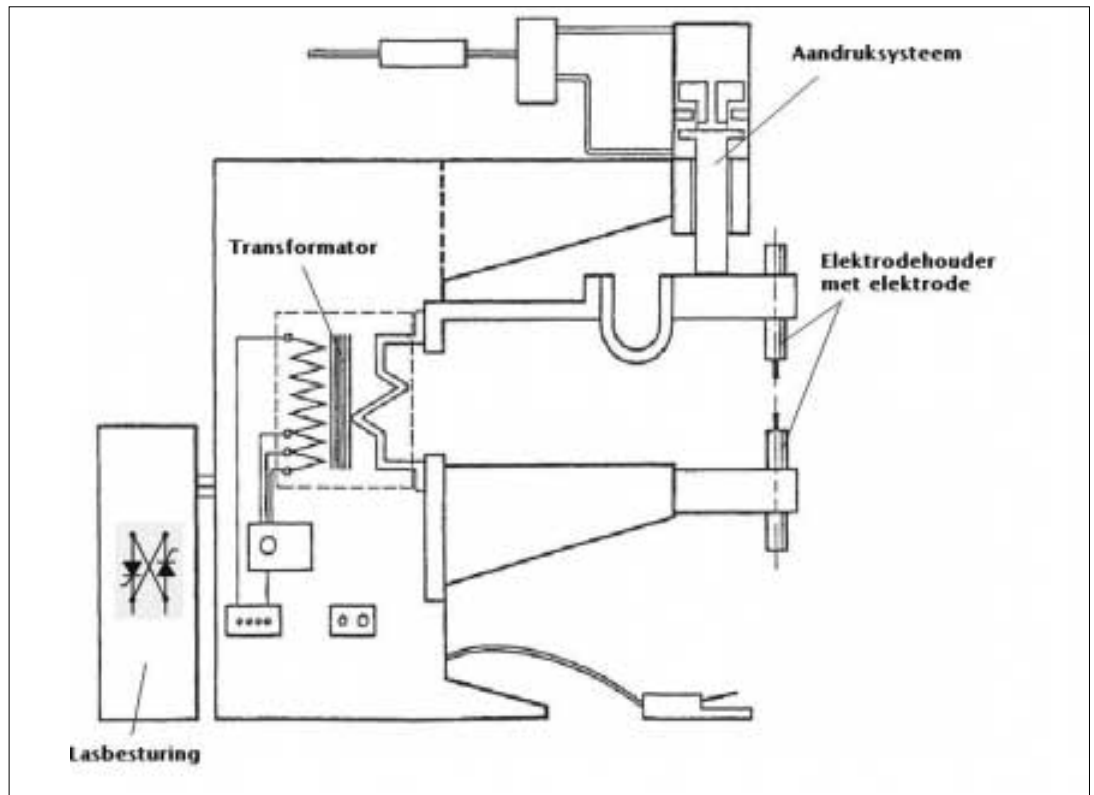


# WEERSTANDLASSEN VAN ALUMINIUM

## PUNT- EN ROLNAADLASSEN

Deze bijdrage gaat in detail in op het weerstandlassen van aluminium en wel specifiek gericht op het punt- en rolnaadlassen. Puntlassen is daarvan de meest toegepaste techniek van het weerstandlassen. Dit procédé zal dan ook hoofdzakelijk worden behandeld. Projectielassen is niet zo aangewezen als lastechniek voor het verbinden van aluminiumlegeringen omwille van de meestal (te) goede vervormbaarheid van de te lassen materialen.



Principe van een puntlasmachine

**Door Patrick Van Ryment, EWE Hogeschool voor Wetenschap & Kunst, De Nayer Instituut**

### PRINCIPE PUNT- EN ROLNAADLASSEN

De basisopstelling van een puntlasmachine is weergegeven in figuur 1.

De op elkaar te lassen platen worden tussen de koperen elektroden in de laspositie gebracht. Hierna worden de platen met een bepaalde laskracht tussen de elektroden geklemd. Nadat de gewenste laskracht bereikt is, wordt enkele milliseconden later de elektrische spanning aan de primaire kant van de lastransformator ingeschakeld. De hoge voedingsspanning [220 V/380 V] wordt daardoor getransformeerd naar een lage (minder gevaarlijke) spanning van ten hoogste 15 Volt. Tengevolge van deze aangelegde spanning en de op dat moment heersende, bijzonder kleine (ongeveer 50 à 350 x 10<sup>-6</sup> Ohm) elektrische weerstanden in het secundaire circuit (vooral de materiaal- en contactweerstand tussen de te lassen werkstukken) tussen de beide puntlaselektroden zal er een hoge elektrische stroom doorheen het secundaire circuit gaan vloeien.

Deze stroom zal er voor zorgen dat de werkstukken ter plaatse zo sterk verhit worden (door Joule verwarming), dat het werkstukmateriaal in de verbindingzone zal smelten. Doordat de koperen elektroden inwendig met water gekoeld worden, wordt een zeer groot aandeel van de opgewekte warmte in de werkstukken via de elektroden en hun koeling afgevoerd. Hierdoor ontstaat in het werkstukmateriaal een thermisch profiel.

Zoals je kan opmerken vertoont het thermisch profiel bij het einde van de lastijd een maximum bij het scheidingsvlak tussen beide werkstukdelen, waarbij de hoogste temperatuur hoger is dan het smeltpunt van het werkstukmateriaal, en precies op de plaats waar de lasverbinding tot stand dient te komen. Nadat er voldoende materiaal gesmolten is, wordt de elektrische spanning uitgeschakeld. De werkstukdelen blijven nog gedurende de nadruktijd tussen de elektroden geklemd om het gesmolten materiaal onder druk te laten stollen en toe te laten om via de aandrukkracht op de elektroden de slink en de krimp van het stollende materiaal van plastische vervorming van het omringende werkstukmateriaal te volgen.

Het rolnaadlassen is afgeleid van het puntlasproces. De puntlaselektroden zijn vervangen door koperen watergekoelde schijven, de zogenaamde laswielen. De aan elkaar te lassen werkstukdelen worden tussen de laswielen geklemd. Op het moment dat de laskracht bereikt is, rijden de laswielen in lijn

### NAAST HET ELEKTRISCHE EN WARMTEGELEIDINGSVERMOGEN IS DE ELEKTRISCHE CONTACTWEERSTAND TUSSEN DE TE LASSEN WERKSTUKOPPERVLAKKEN ÉÉN VAN DE BELANGRIJKSTE INVLOEDSFACTOREN

over het werkstukmateriaal en wordt de elektrische spanning ingeschakeld. Door de hoge lasstroom wordt het plaatmateriaal verhit, smelt het plaatmateriaal tussen de werkstukken en komt de lasverbinding tot stand.

### INVLOEDSFACTOREN

Aluminium en aluminiumlegeringen bezitten in vergelijking met staal een hoger elektrisch en warmtegeleidingsvermogen, waardoor aanmerkelijk hogere lasstromen in combinatie met korte

stroomtijden toegepast dienen te worden. Naast het elektrische en warmtegeleidingsvermogen is de elektrische contactweerstand tussen de te lassen werkstukoppervlakken één van de belangrijkste invloedsfactoren. Voor het verkrijgen van een aanvaardbare elektrodelevensduur is het belangrijk dat de contactweerstand tussen elektrode en plaatoppervlak zo klein mogelijk en op een constant niveau blijft. Deze overgangweerstand is behalve van de dikte en de samenstelling van de oxidelaag ook afhankelijk van de gebruikte laskracht en de contactoppervlakte van de elektrode. Hoe kleiner het contactoppervlak, des te lager wordt de overgangweerstand. Tegelijk neemt echter de indrukdiepte van de elektrode toe. Door bij de productie van de te lassen werkstuksamenstelling het oppervlak van het plaatmateriaal een mechanische en/of chemische voorbehandeling te geven, wordt de oxidelaag verwijderd, waardoor de overgangweerstand laag en op een constant niveau kan worden gehouden.

### RANGSCHIKING VAN DE LASBARE TYPEN

Aan de hand van het gemiddelde elektrische en

warmtegeleidingsvermogen, de specifieke elektrische weerstand en het smelt- en stolltraject zijn de aluminiumkwaliteiten in drie groepen in te delen. Zie tabel 1.

## DE LASAPPARATUUR

Om aluminium te kunnen lassen worden in vergelijking met het lassen van staal hoge eisen gesteld aan de elektrische en mechanische eigenschappen van de lasapparaat. Behalve de mogelijkheid van het gebruik van stationaire en mobiele machines, kan er ook ingedeeld worden volgens de stroomsoort en voor DC volgens het type gelijkrichter. Voor het lassen kan de volgende lasapparaat gebruikt worden:

- Wisselstroom machines: enkelfasig
- Gelijkstroom machines: enkel- en/of driefasig, gewone gelijkrichter machine secundair, MFDC inverter

De enkelfasige apparatuur vergt een lagere investering in vergelijking met driefasige gelijkstroom lasapparaat. We moeten evenwel toch in overweging nemen dat voor het aansluiten van de enkelfasige machines een zwaardere primaire aansluiting moet worden voorzien.

Door het lassen met gelijkstroom kan aluminium, bij dezelfde stroomtijd, met een kleinere lasstroomsterkte verlast worden. Het thermisch rendement is bij gelijkstroom beter in vergelijking met wisselstroom. Belangrijker is evenwel dat met gelijkstroomlasapparaat hogere continue lasstromen kunnen worden geleverd. Hierdoor wordt het mogelijk om met korte lastijden te werken.

De opwekking van de warmte in het contactvlak tussen de beide werkstukdelen zal hierdoor een meer dynamisch karakter hebben. De marktrevolutie is momenteel dusdanig dat vooral MFDC (middenfrequent 1000 Hz) in de lift zitten omwille van de goede regelbaarheid van de machines en omwille van de voordelen die de gelijkstroom kan bieden zoals hierboven reeds beschreven.

## ELEKTRODEMATERIAAL

De beschikbare elektrodematerialen worden ingedeeld in een aantal groepen en dit zowel in de ISO norm 5182 in Europa als volgens de RWMA (Resistance Welder Manufacturers' Association) in de Verenigde Staten. Uit praktijkervaring is gebleken dat de

koperlegeringen van klasse A 1 (volgens ISO) of class I (volgens RWMA) (CuCd, of CuAg) het best gebruikt kunnen worden voor het weerstandlassen van Aluminium en zijn legeringen en dit voornamelijk omwille van hun groot elektrisch en thermisch geleidingsvermogen. Daarnaast kunnen ook de materialen uit klasse A 2 of class II gebruikt worden, maar de lagere

**DE ELEKTRODELEVENSDUUR  
WORDT BEPAALD DOOR HET  
AANTAL PUNTLASSEN OF METER  
LASLENGTE, DIE GEMAAKT  
KUNNEN WORDEN TOT HET  
MOMENT DAT DE LASKWALITEIT  
BENEDEN EEN MINIMALE  
GEWENSTE WAARDE KOMT**

elektrische en thermische geleidbaarheid van deze legeringen maken ze iets minder geschikt voor het lassen van aluminium behalve in die gevallen waar een grotere hardheid en een hogere ontaattoemperatuur vereist is. We geven als voorbeeld enkele fysische eigenschappen van CuCd en CuCrZr. In tabel 3 wordt een overzicht gegeven van de samenstelling van

deze twee legeringen alsook hun fysische en mechanische eigenschappen. In verband met de iets betere elektrodelevensduur (betere mechanische eigenschappen) gaat de voorkeur uit naar koud gevormde elektroden boven die met een andere leveringstoestand. CuCrZr-elektroden legeren sneller met het aluminium dan CuCd-elektroden. De hardheid van CuCrZr is echter hoger waardoor het elektrodecontactvlak minder snel zal vervormen. De ruwheid van het elektrodecontactvlak beïnvloedt mede de levensduur. CuAg elektrodemateriaal kan worden toegepast als aan het lasuiterlijk hoge eisen gesteld worden. Omdat CuCrZr en CuCd elektrodemateriaal goedkoper is dan CuAg materiaal, wordt dit laatste in de praktijk niet zo snel aangewend.

## ELEKTRODELEVENSDUUR

Aluminium en koper kunnen zeer gemakkelijk in elkaar oplossen of aanleggen. De hoge temperatuur die tijdens het lassen in het plaat- en elektrodecontactvlak heerst, bevordert dit aanleggen. De combinatie van een hoge lasstroom met de neiging tot legeren resulteert

Tabel 1: indeling van de aluminiumkwaliteiten aan de hand van enkele criteria

Aanduiding Volgens EN 573	Aanduiding kwaliteit volgens DIN1745	Cat.	Treksterkte R m N/mm <sup>2</sup> Min... max	Rekgrens Rp 0,2 N/mm <sup>2</sup> Min... max	Breukrek A 5 % Min... max	Breukrek A 10 % Min... max
EN AW-1080	Al 99,8	I	60... 160	≤ 50... ≥ 100	4... ≥ 40	3... ≥ 35
EN AW-1050	Al 99,5		65... ≥ 170	≤ 55... ≥ 130	3... ≥ 40	2... ≥ 35
EN AW-1200	Al 99,0		75... ≥ 180	≤ 60... ≥ 140	3... ≥ 40	2... ≥ 35
EN AW-8011	AlFeSi		80... ≥ 210	30... ≥ 180	3... ≥ 35	2... ≥ 30
EN AW-3003	AlMnCu	II	90... ≥ 210	35... ≥ 170	3... ≥ 28	2... ≥ 25
EN AW-3004	AlMn1Mg/Mg0,5		120... ≥ 280	50... ≥ 230	4... ≥ 23	1... ≥ 17
EN AW-5005	AlMg0,5		90... ≥ 190	30... ≥ 180	3... ≥ 26	2... ≥ 24
EN AW-5005A	AlMg1		105... ≥ 210	35... ≥ 190	3... ≥ 24	2... ≥ 21
EN AW-5050	AlMg1,5		130... ≥ 240	45... ≥ 200	6... ≥ 23	5... ≥ 20
EN AW-5251	AlMg2Mn0,3		155... ≥ 270	60... ≥ 230	3... ≥ 20	2... ≥ 17
EN AW-5052	AlMg2,5		170... ≥ 290	60... ≥ 210	3... ≥ 20	2... ≥ 17
EN AW-5049	AlMg2Mn0,8		190... ≥ 305	80... ≥ 250	3... ≥ 20	2... ≥ 17
EN AW-6060	AlMgSi0,5		130... ≥ 245	65... ≥ 195	10... ≥ 19	8... ≥ 16
EN AW-6005	AlMgSi0,7		180... ≥ 270	90... ≥ 225	8... ≥ 15	6... ≥ 12
EN AW-6082	AlMgSi1		205... ≥ 315	90... ≥ 255	8... ≥ 18	8... ≥ 15
EN AW-6010	AlMg0,4Si1,2		200... ≥ 270	100... ≥ 240	12... ≥ 29	10... ≥ 24
EN AW-2017	AlCuMg1		200... ≥ 395	110... ≥ 265	12... ≥ 13	10... ≥ 11
EN AW-2024	AlCuMg2		200... ≥ 440	130... ≥ 290	12... ≥ 13	10... ≥ 11
EN AW-2014	AlCuSiMn	380... ≥ 460	200... ≥ 400	6... ≥ 13	5... ≥ 11	
EN AW-5754	AlMgS	III	≤ 190... ≥ 305	80... ≥ 250	3... ≥ 20	2... ≥ 17
EN AW-5056A	AlMgS		≤ 270... ≥ 350	≤ 130... ≥ 270	3... ≥ 26	2... ≥ 22
EN AW-5454	AlMg2,7Mn		≤ 220... ≥ 330	90... ≥ 310	4... ≥ 22	3... ≥ 22
EN AW-5083	AlMg4,5Mn		275... ≥ 405	125... ≥ 270	6... ≥ 17	5... ≥ 15
EN AW-7020	AlZn4,5Mg1		310... ≥ 350	≤ 200... ≥ 290	10... ≥ 14	8... ≥ 12
EN AW-7022	AlZnMgCu0,5		310... ≥ 450	200... ≥ 420	7... ≥ 14	6... ≥ 12
EN AW-7075	AlZnMgCu1,5		370... ≥ 530	250... ≥ 460	7... ≥ 14	6... ≥ 12

Groep	Leveringstoestand volgens prEN 515 (1)	Brinell-hardheid HB	OPPERVLAKTEBEHANDELING			
			Geen	Chemisch	Mechanisch	Halfproduct gebeitst (2)
I	O koud gewalst en zacht gegloeid	20...25	A, C	A, C	A, C	A, C
	H14 koud gewalst tot half hard	30...40	A, C	A, C	A, C	A, C
	H16 koud gewalst tot hard	40...55	A, C	A, C	A, C	A, C
II	O koud gewalst en zacht gegloeid	30...50	A, C	A, C	A, C	A, C
	H14 koud gewalst tot half hard	45...70	B, C	B	B	B
	H16 koud gewalst tot hard	50...85	B, C	B	B	B
	H3. koud gewalst en kunstmatig verouderd	(3)	B, C	B	B	B
	T.. warmtebehandeld	(3)	B, C	B	B	B
III	O koud gewalst en zacht gegloeid	55...70	B, C	B	B	B
	H14 koud gewalst tot half hard	70...100	B	B	B	B
	H18 koud gewalst tot hard	88...105	B	B	B	B, C
	T.. warmtebehandeld	(3)	B, C	B	B	B

- (1) De letters O, H en T zijn aanduidingen voor de temperklasse. De cijfers zijn een aanduiding voor de verschillende behandelingen die het materiaal ondergaan heeft.
- (2) In de leveringstoestand is het materiaal lasbaar.
- (3) Afhankelijk van de chemische samenstelling van de legering.
- A Het materiaal kan zonder stroom- en laskracht-programma gelast worden.
- B Geadviseerd wordt om bij hoge sterkten en plaatdikten > 1 mm een stroomlaskrachtprogramma te gebruiken.
- C Korte elektrodelevensduur.

Tabel 2: de lasbaarheid met punt- en rolnaadlassen van drie groepen aluminium

meestal in een bijzonder korte elektrodelevensduur. De elektrodelevensduur wordt bepaald door het aantal puntlassen of meter laslengte, die gemaakt kunnen worden tot het moment dat de laskwaliteit beneden een minimale gewenste waarde komt. Onder laskwaliteit wordt bijvoorbeeld verstaan de lasdiameter, de afschuif- en/of koptrekkraft of zeer dikwijls simpelweg het lasuiterlijk.

De contactweerstand kan door de volgende voorbehandelingen op de te lassen plaat verlaagd worden:

- Mechanisch

Voordat gelast wordt moet het oxidelaagje met roterende roestvast stalen borstels of kunststofkorundborstels, (draaddiameter 0,1 mm), verwijderd worden.

- Chemisch

De chemische voorbehandeling geeft een duidelijk minder ruw oppervlak. De contactweerstand is consistent over het gehele plaatoppervlak. Deze beitsprocedure moet echter wel afgestemd zijn op de chemische samenstelling van het aluminium. In het algemeen kan gesteld worden dat naarmate de contactweerstand toeneemt, de elektrodelevensduur afneemt.

- Toepassing van speciaal voorbehandelde plaatmaterialen

- Optimale keuze van de lasmachine-instellingen.

Bij het lassen met wisselstroom moet best met zo weinig mogelijk fase-aansnijding gelast worden (d.w.z. met zoveel mogelijk sinusvormige lasstroom). Om het eroderen van de elektrode te

minimaliseren moeten de piekstroom en de effectieve stroom zo dicht mogelijk bij elkaar liggen (uiteraard een bijzonder groot voordeel van DC of MF DC lasmachines).

### INVLOEDSFACTOREN LEVENSDUUR

De elektrodelevensduur wordt door een groot aantal factoren bepaald:

- Aluminiumkwaliteit (type aluminium, oppervlaktegesteldheid, plaatdikte)

- Lasmachine (mechanische eigenschappen, elektrische eigenschappen, koeling van de elektroden, materiaal van de elektroden)

- Instellingen (geometrie van het elektrodecontactvlak, de combinatie van de gekozen lasparameters: stroomtijd,

lassnelheid en elektrodelaskracht). We kunnen de levensduur van de elektrode aanzienlijk verlengen door deze regelmatig te borstelen met een zachte schuurborstel. Zie figuur 4.

### DE ELEKTRODEVORM

Voor het lassen worden de in figuur 5 geschetste elektroden type A en C aanbevolen. Bij plaatdikten van minder dan 1,5 mm wordt, indien de laskwaliteit minder van belang is, type B, een afgeronde kegelvormige elektrode met een kleine radius, toegepast. Een nadeel van deze elektrodevorm is echter dat, door de hoge thermische belasting, het contactvlak snel de neiging vertoont tot aanleggen en dat deze een diepe indrukking in het plaatoppervlak achterlaat.

Hetzelfde kan ook voor de cilindrische elektrode, type D, gelden. Dit elektrodetype kan een langere elektrodelevensduur bezitten. Tijdens het puntlassen wordt het cilindrische deel verbruikt. De levensduur kan variëren van 200 tot 3.000 en meer lassen. Wordt er gestreefd naar een minimale erosie van het elektrodecontactvlak in combinatie met een op eenvoudige manier te beheersen contactdiameter, dan wordt elektrodetype C aanbevolen. De contactdiameter kan door middel van een elektrodefrees op maat worden gebracht en gehouden. Is de indrukking van de elektrode in het plaatoppervlak niet toegestaan, dan wordt een combinatie van een vlakke elektrode, type D of E (een zogenaamd 'tafeltje' dat al dan niet zelfs scharnierend uitgevoerd kan worden), met de elektrodetypen A, B of C toegepast.

Tabel 3: elektrodematerialen

Elektrode-materiaal	Hardheid HV 30	Elektrisch geleidingsvermogen	Thermisch geleidingsvermogen W/m.K (20°C)	Ontlaat-temp. °C
CuCrZr(1%Cr;0,1%Zr)	130	25...50 m/Ωmm <sup>2</sup>	320	500
ISO 5182 klasse A 2/2				
Werkstof-Nr. 2.1293				
R.W.M.A. Class II				
CuCd	90	42...46 m/Ωmm <sup>2</sup>	395	150
ISO 5182 klasse A 1/2				
R.W.M.A. Class I				

## ELEKTRODEKOELING

Om de warmteontwikkeling in het scheidingsvlak tussen de te verbinden plaatdelen te kunnen concentreren, moeten de elektroden intens gekoeld worden. Met een goede koeling wordt het eroderen van het elektrodecontactvlak onderdrukt, met als resultaat een verlenging van de levensduur. Geadviseerd wordt om een afstand van minstens 10 mm aan te houden tussen het elektrodecontactvlak en de bodem van de waterkanaalboring (om voldoende massa materiaal dicht bij de lasplaats te behouden – dit is bijzonder belangrijk omwille van de zeer korte lastijden waarmee gewerkt wordt, en waarbinnen warmtetransport onmogelijk zo snel tot in het koelwater kan plaatsvinden). Ook wordt aangeraden om de stijgbuis van de watertoevoer af te schuiven. Minimaal vereist is een watertemperatuur van lager dan 20 °C en een waterdebiet van minstens 4 liter/min.



*Verlengen levensduur elektrode door regelmatig borstelen*

## LASUITVOERING: INSTELLEN LASMACHINE

Maatgevend voor de laskwaliteit is de plaatdikte, de chemische samenstelling van het aluminium, de oppervlaktegesteldheid in combinatie met de instellingen van de lasmachine, de laskracht, de lasstroom, de stroomtijd, de elektrodegeometrie en de dynamische eigenschappen van de laskop.

## PUNTLASSEN

De in tabel 4 opgegeven richtwaarden gelden voor het lassen met gelijkstroom van de aluminiumlegeringen die behoren tot categorie III, bijvoorbeeld AlMg3. Moeten legeringen met een hoger elektrisch geleidingsvermogen gelast worden, dan zal de lasstroom eveneens hoger gekozen moeten worden. De zuivere

aluminiumkwaliteiten die behoren tot categorie I moeten bovendien met een lagere laskracht verlast worden. Bij de tabelwaarden dient het volgende opgemerkt te worden:

- Materiaal met een hoog geleidingsvermogen vereist een hogere lasstroom in combinatie met korte lasstroomtijd = meer dynamische warmteontwikkeling.
- Materiaal met een laag geleidingsvermogen vereist een lagere lasstroom met langere lasstroomtijd.
- Aanbevolen wordt om de elektroden frequent te reinigen. Wordt er met wisselstroom gelast, dan moet vanwege het lagere rendement van wisselstroom, een hogere lasstroom toegepast worden.

Voor het lassen van ongelijke plaatdikten moet de richtwaarde voor het lassen van de dunste plaat

genomen worden. De plaatdikteverhouding mag maximaal 1:3 zijn. Belangrijk is de steek tussen de puntlassen die in een rij worden gezet. Door shuntwerking vloeit een deel van de lasstroom door de ernaast liggende puntlassen. Hierdoor ontstaan kleinere lasdoorsneden. Door, na het maken van de eerste puntlas, de lasstroom iets te verhogen, kan de lasdoorsnede voor de daaropvolgende puntlassen op het oorspronkelijke niveau gebracht worden. Hou daarmee ook rekening bij het beoordelen van destructieve testen. Moeten aluminiumlegeringen uit de categorieën I en II of legeringen die tot verschillende categorieën behoren aan elkaar gelast worden, dan kunnen de richtwaarden aan de hand van de waarden van het elektrisch geleidingsvermogen, de

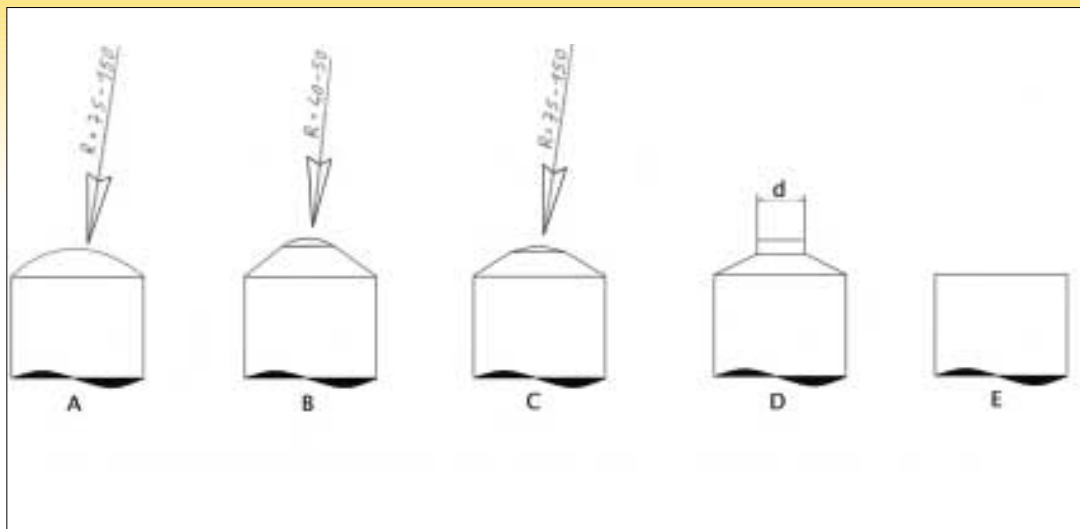
treksterkte en de plaatdikte, volgens tabel 5 berekend worden. (Opmerking: Berekening van de elektrodelaskracht en de stroomtijd: is de treksterkte  $R_m=280\text{MPa}$ , code F28, en behoort de aluminiumlegering tot categorie II dan is de richtwaarde voor de laskracht  $F_s=12$  à  $17 R_m$ ,  $F_s=3360$  N à  $4760$  N. De stroomtijd,  $t_s$ , wordt bepaald door de plaatdikte,  $e$ . Voor categorie II legeringen is dit  $t_s=2e$ . De lasstroom zal proefondervindelijk moeten worden vastgesteld.) Er moet steeds in overweging genomen worden dat richtwaarden voor het instellen van machines zoals hierboven gegeven in tabel 4 en 5 goed zijn voor een ruwe instelling van het proces. Voor het fijn afstellen van de machines kan men zich wenden tot het alom bekende 'trial and error' testwerk in productie. Dit

Tabel 4: richtwaarden voor het lassen van AlMg3 met gelijkstroom

Instellingen	Plaatdikte in mm									
	0,35	0,5	0,8	1	1,25	1,5	2	2,5	3	3,5
Elektrodediameter D in mm	16	16	16	16	20	20	20	25	25	25
Elektroderadius R in mm	75	75	75	75	75	100	100	100	100	150
Laskracht F in kN	1,5	1,8	2,2	3	3,5	4	5	6,5	8	10
Lasstroom I-rms in kA	18...22	19...24	24...30	25...32	26...34	27...35	30...38	34...42	38...45	44...50
Lasstroomtijd $t_s$ in perioden 50 Hz	2	2	3	3	4	5	6...8	7...9	8...10	9...12
Laslensdiameter dl in mm	3	3,5	4,5	5	5,5	6	7	8	8,5	9,5
Lasknopdiameter dk in mm	3,5	4	5	5,5	6	6,5	7,7	8,7	9,3	10,3

neemt evenwel bijzonder veel (productie)tijd in beslag en biedt geen garantie op optimale resultaten. Sinds een aantal jaren bestaan er numerieke simulatie pakketten die toelaten om een zo optimaal mogelijke instelling te berekenen op computer. Dergelijke simulaties laten toe om gebaseerd op werkelijk gemeten data op productiemachines in werking en met behulp van

**EEN BELANGRIJKE TECHNIEK OM DE KWALITEIT VAN EEN PUNTLAS TE BEOORDELEN IS OM DEZE OP ZIJN UITERLIJK TE BEOORDELEN EN EENVOUDIGE METINGEN TE VERRICHTEN**



Diverse elektrodevormen

materiaalgegevens in het pakket voorhanden in verschillende databases een meer optimale in- en afstelling te vinden voor de toepassing zonder in eindeloos testwerk te vervallen. Op deze wijze kan én kwaliteit én productietijd én elektrodelevensduur gewonnen worden. Voor meer informatie over deze moderne manier van omgaan met weerstandlassen (van eender welk lasbaar metaal en in eender welke uitvoeringsvorm van het weerstandlassen) gelieve een kijkje te nemen op: [www.swantec.com](http://www.swantec.com) of mail naar [pvr@denayer.wenk.be](mailto:pvr@denayer.wenk.be).

Aanduiding volgens EN 573	Cat.	Specifieke elektrische weerstand S	Laskracht $F_S$ in N	Lasstroomtijd $t_s$ perioden 50Hz
EN AW-1080 EN AW-1200	I	34...38 m/Ωmm <sup>2</sup>	10.Rm...15.Rm	≤ 1,5 mm dikte, ( $e_1$ ); $t_s = e_1 + 1$ ≥ 1,8 mm dikte, ( $e_1$ ); $t_s = e_1 + 2$
EN AW-3103 EN AW-6082	II	23...32 m/Ωmm <sup>2</sup>	12.Rm...17Rm	$t_s = 2 \cdot e_1$
EN AW-5754 t/m EN AW-5182 EN AW-3004 EN AW-7020	III	16...22 m/Ωmm <sup>2</sup>	14.Rm...19.Rm	$t_s = 2 \cdot e_1 + 1$

Tabel 5: berekening van de elektrodelaskracht en de stroomtijd aan de hand van de specifieke elektrische weerstand en de materiaalsterkte

### ROLNAADLASSEN

De richtwaarden voor het instellen van een rolnaadlasmachine staan vermeld in tabel 6. Een kwalitatief goede lasverbinding kan alleen worden verkregen door het oxidelaagje van het plaatoppervlak te verwijderen. Geadviseerd wordt om alleen met gelijkstroom te lassen.

### LASFOUTEN

Door een verkeerde keuze van de instellingen van de machine qua

lasstroom, lasstroomtijd en elektrodelaskracht, doch ook door mogelijke abnormaliteiten in het te lassen materiaal kunnen lasfouten ontstaan. In tabel 7 zijn de belangrijkste lasfouten en enkele maatregelen vermeld om deze mogelijk op te heffen. Daarnaast kunnen echter ook fouten ontstaan omwille van slijtage aan het aandruksysteem van de lasmachine zelf. Hiertoe werd aan het De Nayer Instituut in het kader van een IWT-HOBU project In-Situ testapparatuur

ontworpen die toelaat om het mechanisch gedrag van machines in werking op te meten zonder de productie daarbij te storen. De aldus verkregen info laat toe om enerzijds onderhoud bewuster uit te voeren, doch ook om met uw specifieke machinegegevens numerieke simulaties uit te voeren. Neem gerust even een kijkje op [www.denayer.be](http://www.denayer.be) bij de onderzoeksgroep Lastechniek voor meer informatie hieromtrent.

### KWALITEITSCONTROLE

Om de kwaliteit van de lasverbinding vast te kunnen stellen staan verschillende methoden ter beschikking.

### DESTRUCTIEVE ONDERZOEKS-METHODEN

– Afpelproef  
De afpelproef kan met eenvoudige hulpmiddelen uitgevoerd worden en geeft direct informatie over de lasdoorsnede. Deze proef kan uitgevoerd worden op testplaatjes in een bankschroef m.b.v. een as met gleuf en hefboom of rechtstreeks op een werkstuk via een kaptest die daarna gerepareerd kan worden (minder uitval).

Met een schuifmaat kan na de proef de minimale en de maximale lasknopdiameter gemeten worden. Het uiterlijk van de breuk geeft een indruk over de structuren in de smeltzone en de eventuele aantasting van de oorspronkelijke plaatstructuur in de warmtebeïnvloede zone.

– Torsieproef  
Bij de torsieproef worden twee strippen, met twee puntlassen, haaks op elkaar gelast. De eerste las dient als shuntlas en wordt voor de torsieproef afgeknipt. Met de hand worden de strippen met een schaarbeweging van elkaar getordeerd. Vermits bij deze destructieve test zo goed als zeker breuk zal optreden in de las zelf, kan op deze manier een oordeel gevormd worden over het breukuiterlijk en de lasdoorsnede (eventueel aanwezige scheuren en/of porositeiten aanwezig in de las zelf).

– Afschuifproef  
Voor deze proef moet men de beschikking hebben over een trekbank. Het samenstellen van de lasproefstukken kan volgens verschillende normen of aanbevelingen gebeuren. Het eenvoudigste proefstuk, figuur 11, is door het International Institute of Welding, IIW, geaccepteerd. Twee strippen worden, met een voorgeschreven overlapping, met

Tabel 6: richtwaarden voor het rolnaadlassen van aluminium en aluminiumlegeringen

Plaatdikte mm	Laswiel-radius R mm	Laskracht kN	Lasstroom kA	Stroomtijd perioden 50 Hz	Stroom-pauzetijd perioden 50 Hz	Lasneldheid m/min
0,25	50	2,4	21	1	1	1,35
0,5	50	2,7	25	1	2	1,25
0,75	75	3	29	2	3	1,2
1	75	3,4	32	2	3	1,1
1,25	75	3,75	35	2	4	1
1,5	75	4,1	39	3	5	0,9
2	75	4,8	46	3	6	0,7
2,5	100	5,5	52	4	7	0,5

Lasfout		Voor- druktijd	Lasstroom	Stroomtijd	Laskracht	Andere oorzaken
Laslensdoorsnede	te klein	-	te laag te hoog	te kort te lang	te hoog te laag	elektroderadius te klein elektroderadius te groot
	te groot	-	te laag te hoog	te kort te lang	te hoog te laag	elektroderadius te groot elektroderadius te klein
Laslenspenetratie	< 30%	-	te laag te hoog	te kort te lang	te hoog te laag	elektroderadius te groot elektroderadius te klein
	> 70%	-	te laag te hoog	te kort te lang	te hoog te laag	elektroderadius te groot elektroderadius te klein
Elektrode-indrukking in het plaatoppervlak > 10%		-	te hoog	te lang	te laag	elektroderadius te klein
Snel legeren van het elektrodevlak. Korte elektrodelevensduur.		te kort	te hoog	te lang	te laag	plaatoppervlak vervuild elektroderadius te klein
Porositeit en scheuren		te kort	te hoog	te lang	te laag	plaatoppervlak vervuild elektroden niet goed uitgelijnd
Spatlassen		te kort	te hoog	te lang	te laag	plaatoppervlak en elektrode- contactvlak vervuild

Tabel 7: oorzaken van lasfouten bij het puntlassen

een puntlas op elkaar gelast en vervolgens in een trekbank tot breuk belast. Maximale trekkracht, breukuitrijik en lasdoorsnede geven informatie over de laskwaliteit.

**- Koptrekproef**

Net als bij de afschuifproef moet men beschikken over een trekbank en een speciaal hulpstuk voor het inspannen van het koptrekproefstuk. De afmetingen van het proefstuk en het hulpstuk staan beschreven in DVS-Merkblatt 2916.

**NIET-DESTRUCTIEVE ONDERZOEKS-METHODEN**

**- Visuele inspectie**

Een belangrijke techniek om de

kwaliteit van een puntlas te beoordelen is om deze op zijn uiterlijk te beoordelen en eenvoudige metingen te verrichten. De indrukdiepte van de elektrode in het plaatoppervlak is meestal een belangrijk kwaliteitskenmerk en mag afhankelijk van de specifieke standaard die men in het desbetreffende bedrijf nastreeft niet meer dan 1 tot bv. 15% van de plaatdikte bedragen. Bijvoorbeeld: Plaatdikte 0,8 mm, maximum toelaatbare indrukdiepte 0,08 mm.

Is het visuele aspect een belangrijk criterium, dan moet de toelaatbare indrukking op een lager percentage gespecificeerd worden. Een sterke mate van kraagvorming door zijdelings weggedrukt plaatmateriaal uit het contactvlak

tussen elektrode en plaat moet zoveel mogelijk vermeden worden. De op elkaar gelaste platen mogen tussen twee puntlassen in niet open staan. De positie van de puntlassen, steek- en randafstand zijn belangrijk omdat het lassen op plaatranden bijzonder kritisch is naar het ontstaan van spatlassen. - Röntgen en Ultrasoon onderzoek Bij röntgenonderzoek kunnen inwendige defecten zoals poriën en krimpholten aangetoond worden.

Ultrasoononderzoek biedt de mogelijkheid om computerondersteund en in productie de grootte (en dus sterkte) van de gerealiseerde lassen te meten waardoor het aantal destructieve testen sterk gereduceerd kan worden. Deze techniek gaat vooral gebruikt

worden indien veel gemechaniseerd gelast zal worden. □

*Opmerking: in deze versie werden niet alle figuren vermeld. De volledige versie kan u terugvinden op de website van het De Nayer Instituut.*

**BIBLIOGRAFIE**

- 'The Professional's Advisor on Resistance Welding', American Welding Society, 1998
- 'Resistance Welding Manual', fourth edition, Resistance Welder Manufacturers' Association, 1999
- 'Quality in Resistance Welding', Zwolzman O.
- Aluminiumcentrum (Nederland) 'Het lassen van aluminium (IV) Weerstandlassen', 1994
- 'Cursus Weerstandlassen', P. Van Rymenant, 2003
- Richtwerte zum Widerstandsschweissen, H.A. Schlatter AG;
- SORPAS@The software for simulation of resistance welding, dr. W. Zhang, Swantec, 1995-2003
- The software for simulation of resistance welding, dr. W. Zhang, Swantec software & engineering
- 'The Professional's Advisor on Resistance Welding' American Welding Society, 1998-
- 'Resistance Welding Manual', fourth edition, Resistance Welder Manufacturers' Association, 1999
- 'Quality in Resistance Welding', Zwolzman O.
- Aluminiumcentrum (Nederland) 'Het lassen van aluminium (IV) Weerstandlassen', 1994
- 'Cursus Weerstandlassen' P. Van Rymenant, 2003
- Richtwerte zum Widerstandsschweissen, H.A. Schlatter AG

Afschuifproef

Zuivere afschuiving

Combinatiebelasting

