

Lassen met beklede elektroden

Historie of toch nog perspectief

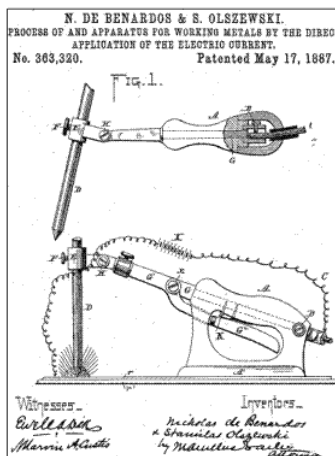
De geschiedenis van het samenvoegen van materialen gaat enkele eeuwen terug, maar voor het einde van de 19e eeuw, was het enige beschikbare proces smeden. Met de ontdekking van de elektrische boog door Sir Humphrey Davy in 1801, en daaropvolgende ontdekkingen tijdens die eeuw, werd booglassen de meest gebruikte vorm van het metallurgisch verbinden van metalen.



Illustratie van elektrische boog tussen twee metalen

Historie van de elektrode

Het lassen met een elektrische boog vindt zijn oorsprong al in 1801 toen Sir Humphrey Davy de "elektrische boog" ontdekte. Vele jaren later was het de Engelsman Wilde, die bewust 2 stukjes ijzer met een elektrische boog aan elkaar smolt. Hiervoor kreeg hij in 1865 als eerste patent op het gebied van elektrisch lassen. Het duurde echter tot 1881 voordat Auguste de Meritens een apparaat ontwikkelde waarbij met gebruik van een koolstof elektrode de elektrische boogwarmte toegepast kon worden om loodplaten van accu's te "lassen". Naar aanleiding van een Engels patent van 1885 waren het de Russische wetenschappers Nicolas de Bernados en Stanislaw Olszewski die experimenteerden met dit proces waarbij de koolstof elektrode in een geïsoleerd handvat werd geplaatst. Dit leverde Bernados in 1887 een patent op voor het "koolstof-boog lassen".



Dit proces werd in het begin alleen toegepast voor simpele vaatjes en tuinmeubels maar later ook voor reparaties aan stoomlocomotieven. Het probleem dat echter ontstond was dat de gemaakte verbindingen hard en bros waren door opkoling vanuit de koolstof elektrode.

De koolstof elektrode werd vervolgens door twee onafhankelijke onderzoekers, N.G. Slavinoff in Rusland en Charles Coffin in Amerika, vervangen door een massieve metalen staaf. De elektrische boog leverde de warmte om het basismateriaal te smelten waarbij de metalen staaf tevens langzaam afsmolt en aldus extra metaal aan de lasverbinding toevoegde. Dit metaalboog lasproces werd in 1889 door Coffin in Amerika gepatenteerd.

De verbindingen die door middel van het lassen met een onbektele staaf werden gemaakt waren meestal vrij zwak en bros vanwege oververhitting en oxidatie door de omringende lucht. Dit probleem probeerde men op te lossen door de metalen staaf licht te "bekleden" met verschillende organische materialen en mineralen. In 1907 kreeg Oskar Kjellberg hiervoor het eerste patent. Deze eerste beklede elektroden hadden weliswaar een stabielere lasboog maar gaven nog onvoldoende bescherming of reiniging van het lasmetaal. De ontwikkeling ging verder en in 1912 verkreeg Strohmeinger in Amerika een patent op een dik beklede elektrode. Met deze elektrode kon een lasverbinding worden gemaakt met goede mechanische eigenschappen.

In de tussentijd werkte The Lincoln Electric Company al sinds 1902 aan lasapparatuur voor het elektrisch booglassen en bracht de eerste lasapparaten in 1912 op de markt.

Het bekleden van elektroden was in de begintijd zeer duur en arbeidsintensief omdat de elektroden één voor één met de hand vervaardigd moesten worden. Als bekleding werd ge-

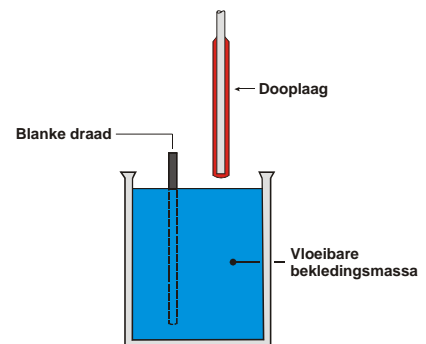
bruik gemaakt van asbest koord (magnesium-silicaat), dunne aluminium draad en andere materialen.

Door de Eerste Wereld Oorlog werd de toepassing van het lassen met beklede elektroden in Amerika, Engeland en Duitsland snel populair. Dit vanwege het groot aantal schepen dat gerepareerd moest worden en voor het maken van bommen, mijnen en torpedo's.

In Engeland werd in 1920 het eerste compleet gelaste schip, 'de Fulagar', te water gelaten, waarmee de trend in de scheepsbouw was gezet. In 1928 werd in Cleveland, Amerika, een frame van 115 ton staal in elkaar gelast ten behoeve van het Upper Carnage gebouw, het geen 15% gewichtsbesparing opleverde ten opzichte van een constructie met klinknagels.

Het elektrisch booglassen met beklede elektroden werd meer en meer toegepast en bracht een verschuiving teweeg van gietstukken naar gelaste onderdelen en machineconstructies. De fabricage van beklede elektroden werd aanzienlijk goedkoper toen in 1927 het extruderen werd ontwikkeld. Hiermee was het tevens veel eenvoudiger om de samenstelling van de bekleding te variëren en de lasbaarheid te beïnvloeden. Een elektrode bekleding met desoxidanten, gas- en slakvormende elementen kon vanaf toen gerealiseerd worden.

Elektrodenfabricage, Dopen (verouderd)



Willem Smit



Willem Benjamin Smit, oprichter van
"Willem Smit Elektrotechnische Industrie"

Het elektrotechnische bedrijf Willem Smit uit Nijmegen bedacht in 1925 dat het zelf produceren van beklede elektroden de verkoop van hun lasapparaten weleens zou kunnen stimuleren. In 1927 werd er officieel met de productie van ongelegeerde beklede elektroden gestart. Deze eerste elektroden werden gedompeld in een mengsel van calcium-carbonaat (krijt) en waterglas gebaseerd op recepten van de Universiteit van Amsterdam. Als de elektroden te dik waren werden ze stuk voor stuk op dikte geschuurd en nagemeten. Door de aard van het proces waren de eerste elektroden erg gevoelig voor poreusheid, maar dat werd door verdere ontwikkelingen verbeterd.

Sinds die tijd is er erg veel veranderd en zijn vele verschillende soorten elektroden ontwikkeld, niet alleen met verschillende soorten bekleding maar ook met verschillende chemische samenstellingen van het neergesmolten lasmetaal, aangepast aan het basismateriaal. Zo kwamen er elektroden voor het verbindingslassen van ongelegeerd, laaggelegeerd en roest-

vaststaal evenals voor het oplassen van slijtvaste lagen en voor reparaties in de moeilijk lasbare staalsoorten.

In 1935 werd door Willem Smit de eerste roestvaststaal elektrode op de markt gebracht onder de naam **Arosta**, voor het lassen van wat toen nog roestvrijstaal werd genoemd met 18% Cr en 8% Ni. Een jaar later kwamen daar de **Nichroma** en de **Intherma** bij. Inmiddels is dit aantal roestvaststaal elektroden gestegen tot over de veertig, van de 304-types tot de duplex en superduplex roestvaste staalsoorten.

Inmiddels is het lasbedrijf Willem Smit door verzelfstandiging en overnames, via Smit Las en Smitweld, overgegaan naar Lincoln Smitweld B.V., maar wel met 82 jaar ervaring in het maken van hoogwaardige elektroden en met nu meer dan 150 verschillende soorten in het programma met diameters van 1,6 tot 6,3 mm.

Lincoln Smitweld B.V. maakt nu deel uit van "The Lincoln Electric Company" met vele productie faciliteiten en vertegenwoordigingen over de gehele wereld.

Toekomst van de elektrode

Het marktaandeel van het lassen met beklede elektroden is het laatste decenium sterk gedaald. Voor de belangrijkste industrielanden van Europa maakt het nog maar 10 tot 12% uit van de totale lasmarkt. Het marktaandeel mag in de sterk geïndustrialiseerde landen laag zijn, doch men ziet een duidelijke stabilisatie in het marktaandeel voor dit lasproces. Dit is ook niet verwonderlijk daar het lassen met beklede elektroden in enkele toepassingen nog steeds zeer grote voordelen kent, zoals de zeer grote flexibiliteit van dit productieproces. Voor meer informatie zie ook Produkt Informatie Bulletin No 2N. Door het grote aantal gewenste verschillende chemische samenstellingen en de vele specifieke toepassingen zal de elektrode, en met name de "specials" ook in de toekomst een grote rol in de lasindustrie blijven spelen.

De elektrode bekleding

Alvorens in te gaan op de diverse elektrode bekledingen is het gewenst om met name in te gaan op de ontwikkeling van de basische bekleding en hoe men hier, na de introductie, op reageerde.

Ontwikkeling basische bekleding

Kort voor de Tweede wereldoorlog (1940-1945) kwamen de eerste bruikbare basische elektroden op de markt. Hun ontwikkeling werd gestimuleerd door het feit, dat de gebruikelijke elektroden het in sommige gevallen lieten afweten, waardoor vooral problemen als scheuren ontstonden.

'Basische elektroden zouden hiervoor minder gevoelig zijn'

Inderdaad kan men zeggen, dat het scheuren (overigens ook vaak in de plaat) voor een groot deel kan worden toegeschreven aan te hoge waterstofgehalten van het lasmetaal en overgangszone, dat de te hoge zwavelgehalten van het staal ook deels voor het ontstaan van gasholten verantwoordelijk waren, en dat de hogere kerfslagwaarden van het basische lasmetaal aantrekkelijk waren als het om toepassingen bij lagere temperaturen ging. En wat dat laatste betreft, het ging voornamelijk om toepassingen in de buitenlucht en de eisen waren, voor die jaren, erg mild.

Maar er kleefden ook wel grote bezwaren aan deze basische typen; om de genoemde, betere eigenschappen te verkrijgen moesten stoffen aan de bekleding worden toegevoegd, die op de operationele lasbaarheid een ongunstige invloed hadden. En dit leidde weer tot startmoeilijkheden, daaruit vloeiden weer startgas voort – de boog moest erg kort gehouden worden – vastvriezen trad nogal eens op – en het bekledingstype was erg gevoelig voor vocht-opname - en vochtige basische elektroden zijn een gevaar op zich.

Daarbij deed zich ook nog het probleem voor, dat de lasser gewend was aan gemakkelijk lassende elektroden, die geschikt waren voor zijn werk. Hij werd nu geconfronteerd met één type basische elektroden – en daar moest hij eerst nog mee leren lassen ook.

'Daarom kregen ze dus niet zo'n goede naam'

De fabrikanten gingen naarstig zoeken naar verbeteringen, maar het gevolg was wel, dat in de naoorlogse jaren zoveel typen op de markt kwamen, dat we konden spreken van één type voor elk bedrijf. Verbeteringen zijn er in de loop der jaren geregeld geweest.

Minder vochtgevoelig, minder kritische booglengte, beter starten, betere kerfslagwaarden, ook minder typen, maar met een veel breder toepassingsgebied, rendementstypen, alles bij elkaar belangrijke verbeteringen, waardoor de slechte naam allengs vervaagde. Veel lassers werden, en zijn tegenwoordig zelfs fervente basische lassers.

Met name in de jaren 80 maar ook daarna is er intensief gezocht naar oplossingen en is aanvullend onderzoek gedaan om de basische elektroden op een zeer hoog peil te krijgen qua operationele lasbaarheid maar ook qua mechanische eigenschappen. De huidige generatie basische elektroden kan men dan ook beschouwen als prettig lassende elektroden en elk

type heeft nu ook een eigen, duidelijk afgebakend werkterrein of toepassingsgebied zoals u wilt.

Lasbaarheid, rendement, mechanische eigenschappen, lasuiterlijk, slaklossing . . . een onvoltooide reeks van kenmerken waar de gebruiker van lastoevoegmaterialen zijn eisen in vertaalt.

Wie veel noten op zijn zang heeft – en van ons mag dat – verlangt op die punten kwaliteit. Een ongeschreven wet in de lastechniek leert echter dat het opschroeven van de ene eigenschap meestal ten koste gaat van een andere.

Een voorbeeld: bij basische elektroden moet worden ingeleverd op het criterium lasuiterlijk teneinde hoge eisen te kunnen stellen aan de mechanische waarden, in het bijzonder de kerftaaiheid. Het bekledingstype bepaalt dus in grote mate de lasbaarheid in de verschillende lasposities, het slakgedrag en de mechanische eigenschappen. Tegenwoordig is de gemiddelde bekleding samengesteld uit zo'n 16 verschillende mineralen, bindmiddelen en andere grondstoffen. Voor de roestvaststaal elektroden kunnen we de volgende bekledings typen onderscheiden.

Basische bekleding

Het basische (calcium-carbonaat en calcium-fluoride) type heeft een sterk reinigend effect op het lasmetaal dat daardoor uitstekende mechanische eigenschappen heeft zoals een goede kerftaaiheid bij -196°C. Dit type wordt toegepast voor de zwaardere constructies om scheurvrij te kunnen lassen. Tevens heeft dit type vanwege de zuiverheid een positief effect op de corrosieweerstand en de warmscheurgevoeligheid. De lasbaarheid en de slaklossing is echter wat "moeilijker" dan die van een rutiel type. Het voordeel is wel dat er met een grotere diameter kan worden gelast dan bij gebruik van een rutiel type voor een vergelijkbare toepassing. De Lincoln Smitweld productnaam voor RVS elektroden met een basische bekleding is **Jungo**, gevolgd door bijvoorbeeld een AISI aanduiding van het te lassen materiaal als 304L, 316L, etc. of een DIN Werkstoff nummer (nu EN materiaal nummer) als 4462, 4500 etc. Volgens AWS A5.4 is dit een Exxx-15 type.

Basisch-Rutiel bekleding

Het basisch-rutiel (basisch + titaan- en siliciumdioxide) type heeft een betere lasbaarheid door het rutiele aandeel maar levert iets in aan mechanische eigenschappen. Het geeft een goede aanvloeiing van het lasmetaal, is in alle posities te verlassen, heeft een goede slaklossing en geeft een fraai lasuiterlijk. Deze typen dragen de naam **Arosta**, gevolgd door bijvoorbeeld een aanduiding van het te lassen materiaal als 304L, 316L etc. Volgens AWS A5.4 is dit een Exxx-16 type.

Speciaal voor het verticaal neergaand lassen van dun roestvaststaal is als afgeleide van de Arosta, de Vertarosta ontwikkeld. Omdat de typische laspositie verticaal neergaand is, wordt dit type volgens AWS A5.4 als Exxx-15 aangeduid.

Rutiel-Basische bekleding

Het rutiel-basische type heeft een verhoogd aandeel rutiele elementen waardoor de lasbaarheid nog verder verbeterd wordt. Door de iets dikkere bekleding ten opzichte van de Arosta's zijn deze types zeer geschikt voor hoeklassen onder de hand en het vullen van naden. De zelflossende slak, het spiegelgladde lasuiterlijk, de zachte boog met zeer weinig spatten zijn de belangrijkste kenmerken van deze typen die de naam **Limarosta** dragen, uiteraard gevolgd door een materiaal aanduiding. Volgens AWS A5.4 is dit een Exxx-17 type.

Een combinatie van de basische en de rutiele bekleding wordt vaak toegepast om de voor- en nadelen zoveel mogelijk uit te buiten. Afhankelijk van de toepassing of het verwachte toepassingsgebied wordt de optimale combinatie van lasbaarheid, inbranding en mechanische eigenschappen ontwikkeld. Verder kan de lasbaarheid voor de verschillende posities geoptimaliseerd worden door de te vormen slak meer of minder vloeibaar te maken en/of de stol-snelheid aan te passen. De slaklossing wordt sterk beïnvloed door met een open of een ge-

sloten slakstelsysteem te werken. Bij het positielassen speelt de hoeveelheid gevormde slak natuurlijk ook een belangrijke rol ten aanzien van de beheersbaarheid van het smeltbad. Tevens kan door toevoeging van elementen als Cr, Ni, Mo etc. aan de bekleding, elke gewenste chemische samenstelling van het lasmetaal worden verkregen. Dit maakt de productie van elektroden dus zeer flexibel en economisch interessant. Bij roestvaststaal elektroden spreekt men van synthetische elektroden als de legeringsbestanddelen alleen via de bekleding tijdens het lassen aan het lasmetaal worden toegevoegd. Om corrosie technische redenen worden bijna alle roestvaststaal elektroden van Lincoln Smitweld vervaardigd met een gelegerde kerndraad om zodoende de chemische samenstelling van het neergesmolten lasmetaal en daarmee de corrosieweerstand te kunnen waarborgen. Er worden hoogstens elementen aan de bekleding toegevoegd om eventuele afbrand te compenseren. Eveneens wordt bij de 316L types een minimaal Mo-gehalte gegarandeerd van 2,7% om zeker te zijn van een goede corrosieweerstand.

Een andere toepassing van het legeren via de bekleding zijn de elektroden voor het oplassen van slijtvaste en harde oppervlakken die meestal een gecompliceerde chemische samenstelling hebben, die niet in draad of andere vorm te verkrijgen is.

Hoog rendementelektroden

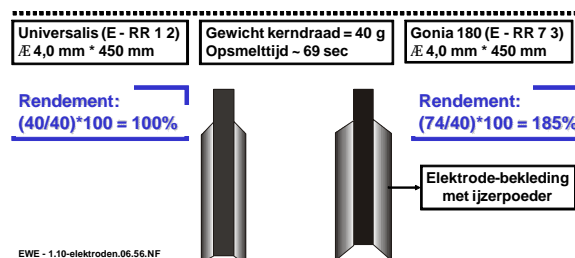
Voor ongelegerde elektroden kan, om het rendement van de elektroden te verhogen, ijzerpoeder aan de bekleding worden toegevoegd, waardoor naast het uit de kerndraad verkregen lasmetaal extra lasmetaal wordt neergesmolten vanuit de bekleding. Men spreekt hier dan van een verhoogd rendement. Voor roestvaststaal elektroden dienen daarbij ook de andere elementen zoals Cr, Ni, Mo etc. in de juiste verhouding te worden toegevoegd. Het rendement van een elektrode wordt per soort en diameter als volgt bepaald. De bekleding van drie stuks elektroden wordt rondom ingezaagd op 35 mm vanaf de zijde van het tang-eind. Deze elektroden worden vervolgens verlast met de maximale stroom waarbij de elektrode nog steeds goed last. De slak en eventuele spatten worden verwijderd waarna het gewicht van het neergesmolten lasmetaal wordt bepaald. Hierna worden drie gelijksoortige elektroden van hun bekleding ontdaan zodat de kerndraden kunnen worden gewogen om het gewicht te bepalen van de hoeveelheid kerndraad dat is gebruikt om het lasmetaal neer te smelten.

Het rendement wordt nu berekend door het gewicht van het neergesmolten lasmetaal te delen door het gewicht van de gebruikte kerndraad en dit te vermenigvuldigen met honderd om een percentage te krijgen. Zijn beide gewichten gelijk dan is het rendement dus 100%. Bevat de bekleding extra metallische elementen die lasmetaal vormen, dan zal het percentage dus hoger dan 100 zijn (zie figuur). Lincoln Smitweld heeft elektroden in het roestvaststaal programma die tot 160% rendement hebben zoals bijvoorbeeld de Nichroma 160. In het Lincoln Smitweld assortiment wordt bij de meeste hoog rendement elektroden het rendement als getal in de productnaam meegenomen. De Nichroma 160 en de Arosta 307-160 zijn de enige synthetische elektroden en omdat deze elektroden ontwikkeld zijn voor het lassen van zogenaamde zwart-wit verbindingen is de corrosieweerstand minder relevant dan een goede lasbaarheid, economie en het verkrijgen van een scheurvrije verbinding. Vanwege de opbouw van de Nichroma 160 is de aanduiding volgens AWS 5.4: E309Mo-26.

In de Limarosta serie zijn er hoog rendement types als Limarosta 304L-130 en 316L-130. Voor duplex roestvaststaal is er de Arosta 4462-145.

“Hoog” rendement:

$$\text{Rendement} = \frac{\text{gewicht neergesmolten lasmetaal}}{\text{gewicht verbruikte kerndraad}} \times 100\%$$



Efficiency

Buiten het rendement van een elektrode bestaat ook het begrip "efficiency". Omdat deze termen vaak worden verward lijkt het nuttig om hier het verschil aan te duiden. De "efficiency" kan worden berekend door het gewicht van het neergesmolten lasmetaal te delen door het totale gewicht van de daarvoor benodigde elektroden en dit te vermenigvuldigen met 100 om een percentage te krijgen ¹. In het algemeen ligt dit voor beklede elektroden tussen de 55 en 76%. Hiermee kan worden bepaald hoeveel kg elektroden benodigd zijn om één kg lasmetaal neer te smelten. Dit wordt ook wel het procesrendement genoemd.

Op de "Master Data Sheets" van Lincoln Smitweld producten zijn deze gegevens per type en diameter aangegeven, zie tabel 1 als voorbeeld van de Conarc 49C.

Tabel 1. Conarc 49C berekeningsgegevens

Afmetingen ø x lengte [mm]	Stroomsterkte range [A]	Stroomsoort	Boogtijd - per elektrode bij maximale stroom - [s]*	Energie E [kJ]	Neersmeltsnelheid H [kg/h]	Gewicht per 1000 stuks [kg]	Elektroden per kg lasmetaal B	Kg elektroden per kg lasmetaal 1/N
2,5 x 350	55 – 80	DC+	55	99	0,78	19,6	84	1,65
3,0 x 350	70 – 110	DC+	53	193	1,2	30,4	58	1,77
3,2 x 350	80 – 130	DC+	65	217	1,2	37,9	45	1,69
4,0 x 350	120 – 160	DC+	75	348	1,6	54,2	30	1,61
4,0 x 450	120 – 160	DC+	100	444	1,7	70,4	21	1,47
5,0 x 450	180 – 240	DC+	90	632	2,6	105,6	15	1,60
6,0 x 450	250 – 330	DC+	106	976	3,5	136,9	10	1,33

* reststuk (peuk) = 35 mm

Neersmeltsnelheid

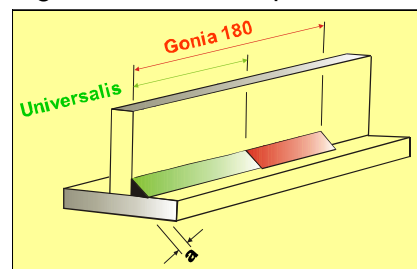
Een andere term die in dit verband wordt gebruikt is de neersmeltsnelheid. Deze is in principe onafhankelijk van het rendement van de elektrode of van het proces rendement. De bepalende factor in deze is uitsluitend de stroomdichtheid, Ampère per oppervlakte eenheid. Dit geldt voor alle elektrische booglasprocessen en geeft dus aan dat als een hoge neersmelt gewenst is de stroomdichtheid moet worden verhoogd. Hiervan wordt dankbaar gebruik gemaakt bij het lassen met gevulde draden of bij het onderpoederdek lassen met twee relatief dunne draden met een hoge stroom, het zogenaamde "twin-arc" lassen.

De neersmeltsnelheid van roestvaststaal elektroden is lager dan van de on- en laaggelegeerde typen omdat in het algemeen de stroomsterkte waarmee roestvaststaal elektroden worden verlast lager is. Dit wordt veroorzaakt door de hogere elektrische weerstand van roestvaststaal waardoor meer warmte in de elektrode wordt ontwikkeld en het risico van oververhitting toeneemt. Hierdoor kunnen bestanddelen uit de bekleding verbranden en zodoende hun werking ten aanzien van de laseigenschappen verliezen. Bij de ontwikkeling van de Lincoln Smitweld elektroden voor roestvaststaal is hier veel aandacht aan besteed met als resultaat dat de gevoeligheid voor oververhitting minimaal is.

Uittrek lengte

Naast de neersmeltsnelheid van een elektrode is de uittrek lengte zeer relevant als het gaat om het maken van hoeklassen. De uittrek lengte geeft de lengte van een lasrups met een bepaalde 'a'-hoogte aan die met één elektrode kan worden gelegd bij een bepaalde stroomsterkte. Hieruit is de lassnelheid te berekenen die bij het maken van hoeklassen een zeer belangrijke rol speelt ten aanzien van de productiviteit.

De hoeklaselektroden in het Lincoln Smitweld programma zijn zoveel mogelijk 450 mm lang wat extra laslengte per elektrode geeft. Bij de roestvaststaal types zijn we er in



¹ Efficiency = $\frac{\text{gewicht neergesmolten lasmetaal} / \text{elektrode}}{\text{totaal gewicht verbruikte elektrode}} \times 100\%$

geslaagd om deze zodanig te ontwikkelen dat de oververhitting minimaal is zodat de hele elektrode verlast kan worden. De synthetische Nichroma 160 is zelfs in 600 mm te verkrijgen wat zeer interessant is voor de scheepsbouw.

Productiviteit

Onder productiviteit bij het lassen verstaan we in principe de snelheid waarmee een bepaalde lasverbinding tot stand wordt gebracht die aan de gestelde eisen voldoet. In het algemeen zal er altijd worden gestreeft naar productiviteitsverhoging maar eerst zal vastgesteld moeten worden wat de zogenaamde "bottle neck" is. Gaat het om een proces met een enorme neersmeltsnelheid zoals bij lange naden met grote inhoud voor de offshore industrie of gaat het om de lassnelheid zoals bij hoeklassen in de scheepsbouw. Een combinatie is natuurlijk ook mogelijk, zoals het lassen van rondnaden in roestvaststalen leidingen. Hierbij kan bijvoorbeeld de doorlassing met het GMAW-STT proces verticaal neergaand worden gemaakt vanwege de snelheid, terwijl afgelast kan worden met MIG puls, beklede elektroden, gevulde draad of onderpoederdek voor een hogere neersmeltsnelheid.

Voor echte productiviteitsverhoging moet terdege rekening gehouden worden met diegene die het werk moet uitvoeren, de lasser. In de literatuur worden vaak percentages opgegeven voor de inschakelduur ofwel de effectieve boogtijd van de verschillende lasprocessen maar die zijn gemeten over een korte tijd. De mate van concentratie en het vakmanschap dat van de lasser gevraagd wordt om een hoge inschakelduur te bereiken, de hele dag, dag na dag, worden hierin niet meegenomen.

Een goed voorbeeld is een lasser die hoeklassen maakt met een beklede elektrode zoals de Nichroma 160 van 5 x 450 mm, en tot 4,1 kg lasmetaal per uur kan neersmelten. Als meerdere Nichroma's 160 van 600 mm lang worden toegepast in een zwaartekracht apparaat, kan een lassnelheid van meer dan 5 m/min bereikt worden bij het maken van dubbele hoeklassen. Dit wordt al enige jaren toegepast en is nog steeds heel economisch als het om lassnelheid en uittrek lengte gaat zoals bij het maken van hoeklassen. Ook met de hoogrendement typen van 450 mm lang zoals de Limarosta 316L-130 kunnen zeer economische en lasservriendelijke lasverbindingen gemaakt worden.

De laspositie waarin gelast moet worden is vanzelfsprekend een factor die van grote invloed is omdat niet alles onder de hand gelast kan worden. Het is tevens van belang voor de proceskeuze en de mate waarin gemechaniseerd kan worden. Een moderne manier van productiviteitsverhoging is het mechaniseren, maar dat wordt al moeilijker als het om grotere of ingewikkelde constructies gaat.

Als we het gemak beschouwen waarmee een beklede elektrode in alle posities verlast kan worden en de relatief kleine investering die nodig is om te kunnen lassen, dan scoort lassen met beklede elektroden nog steeds zeer hoog. Tevens geldt dat het elektrodelassen uitstekend buiten toegepast kan worden zonder dat de bescherming van het lasmetaal in gevaar komt, zoals bij het lassen met massieve of gevulde draad, waarbij de gasbescherming buiten een kritieke zaak wordt.

Laag waterstofhoudende elektroden

Vanwege het productieproces en door het hygroscopische karakter van de elektrodebekleding zal er altijd een bepaalde hoeveelheid vocht in de bekleding aanwezig zijn. Voor sommige types is dit vocht zelfs nodig omdat ze anders niet goed verlast kunnen worden zoals de cellulose types. Voor de basische en rutiel-basische types is het echter zaak om het vochtgehalte van de bekleding zo laag mogelijk te houden om te vermijden dat er waterstof in het lasmetaal komt. Dit ter voorkoming van poreusheid en waterstof geïnitieerde scheurvorming.

Om dit probleem te voorkomen heeft Lincoln Smitweld begin 80-er jaren rutiele en basische bekledingstypen voor zowel on- en laaggelegeerde als voor de roestvaststaal elektroden ont-



wikkeld met het zogenaamde EMR ² concept. De EMR bekleding heeft een bijzonder karakter met een combinatie van twee belangrijke eigenschappen. Ten eerste geeft een EMR bekleding een zeer laag initiële waterstofgehalte van het lasmetaal, lager dan 3-5 ml/100g. Ten tweede heeft de EMR bekleding een zeer vertraagde vochtnamegevoeligheid en kunnen de lage waterstofgehalten gegarandeerd worden, zelfs na langdurige expositie bij 35°C en 90% relatieve vochtigheid. Juist de combinatie van deze twee eigenschappen maakt de EMR bekleding uniek. Om het lage waterstof ook op de werkplek te kunnen garanderen kunnen de EMR elektroden geleverd worden in vacuüm verpakking, EMR SAHARA Ready-Pack, klaar voor gebruik zonder overdrogen en met een garantie van 12 uur laag waterstof na opening van het pak. Voor de roestvaststaal elektroden geeft de ReadyPack ook nog een extra bescherming tegen vuilopname.

Conclusie

Uit het voorgaande blijkt dat met het huidige productieproces voor beklede elektroden alle gewenste chemische samenstellingen kunnen worden gemaakt, wat het economisch maakt ten opzichte van de andere lasprocessen.

De universaliteit van de toepassingen voor beklede elektroden met een relatief geringe investering in apparatuur maakt het proces praktisch en economisch interessant voor binnen- en buitenwerk.

Voor hoeklassen zijn hoog rendement elektroden een economische oplossing.

Voor hooggemechaniseerde landen ligt het totale elektroden aandeel op nog maar 10 á 12%. Al met al ziet Lincoln Smitweld de afzet van beklede elektroden in de toekomst zonnig tegemoet zonder de ogen te sluiten voor de andere lasprocessen die we "toevallig" ook in het programma hebben.

Literatuur

1. The Procedure Handbook of Welding. The Lincoln Electric Company, Cleveland Ohio, USA. Thirteenth Edition, December 1994
2. Modern products, designed for welding stainless steel. Lincoln Smitweld Publicatie 1997.
3. Historie en toekomst van hooggelegeerde elektroden. Lincoln Smitweld Themadagen Lastechniek 1998
4. Reportage Smitweld, diverse uitgaven

² EMR staat voor Extra Moisture Resistant.