðs áls og óherðanlegra melma er notað suðuefni sömu gerðar og grunnefnið.

Herðanleg melmi eru oftast soðnar með suðuefni sem hefur mikið magn kísils (Si) eða mangans (Mn). Þetta er til þess að koma í veg fyrir hitasprungur.

Lóðun

Ál er hægt að harðlóða bæði með gasloga, lóði og flúxefni og með sjálfvirkri lóðun, t.d. vakúmlóðun án flúxefnis.

Framleiðsla og notkunar svið

Ál er framleitt sem plötuefni, renningar, stangaefni og blokkir sem notaðar eru í álsteypu. Ál er notað á öllum hugsanlegum sviðum, allt frá álpappírnum í eldhúsinu til gervihnatta. Mest er það notað í byggingar, kassa fyrir rafeindatæki, rafleiðslur, vélar, gírkassahús, báta, lendingarpalla fyrir þyrlur, gashverfla og umbúðir undir drykki.

Ráðlegt val suðuefnis við suðu ólíkra álblendna

Finnið tegundarnafn eða SS-númer þess grunnefnis sem á að sjóða í dálkinum undir „Grunnefni A“. Fylgið röðinni til hægri þar til komið er beint fyrir ofan viðkom-andi efni í

„Grunnefni B“. Þar með er fundið það suðuefni sem mælt er með.

áprungumyndun, tæringarþol, álagþol, suðueiginleika og líta-samræmi eftir rafbrynjun.

Munið að suðuefni getur haft mismunandi áhrif á eiginleika suðuskeytanna, t.d. hvað varðar hættu

Grunn-efni A ↓									
Al99,7	Al99,8								
Al99,5 Al99,0	Al99,5Ti Al99,5	Al99,5Ti Al99,5							
AlMn	Al99,5Ti	Al99,5Ti	Al99,5Ti						
AlMn(Mn) AlMg2	Al99,5Ti AlMg5	Al99,5Ti AlMg5	Al99,5Ti AlMg5	AlMg3 AlMg5					
AlMg3	AlMg3	AlMg3	AlMg3	AlMg3	AlMg3				
AlMg4,5Mn	AlMg5	AlMg5	AlMg3	AlMg5	AlMg5	AlMg4,5Mn			
AlMgSi	AlMg5 AlSi5	AlMg5 AlSi5	AlMg5	AlMg5	AlMg5	AlMg5	AlSi5 AlMg5		
AlZnMg	AlMg5	AlMg5	AlMg5	AlMg5	AlMg5	AlMg5 AlMg4,5Mn	AlMg5	AlMg5 AlMg4,5Mn	
Grunn-efni B →	Al99,7	Al99,5 Al99,0	AlMn	AlMg1 (Mn) AlMg2	AlMg3	AlMg4,5Mn	AlMgSi	AlZnMg	
SS nr	4005	4005 4010	4054	4106	4120	4140	4104 4212	4425	

Tafla yfir suðuefni (Úr vörulista Migatronics).

Eir og eirmelmi

Eir er unninn úr málmgrýti sem inniheldur aðeins u.þ.b. 0,8% eir. Með háþrúðum hreinsunar- og úrvinnsluferlum getur vinnslan samt verið arðsöm. Málmgrýtið getur að auki innihaldið blý, zink, brennistein, gull, silfur, platínu, selen og arsenik.

Eirinn er rauðbrúnn á litinn og hann er mjúkur og seigur. Það eru tvær aðferðir notaðar við vinnslu eirs úr málmgrýtinu: Hreinsun eða rafgreining, sem er betri aðferð og skilar afurð með minni óhreinindum.

Eðlis- og efnafræðilegir eiginleikar

- Eir hefur háa eðlisþyngd, 89 g/cm³.
- Eir hefur há brotmörk.
- Eir er tæringarþolinn.
- Eir leiðir mjög vel bæði rafmagn og hita.
- Eir er auðvelt bæði að kaldvinna og heitforma.
- Lóðun hentar mjög vel fyrir eir.

Eir flokkast venjulega í fjórar ólíkar gerðir:

- Súrefnismettaður eir
- Súrefnissnaður eir (OF)
- Afoxaður eir (súrefnisinnihald bundið)
- Eir með litlu magni íblöndunarefna

Eirmelmi eru til dæmis messing (eir og zink), af ýmsum gerðum eins og alfamessing, alfabetamessing, blýblandað messing, specialmessing ásamt nikkelmessing (nýsilfur).

Annar flokkur eirmelma er brons (eir og tin). Algengustu gerðir eru tinbrons, álbrons, kísilbrons og koparnikkel. Eir nýtist fyrst og fremst í afurðir eins og rafleiðara, þakklæðningar, vatnshitara, varmaskipta, rör o.fl.

Súrefnismettaður, súrefnissnaður og afoxaður eir

Súrefnismettaður eir er framleiddur með einfaldri steyputækni í súrefnisríku andrúmslofti og inniheldur u.þ.b. 0,02% súrefni. Hann er viðkvæmur fyrir „vetnisveiki“ (vätensjuka).

Súrefnissnaður eir er framleiddur með því að bræða niður og steypa á ný rafgreindan eir við afoxandi aðstæður.

Desoxíderaður eir inniheldur nokkra þúsundustu hluta úr prósentu af fosfór – allt að 0,020% sem bindur súrefnið.

Desoxíderuðum eir er ekki eins hætt við vetnisveiki. Á hinn bóginn eru leiðnieiginleikar hans verri.

Hann er notaður í þrýstikúta, valsa í pappírframleiðslu o.þ.h.

Eir með íblöndunarefnum hefur betra álagspól, bætta skurðarhæfi, og hækkað afglóðunarhitastig. Hann er notaður í kæla í bílum, varmaskipta o.fl.

Suðuhæfi

Eir er hægt að lóða og sjóða án mikilla vandræða. Þau vandamál sem geta komið upp eiga rætur að rekja til hinnar miklu hitaleiðni eirsins, mikillar hitaþenslu og þess að bráðin gefur frá sér gas sem veldur útfellingum við storknun og loftbólum.

Hitinn leiðist burt frá suðunni allt að 15 sinnum hraðar en í stáli, og því þarf forhitunin að vera mikil, suðuhitinn mikill og suðupollurinn stór.

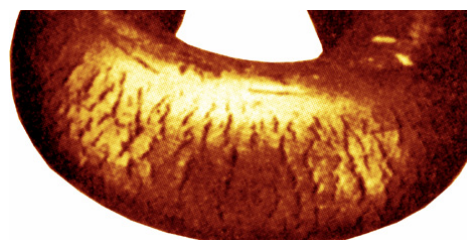
Hitapenslan veldur eiginspennu og formbreytingum.

Herslumeðhöndlað efni mýkist vegna suðuhitans og súrefnismettaður eir myndar eiroxíðir á kornamörkum í HAZ sem gerir efnið stökkt. Hætta getur verið á vetnisveiki ef vetni kemst að suðunni, t.d. frá gasloga.

Vetnisveiki

Eins og komið hefur fram inniheldur viss gerð eirs smávægilegt magn súrefnis (nokkra hundruðustu hluta úr prósentu). Við stofuhita er þetta súrefni í formi eiroxíðs sem í smásjá er hægt að greina sem sérstakar efnisagnir. Oxíðin hafa ekki merkjanleg áhrif á álagspól efnisins en valda vetnisveiki ef efnið er glóðað í afoxandi andrúmslofti. Vetni frá afoxandi andrúmslofti þrengir sér inn í eirinn og verkar með eiroxíðinu við myndun vatnsgufu, sem sprengir sundur málminn (Sjá mynd).

Þetta vandamál er ekki fyrir hendi í súrefnissnaðum eða desoxíderuðum eir.



Vetnisveiki í súrefnismettuðum eir.

Að sjóða eir

Logsuða er vel nothæf, sérstaklega fyrir messing. Annars er notuð MIG- og TIG-suða.

Pinnasuða er einnig nothæf en er sjaldan beitt.

Undirbúningur suðuskeyta: suðuskeytin þarf að fasa ef efnisþykktin er > 5 mm með 60-70° horni, V eða X-rauf, 1,5-3 mm nef, < 2 mm suðugap.

Tinbrons þarf opnari rauf, allt að 90°.

Annad:

Flest eirmelmi eru viðkvæm fyrir yfirborðsgöllum, allar mismíðar og gallar svo sem kantsár o.þ.h. verður því að fjarlægja með slípun eða á annan hátt.

Hreinlæti er alger nauðsyn. Fita, óhreinindi og oxíð verður að hreinsa vandlega burt.

Forhitun:

Eir Fyrir TIG ef efnisþykkt er yfir 4 mm,

Fyrir MIG ef efnisþykkt er yfir 8 mm,
Forhitun í 300-600°C, eftir efnisþykkt.

Brons Varkárni skal viðhöfð svo hitastigið sé ekki á því bili þar sem seiglan er lítil.

- Snögg kæling niður fyrir afgerandi hitastigssvæði.
- Engin meðhöndlun undir 600°C
- Minnsta mögulega hitun við suðuna, fáir suðustrengir
- Minni hitaleiðni en í eir, minni forhitun
- Engin forhitun fyrir þunnt efni
- Fyrir grófara efni 100-150°C nægir oft að forhita byrjunarstað suðunnar

Nikkelblöndur

Framleiðsluaðferðir

Nikkel er framleitt með tveimur aðferðum. Önnur byggir á því að fyrst er framleitt nikkeloxyð, sem er afoxað svo úr verður s.k. nikkelsvampur, þ.e. nikkel nánast í duftformi. Yfir nikkelsvampinn er síðan leitt koloxíð, sem breytir honum í nikkelsamband í gasformi, nikkel-karbonyl.

Með hitun er síðan nikkel-karbonylið látið sundurfalla og nikkel í málmformi fellur út.

Þetta s.k. mondnikkel er selt í kúluformi.

Með hinni aðferðinni er fyrst unnið „óhreint“ nikkel með bræðslu og afoxun, sem síðan er hreinsað með rafgreiningu. Þetta nikkel er selt sem rafhúðaðar plötur í stærri eða minni einingum til íblöndunar eða nikkelhúðunar.

Eðlis- og efnafræðilegir eiginleikar

Nikkel hefur meðal annars eftirfarandi einkenni:

- Það er silfurhvítt á litinn
- Það er segulnæmt
- Það hefur háa eðlisþyngd (8,9 kg/dm³)
- Það er mjög sterkt bæði við hátt og lágt hitastig
- Það hefur afar mikið tæringarþol
- Það er auðvelt að sjóða



Hlutir úr nikkelmelmi.

Nikkelmelmi og notkunarsvið

Nikkelblöndur eru fyrst og fremst notaðar þegar óskað er eftir miklu tæringarþoli við erfiðar aðstæður eða þá að krafist er mikils álagsþols við háan hita.

Vissar nikkelblöndur henta vel til notkunar við afar lágt hitastig.

Þar sem enn eru ekki til nema fáir staðlar yfir nikkelblöndur þá eru þær enn sem komið er seldar eftir framleiðslunöfnum sínum.

Monel

(Ni 66-67%, Cu 30%, Fe 2-3%, Mn 1%)

Sérstaklega tæringarþolið. Gott álagsþol við hátt hitastig. Mest notað í efnaiðnaði og við framleiðslu flugvéla.

Inconel

(Ni 60-75%, + Cr, Mo, Fe Nb)

Af þessu eru til nokkrir mismunandi gæðaflokkar. Allir hafa gott eða mjög gott spennutæringarþol. Sumar gerðirnar eru mest notaðar í súru umhverfi, aðrar í klórmettuðu umhverfi. Gott álagsþol við hátt hitastig. Notkunarviðið er í efnaiðnaði, í gufuhverflum og við olíuhreinsun.

Incoloy

(Ni 42%, Cr 22%, Mo 3%, Ti 1%, Fe rest) Mjög gott tæringarþol, og gott álagsþol á hitabilinu -180 til +1100°C. Notað í efnageyma.

Hastelloy

(Ni 45-60%, + Cr, Mo, W, Fe) Hastelloy er til í nokkrum gæðaflokkum. Gott tæringarþol. Notkunarvið Hastelloy C-276 er súrt- og klórmettað umhverfi. Hastelloy G30 endist mjög vel í fosfórsýru.

Suðuaðferðir

Nikkelmelmi er hægt að sjóða með góðum árangri og nota til þess TIG-suðu eða MIG-suðu með gegnheilum eða rörþræði. Eins er hægt að nota pinnasuðu.

Dæmigerð vandamál

Nikkelmelmi eru vel suðuhæf en vandamál geta komið upp ef hreinsun suðuraufa er ófullnægjandi.

Vandamálið orsakast af oxíðum sem hafa hærra bræðslumark en grunnefnið, og geta orðið eftir í suðumálminum.

Rétt áður en soðið er á að hreinsa suðuraufarnar í rennibekk eða með slípun. Burstun dugir yfirleitt ekki til þess að fjarlægja oxíðin. Svo vel sé skal síðan hreinsa bæði suðuraufar og suðuefni með fituhreinsandi efni. Suðumaðurinn á að sjálfsögðu að vera með hreina hanska.

Bæði forhitun og aðrar hitameðferðir geta komið til greina fyrir nikkelmelmi, en hafa verður í huga að hver gerð hefur sína sérstöku eiginleika.



Nikkelmelmi hafa víðtækt notkunarvið, sérstaklega í efnaiðnaði.

Títan og önnur sérstök efni

Títan - efni dagsins í dag og framtíðarinnar

Títan er eitt af níu algengustu frumefnum fasta hluta jarðskorpunnar.

Heimsframleiðsla á hreinu títan er meira en 100.000 tonn á ári. Stærstu framleiðendurnir eru Rússland, Bandaríkin og Japan.

Títan er efni dagsins í dag og framtíðarinnar þar sem sífellt meiri kröfur eru gerðar um litla þyngd, álagsþol og mótstöðu gegn tæringu. Notkun títans og títanmelma eykst stöðugt.

Eðlis- og efnafræðilegir eiginleikar:

- Eðlisþyngd títans er aðeins $4,5 \text{ g/cm}^3$ (stál $7,9 \text{ g/cm}^3$). Þessi lága vikt gerir að títan telst til léttmálma.
- Títanmelmi eru sambærilegar við bestu smíðastálin.
- Títan er mótanlegt.
- Raf- og hitaleiðni títans er lág.
- Títanmelmi er hægt að nota við allt að ca. 400 stiga hita°C.
- Títan verður ekki stökkt, það heldur seiglu sinni niður í -270°C (nánast alkul).
- Títan er hægt að nota við aðstæður þar sem tæringarhætta er afar mikil, vegna eiginleika oxíðhúðarinnar sem það myndar, TiO_2 . Oxíðid er afar tæringarþolið og er sjálflæknandi húð sem er u.þ.b. 0,01 mm þykkt.

Ef húðin skaðast og umhverfið inniheldur súrefni í einhverju formi – þá tekur títanið til sín súrefnið og myndar nýja húð. Í súrefnislösu eða afoxandi umhverfi veikist oxíðvörnin.

Tæringarþol

Óblandað títan hefur afar gott tæringarþol gagnvart t.d. röku klörgasi og klórsamböndum eins og koltvíldi, sjó og kælivökum. Við slíkar aðstæður hefur títan yfirburði fram yfir önnur efni.

Þreytuþol

Títan er viðkvæmt fyrir yfirborðsgöllum og þess vegna hefur yfirborðsáferð þess mikil áhrif á þreytuþolið.

Til dæmis hafa sýni með slípað yfirborð meira þreytuþol en sýni með vélunnið yfirborð.

Heitvinnsla

Títan er hægt að valsa og eldsmíða. Hitastigið á ekki að fara yfir 900°C , vegna þess að títan getur tekið til sín bæði súrefni, köfnunarefni og vetni. Efninu skal halda heitu eins stutta stund og hægt er.

Kaldvinnsla

Kaldvinnsla títans er möguleg að vissu marki. Djúp pressumótun verður mun auðveldari ef efnið er hitað, $100\text{-}200^\circ\text{C}$ er nægjanlegt.

Hitameðferð

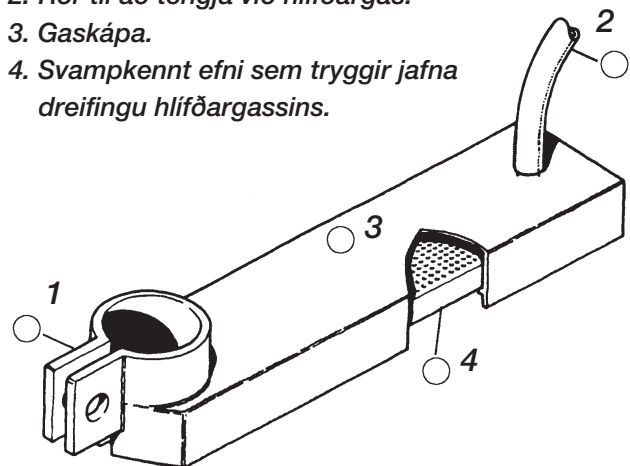
Kaldunnið títan er hægt að spennulosa með afglódun við 500°C í 20 mínútur. Mikið unnið títan þarf að endurkristallast með glóðun við 700°C í 20 mínútur.

Suðuaðferðir

TIG-suða er algengasta aðferðin við suðu títans. Plasmasuða er einnig heppileg við vélræna suðu.

Sama hvor aðferðin er notuð, þá verður að hlífa bæði bráðnum málminum og nærliggjandi upphituum svæðum við áhrifum andrúmsloftsins og fyrir efnem sem gefa frá sér virkar lofttegundir. Þetta útilokar notkun bæði log- og pinnasuðu þar sem þær aðferðir byggja á því að nota virkt gas.

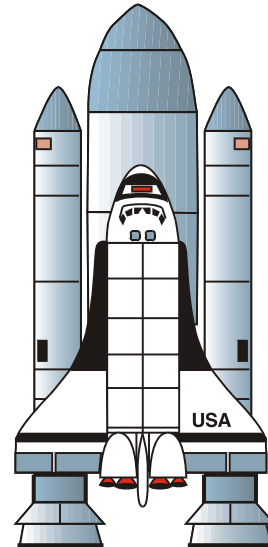
1. Festing fyrir suðubyssu.
2. Rör til að tengja við hlífðargas.
3. Gaskápa.
4. Svampkennt efni sem tryggir jafna dreifingu hlífðargassins.



Dæmi um dragaskó fyrir TIG- og MIGsuðu títans.
(Frá AGA. Hvernig hlífa skal topp- og röthlið suðunnar)

Hafa ber í huga:

- Skiljið títan frá stálhlutum við vinnslu
- Breiðið yfir títanhluti til þess að hlífa þeim við rykögnum í loftinu
- Hafið verkfæri sem aðeins eru notuð í títan
- Hreinsið suðuraufarnar rétt fyrir suðu
- Notið alltaf hreina hanska
- Suðuárangurinn er metinn eftir lit oxíðhúðarinnar næst suðunni. Hálmgulur eða silfurhvítur litur ber vott um góða suðu

**Notkunarsvið**

Títan er notað í rör, loka, varmaskipta, dælur og geyma og jafnvel sem klæðning inni í búnaði til bleikingar og í öðrum iðnaði þar sem klórsambönd eru notuð.

Títan er mikið notað við smíði geimflaugna.

Steypujárn

Steypujárn er járn, blandað með meira en 2% kolefnis. Þannig hljómar skilgreiningin, og eins og fram kemur þá er það hið mikla kolefnisinnihald sem skilur steypujárn frá hinum ýmsu stáltegundum.

Af steypujárni eru til fimm gerðir:

- Grátt steypujárn
- Seigjárn
- Hvítt steypujárn
- Aducerjárn
- Íblandað steypujárn

Steypujárn er torsóðid vegna þess að í því er kolefni í grafítformi og/eða karbítar. Þessi efni losna og mynda uppbyggingarformið *cementít* sem er hart og hefur míkrouppbyggingu sem er ákaflega viðkvæm fyrir sprungumyndun.

Steypujárn hefur lág brotmörk og enga seiglu.

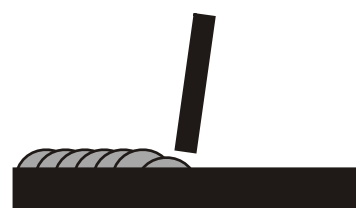
Af ýmsum ástæðum verður samt sem áður stundum að sjóða steypujárn. Það getur verið um að ræða bæði samsuðu steypujárnshluta og steypujárn við stál.

Algengust er samt viðgerðasuða, bæði á hlutum úr steypujárni sem hafa brotnað eða slitnað, og á göllum sem hafa myndast við steypuna.

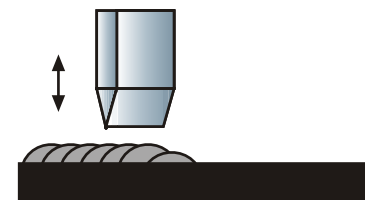
Suðuhæfi

Besta suðuhæfi hafa ferrítísku steypujárnin (grátt steypujárn) sérstaklega ferrítískt seigjárn, en hvítt steypujárn hefur hins vegar mjög takmarkaða suðuhæfi.

Í einföldum tilfellum er hægt að „kaldsjóða“, þ.e. að sjóða án forhitunar (<100°C). Í neyðartilfellum er hægt að sjóða með óblönduðum pinnum, en þá er hætta á að steypujárnið verði afar hart, sem útilokar frekari vinnslu. Algengara er að nota pinna sem blandaðir eru með nikkel eða bronsi.



Sjóðið u.þ.b. 25 mm.



Hamrið suðuna til að losa um hugsanlega spennu.

S.k. kaldsuða er framkvæmd þannig að ca. 25 mm eru soðnir í einu og látnir kólna í „snertihita“ (ca. 50°C).

Suða í stærri hluti veldur meiri spennu. Í slíkum tilfellum getur gengið betur að „hálfhita“ (100-300°C) og sjóða með nikkelpinum.

Ef um flókna og erfiða hluti er að ræða er mælt með fullri forhitun (300-600°C) og steypujárnspinnum.

Í slíkum tilfellum, eins og við alla suðu, eiga hlutirnir að vera hreinsaðir af olíu og feiti.

Steypuhúð og hugsanlegar sandleifar í efninu verður að fjarlægja með slípun, og raufin þarf að vera opnari en við stálsuðu, helst með vel afrúnaða kanta. Suða í lárétrri stöðu er best, en það eru til pinnar sem eru ætlaðir til stöðusuðu (t.d. Castolin 2230).

Notið eins granna pinna og hægt er. Þeir bræða minna af grunnefninu og þar með verður hitaáhrifasvæðið (HAZ) minna.

Suðustrengina á að hamra strax eftir suðuna til þess að mynda þrýstisþennur og vinna á móti samdrætti.

Mikilvægt er að sjóða í gíginn í lok suðunnar. Í gígnum geta verið smásprungur sem auðveldlega geta teygst úr sér og stækkað.

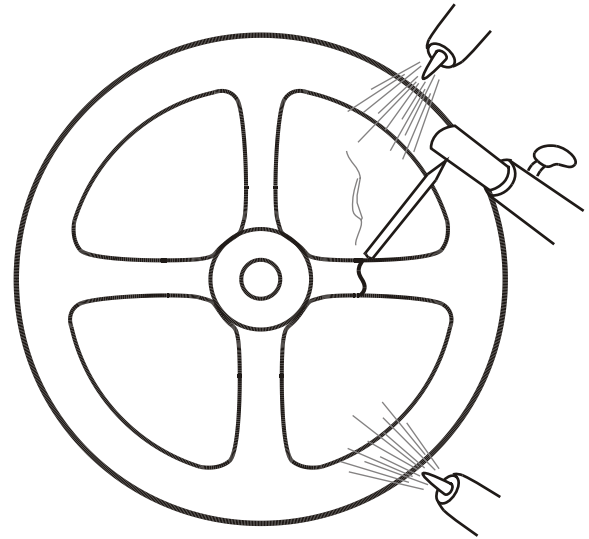
Hitameðferð

Í erfiðum tilfellum og þegar efnisþykktin er mikil getur verið þörf á viðbótar hitameðferð.

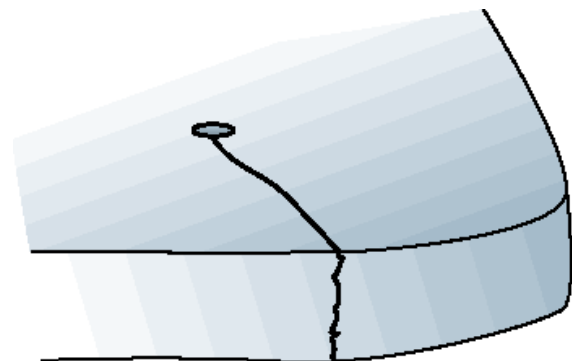
Það getur verið *spennulosun með afglódun* sem fer fram við 500-560°C og með biðtíma (þann tíma sem efnið er fullheitt) sem er ca. 1,5 tími/25 mm efni með hægri kólnun. Bætir álagsþolið.

Normalglódun (cementítupplausn) fer fram við 900-920°C og með um 3 klst. í biðtíma. Hæg kólnun.

Blönduðu steypujárnin, gjarnan af gerðinni hvítt steypujárn, eru oft notuð í slithluti (hörpur o.þ.h.). Til þeirra teljast s.k. Nýhörð steypujárn. Þau eru yfirleitt ekki suðuhæf.



Hálf-heit suða (100-300°C) fær hér hjálp með viðbótar-hita til þess að efnið þenjst jafnt út. (Algengt í flóknari tilfellum).



Sprungur eru stoppaðar með því að bora gat framan við sprunguendann. Kannið fyrst með sprunguleitarvökva hve löng sprungan er. Gætið þess að hreinsa vökvann vandlega burt áður en hafist er handa við suðuna.

HEIMILDIR:

Handbækurr frá Castolin, ESAB, AGA, Migatronic, Sandvik. Útgáfur m.a. frá Svetskommissionen/IVA Karlebo Materiallára. Eigið efni: Adrian Bailey, Jan Jönsson, Bengt Westin

M 6.2.4 Upprifjun: Suðugallar (E8.2.1, T6.2.4)

Upprifjun – Áhrif suðunnar á öryggið

Sjá M 2.2.2 og M 4.2.5.

Yfirlit – vörugallar vegna gæðabrests í suðuskeytum

Alvarleg óhöpp í soðnum mannvirkjum

Í nútíma hönnun er það að verða viðtekin venja að nýta því sem næst til fullnustu burðarþol efna með því að nota háþróaðar reikniaðferðir til þess að reikna út lágmarksefnisþörf.

Samskeyti í flestum mannvirkjum eru yfirleitt nýtt á sama hátt og grunnefnið, sem þýðir að til dæmis suður verða fyrir æ meira álagi.

Af ýmsum ástæðum eru suður oft veikustu hlekkirnir í stálvirkjum. Því er ekki að undra að þegar farið er yfir tölfraði slysa og óhappa sem orðið hafa í soðnum mannvirkjum, að sprungumyndun við suður og rof sem byrja í suðum sé helsti orsakavaldurinn.

Áhrif formgalla

Algeng ástæða uppsöfnunar spennu eru kantsár á mörkum suðu og hitaáhrifasvæðis (HAZ). Jafnvel þótt ekki sé um kantsár að ræða getur annar galli við suðuna átt sér stað, of hár og brattur kúfur en hann myndast ef suðan er of köld þ.e. þykkfljótandi suðupollur, eða að suðuhraði er of lítill.

Formgallar hafa slæm áhrif á seiglu, þreytuþol og tæringarþol (spennutæring). (Sjá mynd).

Efnisgallar

Samanborið við grunnefni sem er plastískt unnið, er ekki hægt að reikna með sams konar gallaleysi í suðum.

Jafnvel þótt ekki sé um eiginlega suðugalla að ræða, eins og tiltölulega stórar sprungur, gjall eða loftbólur – eru nær undantekningarlaust einhverjar gjallleifar og míkrobólur í suðum.

Þetta á sérstaklega við á bræðimörkunum þar sem

efnið hefur að hluta til bráðnað. Þessir smágallar hafa einkum áhrif á þreytuþolið.

Suðuspennur

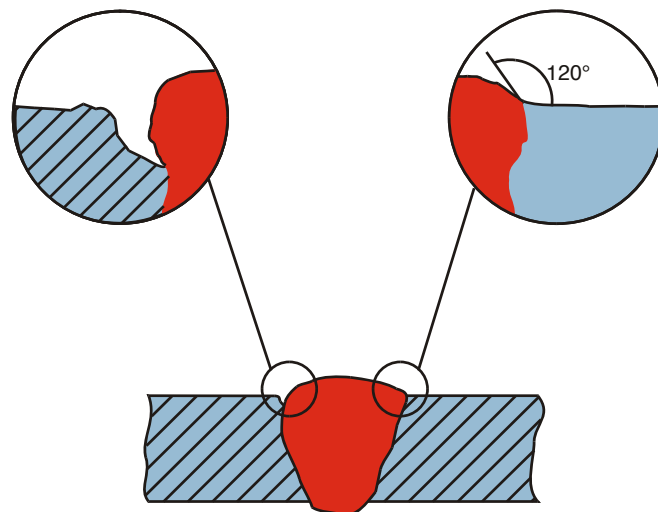
Vegna storknunarsamdráttar í suðumálminum o.fl. verða suðuspennur alltaf eftir í og í kringum suðuna að suðuvinnu lokinni.

Ein leið til þess að minnka suðuspennurnar er að hitameðhöndla suðuna þegar suðuvinnunni er lokið. Suðuspennur hafa áhrif á seiglu, þreytuþol og tæringarþol (spennutæring).

Áhrif á uppbyggingu

Þær breytingar sem geta orðið á uppbyggingu efnisins eru m.a. hersla að hluta til eða að öllu leyti, breytingar á kornastærð og áhrif vegna breytts útskiljunarferlis. Breytingarnar á uppbyggingunni hafa síðan áhrif á eiginleikana. Það er fyrst og fremst seiglan í HAZ sem verður fyrir áhrifum.

Hér á eftir er farið yfir tvö dæmi um skaða þar sem meginorsök brotsins má rekja til suðu og framkvæmdar suðunnar. Skaðarnir hafa orðið vegna afgerandi mistaka sem gerð hafa verið við skipulag eða framkvæmd suðunnar (Sjá næstu síðu).



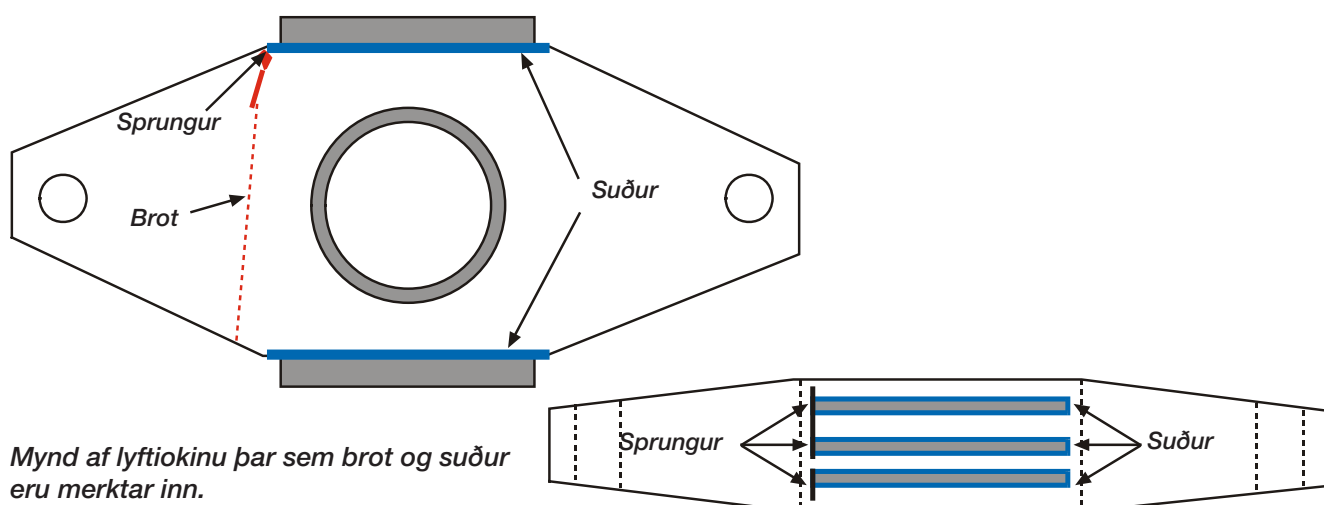
Formgallar hafa slæm áhrif á seiglu, þreytuþol og tæringarþol (spennutæring).

1. Brotið lyftiok í hjólagröfu

Lyftiok brotnaði í hjólagröfu eftir óeðlilega stuttan notkunartíma. Okið var gert úr steypustáli, Ox 812. Við sjónskoðun brotsins virtist um stökkt brot að ræða. Einkenni á brotyfirborðinu bentu til þess að brotið hefði byrjað við ásóðnar styrkingarplötur á ofanverðu okinu. Lögum oksins og staðsetning brotsins sjást á myndinni fyrir neðan.

Við smásjárskoðun á brotyfirborðinu komu í ljós litlar sprungur, 1 til 3 mm djúpar, upp við hverja og eina

hinna þriggja styrkingarplatna. Sprungurnar voru á mörkum suðanna og vinnsluefnisins og geta hafa myndast í tengslum við framkvæmd suðunnar eða vegna málmþreytu í notkun. Við krítiska sprungustærð eða álag hefur brotið myndast út frá sprungunum. Brotið hafði byrjað við þær suður sem lágu þvert á aðal álagsstefnurnar í okinu. Með því einfaldlega að sleppa þessum suðum, sem voru ónaúðsynlegar fyrir styrk oksins hefði hættan á brotinu minnkað verulega.



2. Brotin keðja í sögunarborði

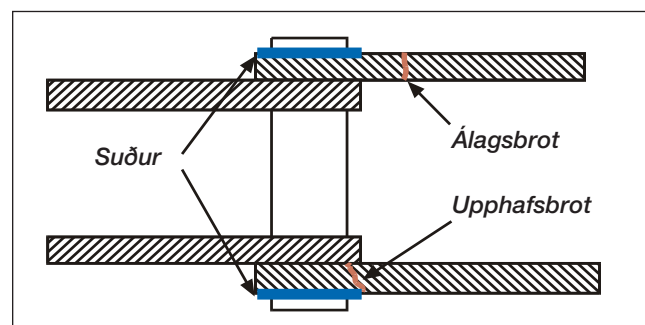
Keðja sem stillir sögunarborð brast eftir notkun í skamman tíma.

Hlekkirnir voru 200 x 100 x 15 mm og boltarnir voru 35 mm í þvermál. Við frumskoðun kom í ljós að upphaf brotsins var í öðrum hlekknum, í tengslum við suðu við boltann, sjá mynd til hægri.

Við míkrórannsókn á þverskurði suðunnar á milli hlekks og bolta nærri upphafspunkti brotsins kom í ljós hátt hlutfall martensíts í HAZ. Þetta var einkum áberandi í tengslum við efnið í hlekknum, þar sem martensítið virtist að auki nær alveg óafglóðað. Við hörkumælingu reyndist harkan vera á bilinu 630 til 750 HV í HAZ.

Ekki var skjalfest úr hvernig efni hlekkirnir í keðjunni voru gerðir, en rannsókn á uppbyggingu þess leiddi í ljós að það var normalíserað stál með tiltölulega miklu kolefnisinnihaldi, 0,6 til 0,7%.

Boltinn var gerður úr seighertu stáli. Lokamat var, að upphafsbrotið væri stökkt brot orsakað af ónógri seiglu ásamt sprungumyndunum í HAZ. Suðan hafði greinilega verið framkvæmd án tillits til þess um hvernig efni var að ræða. Þær stálgerðir sem voru í keðjunni er varla hægt að kalla suðuhæfar undir eðlilegum kringumstæðum. Aðeins er hægt að sjóða slík efni með ásættanlegum árangri ef beitt er verulega hækkuðum vinnsluhita.



Rissmynd af keðjuhlekk.

Lykilhlutverk suðumannsins í tryggingu suðugæðanna

Soðin samskeyti...

...við gefum þeim ekki oft gaum, hvort sem þau eru á reiðhjólstatífi, í bát, á brúarmannvirki eða í flugvél. Við reiknum einfaldlega með því að verkið sé framkvæmt eftir settum reglum og hafi tilskilin gæði.

Við gerum ráð fyrir að sá sem hefur soðið þessi samskeyti hafi hlotið viðeigandi menntun, að suðan hafi farið í gegnum gæðaeftirlit samkvæmt gildandi stöðlum og reglum og að framleiðslufyrirtækið taki ábyrgð á þeirri vöru sem við notum.

Suðumenn bera mikla ábyrgð og eru kannski undir meiri eftirliti en nokkur önnur starfsstétt.

Það er þess vegna sem virkt gæðatryggingarkerfi er nauðsyn í suðuiðnaði, gæðatryggingarkerfi fyrir bæði framleiðslu og starfsfólk. Til eru ýmsar reglugerðir og staðlar sem eru til hjálpar við þetta, t.d.:

- ÍST-EN-ISO 9000, Gæðastjórnunarkerfi
- ÍST-EN-ISO 9001, 9002 votta fyrirtæki sem starfa á suðutæknilegum vettvangi
- ÍST-EN 729 Gæðakröfur og stýring við suðuvinnu
- ÍST-EN 719 Kröfur um hæfni starfsmanna við suðuvinnu
- ÍST-EN 287 Hæfnisprófa í suðu

Eftirlitið og mikilvægi skaðlausra prófana við að finna suðugalla sem gætu mögulega valdið hættu og miklu tjóni

Lögin um ábyrgð framleiðenda byggja á tilvísunum Evrópuþingsins og fela meðal annars í sér að:

- framleiðandinn lýtur skjalfestingarskyldu
- varan skal vera framleidd samkvæmt viðeigandi kröfum
- hönnunargögn og framleiðsluleiðbeiningar á að geyma í minnst tíu ár
- suðuferlar skulu skjalfestir
- framleiðanda ber skylda til að sjá til þess að óhöpp sem rekja má til vörunnar endurtaki sig ekki. Ábyrgðin nær til slysa, þar með talin dauðsföll og í vissum tilfellum til eignatjóns.

Það ber að muna að kerfið á að vera uppbyggt þannig að ef galli kemur í ljós, á að vera hægt að rekja aðrar vörur sem geta haft sama galla (rekjanleiki). Helst skal vera hægt að rekja vöruna til ákveðins viðskiptavinar. Að sjálfsgöðu er eftirlit og skipulag suðuvinnunnar í lykilhlutverki hér.

HEIMILDIR:

SAQ-Kontroll AB, Curt Johansson. Eigið efni – Jan Jönsson, Adrian Bailey

M6.2.5 Fræðslukerfi EWF (E8.2.3, T6.2.5, G4.2.4)

Námskrár frá European Federation for Welding, Joining and Cutting eru gefnar út af menntunar- og þjálfunarnefndinni í samvinnu við eftirfarandi lönd: Austurríki, Belgíu, Bretland, Danmörku, Finnland, Holland, Írland, Ítalíu, Luxemburg, Noreg, Portúgal, Spán, Sviss, Svíþjóð og Þýskaland.

Samsetning og hlutverk EWF í Evrópu

Suða er framleiðsluáferð sem stýrt er af ýmsum reglugerðum og stöðlum. Þannig hefur það verið síðan samþykkt var að nota suðu við samsetningu málmhluta í iðnaði.

Þar til fyrir fáeinum árum, var suðunni stýrt af hverju landi fyrir sig með eigin landsstöðlum og reglugerðum. Þetta tekur nú hröðum breytingum.

Þeir staðlar sem notaðir hafa verið á Íslandi hingað til hverfa nú sem ódast og samevrópskir staðlar koma í staðinn. Fljótlega munu tilskipanir Evrópu-bandalagsins verða fyrirferðameiri í okkar umhverfi. Að auki munu koma til staðlar sem við höfum ekki haft eigin útgáfur af áður.

Samræming eykst stöðugt í suðuiðnaðinum í takt við, og vegna hinna nýju Evrópureglna, og viðhorf til suðu verður jafnframt líkara landa á milli.

Í þessum samræmingaranda hefur *European Welding Federation, EWF*, tekið að sér að þróa evrópskt menntunarkerfi fyrir suðumenn. EWF er samtök evrópskra málmstöðustofnana þar sem ein stofnun frá hverju landi er fulltrúi sinnar þjóðar. Fulltrúi Íslands er Iðntæknistofnun Íslands.

Vinnan við að þróa samevrópskt menntunarkerfi byrjaði í lok níunda ártugarins og er algerlega gert að eigin frumkvæði EWF, án tilskipana frá EU.

Það á vissulega vel við nú þegar verið er að vinna að hinu stóra verki við að samræma staðla og reglugerðir til þess að bæði vörur og fólk í atvinnuleit eigi greiðari leið á milli landanna.

Samstillt kerfi frá suðumanni til suðuverkfræðings

EWF-menntun er suðunám samkvæmt námskrá sem er ákveðin af EWF og er hún eins uppbyggð og hefur sama gildi í allri Evrópu. Námskráin skilgreinir nákvæmar lágmarkskröfur um það hvað á að kenna og hve löngum tíma á að verja í hvern kafla (í venjulegu suðunámi er hins vegar talað um meðaltíma). Þar að auki eru skilgreindar lágmarks kröfur varðandi inntökuskilyrði til námsins og eins hvernig próftöku skuli háttáð. Að loknu gildu prófi fær neminn prófskjal sem lítur eins út í allri Evrópu og hefur sama gildi í öllum aðildarlöndum EWF.

EWF tók saman og gaf út fyrstu námskrána fyrir suðuverkfræðinga (EWE) í desember 1990. Síðan hafa verið samþykktar og gefnar út námskrár fyrir suðutækna (EWT), suðusérfræðinga (EWS), suðumeistara (EWP), suðumenn (EW) og einnig fyrir suðuskoðunarmenn (EWI). Að auki hefur verið gefin út námskrá fyrir heitsprautusérfræðinga (ETSS).

EWF – VIÐUKENNDIR NÁMSÁFANGAR

EWE European Welding Engineer	Verkfræðinám á háskólastigi	446 tím
EWT European Welding Technologist	4ra ára tækninám á menntaskólastigi	340 tím
EWS European Welding Specialist	2ja ára iðnnám á málmstöðustofnun. 3ja ára starfsreynsla	222 tím
EWP European Welding Practitioner	Samþykkt suðupróf, 3ja ára starfsreynsla	146 tím
European MMA Welder	Góð, almenn, verkleg kunnátta í málmstöðum	640 tím
European MIG/MAG Welder	Góð, almenn, verkleg kunnátta í málmstöðum	320 tím
European TIG Welder	Góð, almenn, verkleg kunnátta í málmstöðum	346 tím
European Gas Welder	Góð, almenn, verkleg kunnátta í málmstöðum	252 tím

EWF-námið á Íslandi

Iðan fræðslusetur er sú fræðslumiðstöð á Íslandi sem samþykkt er af EWF til að bera ábyrgð á náminu hér á landi, sjá um að gæði þess séu full-nægjandi og að hafa yfirumsjón með áfangaprófum meðan á náminu stendur sem og með lokaprófum.

Sjálft námið getur hins vegar farið fram á vegum menntastofnana sem annars eru að mestu óháðar Iðunni.

Áður en menntastofnun fær að hefja kennslu EWF efnis gerir Iðan úttekt á henni til að fullvissa sig um að námsáætlun, húsnæði og búnaður uppfylli kröfur og reglur EWF. Að auki á reglubundið eftirlit af hálfu Iðunnar að tryggja gæði námsins.

Gerð námskeiða og innihald þeirra

EW – Evrópskur suðumaður

Námskrá fyrir menntun evrópskra suðumanna hefur verið ákveðin af EWF.

Suðuaðferðirnar sem falla undir þessa námskrá eru:

- Logsuða (311)
- Pinnasuða (111)
- MIG/MAG-suða (131/135/136)
- TIG-suða (141)

Inntökuskilyrði

Sá sem sækir um að komast í nám, á að hafa góða almenna kunnáttu í málsmíðum. Ef ekki, er mælt með undirbúningsnámi. Umsækjandinn skal vera líkamlega og andlega fær um að stunda námið.

Innihald

Námskráin nær yfir bæði verklegar æfingar og fræðilegt efni. Fyrir pinnasuðumenn er efninu skipt upp í átta áfanga. Hver áfangi inniheldur verklega og fræðilega þætti, og er hverjum þætti ætlaður ákveðinn tími. Heildartími námskeiðsins eru 640 tímar.

Tíminn er meðaltími – þ.e. námið getur tekið styttri eða lengri tíma, allt eftir getu nemans.

Neminn þarf að standast kröfur hvers og eins áfanga til að geta haldið áfram upp í þann næsta.

Sjá mynd á næstu síðu.

Próftaka

Meðan á náminu stendur á kennarinn að meta allar verklegar æfingar. Jákvætt mat allra æfinga þarf að liggja fyrir svo fara megi í próf. Prófstykki „síðasta“ prófs skal geyma meðan á náminu stendur svo hægt sé að taka það fram ef þörf krefur.

Innbyggð í áfangakerfið eru þrjú prófstig:

- Kverksuðumaður
- Plötusuðumaður
- Rörasuðumaður

Við lokapróf á hverju þessara stiga á suðuprófið að fara fram samkvæmt ÍST EN 287.

Fræðilega prófið er skriflegt og getur verið í formi krossaprófs. Hlutfall rétttra svara þarf að vera 60% til að ná prófi.

Sá sem situr yfir próftöku skal vera samþykktur til þeirra starfa.

Prófskírteini það sem fæst að loknu prófi gildir ævi-langt, en suðupróf samkvæmt ÍST EN 287 hefur hins vegar takmarkaðan gildistíma eða til tveggja ára.

EWP – Evrópskur suðumeistari



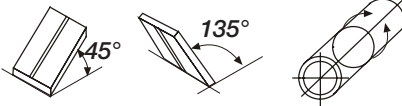

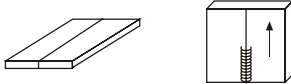
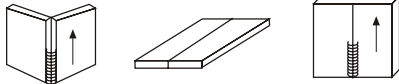
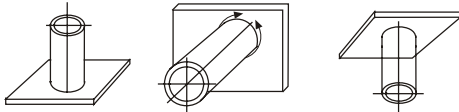
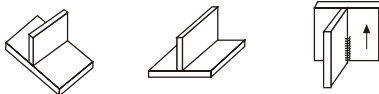
EWP gráða getur verið grunnur að starfi sem suðuverkstjóri í minni fyrirtækjum, eða sem „hægri hönd“ suðuverkstjóra þar sem umsvif eru meiri. Nám til EWP er ekki kennt á Íslandi.

Inntökuskilyrði

Til að fá inngöngu á EWP-námskeið þarf að hafa gilt suðupróf í rör, soðið í stöðu H-L045, soðið frá annarri hlið, án rótastuðnings samkvæmt ÍST EN 287-1. Meðan á náminu stendur þarf að standast tvö suðupróf til viðbótar, soðin í annað efni. Að auki er krafist minnst 2ja ára starfsreynslu úr iðnaði.

Í heild sinni samanstendur EWF-námskeiðið í pinna-
suðu af áföngunum E1 til E8.

Verklegu æfingarnar sem fylgja hverjum áfanga sjást á
myndinni hér fyrir neðan.

<p>EWF-E8 Efnisþykkt 5–10 mm</p>		<p>Verklegt 76 t Bóklegt 8 t Próf 6 t SAMTALS 90 t</p>
<p>EWF-E7 Efnisþykkt 5–10 mm</p>		<p>Verklegt 57 t Bóklegt 8 t Próf 5 t SAMTALS 70 t</p>
<p>EWF-E6 Efnisþykkt 5–10 mm</p>		<p>Verklegt 106 t Bóklegt 8 t Próf 6 t SAMTALS 120 t</p>
<p>EWF-E5 Efnisþykkt 4–20 mm</p>		<p>Verklegt 54 t Bóklegt 8 t Próf 8 t SAMTALS 70 t</p>
<p>EWF-E4 Efnisþykkt 4–13 mm</p>		<p>Verklegt 58 t Bóklegt 8 t Próf 6 t SAMTALS 72 t</p>
<p>EWF-E3 Efnisþykkt 3–13 mm</p>		<p>Verklegt 46 t Bóklegt 8 t Próf 6 t SAMTALS 60 t</p>
<p>EWF-E2 Efnisþykkt 3–20 mm</p>		<p>Verklegt 64 t Bóklegt 8 t Próf 6 t SAMTALS 78 t</p>
<p>EWF-E1 Efnisþykkt 4–13 mm</p>		<p>Verklegt 68 t Bóklegt 8 t Próf 4 t SAMTALS 80 t</p>

Innihald

EWP-námið inniheldur að hluta til bóklegt nám sem svarar þörfum suðuverkstjóra, og að hluta til verklegt nám þar sem ný suðupróf skulu tekin ásamt námi í öðrum suðuaðferðum.

1. Suðutækni - Suðuferlar	22 tímar
2. Efnisfræði	22 tímar
3. Hönnun	8 tímar
4. Suðuframléiðsla	32 tímar
5. Verklegur hluti	60 tímar
6. Próftaka	2 tímar
	<hr/>
	146 tímar

Próftaka

Próf eru tekin að loknum hverjum fræðilegum hluta og til að ná því prófi þarf a.m.k. 60% rétt í hverjum hluta. Prófanefnd semur og fer yfir prófin ásamt því að gefa út prófskírteini.

EWS**– Evrópskur suðusérfræðingur**

Evrópustaðallinn um gæðastýringu við suðuvinnu: EN 729 gerir kröfu um að suðuverkstjóri sé hjá fyrirtæki sem stunda suðuvinnu.

Í Evrópustaðlinum EN 719 eru fjallað um starfssvið, ábyrgð og hvaða menntun suðuverkstjóri skal hafa.

Inntökuskilyrði

Til þess að hefja nám til evrópsks suðumeistara (EWS) þarf að hafa að baki sveinspróf í stálmíði eða sambærilegu, ásamt 3ja ára starfsreynslu í málmiðnaði.

Innihald

Námið fer fram í áföngum með einnar viku millibili. Ætlast er til sjálfsnáms á milli áfanganna.

1. Suðutækni - Suðuferlar	45 tímar
2. Efnisfræði	45 tímar
3. Hönnun	28 tímar
4. Suðuframléiðsla	50 tímar
5. Sýnikennsla	20 tímar
6. Verklegur suða	40 tímar
	<hr/>
	228 tímar

Próftaka

Próf eru tekin að loknum hverjum fræðilegum hluta og til að ná því prófi þarf a.m.k. 60% rétt í hverjum hluta. Prófnefnd semur og fer yfir prófin ásamt því að gefa út prófskírteini.

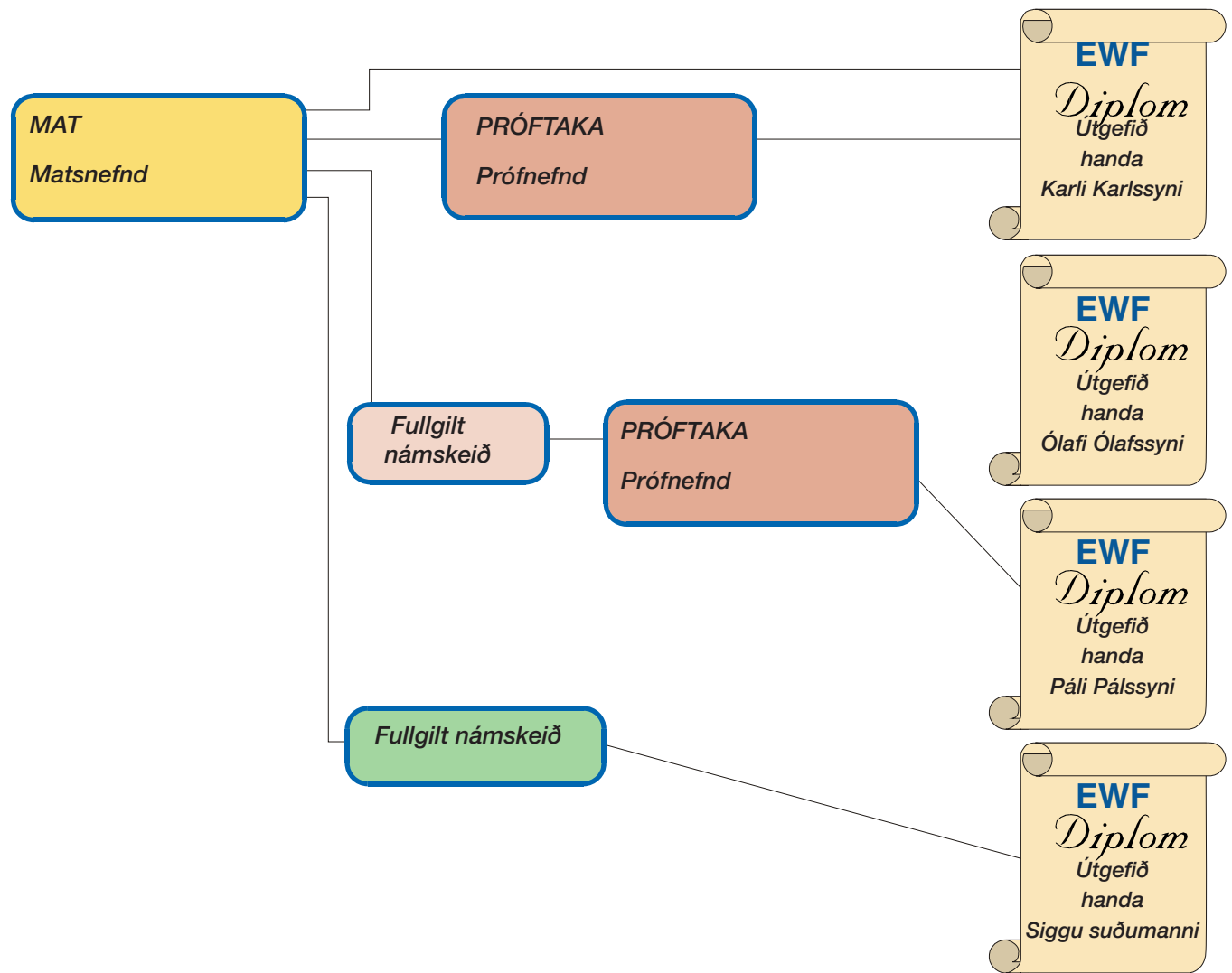
Aðlögunarreglur

Þegar námskránnar voru samdar var um leið ákveðið að menn sem voru starfandi í faginu og uppfylltu kröfurnar um tæknilega grunnmenntun og suðukunnáttu til inntöku á námskeiðin, gætu um takmarkaðan tíma fengið útgefin EWF skírteini án þess að fara á fullt námskeið. Reglurnar um þessa aðlögun voru skráðar í menntunaráætlun EWF. Reglurnar hafa verið þýddar á tungumál aðildarlandanna og teknar í notkun eftir samþykki EWF.

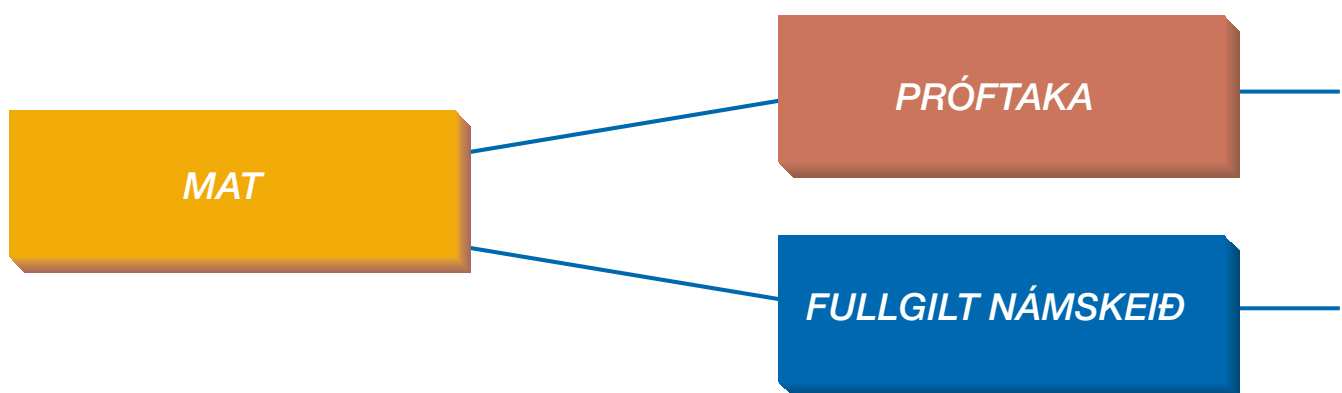
Almennt er reglan sú að til þess að eiga möguleika á að fá skírteini samkvæmt aðlögunarreglunum þarf að hafa að baki sömu tæknilegu grunnmenntun og krafist er til þess að komast inn á fullgilt námskeið. Skírteini sem fengið er eftir aðlögunarreglunum gefur sömu réttindi og hin sem fengin eru að loknu fullgildu námskeiði.

Margir þeirra sem sótt hafa um skírteini eftir aðlögunarreglunum hafa vanmetið kröfurnar um tæknilega grunnmenntun. Einnig hefur komið í ljós að erfitt er í starfi að fá hina fjölþættu þekkingu sem fæst á EWF námskeiðunum, þar sem þau taka fyrir bæði suðuaðferðir og búnað, efnisfræði suðu og almenna efnisfræði, burðarþolsfræði og hönnun ásamt gæðastýringu.

Mörgum þessara umsækjenda hefur því verið ráðlagt að bæta við menntun sína áður en þeir fari í prófið.



Aðlögunarreglur fyrir EWE og EWT áfangana. Eftir mat eru ólíkar leiðir til að fá skírteini.



Aðlögunarreglur fyrir EWS áfangann.

HEIMILDIR:

EWF suða - Svetskommissionen - Lars Johansson, EWS efni - Tomas Thulin - Lernia

