

Ontwikkelingen in MIG/MAG-apparatuur en de gevolgen voor de regelgeving



Leo Vermeulen IWE-LPI C 248

NIL Nederlands Instituut voor Lastechniek

1

Nederlands Instituut voor Lastechniek

Wij zijn een onafhankelijke stichting die al meer dan 80 jaar de collectieve belangen behartigt van bedrijven, instellingen en personen die werken op het gebied van lassen, lijmen en andere permanente verbindingstechnieken.

- 1) **Onderwijs**
De afdeling onderwijs is actief betrokken bij het stimuleren en verbeteren van het lastechnisch onderwijs in Nederland.
- 2) **Certificatie**
Wij certificeren personen en bedrijven, kwalificeren lasmethoden en verzorgen de officiële erkenning van opleidingsinstellingen.
- 3) **Voorlichting**
Wij helpen lassers en lastechnici hun vakkennis up-to-date te houden en promoten actief ons vakgebied in Nederland.



NIL CONNEQT

NIL Nederlands Instituut voor Lastechniek

2

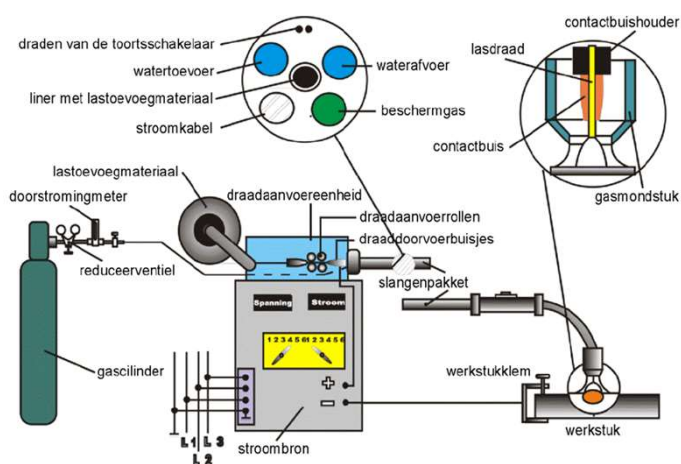
MIG/MAG ontwikkelingen

- Het principe van het MIG/MAG-proces
- Procesvarianten, conventioneel
- Computergestuurde apparatuur
- Gevolgen voor het beheersen van het lasproces
- Hoe gaat de regelgeving om met deze veranderingen?
 - De standaardlasmethode, de NEN-EN-ISO 15612:2018
 - De lasmethodebeproeving, NEN-EN-ISO 15614-1:2017



3

MIG/MAG - apparatuur



4

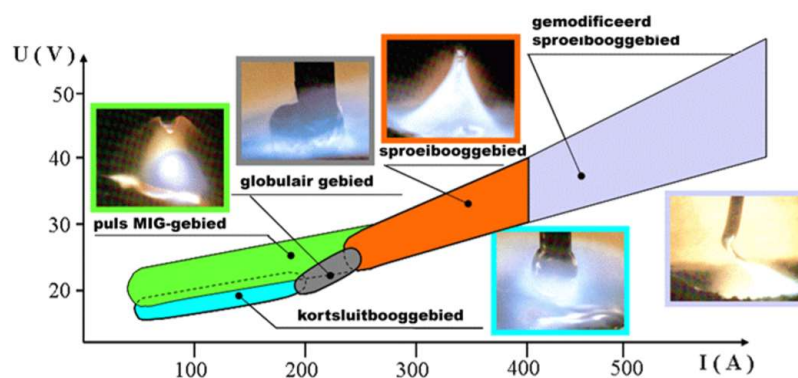
MIG/MAG ontwikkelingen

- ✓ Het principe van het MIG/MAG-proces
- Procesvarianten, conventioneel
- Computergestuurde apparatuur
- Gevolgen voor het beheersen van het lasproces
- Hoe gaat de regelgeving om met deze veranderingen?
 - De standaardlasmethode, de NEN-EN-ISO 15612:2018
 - De lasmethodebeproeving, NEN-EN-ISO 15614-1:2017



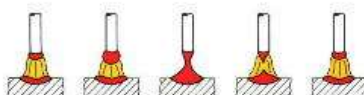
5

Conventionele booggebieden



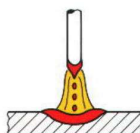
6

Kortsluitboog



7

Open (sproei) boog



8

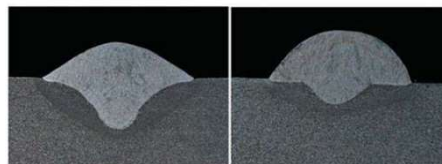
MIG/MAG ontwikkelingen

- ✓ Het principe van het MIG/MAG-proces
- ✓ Procesvarianten, conventioneel
- Computergestuurde apparatuur
- Gevolgen voor het beheersen van het lasproces
- Hoe gaat de regelgeving om met deze veranderingen?
 - De standaardlasmethode, de NEN-EN-ISO 15612:2018
 - De lasmethodebeproeving, NEN-EN-ISO 15614-1:2017



11

MIG/MAG - ontwikkelingen



12

Computergestuurde processen

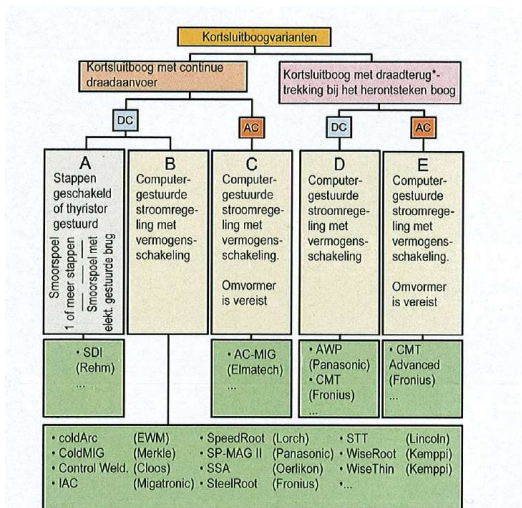
Gecontroleerde materiaaloverdracht	Kenmerken	Opmerkingen en indelingsnummer volgens bijlage 1
Pulsovergang	Hiermee kan een kortsluitvrije materiaaloverdracht worden verkregen in het kortsluitbooggebied. Geeft een zeer stabiele boog en mogelijkheden tot lassen in positie.	Geschikt voor roestvaststaal, aluminium en andere non-ferro materialen. 5.6, 5.7
Gecontroleerde kortsluitboog	Verhoogt boogstabiliteit. Vermindert spatten. Verbeterd de eigenschappen voor het lassen van grondlaag. Vermindert kans op bindingsfouten.	Voortloopsnelheid kan toenemen bij kortstondige draadaanvoer modulaties. 5.3, 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3.3, 5.10
Gemodificeerde sproei-boog	Stabiele boog met korte booglengte mogelijk. Vermindert lasrook en verbeterde inbranding.	5.5
Gecombineerde varianten	Combinatie met verschillende boogtypen.	5.9
AC varianten	(Gecombineerd met gecontroleerde kortsluitboog)	5.8



Bewerking uit: WITH paper based on IIW-Doc-2306-16

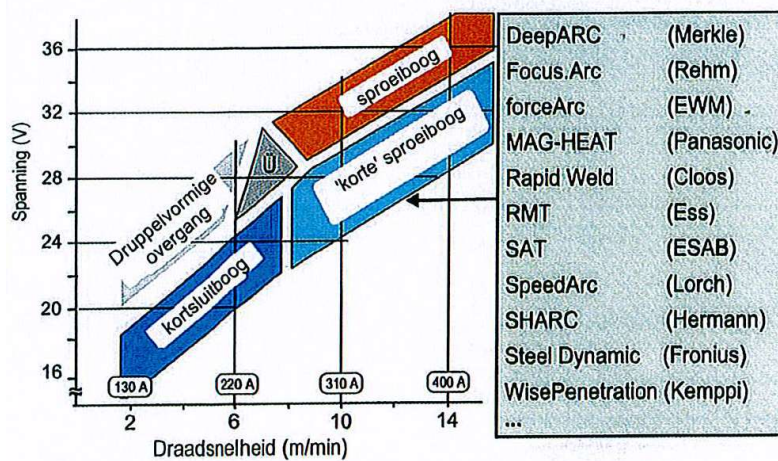
13

Moderne kortsluitboogvarianten



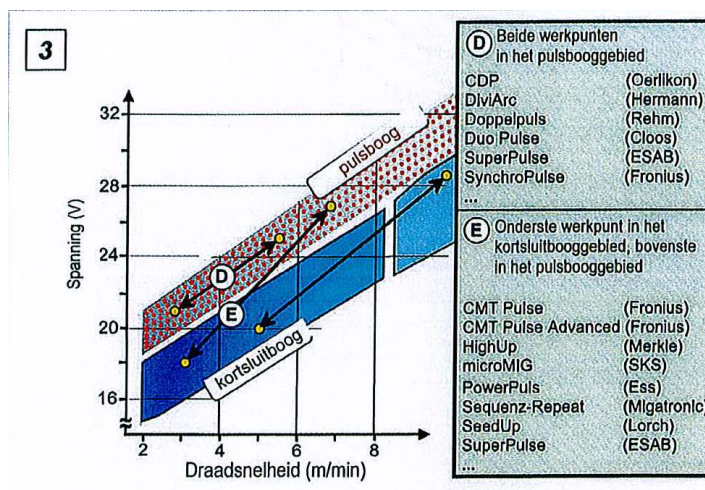
14

Moderne sproei-boogvarianten



15

Moderne puls-boogvarianten



16

MIG/MAG ontwikkelingen

- ✓ Het principe van het MIG/MAG-proces
- ✓ Procesvarianten, conventioneel
- ✓ Computergestuurde apparatuur
 - Gevolgen voor het beheersen van het lasproces
 - Hoe gaat de regelgeving om met deze veranderingen?
 - De standaardlasmethode, de NEN-EN-ISO 15612:2018
 - De lasmethodebeproeving, NEN-EN-ISO 15614-1:2017



Overwegingen op basis van:

- TECHNICAL REPORT ISO/TR 18491 Welding and allied processes
 - Guidelines for measurement of welding energies
- WiTW Paper based on IIW-Doc-XII-2306-16
 - Recent Gas Metal Arc Welding (GMAW) Process Developments:
The implications related to International fabrication standards



WiTW paper based on IIW-Doc-2306-16

Recent Gas Metal Arc Welding (GMAW) Process Developments:
The implications related to International fabrication standards.

- **Computergestuurde processen** verschillen in kenmerken en prestaties onderling (en ook van equivalente conventionele processen)
- **Computergestuurde processen** vereisen een alternatieve maat voor warmte-inbreng berekeningen. Onjuist gebruik van de berekeningen voor zal leiden tot significante fouten in de werkelijke boogenergie berekeningen



Steekproeven uit de WiTW paper

Process Mode	Mean Current Amps	'Mean' arc energy Equation (A) kJ/mm	True arc energy Equations (B) and (C) kJ/mm	Error ± %
Spray Transfer	255	0.79	0.79	0
Conventional Dip Transfer	106	0.41	0.38	- 8.3%
Waveform controlled Dip	54	0.27	0.25	- 4.7%
Pulsed Transfer	140	0.22	0.29	+ 23%

WiTW paper based on IIW-Doc-2306-16

(A) Vergelijkbaar met gebruikelijke methode volgens bv. EN 1011-1

(B) + (C) Directe energie of vermogen volgens ISO/TR 18491



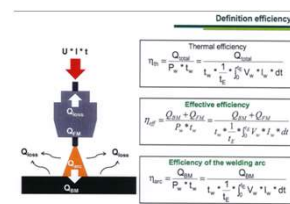
WiTW paper based on IIW-Doc-2306-16

Recent Gas Metal Arc Welding (GMAW) Process Developments:
The implications related to International fabrication standards.

- Recent onderzoek toont aan dat de thermische efficiëntiewaarden die in sommige normen worden genoemd onderhevig zijn aan een breed scala aan variaties.

Data of efficiencies:

	SAW	GMAW	GTAW
η DIN EN 1011-1	1,0	0,8	0,6
η literature research	0,7...0,95	0,68...0,9	0,6...0,9



21

WiTW paper based on IIW-Doc-2306-16

Recent Gas Metal Arc Welding (GMAW) Process Developments:
The implications related to International fabrication standards.

- Wanneer het thermisch rendement wordt gebruikt om de warmte-inbreng of afkoeltijd te berekenen moet de invloed rendementswaarden overwogen.
- Het thermisch rendement is met name van belang in het pWPS-stadium. Werken met “boogenergie” zou voldoende moeten zijn om reproduceerbare productielassen te krijgen.



22

Wat wordt verstaan onder...

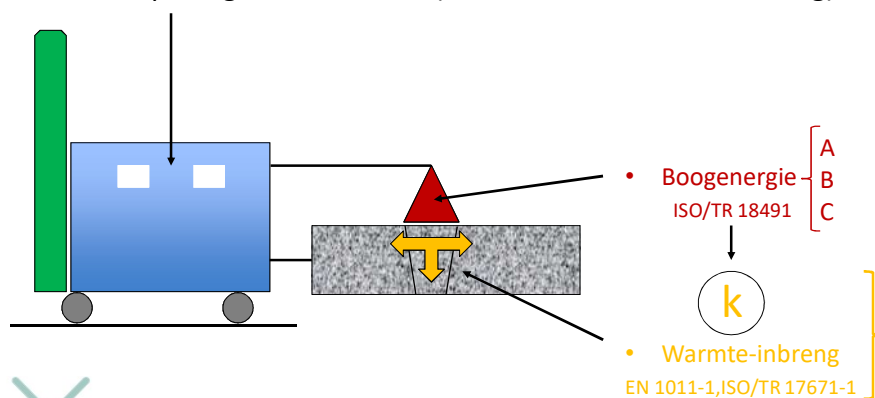
- Conventionele processen
 - Computergestuurde processen
 - Warmte-inbreng
 - Boogenergie
 - Thermisch rendement
- Deel 1 van deze lezing
- ISO/TR 18491
- En wanneer gebruiken we wat..?



23

Warmte-inbreng en boogenergie

- Computergestuurd-lassen (wave-controlled-welding)
- Niet-computergestuurd-lassen (non-wave-controlled-welding)



24

Warmte-inbreng volgens EN 1011-1 en ISO/TR 17671-1

$$Q = k \cdot \left(\frac{U \cdot I}{v} \right) \cdot 10^{-3}$$

Afkorting en symbool	Aanduiding	Eenheid
k	Thermisch rendement	-
I	Boogstroomsterkte	A
U	Boogspanning	V
v	Voortloopsnelheid	mm/s
Q	Warmte-inbreng	kJ/mm

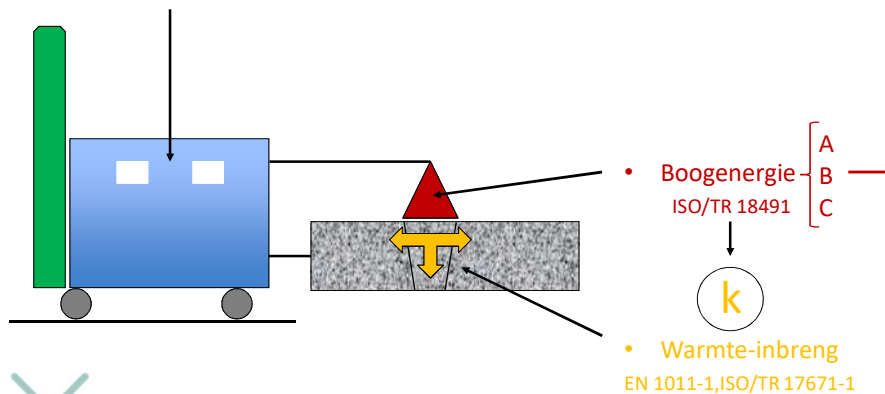
lasproces	proceenummer	rendementfactor k
Onder poeder lassen	12	1
Strobe ruitel	111	0,8
MAG-lassen met massieve draad	136	0,8
Strobe basisch	111	0,8
MAG gevulde draad	136	0,8
MIG-lassen	131	0,8
TIG-lassen	141	0,8
Plasmalassen	15	0,6



25

Warmte-inbreng en boogenergie

- Computergestuurd-lassen (wave-controlled-welding)
- Niet-computergestuurd-lassen (non-wave-controlled-welding)



26

Boogenergie volgens ISO/TR 18491

- (A) $E = \left(\frac{UxI}{v}\right) \cdot 10^{-3}$
- (B) $E = \left(\frac{IE}{L}\right) \cdot 10^{-3}$
- (C) $E = \left(\frac{IP}{v}\right) \cdot 10^{-3}$



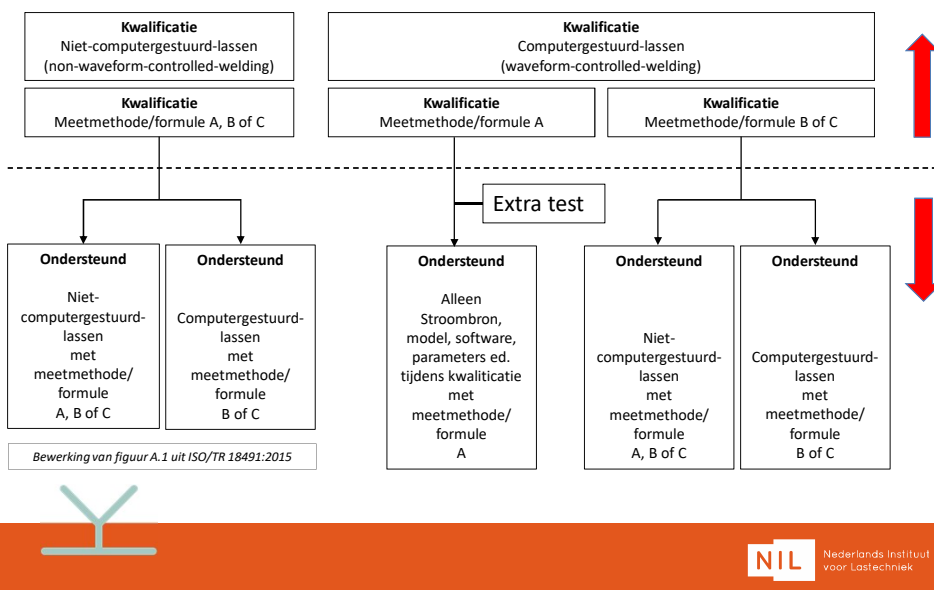
Afkorting en symbool	Aanduiding	Eenheid
I	Boogstroomsterkte	A
L	Lengte van de lasrups	mm
U	Boogspanning	V
v	Voortloopsnelheid	mm/s
E	Boogenergie	kJ/mm
IE	Directe (instantaneous) energie	J
IP	Directe (instantaneous) vermogen	J/s

B en C zijn het meest geschikt voor computergestuurde processen



27

Kwalificatie Productie



28

Extra test volgens ISO/TR 18491

- Bij de WPQR moeten de resultaten van een extra meting worden toegevoegd.
- Dit kan worden gedaan door een eenvoudige rups op de plaat te lassen met dezelfde parameters (modus of programma, spanning, stroom, etc.) zoals gebruikt in de procedure kwalificatie.
- Gebruik hiervoor meters op de lasstroombron of externe meters die het directe energie of vermogen (IE of IP) weergeven.
- De boogenergie kan berekend worden met behulp van de formules B of C.



Conclusies

- Analyseer de typen MIG/MAG-apparaten die gebruikt worden
- Kies strategisch voor welk type gebruikt wordt voor de kwalificatie van de lasmethode (en de lasser)
- Stem de meet-/berekenningsmethode voor kwalificatie en productiemonitoring af op de gebruikte apparatuur
- Wereldwijd is er een groot verschil in het gebruik en de waarde van het thermisch rendement, overweeg het gebruik hiervan



MIG/MAG ontwikkelingen

- ✓ Het principe van het MIG/MAG-proces
- ✓ Procesvarianten, conventioneel
- ✓ Computergestuurde apparatuur
- ✓ Gevolgen voor het beheersen van het lasproces
- Hoe gaat de regelgeving om met deze veranderingen?
 - De standaardlasmethode, de NEN-EN-ISO 15612:2018
 - De lasmethodebeproeving, NEN-EN-ISO 15614-1:2017



Standaardlasmethode (SWPS)

Nederlandse norm

NEN-EN-ISO 15612 (en)

Beschrijven en goedkeuren van lasmethoden voor
metalen - Goedkeuring op basis van een
standaardlasmethode (ISO 15612:2018, IDT)

Specification and qualification of welding
procedures for metallic materials - Qualification
by adoption of a standard welding procedure
(ISO 15612:2018, IDT)



EN-ISO 15612:2018

- Toepassingsgebied
 - Eisen aan organisatie/uitgever (*organization*)
 - m.b.t. ontwikkelen, kwalificeren en publiceren van de SWPS
 - Eisen aan gebruiker/fabrikant (*user*)
 - m.b.t. gebruik van de SWPS
- Van toepassing op lassen in staal en aluminium



33

Beperking in gebruik en publicatie

- Gebaseerd op een (gekwalficeerde) WPQR volgens:
 - EN-ISO 15614-1, level 2
 - EN-ISO 15614-2
- De WPQR waarop de SWPS is gebaseerd moet beschikbaar zijn voor de gebruiker (fabrikant)
- Specificatie van variabelen volgens EN-ISO 15609
- Aanvullende eisen op SWPS mogen opgenomen worden, bv:
 - Lasnaad voorbereiding
 - Lasposities
 - Toevoegmateriaal, bij kerfslageisen ook fabrikant en handelsbenaming
 - Lasapparatuur
 - Voorwarm- en tussenlaagtemperatuur
 - reparatielassen



34

Beperking in gebruik

- Tot wanddikte $t = 50$ mm
- Materiaalgroepen volgens ISO/TR 15608

Steel	Aluminium and its alloys
1.1, 1.2 and 1.3	21
11.1	22.1
8.1	22.2

- Ongelijksoortige verbindingen niet toegestaan, behalve
 - Alle combinaties tussen 1.1, 1.2, 1.3 en 11.1
 - Combinaties tussen 22.1 en 22.2



Adoptie van een SWPS door gebruiker

- Lascoördinatie volgens
 - EN-ISO 14731
- Of een gekwalificeerde lassers of een bediener volgens
 - EN-ISO 9606-1 of 2 of EN-ISO 14732



Adoptie van een SWPS door gebruiker

- De fabrikant
 - is verantwoordelijk voor het bepalen van de geschiktheid voor de toepassing (**EN-ISO 15609 en ISO/TR 18491**)
 - voorziet de SWPS van fabrikantsnaam
 - mag eigen lay-out gebruiken, met referentie naar SWPS
 - dateert en ondertekent SWPS voor gebruik



37

Geldigheid van SWPS

- Onbeperkt geldig tenzij SWPS wordt teruggetrokken of gereviseerd door uitgever
- Gebruiker (*user*) en uitgever (*organization*) ontwikkelen procedure m.b.t. revisie en terugtrekken van SWPS
- Wordt de “uitgever” verkocht dan komt het beheer (autoriteit) bij de nieuwe organisatie te liggen



38

Conclusies (EN-ISO 15612:2018)

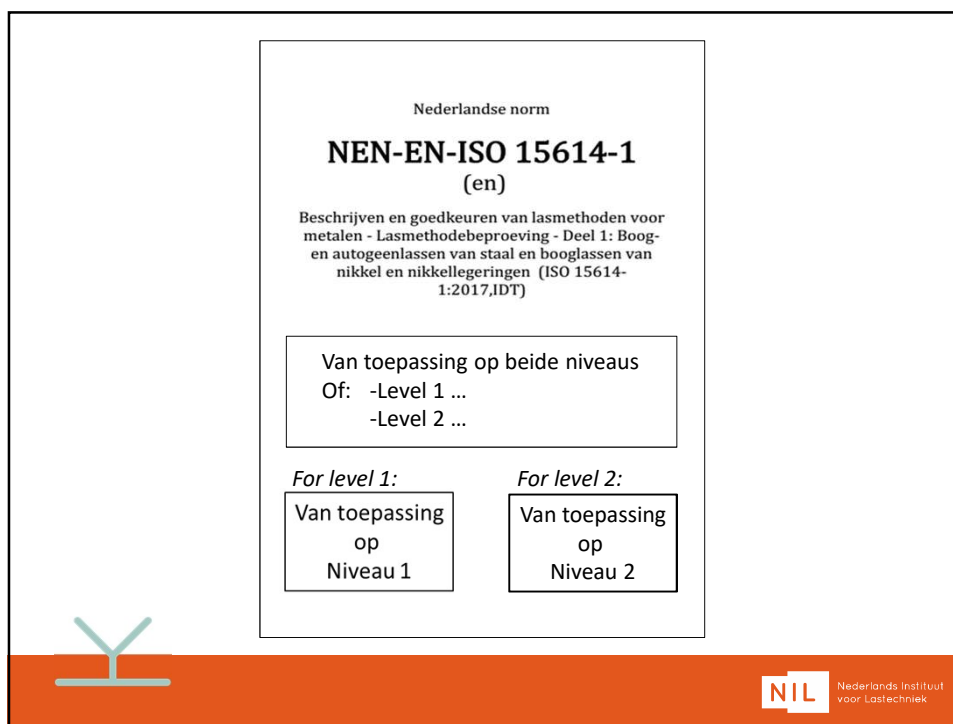
- Het belang van beschrijven en goedkeuren op basis van SWPS neemt toe (EN 1090-2:2018)
- Beschrijft duidelijk toepassingsgebied en verantwoordelijkheden voor uitgever en gebruiker
- Het goedkeuren van een lasmethode op basis van een SWPS vraagt **veel kennis en ervaring** van gebruiker



MIG/MAG ontwikkelingen

- ✓ Het principe van het MIG/MAG-proces
- ✓ Procesvarianten, conventioneel
- ✓ Computergestuurde apparatuur
- ✓ Gevolgen voor het beheersen van het lasproces
- Hoe gaat de regelgeving om met deze veranderingen?
 - De standaardlasmethode, de NEN-EN-ISO 15612:2018
 - De lasmethodebeproeving, NEN-EN-ISO 15614-1:2017





Nederlandse norm

NEN-EN-ISO 15614-1 (en)

Beschrijven en goedkeuren van lasmethoden voor metalen - Lasmethodebeproeving - Deel 1: Boog- en autogeenlassen van staal en booglassen van nikkel en nikkellegeringen (ISO 15614-1:2017,IDT)

Van toepassing op beide niveaus
Of: -Level 1 ...
-Level 2 ...

For level 1:
Van toepassing op Niveau 1


For level 2:
Van toepassing op Niveau 2

NIL Nederlands Instituut voor Lasstechniek

41

Structuur van de NEN-EN-ISO 15614-1:2017

1. Toepassingsgebied (scope)
2. Normatieve verwijzingen
3. Termen en definities
4. Voorlopige lasmethode beschrijvingen (pWPS) (ISO 15609)
5. Lasmethode beproevingen
6. Proefstukken
7. Onderzoek en beproeving
8. Geldigheidsgebieden
 - 8.4 Warmte-inbreng (**ISO/TR 18491**) →
 - 8.5 Apparatuur
9. Goedkeuringsrapport van de lasmethode (WPQR)



42

8.4.7 Warmte-inbreng

- **Warmte-inbreng** mag worden vervangen door **boogenergie**.
Boogenergie is te berekenen met behulp van de ISO/TR 18491.
- **k-factor** uit de warmte-inbrengformule mag worden weggelaten.
Echter, zal men wel moeten documenteren of warmte-inbreng, k-factor of boogenergie is toegepast.



43

8.4.7 Warmte-inbreng

Level 2

- Indien kerfslageisen: De bovengrens van de warmte-inbreng is 25% hoger dan die bij het lassen van het proefstuk is toegepast.
- Indien hardheidseisen: De ondergrens van de warmte-inbreng is 25% lager dan de bij het lassen van het proefstuk is toegepast.



44

8.4.7 Warmte-inbreng

Level 2

- Indien kerfslageisen: De bovengrens van de warmte-inbreng is 25% hoger dan die bij het lassen van het proefstuk is toegepast.
- Indien hardheidseisen: De ondergrens van de warmte-inbreng is 25% lager dan de bij het lassen van het proefstuk is toegepast.

Voorstel voor nieuwe grenswaarden voor kritische staalsoorten:

- grondlagen
- vullagen
- sluitlagen



45

Structuur van de NEN-EN-ISO 15614-1:2017

1. Toepassingsgebied (scope)
2. Normatieve verwijzingen
3. Termen en definities
4. Voorlopige lasmethode beschrijvingen (pWPS) (ISO 15609)
5. Lasmethode beproevingen
6. Proefstukken
7. Onderzoek en beproeving
8. Geldigheidsgebieden
 - 8.4 Warmte-inbreng (**ISO/TR 18491**)
 - 8.5 Apparatuur
9. Goedkeuringsrapport van de lasmethode (WPQR)



46

8.5.2.3.2 Lassen met computergestuurde apparatuur (waveform controlled welding)

Level 2

- De fabrikant van het lasapparaat en het lasprogramma (waveform control mode) samen met alle andere belangrijke informatie moet in de WPQR geregistreerd worden. Het geldigheidsgebied is beperkt tot de fabrikant en het betreffende programma dat gebruikt is tijdens de kwalificatie.
- Wijziging van fabrikant of de wijze waarop de waveform wordt geregeld vereisen een nieuwe kwalificatie.



8.5.2.3.3 Lassen met puls zonder computersturing (non waveform controlled welding)

Level 2

- Deze apparatuur staat ook wel bekend onder de naam “vrij-programmeerbare apparatuur”. Alle pulsparameters en draadsnelheid moeten vooraf aan het lassen handmatig ingesteld worden. De fabrikant van de bron samen met alle andere belangrijke informatie moet op de WPQR geregistreerd worden. Het geldigheidsgebied is niet beperkt tot de fabrikant van de stroombron die gebruikt is tijdens de kwalificatie.
- Wijziging van fabrikant vereist geen nieuwe kwalificatie.



8.5.2.3.4 Lassen zonder puls en zonder computersturing (non waveform controlled welding)

Level 2

- De fabrikant van de bron moet op de WPQR geregistreerd worden. Het geldigheidsgebied is niet beperkt tot de fabrikant van de stroombron die gebruikt is tijdens de kwalificatie.
- Wijziging van fabrikant vereist **geen** nieuwe kwalificatie.

Geannuleerd in PPA:2018



Conclusies (EN-ISO 15614-1:2017)

- Beperkingen van het geldigheidsgebied voor wat betreft **MIG/MAG-apparatuur** zijn zeer binnenkort niet meer van toepassing door (Cor. 2018-01)
- Aanpassing van het geldigheidsgebied van de **warmte-inbreng** ligt momenteel bij NC's ter beoordeling
- Het gebruik van **warmte-inbreng, boogenergie en k-factor** moet overwogen worden (ISO/TR 18491) en **geregistreerd** worden



MIG/MAG ontwikkelingen

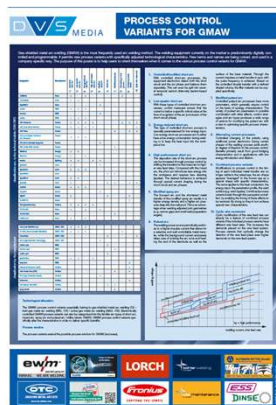
- ✓ Het principe van het MIG/MAG-proces
- ✓ Procesvarianten, conventioneel
- ✓ Computergestuurde apparatuur
- ✓ Gevolgen voor het beheersen van het lasproces
- ✓ Hoe gaat de regelgeving om met deze veranderingen?
 - De standaardlasmethode, de NEN-EN-ISO 15612:2018
 - De lasmethodebeproeving, NEN-EN-ISO 15614-1:2017



51

Literatuur en publicaties

- DVS-wandposter
- VM-blad



52

IIW-publicaties

- WiTW Paper based on IIW-Doc-XII-2306-16
 - Recent Gas Metal Arc Welding (GMAW) Process Developments: The implications related to International fabrication standards.
- Presentation

Definition efficiency

Thermal efficiency $\eta_{th} = \frac{Q_{melt}}{P_e \cdot t_w \cdot t_w + \frac{1}{t_e} \cdot \int_0^{t_w} V_w \cdot I_w \cdot dt}$

Effective efficiency $\eta_{eff} = \frac{Q_{melt} + Q_{preheat}}{P_e \cdot t_w \cdot t_w + \frac{1}{t_e} \cdot \int_0^{t_w} V_w \cdot I_w \cdot dt}$

Efficiency of the welding arc $\eta_{arc} = \frac{Q_{melt}}{P_e \cdot t_w \cdot t_w + \frac{1}{t_e} \cdot \int_0^{t_w} V_w \cdot I_w \cdot dt}$



Documenten beschikbaar voor:



Normen

- NEN-EN 1011-1* en ISO/TR 17671-1
- NEN-EN-ISO 15612:2018
- NEN-EN-ISO 15614-1:2017*
- ISO/TR 18491*



*Opgenomen in NEN-bundel 18, versie 2018



NIL Nederlands Instituut
voor Lastechniek

57



Nederlands Instituut
voor Lastechniek

Leo Vermeulen IWE-LPIC 248
Senior lastechnisch adviseur

Louis Braillelaan 80
2719 EK ZOETERMEER

T +31 (0)88 - 018 70 60
M +31 (0)6 - 13 45 53 38
E leo.vermeulen@nil.nl
I nil.nl



NIL Nederlands Instituut
voor Lastechniek

58