



Hardsoldeer instructie

PED soldeerkwalificatie

Geurts Marcel 110520

Inhoud

Inleiding	2
Definitie (hard)solderen	2
Waarom hardsolderen	2
Spleetbreedte	3
Fluxen, waarvoor dienen ze?	4
Veiligheid	5
Warmtebron	5
Vlambeeld	8
Gebruik van beschermgas bij het solderen	10
Hardsoldering maken	10
Zilver hardsoldering maken	11
Hardsoldeer examen & beoordeling	12
Soldeermethode beschrijving	12
Visuele beoordeling SMB 2020-001 - Soldeermethode Kwalificatie (SMK)	14
Met dank aan	16

Inleiding

Ik heb deze instructie of handleiding zoals u wilt geschreven om de soldeervaardigheid van niet alleen koeltechnici maar voor iedereen die gebruik maakt van hardsoldeerverbindingen op een hoger plan te brengen. Hierin zijn mijn eigen praktische ervaringen samen met die van anderen aangevuld met de theoretische kennis van een gerenommeerd merk als Castolin in verwerkt. Ik pretendeer dan ook niet dat het boekje geheel volledig is en sta altijd open voor beargumenteerde feedback die ik vervolgens ook zal verwerken in deze instructie.

Marcel Geurts

- STEK Examinator en lid van de STEK Examencommissie
- Docent koudetechniek en luchtbehandeling aan het Koning Willem I College in 's-Hertogenbosch,

Mei 2020

Definitie (hard)solderen

Solderen is één methode om metalen aan elkaar te verbinden.

De te verbinden metalen kunnen verschillend zijn.

Bij capillaire verbindingen wordt er een spleetbreedte toegepast van 0,05-0,2 mm.

Deze spleet wordt gevuld met een toevoegmetaal.

Bij solderen wordt altijd een vloeimiddel gebruikt.

Het op temperatuur gebrachte toevoegmetaal is dunvloeibaar geworden en zuigt zich in de capillaire spleet omhoog tot dat deze verzadigd is. Lees de databladen voor de juiste gegevens.

Er is geen fusie tussen werkstuk en toevoegmetaal.

De gemaakte verbinding kan door verwarmen weer ongedaan gemaakt worden.

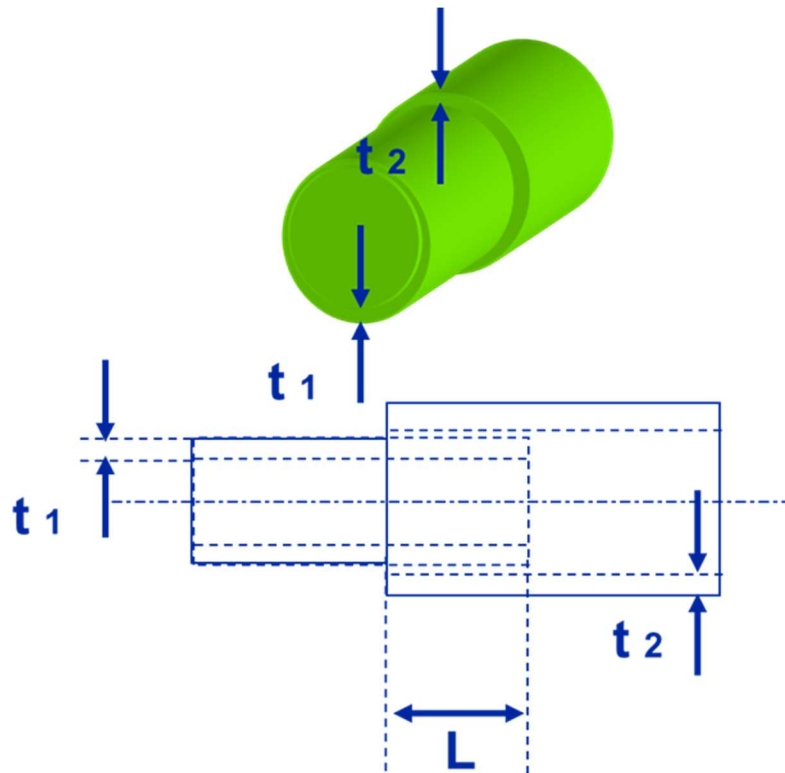
De verbindingsmethode die hier gebruikt wordt is die van de overlappende buizen.

Een richtlijn voor de overlapping die minimaal nodig is vinden we in de onderstaande afbeelding.

Waarom hardsolderen

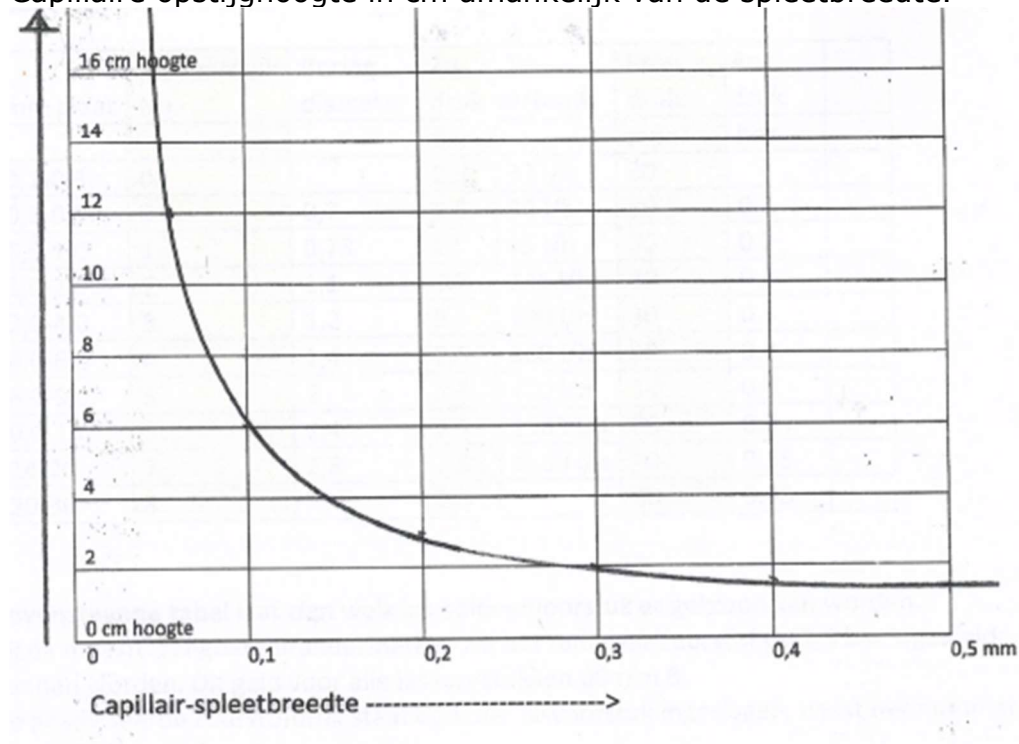
- ✓ Lagere warmte-input: minimale spanningen en vervormingen;
- ✓ Lagere werktemperatuur: geen structuurveranderingen;
- ✓ Geringer energieverbruik;
- ✓ Economische verbindingsmethode;
- ✓ Flexibiliteit: verbindingen mogelijk tussen identieke en verschillende materialen;
- ✓ Demonteerbaarheid.

Overlapping L is groter dan 3 maal de wanddikte van het dunste stuk en minstens 5 mm



Spleetbreedte

Capillaire opstijghoogte in cm afhankelijk van de spleetbreedte.



De gestelde spleetbreedte ligt tussen de zoals boven in de grafiek te zien is tussen de 0.05 en de max 0.2 mm. Deze marge is de voorwaarde die nodig is voor een goede capillaire werking.

Fluxen, waarvoor dienen ze?

Reiniging;

Oplossen van oxiden gedurende het opwarmen van het basismateriaal, hetgeen een perfecte metallische binding tussen de twee stukken en de legering toelaat.

Werkingstemperatuur;

Aanduiden van de soldeertemperatuur, op het moment dat de flux vloeibaar wordt is de soldeertemperatuur nagenoeg bereikt.

Bescherming;

Het beschermen van de soldeernaad en het toevoegmateriaal tegen de inwerking van zuurstof tijdens het solderen.

Bevochtiging;

Het verminderen van de oppervlaktespanning om het uitvloeien van het toevoegmateriaal te vergemakkelijken en hiermee de capillaire werking te verbeteren.

Fluxen in poedervorm:

De onbeklede staaf mag licht opgewarmd worden dan in het poeder gedompeld, zodat deze aan de staaf hecht.

De fluxen in poedervorm worden ook gebruikt in pastavorm door de poeder te mengen met alcohol. De pasta wordt met behulp van een kwast op het koude basismateriaal aangebracht.

Fluxen in pastavorm:

De fluxen onder pastavorm worden op het koude basismetaal aangebracht.

De fluxen onder pastavorm mogen ook op de onbeklede staven worden aangebracht.

Verwijderen van de fluxresten:

Na afkoeling zorgvuldig alle fluxresten verwijderen.

De meeste fluxen zijn oplosbaar in water (liefst warm water als mogelijk)

Verharde fluxresten kunnen mechanisch verwijderd worden met gebruik van een borstel, krabben, slijpen, korundstralen, enz.....

Nooit zuren gebruiken op roestvaststaal!

Als de verwijdering van de fluxresten moeizaam gaat, kan het zijn omdat:

- ✓ Te hoge soldeertemperatuur is gehandhaafd;
- ✓ Smelttemperatuur is te lang aangehouden;
- ✓ Slechte keuze van de flux.

Wanneer we twee materialen van de zelfde samenstelling gaan solderen maken we geen gebruik van flux maar ook dan is er een beschermende atmosfeer nodig. Hoe komt deze dan tot stand?

- **Cu – P & Cu – P – Ag legeringen zijn zelfvloeiend :**
 - bevatten fosfor en kunnen op zuiver koper zonder flux gebruikt worden
 - fosfor bezit een grote zuurstofaffiniteit → desoxydatie koper
 - vorming beschermende atmosfeer

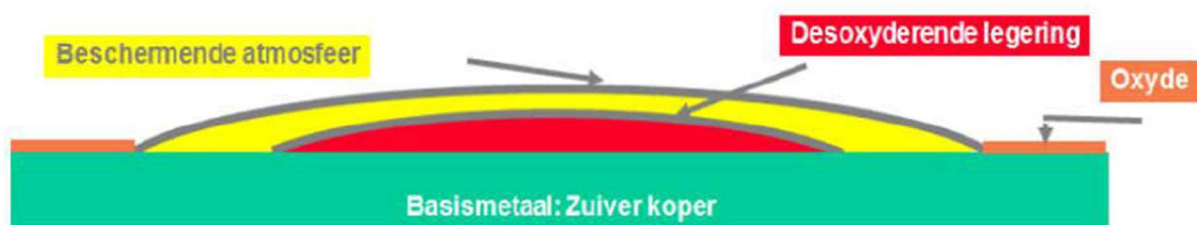
De legeringen Cu-P en Cu-P-Ag zijn desoxyderend.

“Wat wil dat zeggen?”

“Welk is de rol van fosfor?”

Fosfor heeft een grote zuurstofaffiniteit:

De fosfor gaat het koper desoxyderen.



Veiligheid Brandgevaar;

Bij solderen staat veiligheid voorop. Denk hierbij aan de hitte van de soldeervlam maar ook aan de lichtintensiteit. Deze is over het algemeen niet zo intens dat we hiervoor een beschermende bril nodig hebben, wel kan de hittebron zorgen voor uitdroging van de ogen. En wel hierom is een beschermende bril al dan niet voorzien van gekleurde glazen zeer aanbevelingswaardig. Tevens is gebruik van katoenen werkkleding met lange mouwen en veiligheidsschoenen verplicht in onze werkplaats.

Flux / vloeimiddel;

Fluxen bestaan uit chemicaliën die etsend zijn op uw werkstuk maar ook op je huid, gezicht en ogen. Vermijd daarom direct contact en was je handen voor het eten. Vooral bij het verwarmen van deze fluxen komen er dampen vrij, adem deze niet in. Zorg daarom voor voldoende ventilatie en verse schone lucht. Zorg dat je de veiligheidsbladen van de gebruikte flux in bezit hebt en neem deze mee bij een doktersbezoek na een ongeval.

Warmtebron

Het vermogen en daarmee de grootte van het lasvoorstuk die nodig is om een soldering te maken hangt af van:

- ✓ Grootte van het werkstuk (de massa);
- ✓ Warmte geleidende eigenschappen van het werkstukmateriaal;
- ✓ Smelttemperatuur van het toevoegmetaal;
- ✓ De soldeersnelheid waar mee gewerkt word;
- ✓ Rekening te houden met mogelijke uitzetting van het moedermetaal dat tot scheuren kan leiden.

Hardsoldeer-lasvoorstuk maten

mm plaat	Lasvoorstuk No	Boring diameter	Zu druk	Zu verbruik	Prop. druk	Ac. druk	Ac verbruik
			Bar		mBar	bar	
0,1-0,3	00		1,5	33 l/h	30		33
0,3-0,5	0	0,7	1,5	50 l/h	30	0.2	50
0,5-1,0	1	0,75	1,5	75 l/h	30	0.2	75
1,0-2,0	2	1,1	1,5	145 l/h	30	0.2	145
2,0-4,0	3	1,2	2,5	290 l/h	30	0.3	290
4,0-6,0	4	1,4	2,5	500 l/h	30	0.3	500
6,0-9,0	5	2	2,5	720 l/h	30	0.3	720
9,0-14	6	2,4	2,5	1085 l/h	30	0.3	1085
14-20	7	2,8	2,5	1630 l/h	50	0.35	1630
20-30	8		2,5		50	0.35	

Bovenstaande tabel laat zien welk las-soldeervoorstuk er gekozen kan worden. Bij de meeste gangbare brandermerken zal het reduceer zuurstof op 2,5 bar ingesteld kunnen worden. Dit geldt voor lasvoorstukken 3 t/m 8.

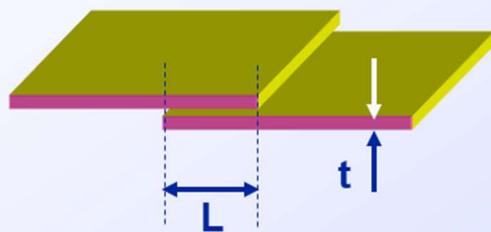
De **geadviseerde** zuurstofdruk staat op ieder lasvoorstuk ingeslagen, naast het nummer van het lasvoorstuk.

Alle acetyleen lasvoorstukken hebben bij een neutrale vlam afstelling een temperatuur van 3200 graden °C. De propaan lasvoorstukken hebben bij neutrale vlam een temperatuur van 2850 graden °C.

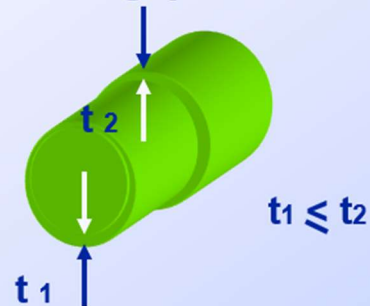
Zuiver koper heeft een zeer hoge warmtegeleidbaarheid. De warmte wordt dus snel verdeeld.

De opwarmingstijd mag niet te lang zijn.

Een goede keuze van de branderbek is belangrijk.

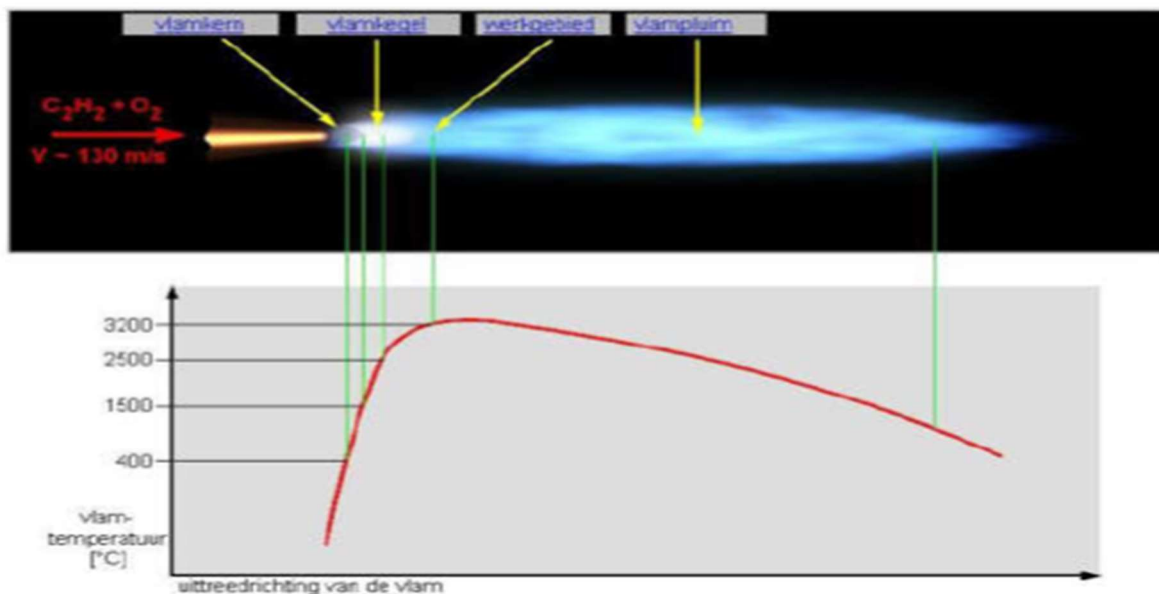


**Acetyleenverbruik =
t (in mm) x 300 liter/uur**



**Acetyleenverbruik =
t2 (in mm) x 300 liter/uur**

Een soldeerverbinding moet in ca 3 a 4 minuten te realiseren zijn.



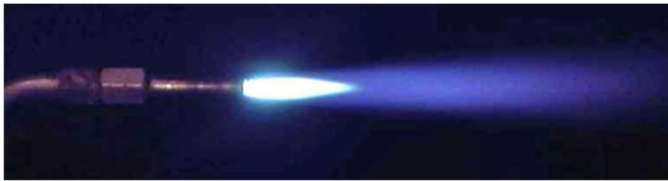
Vlambeeld

Het vlambeeld wordt bepaald door de verhouding van het gas met zuurstof.
Het soort lasvoorstuk dat op het lasvoorstuk zit gemonteerd bepaalt de vlamkegelvorm.

Zie hiervoor de fotobladen:

Carburerende vlam:

Een carburerende vlam bestaat uit een klein overschot aan acetyleen.



Neutrale vlam:

Een neutrale vlam bestaat uit zuurstof en acetyleen die precies in verhouding is.



Oxiderende vlam:

Deze vlam bestaat uit een teveel aan zuurstof en dus een tekort aan acetyleen.

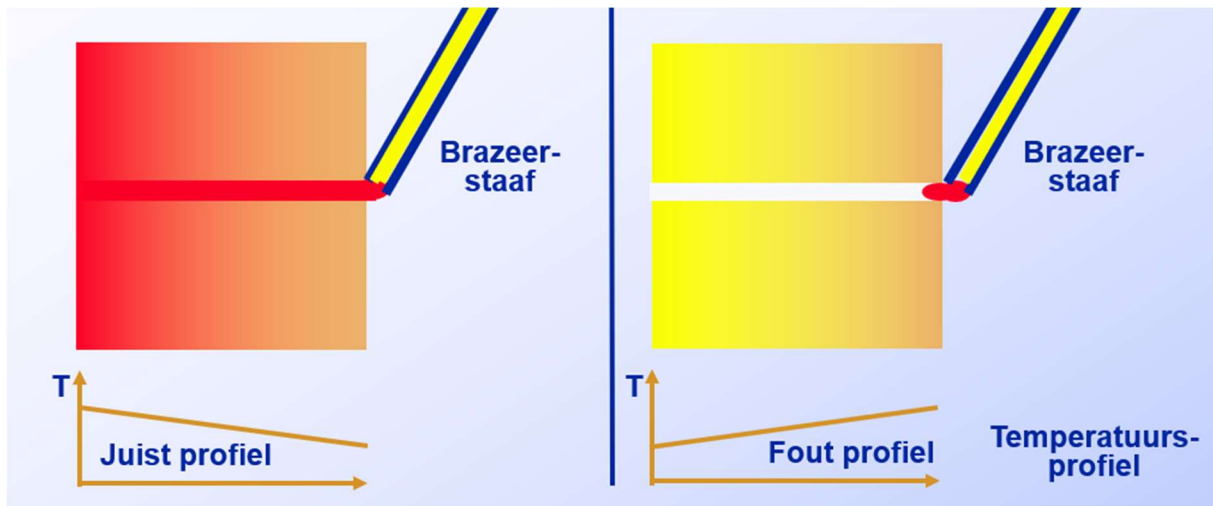


Let op!

Een lasvoorstuk acetyleen-zuurstof kan ook gebruikt worden voor propaan-zuurstof.

Een lasvoorstuk voor propaan-zuurstof kan niet gebruikt worden voor acetyleen-zuurstof.

© W.P. 04-2020



Het soldeer trekt naar het warmste punt, dus het warmste punt moet het verst van de soldeerstaaf af liggen.



Gebruik van beschermgas bij het solderen

Tijdens het solderen van zowel de koper-rvs verbinding als tijdens de koper-koper verbinding maken we gebruik van beschermgas. In deze toepassing gebruiken we stikstof als beschermgas om te voorkomen dat de binnenzijde van de verbinding niet vervuild wordt door oxidatieproducten. Begin het werk met een behoorlijke stroming beschermgas. Verminder daarna de hoeveelheid stikstof tot een verbruik wat ligt tussen de 4 en de 6 ltr per minuut. We kunnen deze hoeveelheid inregelen op het stikstof reduceertoestel. Begin pas met solderen als er geen lucht meer in het te solderen werkstuk aanwezig is.

Hardsoldering maken

Materiaalsoorten: koper en koper.

Werkvolgorde:

- ✓ Werkstuk montage klaar maken;
- ✓ Scherpe materiaalkantjes die in de soldeernaad komen afronden en ontbramen;
- ✓ Soldeernaden/passing is minimaal 0,05mm en maximaal 0,2 mm;
- ✓ Alles in de soldeernaad schoonmaken met een Scotch-Brite;
- ✓ Losgemaakte oxides oplossen en wegspoelen met een goede ontvetter/remmenreiniger;
- ✓ Werkstuk in elkaar zetten. Als het nodig is losse werkstukdelen vastzetten;

En dan:

- ✓ Werkstuk rondom met een licht carburerende vlam verwarmen;
- ✓ Houdt de soldeervlam nooit recht op de soldeernaad maar altijd onder een hoek van ongeveer 45 graden;
- ✓ De temperatuur van het werkstuk dient voldoende hoog te zijn zodat het toevoegmateriaal smelt op het werkstuk zelf;
- ✓ Rondom doorverwarmen. De soldeerdraad in de soldeernaad brengen;
- ✓ Rondom doorverwarmen. De soldeerdraad begint te vloeien;
- ✓ Rondom doorverwarmen. De soldeerdraad trekt in de soldeernaad;
- ✓ De soldeerdraad zoekt de soldeerspleet op en vult deze snel;
- ✓ Zorg dat de soldeernaad gelijkmatig en helemaal vol zit;
- ✓ Een laatste keer rondom verwarmen en klaar is de soldering.

Laat de soldering langzaam aan de lucht afkoelen.

Nooit een soldering met water afkoelen. Wanneer een soldering met water wordt afgekoeld is het mogelijk dat door de verschillende uitzettingscoëfficiënten van de basismaterialen er krimpscheuren ontstaan.

Zilver hardsoldering maken

Materiaalsoorten: koper en rvs.

Let op de soldeertemperatuur mag niet te hoog zijn.

Werkvolgorde:

- ✓ Werkstuk montage klaar maken;
- ✓ Scherpe materiaalkantjes die in de soldeernaad komen afronden en ontbramen;
- ✓ Soldeernaden/passing is minimaal 0,05mm en maximaal 0,2 mm;
- ✓ Alles in de soldeernaad schoonmaken met een Scotch-Brite;
- ✓ Losgemaakte oxides oplossen en wegspoelen met een goede ontvetter/remmenreiniger;
- ✓ Pastavormige flux opzetten. Flux mag niet weglopen, de flux moet blijven staan;
- ✓ Werkstuk in elkaar zetten. Als het nodig is losse werkstukdelen vastzetten;
- ✓ Soldeerdraad schoonmaken en met flux bevochtigen;

En dan:

- ✓ Werkstuk rondom met een licht carburerende vlam verwarmen;
- ✓ Houdt de soldeervlam nooit recht op de soldeernaad maar altijd onder een hoek van ongeveer 45 graden;
- ✓ De flux droogt wit-poederachtig op;
- ✓ Rondom doorverwarmen. Het fluxpoeder wordt zwart/donker;
- ✓ Rondom doorverwarmen. Het fluxpoeder begint te smelten;
- ✓ Rondom doorverwarmen. De gesmolten flux begint te vloeien;
- ✓ Als de flux begint te vloeien gaat alles in een rap tempo;
- ✓ Rondom doorverwarmen. De soldeerdraad in de soldeernaad brengen;
- ✓ Rondom doorverwarmen. De soldeerdraad begint te vloeien;
- ✓ Rondom doorverwarmen. De soldeerdraad trekt in de soldeernaad;
- ✓ De soldeerdraad zoekt de soldeerspleet op en vult deze snel;
- ✓ Zorg dat de soldeernaad gelijkmatig en helemaal vol zit;
- ✓ Een laatste keer rondom verwarmen en klaar is de soldering.

Laat de soldering langzaam aan de lucht afkoelen.

Nooit een soldering met water afkoelen. Wanneer een soldering met water wordt afgekoeld is het mogelijk dat door de verschillende uitzettingscoëfficiënten van de basismaterialen er krimpscheuren ontstaan.

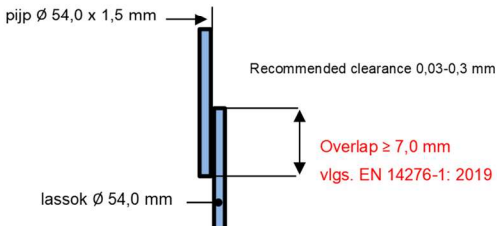
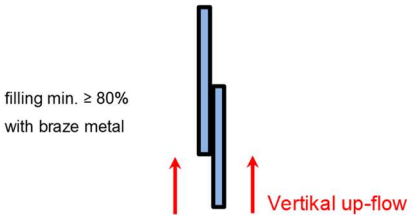
Flux en oxideresten moeten grondig met (warm) water gewassen worden.

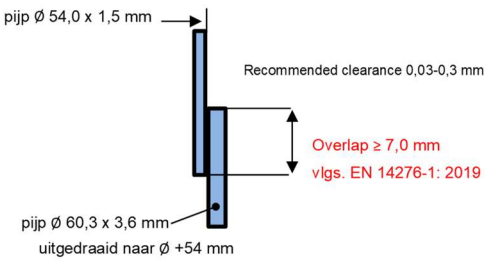
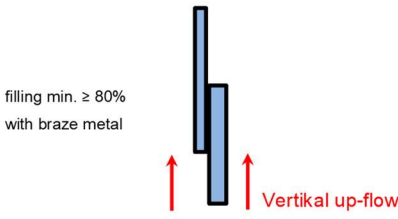
- ✓ Flux: Brazetech, Flux-6, Castolin ActivaTec 1000, Superflux of andere gelijkwaardige producten.
- ✓ Toevoegmetaal voor roestvaststaal: 55% Ag (zilver)
- ✓ Toevoegmateriaal voor staal, koper of nikkellegeringen 45% Ag (zilver)
- ✓ Toevoegmateriaal voor koper-koper verbindingen Cu-P-5% Ag
- ✓ Reiniger/ontvetter: primor, of soortgelijke.
- ✓ Vlam: propaan/zuurstof, acetyleen/zuurstof...

© W.P. 04-2020

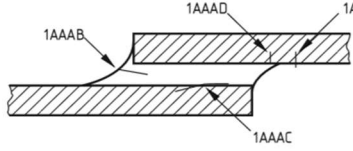
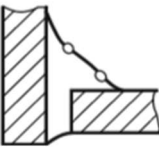
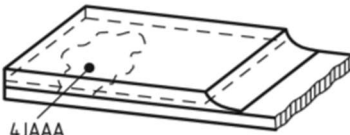
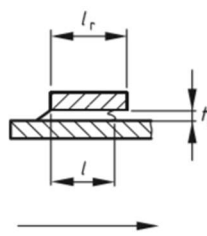
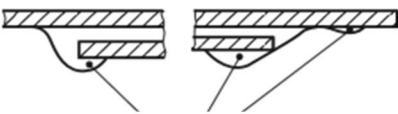
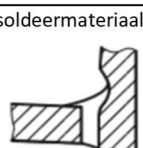
Hardsoldeer examen & beoordeling

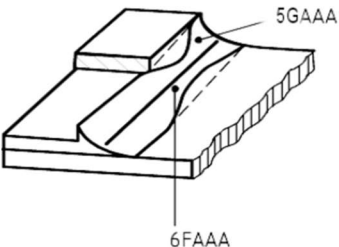
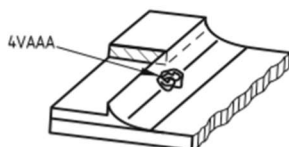
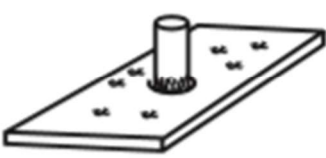
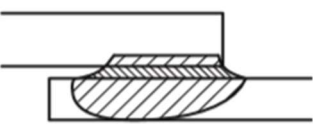
Soldeermethode beschrijving

 Gooimeer 4-15 1411 DC Naarden tel.: +31 (0)35 5427520 Secretariaat: info@stek.nl						
SMB (BPS) nummer: 2020-001 rev.1 Opdrachtgever: Stek				Order: Examen Plaats: Naarden		
Beschrijving vlg. norm: NEN-EN-ISO 13585 Moedermateriaalspecificatie 1: Cu-DHP Moedermateriaalspecificatie 2: Cu-DHP Materiaalgroep indeling vlg.: ISO/TR 15608 Materiaalgroep: 31-34, 37, 38 (index D)				Methode voorbereiding: Schuren, borstelen en ontvetten. Materiaaldikte (t): 1,5 mm Materiaaldikte (t): 1,5 mm Buitenmiddellijn: 54,0 mm Materiaalvorm: Pijp (T)		
Soldeerproces: 912 (flame brazing)				soldeerpositie: Vertical up-flow Soldeernaad type: overlap joint		
Soldeernaad voorbereiding: 				Soldeervolgorde: 		
Soldeergegevens:		Soldeerproces	Afmeting toevoegmat.	Brander type:	Draadtoevoer snelheid:	Voortloop snelheid:
Laag	Soort					
1	gl./vl.	912	Ø 1,5 - 3,0	Brander nr. 5-6	Handmatig	Handmatig
Toevoegmateriaal handelsnaam: Copper phosphorus brazing filler metal Codering: NEN-EN-ISO 17672: CuP Flux: suitable for filler material Soldeergas: Acetylene / Zuurstof Stroomsnelheid soldeergas: 0,3-0,5 / 3,0-5,0 bar Backinggas: N ₂ Stroomsnelheid backinggas: 4 - 6 l/min.				Gegevens tegenbewerking: n.v.t. Gegevens ondersteuning: n.v.t. Hardsoldeertemperatuur: 650 - 810 °C Afkoelsnelheid: Omgevingslucht.		
Soldeermethode kwalificatie (SMK) volgens EN 14276-1:2019						
Opgesteld door: Stek Handtekening: Naam:				Keuringsinstantie: Energie Consult Holland b.v. Handtekening: Naam:		

STEK DUURZAAM GECERTIFICEERD		Gooimeer 4-15 1411 DC Naarden		tel.: +31 (0)35 5427520 Secretariaat: info@stek.nl	
SMB (BPS) nummer: 2020-002 rev.1 Opdrachtgever: Stek				Order: - Plaats: Naarden	
Beschrijving vlg. norm: NEN-EN-ISO 13585 Moedermateriaalspecificatie 1: Cu-DHP Moedermateriaalspecificatie 2: RVS 304 Materiaalgroep indeling vlg.: ISO/TR 15608 Materiaalgroep: 31-34, 37, 38 (index D)				Methode voorbereiding: Schuren, borstelen en ontvetten. Materiaaldikte (t): 1,5 mm Materiaaldikte (t): 3,6 mm Buitenmiddellijn: 54,0 mm (Cu-DHP) / 60,3 mm (RVS) Materiaalvorm: Pijp (T)	
Soldeerproces: 912 (flame brazing)				soldeerpositie: Vertical up-flow Soldeernaad type: overlap joint	
Soldeernaad voorbereiding: 				Soldeervolgorde: 	
Soldeergegevens:		Afmeting toevoegmat.		Brander type:	
Laag	Soort	Soldeerproces	Afmeting toevoegmat.	Brander nr.	Draadtoevoer snelheid:
1	gl./vl.	912	Ø 1,5 - 3,0	5-6	Handmatig
Toevoegmateriaal handelsnaam: Silver brazing filler metal Codering: NEN-EN-ISO 17672: Ag Flux: suitable for filler material Soldeergas: Acetylene / Zuurstof Stroomsnelheid soldeergas: 0,3-0,5 / 3,0-5,0 bar Backinggas: N ₂ Stroomsnelheid backinggas: 4 - 6 l/min.				Gegevens tegenbewerking: n.v.t. Gegevens ondersteuning: n.v.t. Hardsoldeertemperatuur: 650 - 810 °C Afkoelsnelheid: Omgevingslucht.	
Soldeermethode kwalificatie (SMK) volgens EN 14276-1:2019					
Opgesteld door: Stek Handtekening: Naam:				Keuringsinstantie: Energie Consult Holland b.v. Handtekening: Naam:	

Visuele beoordeling SMB 2020-001 - Soldeermethode Kwalificatie (SMK)
 (volgens NEN-EN-ISO 18279:2003 *)

Code	Imperfectie	Foutomschrijving	Beoordeling
1AAAA	Scheurvorming 	algemeen	Niet acceptabel
2BALF	Holtes 	aan het oppervlak	Niet acceptabel
2MGAF	Gasbellen 	aan het oppervlak	Niet acceptabel
4JAAA	Vulling 	onvolledige vulling van de ruimte	Ruimte moet minimaal 80% gevuld zijn met soldeermateriaal
4CAAA	Penetratie 	soldeermateriaal is onvolledig doorgevloeid over de lengte van de verbinding	Niet acceptabel
6BAAA	Overtollig soldeermateriaal 	-overtollig soldeermateriaal	Niet acceptabel
5FABA	(Door)smelten 	doorlopend gat in de hardgesoldeerde voeg of ernaast	Niet acceptabel
7NABD	Gesmolten materiaaloppervlak 	gesmolten moedermateriaal in de buurt v/d verbinding	Niet acceptabel
7OABP	Erosie door soldeermateriaal 	erosieve schade aan het oppervlak van de verbinding	Afname van 10% van het moedermateriaal is maximaal toelaatbaar.

Code	Imperfectie	Foutomschrijving	Beoordeling
7OABP	Erosie door soldeermateriaal 	erosieve schade aan het oppervlak van de verbinding	Afname van 10% van het moedermateriaal is maximaal toelaatbaar.
6GAAA	Verzonken soldeermateriaal 	oppervlak van het soldeermateriaal is verzonken onder het oppervlak van het moedermateriaal	Acceptabel, indien de functie van de verbinding niet negatief wordt beïnvloed.
5HAAA	Ruw oppervlak	onregelmatige stolling, uitvloeiing, enz	Niet acceptabel. Ruw oppervlak dient glad gemaakt te worden.
5GAAA	Vulling 	-onvoldoende	Niet acceptabel
6FAAA		-onregelmatig	
4VAAA	Flux opkomst 	-opkomst van fluxresiduen aan oppervlakteporiën	Niet acceptabel
7CAAA	Spetters 	soldeerspetters op het moedermateriaal	Acceptabel, indien de functie van de verbinding niet negatief wordt beïnvloed.
7SAAA	Verkleuring / Oxidatie	oxidatie / fluxwerking / afzetting van vervluchtigd soldeermateriaal of moedermateriaal op het oppervlak	Acceptabel, echter moeten verkleuringen verwijderd worden.
7UAAC	Overmatig legeren van moeder- en soldeermateriaal 	geassocieerd met overtollige warmte, tijd en / of vulstoffen	Acceptabel, indien de functie van de verbinding niet negatief wordt beïnvloed.
9FAAA	Flux resten	flux dat niet is verwijderd.	Niet acceptabel
9KAAA	Ets markering	reactie met vloeimiddel op het oppervlak van het moedermateriaal	Acceptabel, indien de functie van de verbinding niet negatief wordt beïnvloed.

* = Aan deze tabel kunnen geen rechten worden ontleend. Leidend is de norm NEN-EN-ISO 18279:2003 en de beoordeling door de STEK examiner en ECH als EU-CBI.

Met dank aan

- ✓ Deze soldeerinstructie is tot stand gekomen dank zij de medewerking van Castolin o.a. voor wat betreft de gebruikte illustraties.
- ✓ Ook hebben we gebruik mogen maken van de teksten die zijn gemaakt door Wiel Pijls, die regelmatig hardsoldeercursussen verzorgt voor uiteenlopende doelgroepen.
- ✓ De soldeermethode beschrijving is gemaakt door Energie Consult Holland.
- ✓ STEK neemt in samenwerking met ECH de examens voor de hardsoldeer-kwalificatie af, zie:

<https://stek.nl/voor-examenkandidaten/hardsoldeer-examen/>