

Scheidingsprocessen voor constructies: verschillen en keuzes (2)



Eenvoudige mechanisatie met behulp van een geleidingsstrip bij het autogeen snijden (foto: Theo Luijendijk)

De keuze voor een bepaald snijproces wordt niet alleen bepaald door de geometrie van het te snijden product. Uiteraard spelen vorm en afmetingen een bepalende rol, maar ook het aantal te snijden producten is belangrijk en de eisen die aan de kwaliteit van de snede wordt gesteld. Dat aan dit alles een prijskaartje hangt, zal zonder meer duidelijk zijn. In dit tweede deel van deze publicatie zal ook aan de economie van de vier behandelde snijprocessen aandacht worden geschonken.

Bij de keuze voor een bepaald snijproces spelen de kwaliteit van de snede in relatie tot de vorm en afmetingen van het product een belangrijke rol. Belangrijke zaken zijn de ruwheid, maar ook de vlakheid van het gesneden oppervlak, de haaksheid van de snede, de kleinst mogelijke kant-radius, de grootte van de braam en de inspanning die nodig is om de braam te verwijderen. In figuur 1 is aangegeven wat onder ruwheid en vlakheid van het oppervlak wordt verstaan. In tabel 5 zijn de verschillen in snedekwaliteit tussen de vier behan-

delde snijprocessen weergegeven. De getallen in tabel 5 gelden voor optimale productieomstandigheden en een juiste instelling van de snijparameters. Hoe belangrijk een optimale instelling van de snijparameters is, wordt voor het plasmasnijden in figuur 2 getoond. Zowel te langzaam als te snel snijden resulteert in een slechtere oppervlakteruwheid en de vorming van een braam. Als het gaat om de kwaliteit van de snede, dan is waterstraalsnijden de meest aantrekkelijke methode. Echter, bij de keuze van een bepaald snij-

proces spelen ook andere factoren een rol. Naast de kwaliteit van de snede zijn de kosten per snedelengte en het aantal te snijden producten vaak bepalend voor de uiteindelijke keuze van het snijproces.

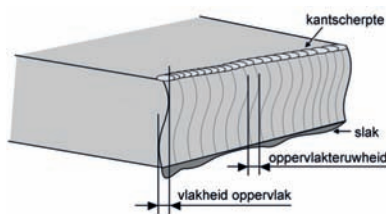
Materiaal en snijproces

Het zal bekend zijn dat sommige snijprocessen niet gebruikt kunnen worden voor het snijden van bepaalde materialen. Bij het autogeen snijden moet de ontsteektemperatuur (smeltpunt oxide) lager liggen dan de smeltemperatuur van het onderliggende materiaal. Dit is het geval bij het snijden van staal. De warmte die vrijkomt bij de verbranding van het staal uit de snede, houdt het proces bovendien aan de gang. Bij het autogeen snijden van aluminium en roestvast staal, levert de hoge smeltemperatuur van het oxide een probleem op en kunnen beide materialen niet autogeen gesneden worden. Bij een verkeerd afgestelde brander zal bovendien opkoking van het roestvaste staal aan de snijnsede kunnen optreden. Deze opkoking is zeer nadelig voor de corrosieweerstand.

Procesrendement

Aluminium zal het grootste deel van het licht van de laser reflecteren, zodat slechts een uiterst gering deel van het vermogen van de laser aan het snijden te goed komt. Daarnaast zal aluminium het licht van de CO₂-laser in sterkere mate reflecteren dan het licht van de Nd:YAG-laser. De voor het snijden van roestvast staal veel gebruikte CO₂-laser is derhalve minder geschikt voor het snijden van aluminium. Recentelijk is de fiberlaser op de markt gekomen en die is zowel geschikt voor het snijden van aluminium als van roestvast staal. Het grote voordeel van dit type (snij)laser is het veel hogere procesrendement. Bij de Nd:YAG-laser ligt het procesrende-

Deel 1 in deze serie artikelen over het scheiden van metalen is gepubliceerd in Metaal Magazine nummer 4-2009.



Figuur 1: oppervlakterutheid en vlakheid van het oppervlak zijn twee verschillende dingen (illustratie: Paul Quaedyvlieg)



Figuur 2: invloed van de snijnelheid op de kwaliteit van de snede bij het plasmasnijden (bron: Joep Buitink)



Bij het autogeen snijden kunnen een groot aantal toetsen gelijktijdig gebruikt worden (foto: Theo Luijendijk)

ment niet veel hoger dan 2% tot 3% bij het snijden van aluminium, terwijl dit voor de fiberlaser rond de 30% ligt. Bovendien is de kwaliteit van de fiberlaser (onder andere kleinere spot-grootte) hoger dan dat van de Nd:YAG-laser, zodat de eerste beter geschikt is voor het snijden. In tabel 6 is aangegeven in welke mate een bepaald snijproces geschikt is voor het snijden van een materiaal.

Milieu-aspecten

Het snijden van materialen gaat gepaard met lawaai en ook ontstaat er rook of wordt er een nevel gevormd. Snijden kost ook energie en het ene

snijproces heeft een veel hoger rendement dan het andere. Verder moet regelmatig onderhoud aan de apparatuur gedaan worden voor behoud van de kwaliteit van de snijneede.

Bepaalde onderdelen van een snijmachine zullen wat sneller slijten. Zo is bijvoorbeeld de elektrode bij het plasmasnijden een zwakke schakel in het proces. Zonder op de details van een bepaald snijproces in te gaan, zijn in tabel 7 een aantal kenmerken van de vier behandelde snijprocessen weergegeven.

Bepalend voor de kosten van het snijden van een product is onder andere de snijnsnelheid, waarbij een goede

snedekwaliteit wordt verkregen. De maximaal haalbare snijnsnelheid is afhankelijk van het snijproces, van het te snijden materiaal en de materiaaldikte (zie tabel 8).

Snijkosten

Bepalend voor de snijkosten zijn niet alleen de investeringskosten voor de snijmachine, opspantafel(s) en opspangereedschap, maar ook het onderhoud aan de machine en de vervanging van slijtdelen. Loonkosten spelen ook een belangrijke, zo niet overheersende rol en automatisering is bij het snijden van een groot aantal producten dan ook een optie. Er kan gebruik worden gemaakt van wisseltafels voor aanvoer van plaat en afvoer van producten. Daarnaast kan gebruik worden gemaakt van een magazijn voor uitname van de te snijden plaat. Een fraai voorbeeld van automatisering van het snijproces is de door de firma Koike ontwikkelde opstelling bestaande uit een gemeenschappelijke draaitafel voor het bedienen van een zestal snijtafels (plasma en autogeen), zie Metaalmagazine juni 2006.

Tabel 5. Snijkwaliteit van een viertal snijprocessen

Kenmerk	Autogeen	Plasma	Laser	Waterjet
Ruwhheid	<50 µm	<30 µm	<40 µm	<15 µm
Vlakheid	< (1/100)t	< (1/100)t	< (1/200)t	< (1/400)t
Haaksheid	<1,4°	<3°-5°	<0,5°	<0,2° *
Kantradius	klein	iets groter	scherp	scherp
Braam	ja	iets minder	weinig	geen
Verwijderen	eenvoudig	moeilijker	eenvoudig	n.v.t.

* met een 'compensatie' snijkop

Tabel 6. Geschiktheid van een bepaald snijproces voor een aantal materialen

Proces/Materiaal	Autogeen	Plasma	Laser	Waterjet
Staal	+++++	+++++	+++++	+
RVS	x	+++++	+++++	+++++
Aluminium	x	+++	+	+++++
Non Ferro	x	x	x	+++++
Kunststof	x	x	x	+++++

+ geschikt; x niet geschikt

Tabel 7. Kenmerken van een viertal snijprocessen

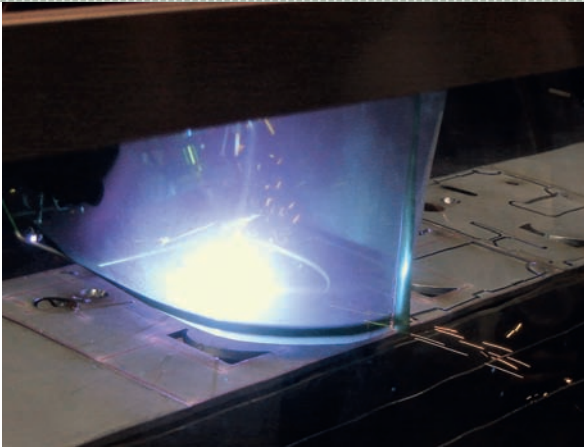
Proces/Kenmerk	Autogeen	Plasma (gas/lucht)	Laser (xxxx)	Waterjet + (abrasief)
Lawaai	--	----	+	--
Rook/nevel	++	----	+++++	++
Energieverbruik	+	----	----	--
Onderhoud	+++++	--	----	++
Verbruiksdelen	+++++	--	---	++++

+ gunstig; - nadelig

In tabel 9 zijn voor drie materialen en verschillende plaatdiktes de snijkosten per meter gegeven voor plasma- en lasersnijden. Voor het berekenen van deze getallen is uitgegaan van een afschrijvingsperiode van de aangeschafte apparatuur van vijf jaar met een restwaarde van nul. Een rentevergoeding op jaarbasis van 5% en van een huur voor het bedrijfsoppervlakte van € 40/m². De kosten voor stroom, gas en perslucht zijn in rekening gebracht en er is een bedrag opgenomen voor vervanging van versleten en verouderde onderdelen en voor onderhoud van de apparatuur. Er is gerekend met een werktijd van 1750 uur per jaar bij een inschakelduur van de machine van 60%.

Uit tabel 9 blijkt dat het snijden van

Een plasma-snijmachine met afscherming van de plasmaboog (foto: Theo Luijendijk)



Lasersnijden gaat steeds sneller, zoals het lasersnijden van een B-stijl van een VW Passat (foto: Paul Quaedvlieg)

► dunne plaat in staal en roestvast staal het beste gedaan kan worden met de laser. Ook voor plaatdiktes tot 5 mm is lasersnijden goedkoper dan plasma-snijden. Bij grotere plaatdiktes echter wordt het plasmasnijden goedkoper. Uit de tabel blijkt ook dat aluminiumlegeringen het beste met plasma gesneden kunnen worden. Voor de hogere kwaliteit van de snede moet een fors bedrag extra worden betaald.

In deze serie van twee artikelen is nauwelijks ingegaan op de techniek van de vier behandelde snijprocessen. Wel zijn duidelijk de mogelijkheden en beperkingen per proces aangegeven en is aandacht besteed aan de kwaliteit van de snede.

Bij de uiteindelijke keuze voor een bepaald snijproces spelen niet alleen de technische mogelijkheden een rol. Naast kwaliteit van de snede is ook het daaraan hangende prijskaartje bepalend voor de uiteindelijke keuze. Voor bepaalde materialen en grotere materiaaldiktes wordt de keuze beperkt door de begrenzingen van de processen. Dan is op eenvoudige overwegingen een geschikte keuze te maken. Belangrijk bij de uiteindelijke keuze voor een bepaald snijproces en bepaalde leverancier is ook de service die verleend kan worden bij eventuele storingen en andere problemen. Op welke termijn kunnen (slijt)onderdelen geleverd worden en welke kosten voor de service in rekening worden gebracht. Heeft de leverancier bijvoorbeeld een telefonische helpdesk en hoe snel wordt op e-mail gereageerd? Al dit soort secundaire zaken bepalen mede de keuze voor een bepaald proces. ■

Tabel 8. Snij snelheden voor drie materialen en verschillende plaatdiktes in m/min

Materiaal en plaatdikte	Autogeen	Plasma	Laser	Waterjet
	LPG	400 A	~ 4000 W	4100 bar
Staal 1 mm	750	x	8.500	5.000
Staal 5 mm	750	3.000	3.800	800
Staal 10 mm	750	4.500	2.200	400
Staal 20 mm	680	2.500	1.100	200
Staal 30 mm	600	1.500	x	140
Staal 40 mm	500	1.050	x	95
RVS 1 mm	x	x	22.0000	4.600
RVS 5 mm	x	2.500	3.100	750
RVS 10 mm	x	2.350	1.200	350
RVS 20 mm	x	2.000	400	180
RVS 30 mm	x	1.200	x	110
RVS 40 mm	x	850	x	85
Alu 10 mm	x	3.750	800	1.200
Alu 20 mm	x	1.900	x	525
Alu 30 mm	x	1.350	x	340

Tabel 9. Vergelijking snijkosten tussen plasma- en lasersnijden

Proces	Plasma (400A)	Kosten (€/m)	Laser (~ 4000 W)	Kosten (€/m)
Materiaal	Snij snelheid (m/min)		Snij snelheid (m/min)	
Staal 1 mm	x	x	8.500	0,16
Staal 5 mm	3.000	0,56	3.800	0,51
Staal 10 mm	3.750	0,68	2.200	0,66
Staal 20 mm	2.500	1,24	1.100	1,69
Staal 30 mm	1.460	1,71	x	x
Staal 40 mm	1.050	2,54	x	x
RVS 1 mm	x	x	22.000	0,07
RVS 5 mm	2.500	0,79	3.100	0,51
RVS 10 mm	2.350	0,82	1.200	1,53
RVS 20 mm	2.000	1,50	400	5,32
RVS 30 mm	1.200	2,14	x	x
RVS 40 mm	850	3,05	x	x
Alu 10 mm	3.750	0,73	800	2,33
Alu 20 mm	1.900	1,78	x	x
Alu 30 mm	1.350	1,86	x	x