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



Leo Vermeulen IWE-LPI C 248

Nederlands Instituut voor Lastechniek

1

Nederlands Instituut voor Lastechniek

Leo Vermeulen IWE-LPI C 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



EWF

iiw

nen lid van normcommissie

Nederlands Instituut voor Lastechniek

2

# 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



3

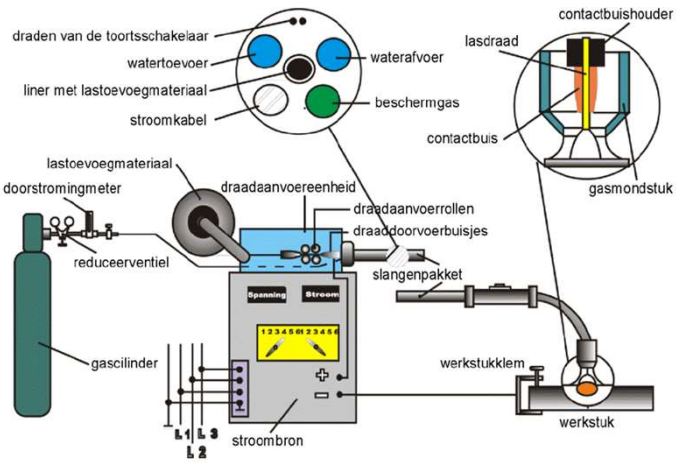
# MIG/MAG ontwikkelingen

- 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



4

# MIG/MAG - apparatuur






5

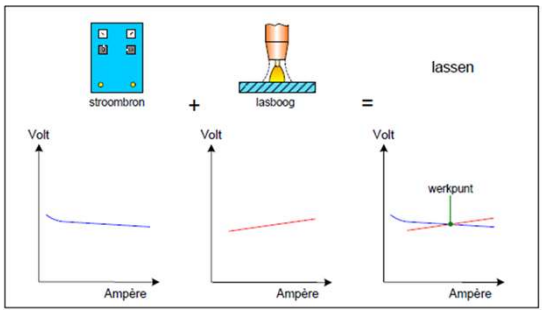
# MIG/MAG ontwikkelingen

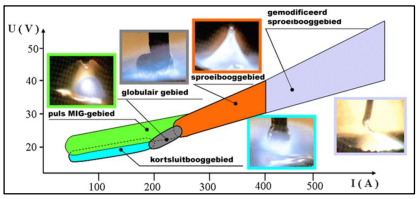
- ✓ Het principe van het MIG/MAG-proces
- Procesvarianten, conventioneel
- Computergestuurde apparatuur
- Gevolgen voor het beheersen van het lasproces
- Hoe gaat de regelgeving om met deze veranderingen?
  - De standaardlasmethode, de NEN-EN-ISO 15612:2018
  - De lasmethodebeproeving, NEN-EN-ISO 15614-1:2017



6

# Conventionele booggebieden

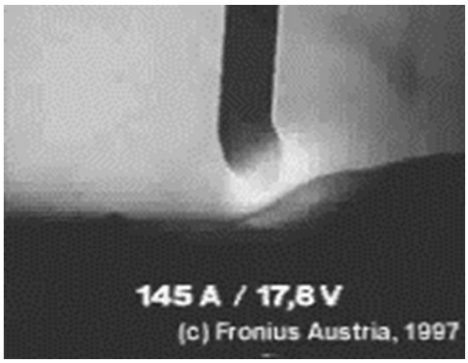


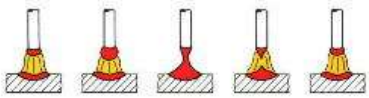




Nederlands Instituut voor Lastechniek

7

# Kortsluitboog

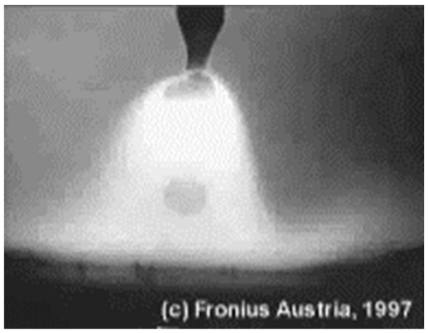


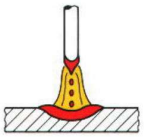



Nederlands Instituut voor Lastechniek

8

# Open (sproei) boog



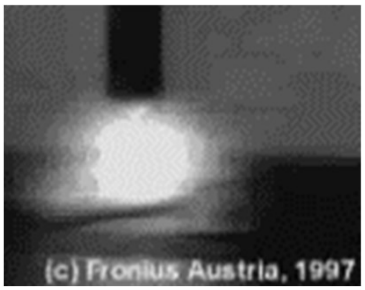



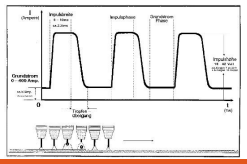


Nederlands Instituut voor Lastechniek

9

# Pulsboog



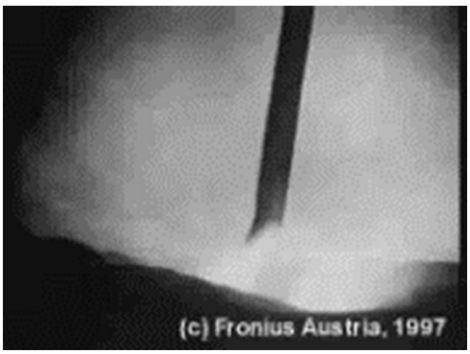





Nederlands Instituut voor Lastechniek

10

# Roterende boog






11

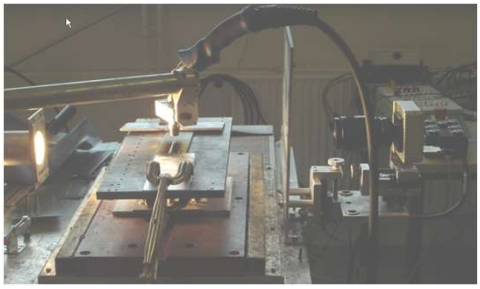
# MIG/MAG ontwikkelingen

- ✓ 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



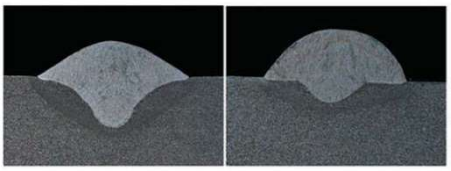
12

# MIG/MAG - ontwikkelingen







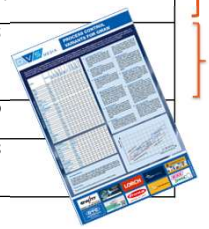



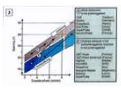


13

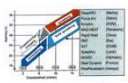
# Computergestuurde processen

| Gecontroleerde materiaaloverdracht | Kenmerken | Opmerkingen en indelingnummer 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. Verbetert 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 sproeiboog | 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 |







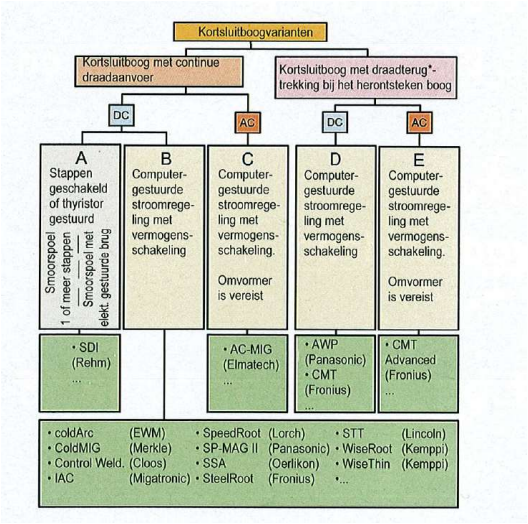


Bewerking uit: WiTW paper based on IIW-Doc-2306-16



14

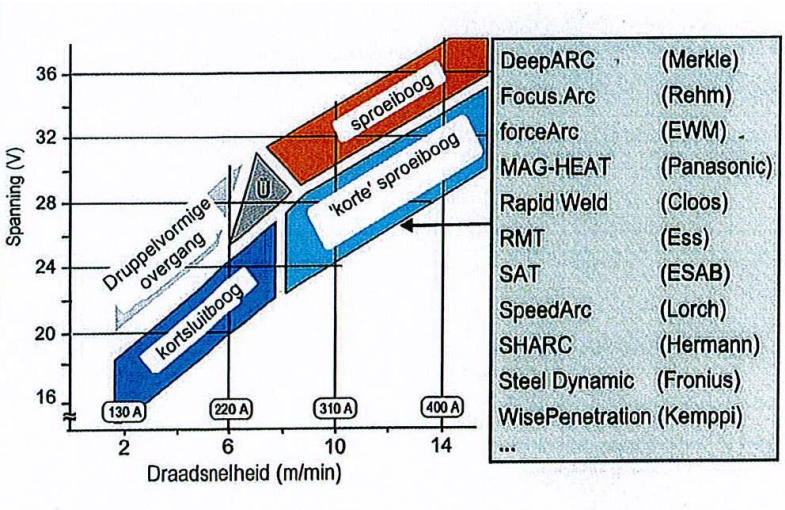
# Moderne kortsluitboogvarianten




NIL Nederlands Instituut voor Lastechniek

15

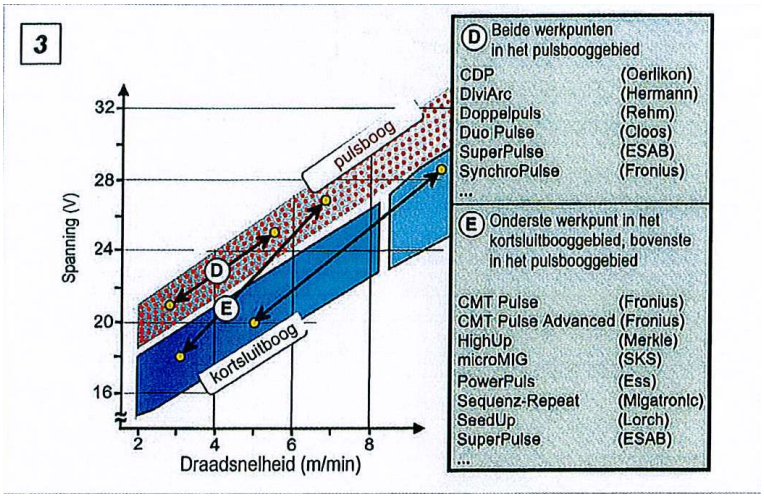
# Moderne sproeiboogvarianten




NIL Nederlands Instituut voor Lastechniek

16

# Moderne pulsboogvarianten






17

# 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



18

# 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




Nederlands Instituut voor Lastechniek

19

# 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

Nederlands Instituut voor Lastechniek

20

# 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



NIL Nederlands Instituut voor Lastechniek

21

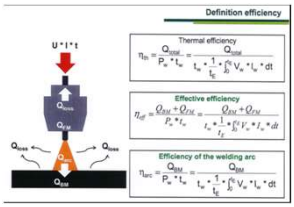
# WiTW paper based on IIW-Doc-2306-16

## 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 |






NIL Nederlands Instituut voor Lastechniek

22

# 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.



NIL Nederlands Instituut voor Lastechniek

23

# Wat wordt verstaan onder…

- Conventionele processen
- Computergestuurde processen

Deel 1 van deze lezing

- Warmte-inbreng
- Boogenergie
- Thermisch rendement

ISO/TR 18491

- En wanneer gebruiken we wat..?

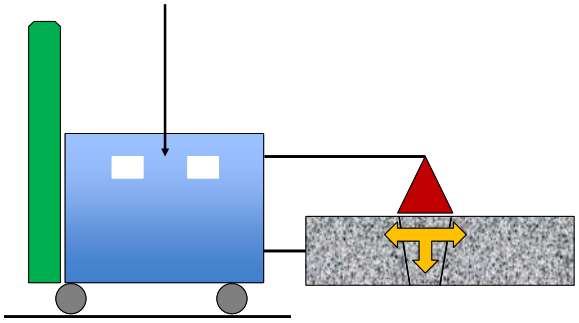


NIL Nederlands Instituut voor Lastechniek

24

# Warmte-inbreng en boogenergie

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



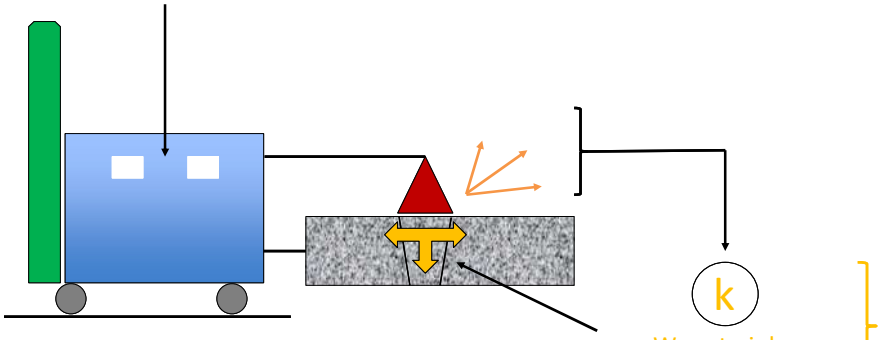


NIL Nederlands Instituut voor Lastechniek

25

# Warmte-inbreng en boogenergie

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






NIL Nederlands Instituut voor Lastechniek

26

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

$$Q = k.\left(\frac{UxI}{v}\right).10^{-3}$$

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

| lasproces | procesnummer | rendements-factor k |
|---|---|---|
| Onder poeder lassen | 12 | 1 |
| Bmbe nutiel | 111 | 0,8 |
| MAG-lassen met massieve draad | 135 | 0,8 |
| Bmbe basisch | 111 | 0,8 |
| MAG gevulde draad | 136 | 0,8 |
| MIG-lassen | 131 | 0,8 |
| TIG-lassen | 141 | 0,6 |
| Plasmalassen | 15 | 0,6 |

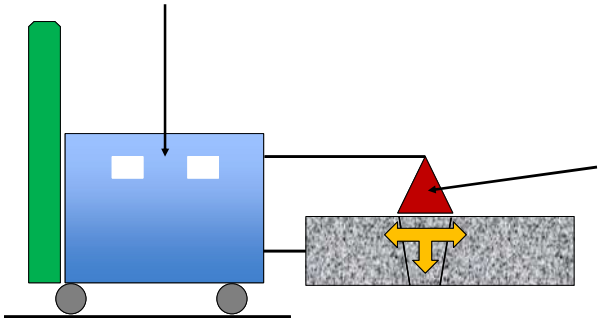


NIL Nederlands Instituut voor Lastechniek

27

# Warmte-inbreng en boogenergie

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



- Boogenergie ISO/TR 18491 → A, B, C



NIL Nederlands Instituut voor Lastechniek

28

# Boogenergie volgens ISO/TR 18491

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



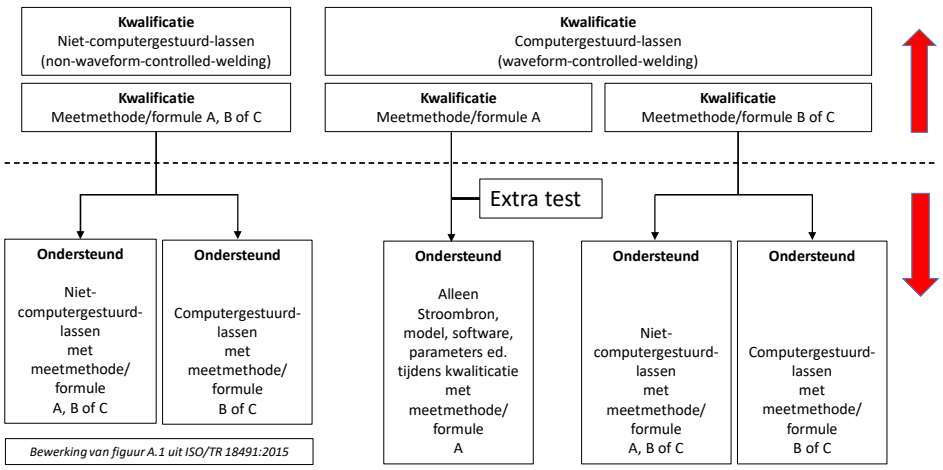
| Afkorting en symbool | Aanduiding | Eenheid |
|---|---|---|
| *I* | Boogstroomsterkte | A |
| *L* | Lengte van de lasrups | mm |
| *U* | Boogspanning | V |
| *v* | Voortloopsnelheid | mm/s |
| *E* | Boogenergie | kJ/mm |
| *IE* | Directe (instantaneous) energie | J |
| *IP* | Directe (instantaneous)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

B en C zijn het meest geschikt voor computergestuurde processen



29

# Kwalificatie ↑ Productie ↓




*Bewerking van figuur A.1 uit ISO/TR 18491:2015*



30

# Conclusies mb.t. ISO/TR 18491

- 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-/berekeningsmethode 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



NIL Nederlands Instituut voor Lastechniek

31

# 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



NIL Nederlands Instituut voor Lastechniek

32

# 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)



NIL Nederlands Instituut voor Lastechniek

33

# 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 met t ≤ 50 mm

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



NIL Nederlands Instituut voor Lastechniek

34

# Beperking in gebruik en publicatie

- Gebaseerd op een (gekwalificeerde) WPQR volgens:
  - EN-ISO 15614-1, level 2 (staal)
  - EN-ISO 15614-2 (Aluminium)
- De WPQR waarop de SWPS is gebaseerd moet beschikbaar zijn voor de gebruiker (fabrikant)
- Specificatie van variabelen volgens EN-ISO 15609



NIL Nederlands Instituut voor Lastechniek

35

# 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



NIL Nederlands Instituut voor Lastechniek

36

# 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



NIL Nederlands Instituut voor Lastechniek

37

# 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



NIL Nederlands Instituut voor Lastechniek

38

# 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



NIL Nederlands Instituut voor Lastechniek

39

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 Niveau 1 | Van toepassing op Niveau 2 |
|---|---|



NIL Nederlands Instituut voor Lastechniek

40

## 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)



NIL Nederlands Instituut voor Lastechniek

41

## 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..!



NIL Nederlands Instituut voor Lastechniek

42

# 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.



NIL Nederlands Instituut voor Lastechniek

43

# 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

Wijziging in de norm →

9. Goedkeuringsrapport van de lasmethode (WPQR)



NIL Nederlands Instituut voor Lastechniek

44

## 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.

Geannuleerd in A1:2019



NIL Nederlands Instituut voor Lastechniek

45

## 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.

Geannuleerd in A1:2019



NIL Nederlands Instituut voor Lastechniek

46

## 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 A1:2019



47

## Conclusies (EN-ISO 15614-1:2017)

- Beperkingen van het geldigheidsgebied voor wat betreft MIG/MAG-apparatuur zijn niet meer van toepassing door (Amd.1:2019) Wel de algemene opmerking over de boogtypen D, S, G en P..!
- Het gebruik van warmte-inbreng, boogenergie en k-factor moet overwogen worden (ISO/TR 18491) en **geregistreerd** worden
- *Guidelines for the use of the arc energies in relation with a WPQR and WPS*
  - ligt momenteel ter beoordeling bij NC's



48

# MIG/MAG ontwikkelingen

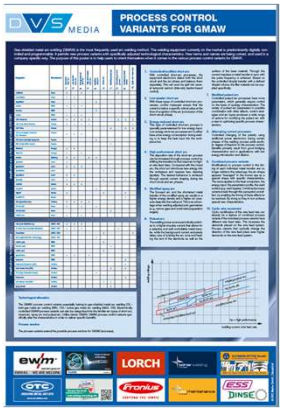
- ✓ Het principe van het MIG/MAG-proces
- ✓ Procesvarianten, conventioneel
- ✓ Computergestuurde apparatuur
- ✓ Gevolgen voor het beheersen van het lasproces
- ✓ Hoe gaat de regelgeving om met deze veranderingen?
  - De standaardlasmethode, de NEN-EN-ISO 15612:2018
  - De lasmethodebeproeving, NEN-EN-ISO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



49

# Literatuur en publicaties

- DVS-wandposter




- VM-blad






50




## OVERZICHT VAN DE MODERNE GASBOOGLASPROCESSEN [DEEL 1]

**NIEUWE PROCESSEN EN BOOGVARIANTEN**

*Bij het inzetten van moderne elektronisch gestuurde lasapparaten met innovatieve digitale procesbesturings- en -regeltechnieken wordt het mogelijk om een warmte-inbreng en materiaaloverdracht te realiseren bij het gasbooglassen die zijn aangepast aan de te verbinden materialen. Door het grote aantal en de variatie in de procesnamen is het voor de vakman moeilijk om zich er een goed beeld van te vormen of om die nieuwe procesnamen te plaatsen binnen het kader van de tot nu toe bekende boogtypes en materiaaloverdrachten. Temeer omdat de gemodificeerde materiaaloverdrachten nog niet worden behandeld in normen en richtlijnen. Deze tekst geeft een onafhankelijk en neutraal overzicht.*

*Door H. Cramer, L. Baum, M. Dudziak, GSI mbH, Niederlassung SLV München*
*Vertaling door ir. Robert Vennekens, IWE, CEWE, Fweldt, VWC bvba*



*Figuur 2: Invloed elektrisch vermogen bij herontsteken boog op het spatgedrag en de boogdruk op het lasbad*



Uit: Metallerie 160 • Mei en Juni 2012

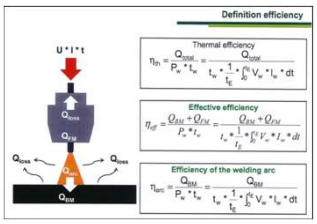
NIL Nederlands Instituut voor Lastechniek

51

# 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




NIL Nederlands Instituut voor Lastechniek

52

# Normen

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

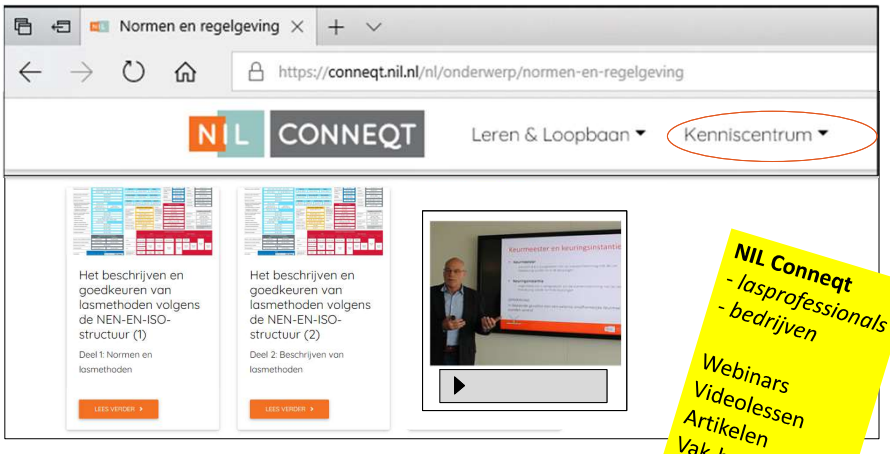
*Opgenomen in NEN-bundel 18, versie 2018




NIL Nederlands Instituut voor Lastechniek

53

# Beschikbaar op NIL Conneqt




**NIL Conneqt**
- *lasprofessionals*
- *bedrijven*

Webinars
Videolessen
Artikelen
Vak-berichten

NIL Nederlands Instituut voor Lastechniek

54