

WRIJVINGSLASSEN

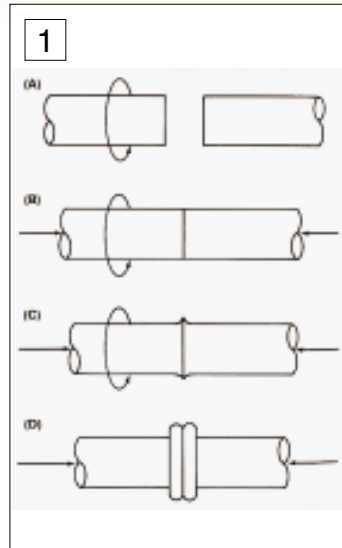
ONDERZOEK NAAR DE INZETBAARHEID VOOR BESTAANDE EN NIEUWE TOEPASSINGEN

In deze bijdrage wordt het principe van het wrijvingslasproces kort belicht en worden de varianten besproken. De veelzijdigheid en bruikbaarheid van dit proces worden onderstreept aan de hand van een aantal praktische toepassingen.

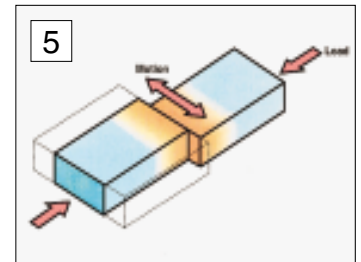
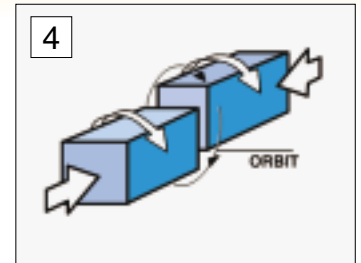
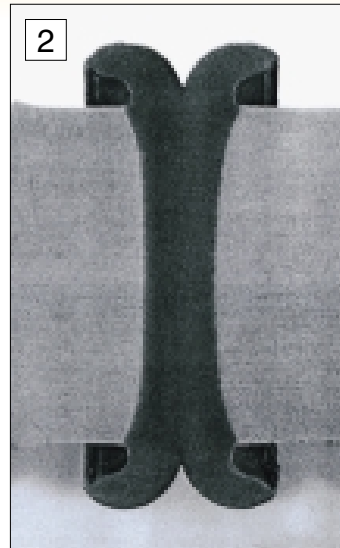
Door Koen Faes

Onderzoeksproject

Het Belgisch Instituut voor Lastechniek wil een onderzoeksproject of een collectief onderzoeksproject opstarten rond het thema wrijvingslassen. Collectieve onderzoeksprojecten zijn studies en onderzoek gericht op het verwerven, bundelen en vertalen van technologische kennis naar bruikbare innovatietoepassingen, en dit ten gunste van een groep bedrijven. De resultaten van het onderzoek moeten leiden tot een aantoonbare economische en ecologische of sociale meerwaarde voor de deelnemende bedrijven. De verworven kennis wordt eveneens ter beschikking gesteld van andere bedrijven uit de sector.



Principe van het wrijvingslasproces (figuur 1), gelaste staven (figuur 2), orbitaal wrijvingslassen (figuur 4), lineair wrijvingslassen (figuur 5)



Wrijvingslassen

Wrijvingslassen is een veelzijdig en innovatief lasproces, dat vele toepassingen vindt in verschillende industrietakken. Het wrijvingslasproces heeft volgende voordelen:

- hoogkwalitatieve verbindingen kunnen gerealiseerd worden,
 - het proces is veel sneller dan de conventionele lasprocessen,
 - het kan volledig geautomatiseerd worden, zodat een constante kwaliteit gegarandeerd wordt.
- Het wrijvingslasproces kan ook gebruikt worden voor het lassen van materialen die met andere processen niet gelast kunnen worden. Bovendien biedt het wrijvingslasproces inzake milieu belangrijke voordelen: er ontstaat immers geen lasrook, UV- of elektromagnetische straling. Ook worden er geen toevoegmaterialen of beschermgassen gebruikt. Het gebruik van het wrijvingslasproces kan bovendien leiden tot een aanzienlijke kostenbesparing wat betreft materiaal- en loonkosten. Dit door bijvoorbeeld het vervangen van dure gesmede of gegoten stukken door wrijvingsgelaste standaardproducten.

Principes van het wrijvingslasproces

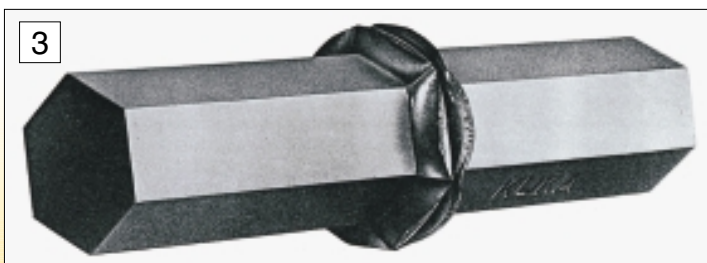
Wrijvingslassen is een mechanisch lasproces waarbij de nodige warmte voor het lassen gegenereerd wordt door het tegen elkaar wrijven of roteren van de te verbinden oppervlakken onder een axiale druk. Het principe van het wrijvingslassen is in zijn meest eenvoudige vorm voorgesteld in **figuur 1**. Stel dat twee assen of buizen stompgelast moeten worden, dan wordt één werkstuk geklemd terwijl het andere er tegenaan geroteerd wordt met constante snelheid. Als de beide stukken met elkaar in contact gebracht worden onder druk, veroorzaken de wrijvingskrachten een weerstandskoppel. De mechanische energie die hieruit resulteert wordt in het contactvlak omgezet in warmte. De gegenereerde warmte verhoogt de temperatuur in relatief korte tijd tot de lastemperatuur (smeedtemperatuur). Vervolgens wordt het roterend deel losgekoppeld van de aandrijving, afgeremd tot stilstand, en wordt een axiale smeedkracht uitgeoefend om de lasverbinding

tussen beide stukken te realiseren. Tijdens de opwarm- en lasfase wordt onder invloed van de axiale drukkracht een hoeveelheid plastisch materiaal naar buiten gestuwd zodat de voor het wrijvingslassen karakteristieke lasbraam (**zie figuur 2**) wordt gevormd.

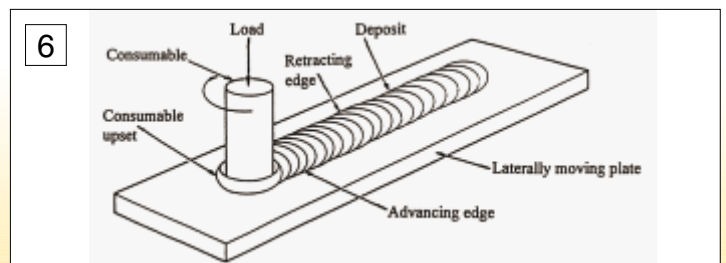
Varianten

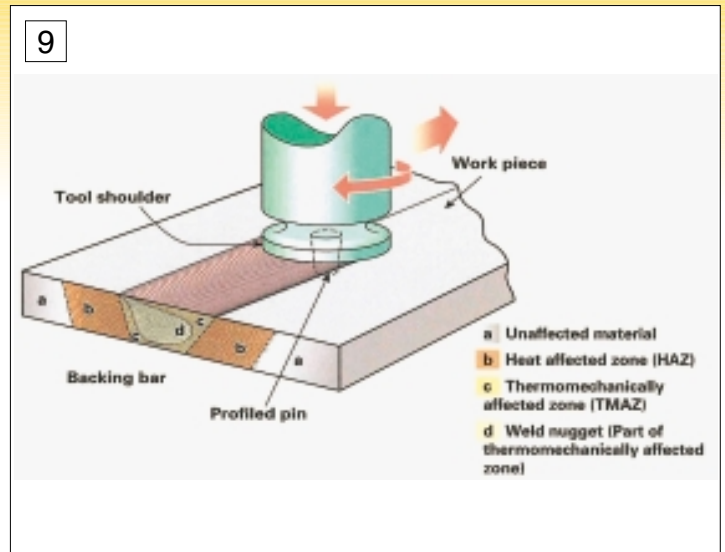
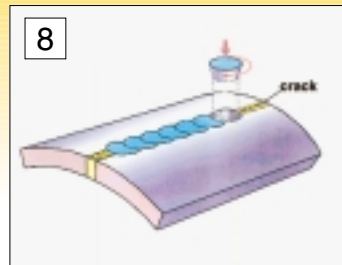
De meest gebruikte variant van het proces is het rotationeel wrijvingslasproces. Het kan gebruikt worden voor het verbinden van rotatiesymmetrische werkstukken, zoals buizen en staven (**figuur 2**), maar eveneens voor sommige meer complexe geometrieën, zoals getoond in **figuur 3**. Naast het rotationeel wrijvingslasproces bestaan er nog een aantal andere varianten. Orbitaal wrijvingslassen kan gebruikt worden om stukken met een niet-rotationeel symmetrische doorsnede te lassen (**zie figuur 4**). Beide werkstukken worden in contact gebracht onder druk en één deel voert een kleine cirkelvormige beweging uit ten opzichte van het andere. Dit

Figuur 3: Gelaste zeskantige staven



Figuur 6: Principeschets van het oplassen met het wrijvingslasproces





Destructieve beproeving van een opgelaste laag door middel van het wrijvingslasproces (figuur 7), herstellassen m.b.v. het friction stitch lasproces (figuur 8), principeschets van het friction stir welding proces (figuur 9), friction stir welding van velgen (figuur 10)

geeft een uniforme tangentiële snelheid over het hele oppervlak. Als de beweging stopt, worden beide delen vlug met elkaar terug in lijn gebracht en wordt de smeedkracht aangebracht om de las te vormen. Bij het lineair wrijvingslassen (figuur 5) wordt de nodige warmte opgewekt door een heen en weer gaande beweging van de te lassen stukken. Met dit proces kunnen eveneens niet-rotationeel symmetrische stukken gelast worden. Het wrijvingsproces kan ook gebruikt worden voor het aanbrengen van oplaslagen (cladding - zie figuur 6) of voor het uitvoeren van herstellingen met behulp van het "friction stitch" lasproces (figuur 8). Bij friction stir welding (FSW) wordt een roterende pin tussen twee ingeklemde werkstukdelen bewogen (zie figuur 9). De schouder komt in contact met het bovenvlak van het materiaal. Hierdoor wordt het materiaal

door wrijving verwarmd, waarbij het in een soort van deegachtige toestand terechtkomt. Wanneer het gereedschap vooruit bewogen wordt, wordt het materiaal van de voorzijde naar de achterzijde van de pin gedwongen, waarbij de verbinding in vaste toestand gevormd wordt. Problemen inherent aan het smeltlassen van aluminiumlegeringen met hoge sterkte (zoals warmscheuren, porositeit en onaanvaardbaar sterkteverlies in de thermisch beïnvloede zone) komen niet voor bij FSW. Bovendien moet de oxidehuid niet verwijderd worden, wat een groot deel van de lasnaadvoorbereiding onnodig maakt. FSW beperkt zich niet tot het verbinden van aluminiumlegeringen. Veelbelovende resultaten werden in het verleden reeds geboekt voor het lassen van bijvoorbeeld titanium-, koper-, nikkel- en

magnesiumlegeringen, alsook voor staal, roestvast staal, thermoplasten, metaal-matrix composieten, enz.

Voordelen

De voordelen van wrijvingslassen zijn:

- Hoogkwalitatieve verbindingen, met een gunstige metallurgische structuur, vermits het materiaal niet tot smelten gebracht wordt.
- Geen speciale voorbereiding van de werkstukken nodig.
- Het lasproces is veel sneller dan de conventionele lasprocessen.
- Weinig vervormingen na het lassen, te wijten aan de korte lastijden en de lage maximale temperaturen.
- Mogelijkheid om stukken met sterk verschillende secties te verbinden, mits het nemen van bepaalde voorzorgsmaatregelen.
- Economisch: het wrijvingslassen

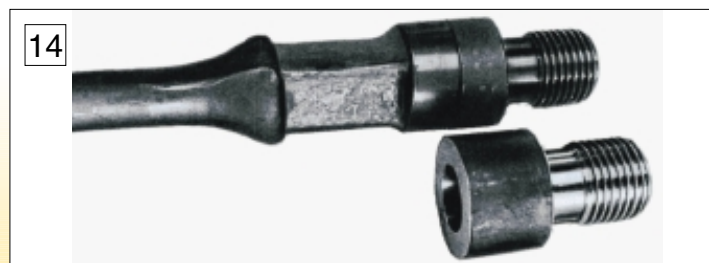
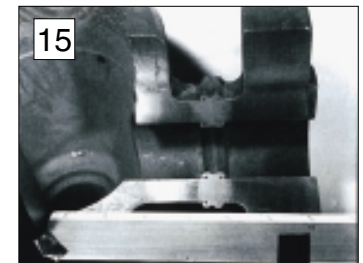
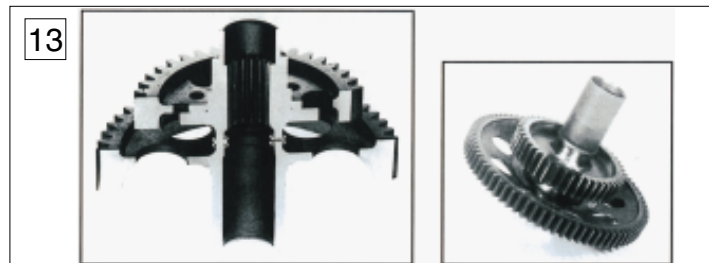
laat toe aanzienlijke besparingen te realiseren op de kostprijs van gelaste stukken (tijdsbesparing, materiaalbesparing).

- Ongelijksoortige materialen die met andere processen niet gelast kunnen worden, kunnen wel gelast worden met het wrijvingslasproces, zoals aluminium of koper aan staal.
- Zeer goede reproduceerbaarheid en mogelijkheden tot automatisering.
- Geen toevoegmaterialen nodig.
- Milieubewust: geen beschermgassen, lasrook of straling.
- Minder lawaai: de lassen moeten niet geslepen of afgebikt worden.
- Geen nood aan gecertificeerde lassers.

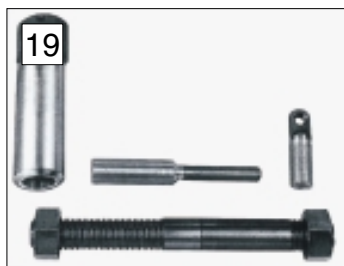
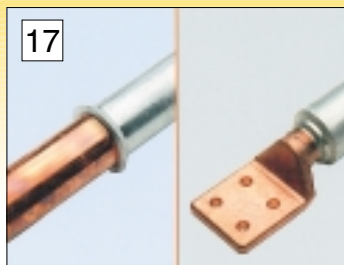
Toepassingen

Het wrijvingslasproces kan gebruikt worden voor tal van

Productie van haakbouten (figuur 11), lassen van zuigerstangen (figuur 12), lassen van tandwielen van een versnellingsbak (figuur 13), lassen van een gesmede zuigerstang aan een connector met schroefdraad (figuur 14), bevestiging van een flens aan een hydraulisch ventiel (figuur 15), verbinding van aluminium aan staal (figuur 16)



toepassingen. Zo wordt het bijvoorbeeld gebruikt in de lucht- en ruimtevaart voor het lassen van haakbouten (figuur 11), het vervaardigen van lichtgewicht zuigerstangen (figuur 12) of onderdelen van versnellingsbakken (figuur 13). Wrijvingslassen wordt ook gebruikt in de petrochemie, bijvoorbeeld voor het lassen van flenzen aan de behuizing van hydraulische ventielen (figuur 15) of voor het lassen van boorpijpen. De wrijvingslassen zijn sterk genoeg om te weerstaan aan de hoge koppels tijdens het boren. Met het wrijvingslasproces is het eveneens mogelijk om materialen te verbinden, die met de conventionele processen niet te verbinden zijn. Voorbeelden hiervan zijn aluminium aan staal (figuur 16) of titanium aan koper. Deze mogelijkheid laat toe om kosten te besparen, door een oordeelkundig ontwerp van dergelijke onderdelen: stukken volledig vervaardigd uit een duur materiaal kunnen vervangen worden door gelaste onderdelen, waarbij de dure materialen enkel lokaal gebruikt worden waar nodig. Een voorbeeld hiervan is het ontwerp van een klep van een verbrandingsmotor (figuur 18). De schotels in een warmtebestendig materiaal worden gelast aan de klepstaal vervaardigd uit een slijtvast materiaal. Andere voorbeelden van bimetaalverbindingen worden getoond in de figuur 19. Wrijvingslassen wordt ook veel gebruikt bij de productie van onderdelen voor trucks en landbouwvoertuigen (figuren 20 en 21). Een aanzienlijke kostenbesparing kan gerealiseerd worden door het vervangen van volledig gesmede stukken door kleinere



Verbinding van aluminium aan koper (figuur 17), verbinden van de klepstaal aan de schotel (figuur 18), voorbeelden van bimetallische verbindingen: aluminium/koper elektrische connectoren en titanium/koper tapeinden (figuur 19), zuiger van een dieselmotor (figuur 20)

smeedstukken gelast aan staven of buizen. Bijvoorbeeld, voor de productie van het onderdeel in figuur 21, werd het gietstuk vervangen door het wrijvingslassen van een stalen buis aan een stalen blok en aan een plaat. Dit leidde tot een kostenreductie van 25% en bovendien was de vermoeiingsweerstand meer dan 7 keer hoger. Wrijvingslassen wordt gebruikt voor de productie van onderdelen in de automobiellindustrie, zoals stabilisatoren, kleppen, aandrijfsassen, stuurkolommen, waterpompen, enz.

Oproep

Het Belgisch Instituut voor Lastechniek beschikt over een jarenlange ervaring inzake wrijvingslastechnologie. In het verleden werd het klassieke

rotationele wrijvingslasproces uitvoerig onderzocht en momenteel loopt een onderzoeksproject voor de ontwikkeling van een innovatief lasproces voor het verbinden van pijpleidingen (© Denys N.V.). Hiervoor werd een nieuwe variant van het wrijvingslasproces ontwikkeld, namelijk het wrijvingslassen met een roterende tussenschijf (figuur 26). Het BIL beschikt eveneens over een wrijvingslasmachine met een aandrijfvermogen van 160 kW en voert momenteel ook een collectief onderzoeksproject uit om basiskennis op te bouwen omtrent het innovatieve en veelbelovende friction stir lasproces. De belangrijkste doelstelling is het verwerven van kennis over het proces en het aantonen van de mogelijkheden van het proces voor het lassen van aluminiumlegeringen. Het BIL

zoekt projectpartners voor het uitvoeren van:

- Contractonderzoek op maat: voor vertrouwelijk onderzoek dat aan de specifieke behoeften van een bepaald bedrijf moet voldoen, kan het BIL contractonderzoek uitvoeren in opdracht van de industrie. Innovatieve projecten worden door de overheid gesubsidieerd.
- Collectieve onderzoeksprojecten: Netwerkvorming en samenwerking in een niet-concurrerende sfeer tussen leveranciers, producenten, afnemers en gebruikers. Collectief onderzoek wordt eveneens gesubsidieerd door de overheid. De haalbaarheid van het gebruik van het wrijvingslasproces voor bestaande en nieuwe toepassingen zal hierbij onderzocht worden. Wegens de almaar toenemende concurrentie in de sector zijn we overtuigd van de noodzaak van het vervangen van arbeidsintensieve lasprocessen door geautomatiseerde innovatieve lasprocessen. Wrijvingslassen leent zich uitstekend tot dit doel:
 - Het is een automatisch proces, waarbij de kwaliteit onafhankelijk is van de operator, wat zeer belangrijk is wegens het verstrengen van de kwaliteitseisen, die praktisch moeilijk haalbaar zijn met manuele lasprocessen.
 - Er is een tekort aan geschoolde lassers. Deze trend zal zich internationaal doorzetten. Automatisering is daarom de enige oplossing.
 - De almaar strenger wordende eisen inzake milieu.
 - De noodzaak om sneller en efficiënter te werken met een kostenvermindering als gevolg. (Geïnteresseerden kunnen zich wenden tot het BIL, Prof ir. A. Dhooge of ir. Koen Faes.) □

Vervangen van gesmede of gegoten stukken door wrijvingsgelaste standaardprofielen (figuur 21), onderdeel van een turbo (figuur 22), vervangen van gesmede of gegoten stukken door wrijvingsgelaste standaardprofielen (figuur 23), onderdeel van een schokdemper: buis gelast aan een gestampt stuk (figuur 24), onderdeel van een hydraulische vijzel: de dubbelwandige buis wordt in één bewerking gelast (figuur 25), wrijvingslassen van pijpen met roterende tussenschijf (figuur 26)

