



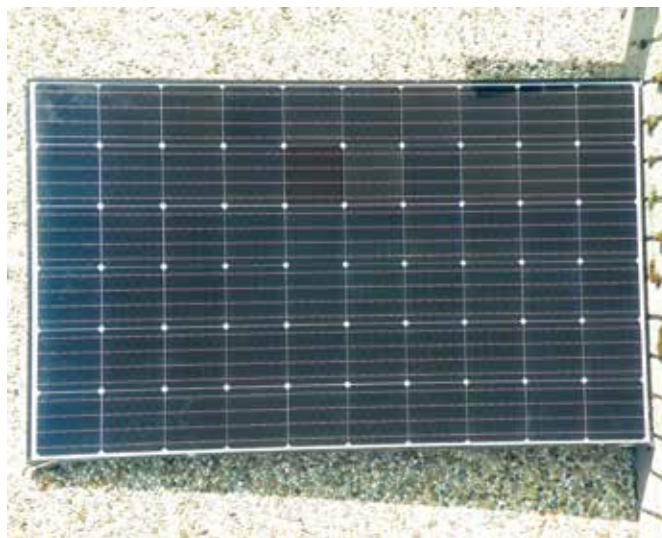
TEKST | Jaap van Peperstraten

Toepassing copper cold spray bij zonnepanelen

Aan de lange lijst van oppervlaktetechnieken kan sinds enkele jaren een nieuwe techniek worden toegevoegd: cold spray. Dit wordt onder meer ingezet bij de productie van zonnepanelen waar een specifieke variant van de technologie resulteert in flinke besparing op materiaal (koper). De rendementen in omzetting van zonne-energie naar elektriciteit zijn vergelijkbaar en er is een aanzienlijke verlenging van de levensduur van een PV-module gerealiseerd. Een uitgebreid proefproject is achter de rug; de focus ligt nu op opschaling naar industriële productie. Maar wat houdt cold spray precies in en hoe ziet zo'n machine die deze techniek uitvoert eruit?



Maurice Goris (l) en Klaas Rozema bij het prototype van de machine die de robot met spuitkop aanstuurt.



Een full size PV-module met achterzijde contact-technologie met aluminiumfolie en copper cold spray banen.

Het verhaal begint in 2013 toen ECN in contact kwam met Dycomet naar aanleiding van een materiaalprobleem waar de toepassing van de cold spray-techniek mogelijk een oplossing kon bieden. Dycomet levert apparatuur om cold spray toe te passen. ECN deed al langer onderzoek naar methoden voor rendementsverhoging en kostenbesparing bij zonnepanelen door de contact-technologie aan de achterzijde te verbeteren. Maurice Goris, onderzoeker zonne-energie bij ECN, legt uit hoe de nieuwe technologie z'n toepassing vond in de zonnepanelen.

"Om rendementsverhoging en kostenbesparing te realiseren was aanvankelijk het idee om voor de achterzijde-contacttechnologie koperfolie te gebruiken. Maar koper is best een duur ele-

ment. Zouden we niet een goedkoper materiaal kunnen gebruiken? Toen kwam aluminium om de hoek kijken, maar de technologie die wij toepassen om de opgewekte stroom in de module af te voeren naar een geleider werkt niet op aluminium. Wij gebruiken geleidende lijmen of lage temperatuurmaterialen om de opgewekte stroom in een cel af te voeren via een metallische geleider naar de buitenkant van een module. Met koper kan dat heel goed, maar met aluminium niet. Bij het gebruik van aluminium zorgt de oxidehuid voor elektrische isolatie waardoor de geleidende lijm niet werkt en solderen het materiaal niet bevochtigt. De vraag ontstond of we het aluminium oppervlak dusdanig konden bewerken dat je die twee materialen wel kunt gebruiken."

KOPERDEELTJES SPRAYEN

Een collega van hem wees hem op een mogelijk geschikt alternatief: copper cold spray. Hiermee zou je koperdeeltjes op het aluminium kunnen sprayen. Als je een paar korrels koper hebt, is dat voldoende om te kunnen solderen zodat je geleiding hebt van de cel naar de aluminium folie. Daarmee breek je ook het oxide huidje van het aluminium open, met als resultaat een mooi metallisch contact tussen koper en aluminium. Cold spray wordt normaal gebruikt om heel dichte lagen aan te brengen. De markten voor cold spray zijn heel divers. Het wordt toegepast voor elektrische geleidende lagen, reparatie van aluminium en gietijzeren onderdelen voor de automobielindustrie, de scheepvaart, machineonderdelen, en het wordt gebruikt bij



COLD SPRAY VAN GIETIJZEREN MALLEN

In een door Dycomet ontwikkelde spuitcabine bevindt zich een robot met force control, een afzuiginstallatie, een draaitafel, een Cold Spray-machine en een polijstmachine. In deze cabine krijgen gietijzeren mallen, die worden gebruikt voor de productie van flessen, een speciale coating door middel van het cold spray-proces. Na het cold sprayen worden deze mallen gepolijst in dezelfde robotcel door een polijstmachine met behulp van een op de robot gemonteerde force control. De force control zorgt ervoor dat er ten alle tijden een gelijkmatige en gecontroleerde druk tijdens het polijsten uitgeoefend wordt. Dit garandeert een goed en gelijkblijvend resultaat.

Normaal gesproken moeten deze mallen na acht productie-uren uit de glasmachine gehaald worden om een behandeling te ondergaan tegen overmatige slijtage. Door het geautomatiseerd aanbrengen van een Cold Spray-laag in deze toepassing is de standtijd van de mallen verhoogd naar drie dagen. In een Mexicaanse glasfabriek worden ongeveer 250 mallen tegelijkertijd gebruikt voor de productie van flessen. Het gebruik van Cold Spray levert een grote besparing op. Tevens is het vervangen van de mallen tijdens de productie gevaarlijk werk. Nu de mallen minder vaak vervangen hoeven te worden, lopen de werknemers veel minder risico.

biomedische toepassingen zoals titaan aanbrengen voor implantaten. Ook kan de techniek worden ingezet voor additive manufacturing bij de productie van bijvoorbeeld een massief blokje rvs.

De techniek hoort weliswaar bij de familie van thermisch spuiten, maar is daar een vreemde eend in de bijt. Bij thermisch spuiten gaat het om smeltprocessen waarbij een poeder of draad wordt gesmolten en op een oppervlak wordt geschoten. Met cold spray doe je in principe hetzelfde, maar je smelt geen materiaal. Je gebruikt alleen kinetische energie waarmee heel fijne metaalpoederdeeltjes enorm versneld in een oppervlak worden geschoten. De poederdeeltjes deformeren, het oppervlak deformeert en daardoor krijg je hechting.

HECHTING

De term cold in cold spray is gekozen omdat de deeltjes niet smelten terwijl er toch tamelijk hoge temperaturen toegepast worden. Bij de variant low pressure is er sprake van een persluchtdruk van 6 bar en een maximale temperatuur van 600 graden. Bij high pressure is er sprake van 75 bar bij een temperatuur van maximaal 1100 graden. In beide gevallen is er



Spuitkop die 42 banen naast elkaar over een paneel van 1 meter bij 1 meter 60 aanlegt.

slechts sprake van een heel lokaal smeltproces in de buitenste schil van een deeltje. Daardoor ontstaat de hechting. Toepassing van cold spray voor de productie van zonnepanelen is een

extra stap in het productieproces. Het alternatief is immers koperfolie waar je niets meer aan hoeft te doen. Maar nu neem je aluminiumfolie waarin je banen moet aanbrengen, namelijk 42 banen in de lengte naast elkaar over een paneel van 1 meter bij 1 meter 60. Een extra uitdaging is dat je met koper kleine deeltjes schiet op een folie die maar 50 micrometer dik is.

Klaas Rozema van Dycomet: "Het deeltje zelf smelt niet. Op deze manier bouw je deeltje voor deeltje op waarmee je uiteindelijk heel dichte lagen kunt aanbrengen. Maar bij de toepassing van deze technologie voor de PV-modules is dat helemaal niet aan de orde. Hier gebruiken we cold spray op een heel andere manier. We gaan namelijk geen dichte laag aanbrengen, maar hier en daar kleine koperdeeltjes op aluminiumfolie die zorgen voor de geleiding van de stroom. Deze toepassing van cold spray is bij mijn weten nog niet eerder gebruikt. Er is bij deze toepassing ook helemaal geen laagdikte; er is geen gesloten laag, alleen een paar korreltjes met een deeltjesgrootte van tussen de 20 en 40 micrometer. Bij grotere deeltjes heb je geen hechting meer en bij te kleine deeltjes wordt het onwerkbaar."





MINDER KOPERGEBRUIK

Maurice Goris: "Waar je anders de hele achterzijde van een PV-module bedekt met een koperfolie, brengen we nu banen aan met koperdeeltjes wat leidt tot veel minder kopergebruik. Maar dat ging niet vanzelf. Bij de eerste experimenten gebruikten we nog ongeveer 50 gram koper. Hiermee werd het koperverbruik al met een factor 10 verminderd, maar gezien de prijs van het koperpoeder was dit nog niet rendabel. Gaandeweg het project slaagden we erin de benodigde hoeveelheid koper terug te dringen naar uiteindelijk vijf gram op een volledig zonnepaneel van 1 meter bij 1 meter 60 waarvoor bij koperfolie maar liefst een halve kilo koper nodig is. Een flinke besparing van koper dus. We hebben uitgerekend wat de totale kostenbesparing is die je met deze techniek zou kunnen halen. Van de totale productiekosten van een PV-module gaat vijf procent op aan de achterzijde-folie en daarvan kunnen we met cold spray twee procent besparen. Dat lijkt misschien niet veel, maar in China is onlangs een fabriek geopend met een productie van 1 gigawatt. Dat betekent vier miljoen zonnepanelen per jaar. Als de productiekosten van een

zonnepaneel bijvoorbeeld honderd euro zijn, dan bespaar je twee euro per zonnepaneel en dus acht miljoen euro in één fabriek."

Klaas Rozema: "De uitdaging bij dit het project was dat wij de 42 banen moesten aanbrengen in dezelfde tijd als een PV-module geproduceerd wordt. Dat duurt ongeveer 40 seconden. Om het productieproces niet te vertragen, moest die extra stap niet te merken zijn in de productietijd. Dat is gelukt, de processnelheid is hetzelfde als voorheen. We hebben dus een spuitkop die met een meter per seconde over de aluminiumfolie vliegt en de koperkorreltjes aanbrengt. Wel een extra stap, maar nog steeds goedkoper dan een volledige koperfolie."

INDUSTRIËLE OPSCHALING

Nu het productieproces is uitgekristalliseerd, wordt het tijd voor industriële opschaling. De productie van de beschreven achterkanten van zonnepanelen moet plaatsvinden in minimaal één machine die er redelijk eenvoudig uitziet. Er is een werkblad met de minimale afmeting van 1 meter bij 1 meter 60. Aan de ene kant wordt een rol aluminiumfolie aangebracht waarvan het begin over het werkblad wordt getrokken

naar de rol aan de andere kant. Vervolgens gaat er een spuitkop met hoge snelheid over de folie om de koperkorreltjes in banen aan te brengen. De behandelde folie wordt opgerold (roll-to-roll proces). Er is dus een heel andere module-opbouw, maar er is geen nabehandeling nodig. Er is een grote partij in Nederland die heeft aangegeven deze technologie te willen gaan toepassen in een industriële omgeving om de producten daaruit vervolgens op de internationale markt te brengen. Eind volgend jaar zou het al zover kunnen zijn. Dan wordt er dus van koper overgestapt op aluminium en gewerkt met een machine die het roll-to-roll proces uitvoert. Maar die onderneming heeft ook laten weten dat men op dit moment niet wil meewerken aan een publicatie. Als redactie betreuren we dit zeer, maar we zullen hierover volgend jaar zo vroeg mogelijk publiceren, zodra de onderneming groen licht geeft. ●

MEER INFORMATIE

www.dycomet.nl
www.ecn.nl/nl