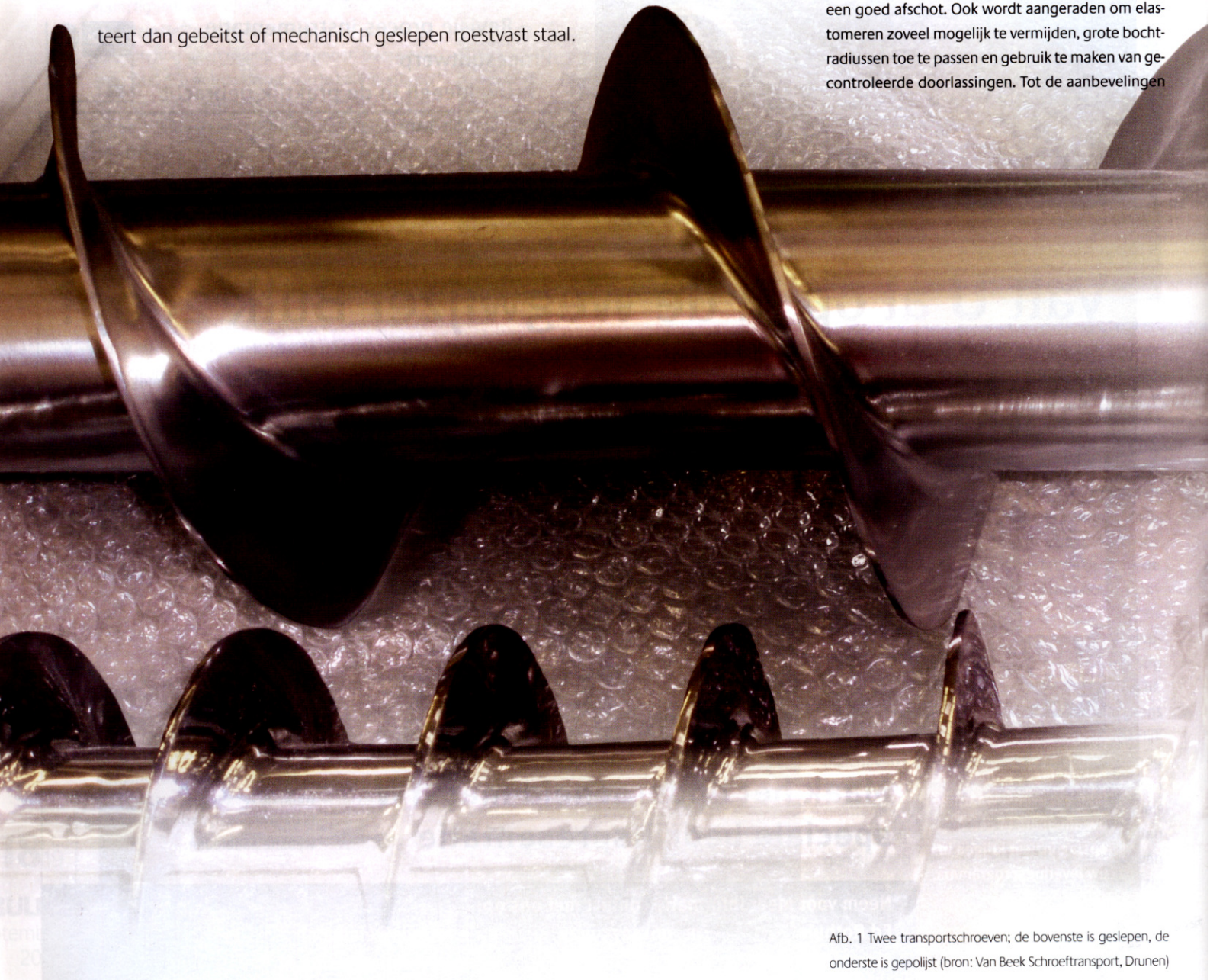


De toepassing van roestvast staal in procesinstallaties

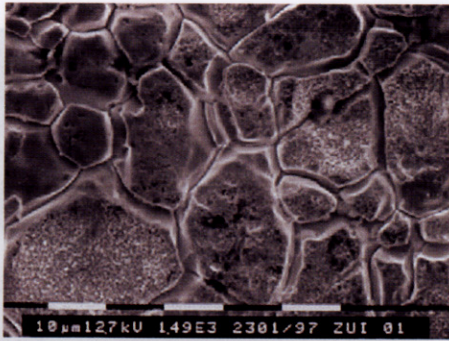
Ontwerptechniek

Een van de aanbevelingen van EHEDG voor het ontwerp van procesinstallaties is het toepassen van roestvast staal met een gedefinieerde oppervlakteruwheid. De ruheidswaarde (Ra) zegt echter niet alles over de oppervlaktegesteldheid van het staal. Wel blijkt in de praktijk dat elektrolytisch gepolijst roestvast staal in het algemeen beter presteert dan gebeitst of mechanisch geslepen roestvast staal.

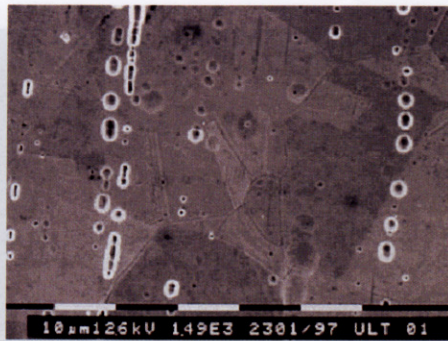
De European Hygienic Equipment Design Group (EHEDG) heeft internationale richtlijnen opgesteld voor het ontwerp en gebruik van hygiënische procesapparatuur. Hierin worden aanbevelingen gedaan zoals het voorkomen van uithollingen of uitsteeksels in apparaten, het vermijden van dode hoeken en afgesloten ruimtes en het aanbrengen van een goed afschot. Ook wordt aangeraden om elastomeren zoveel mogelijk te vermijden, grote bocht-radiussen toe te passen en gebruik te maken van gecontroleerde doorlassingen. Tot de aanbevelingen



Afb. 1 Twee transportschroeven; de bovenste is geslepen, de onderste is gepolijst (bron: Van Beek Schroeftransport, Drunen)



Afb. 2 Microscopische opname van een gebeitst roestvast staal (AISI 316L). Duidelijk is de kanaalvorming te zien op de korrelgrenzen. V = 1500x



Afb. 3 Elektrolytisch gepolijst roestvast staal (316L). Het oppervlak vertoont geen kanaalvorming meer. V = 1500x

behoort ook het toepassen van oppervlakken met een gedefinieerde ruwheid (Ra-waarde).

Reiniging

Tot voor kort werden diverse frames en delen van procesinstallaties nog uitgevoerd in gecoat koolstofstaal. De tendens is om procesinstallaties volledig uit te voeren in roestvast staal, dus ook de delen die niet in contact komen met voedingsmiddelen of ingrediënten. Een reden hiervoor is dat roestvast staal een glad oppervlak heeft en daarom minder gevoelig is voor de aanhechting van micro-organismen. Bij installaties die volledig zijn uitgevoerd in roestvast staal zijn de risico's op productcontaminatie dan ook beduidend geringer. Bovendien zijn dergelijke installaties beter te reinigen. Daarbij worden regelmatig reinigingssystemen toegepast zoals CIP (Cleaning in Place) en WIP (Washing in Place). Het effect van een CIP- of WIP-reiniging hangt af van vier factoren die veelal als segmenten worden weergegeven in een zogenaamde Sinner's cirkel. Het gaat daarbij om de volgende segmenten:

CE = chemische energie; de reactie van de detergent met de contaminant.

TE = thermische energie; de reinigingstemperatuur.

ME = mechanische energie; de turbulentie van de vloeistofstroming.

CT = cleaning time; de toegepaste reinigingstijd.

Zolang de som van deze segmenten gelijk blijft, mogen ze onderling in grootte variëren. Een verhoging van de 'chemische energie' CE maakt het bijvoorbeeld om de 'cleaning time' CT te reduceren.

Oppervlakteruwheid

Naarmate een metaaloppervlak ruwer is, moet worden gerekend op meer reinigingstijd, meer chemicaliën, meer milieubelasting en uiteraard meer kosten. Een roestvast staal oppervlak is microscopisch gezien niet volkomen glad maar heeft in een bepaalde mate bergen en dalen. Een bekende maat voor de ruwheid van het oppervlak is

de Ra-waarde (roughness average). Er bestaan echter diverse andere methoden om de ruwheid van een oppervlak in een getal te vatten. TNO ontwikkelde samen met partijen in de keten de Soil Retention Index (SRI). Ook al is de gemeten Ra-waarde laag, dan nog kunnen er nog veel oneffenheden in het oppervlak aanwezig zijn waar micro-organismen zich kunnen nestelen. In de SRI zijn onder andere de Ra-waarde, de piekcount-waarde en de vorm van de pieken en dalen opgenomen. Deze index geeft een gedetailleerder beeld van het oppervlak en daarmee een beter inzicht in de reinigbaarheid ervan.

Geslepen oppervlak

Indien men een geslepen of een mechanisch gepolijst staaloppervlak glad zou kunnen trekken, dan blijkt dit oppervlak – ondanks een lage Ra-waarde – wel 2,5 tot 4 keer zo groot te worden. Bij het slijpen verdwijnen weliswaar grotendeels de toppen, maar ze zullen ook enigszins omkrullen. Dit komt omdat austenitisch roestvast staal zo ductiel is. Hierdoor ontstaan 'hidden pockets' waarin vuil en micro-organismen kunnen achterblijven. Bij temperatuurstijging gaan deze pockets open staan, waardoor de contaminaties naar buiten kunnen treden. Ook kunnen nieuwe verontreinigingen binnendringen.

Gebeitst oppervlak

Een zelfde verhaal gaat op voor gebeitste oppervlakken. Deze zijn veelal enigszins preferent 'aangestast' op de korrelgrenzen (afb. 2). Op deze korrelgrenzen kunnen bacteriën en micro-organismen gemakkelijk aangroeien. Bij elektrolytisch gepolijste oppervlakken met een Ra < 0,2 µm treedt op de korrelgrenzen geen kanaalvorming meer op (afb. 3). Micro-organismen kunnen zich op dit oppervlak veel minder makkelijk hechten, waardoor de reinigingstijd kan worden bekort. Bovendien verdwijnen bij elektrolytisch polijsten verhoudingsgewijs meer ijzeratomen dan chroomatomen uit het oppervlak, wat de corrosiebestendigheid ten goede komt.

GESLEPEN ROESTVAST STAAL

korrelgrootte	voor elektrolytisch	na elektrolytisch
	polijsten	polijsten
80	0,90 - 1,00	0,55 - 0,65
100	0,80 - 0,90	0,51 - 0,58
150	0,65 - 0,70	0,39 - 0,43
240	0,41 - 0,47	0,25 - 0,28
320	0,30 - 0,44	0,21 - 0,27
400	0,28 - 0,36	0,21 - 0,27
geglaspareld roestvast staal	1,40 - 1,60	0,82 - 0,96

Tabel 1. Vergelijking Ra-waarde voor en na het elektrolytisch polijsten van diverse roestvast staal-oppervlakken (bron: Packo België). Elektrolytisch polijsten heeft een substantiële invloed op de oppervlakteruwheid. Ook de ruwheid van een geglaspareld oppervlak kan worden verbeterd hoewel dit oppervlak uiteindelijk aanmerkelijk ruwer blijft dan elektrolytisch gepolijst, geslepen roestvast staal.

EHEDG GEEFT PRAKTISCH INVULLING AAN HYGIËNE-EISEN

De European Hygienic Engineering and Design Group (EHEDG) is in 1989 opgericht als een samenwerkingsverband van machinebouwers, voedingsmiddelproducenten, researchinstellingen en gezondheidsinstellingen. De doelstelling van EHEDG is praktisch invulling te geven aan de Europese wet- en regelgeving die in algemene zin voorschrijft dat voedingsmiddelen hygiënisch moet worden geproduceerd en verpakt. EHEDG doet dit onder andere door richtlijnen te publiceren over hygiënische productiemiddelen. Voorts spant de organisatie zich in voor een mondiale harmonisering van richtlijnen en standaarden op hygiënegebied. Zo werkt EHEDG samen met de Amerikaanse organisaties NSF en 3A. EHEDG belegt ook symposia, waaronder 'Hygienic Engineering' op 9 en 10 maart 2009, voorafgaand aan de Anuga FoodTec. Het secretariaat van EHEDG is ondergebracht bij VDMA Food Processing and Packaging Machinery in Frankfurt am Main. Het e-mail adres is secretariat@ehedg.org. Het Nederlandse kantoor is gehuisvest bij TNO Kwaliteit van Leven in Zeist (e-mail info@ehedg.nl).

Elektrolytisch gepolijst

Tabel 1 laat zien hoezeer de gesteldheid van geslepen oppervlakken kan worden verbeterd door deze elektrolytisch te behandelen. Uit praktijkproeven blijkt dat elektrolytisch gepolijst roestvast staal veel minder aanleiding geeft tot kiemgroei dan gebeitst of geslepen roestvast staal. Het blijkt dat de reinigingstijd afneemt en de uiteindelijke absolute reinheid toeneemt naarmate het oppervlak gladder wordt. Bij elektrolytisch gepolijst staal is de microbiologische verontreiniging het kleinst (afb. 4). In het algemeen geldt dat een oppervlak sneller is te reinigen naarmate het gladder is (afb. 5). Wordt een oppervlak echter té glad, dan

[De toepassing van roestvast staal in procesinstallaties]

HYGIËNISCH VERSUS SANITAIR, ASEPTISCH EN ANTISEPTISCH.

De termen hygiënisch, sanitair, aseptisch en antiseptisch worden nogal eens door elkaar gebruikt, waardoor verwarring kan ontstaan. Bij een hygiënische procesinstallatie kan men denken aan een schone installatie die niet gevoelig is voor vervuiling en waarin producten niet worden gecontamineerd. Wil men specifiek aangeven dat hierdoor ook geen gezondheidsrisico's ontstaan, dan spreekt men van een sanitaire installatie. Wel blijft het dan in principe mogelijk dat zich in de installatie micro-organismen kunnen ontwikkelen. In een aseptische installatie is van een toename van micro-organismen geen sprake meer. Ook kunnen micro-organismen zich geen toegang tot de installatie verschaffen. In een antiseptische installatie worden micro-organismen gedood. Dit is de meest hygiënische vorm van procesvoering.

DRIE KWALITEITEN ROESTVAST STAAL

Afhankelijk van de toepassing kan men kiezen voor een glad of minder glad (goedkoper) roestvast staal. In grote lijnen zijn voor roestvast staal drie kwaliteiten te onderscheiden:

- Sanitary standard (voeding en zuivel). Voor de Sanitary standard komt het roestvast staal AISI 316(L) en 304(L) met een $R_a < 1,6 \mu\text{m}$ in aanmerking.
- Highclean standard (cosmetica). Voor de Highclean standard wordt alleen AISI 316(L) met een $R_a < 0,8 \mu\text{m}$ toegepast.
- Biopharm standard (biotechnologie en farmacie). Voor de meest veeisende toepassing kan AISI 316(L) met een $R_a < 0,4 \mu\text{m}$ worden ingezet. Deze kwaliteit wordt gerealiseerd door het roestvast staal elektrolytisch te polijsten.

kunnen zich hieraan door adhesie juist weer bepaalde micro-organismen vasthechten. De materiaalkeuze en de verwerkingsmethoden dienen dan ook zorgvuldig te worden afgewogen.

Corrosiebestendigheid

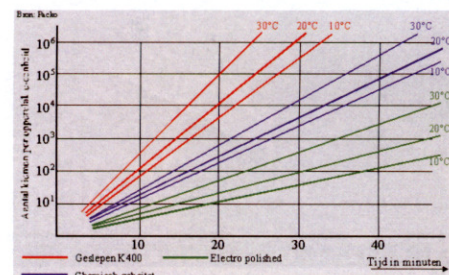
De corrosiebestendigheid van diverse typen roestvast staal loopt nogal uiteen. Ruwweg past men bij anorganische zuren AISI 316 toe en bij organische zuren AISI 304. Ook hierbij geldt dat de corrosieweerstand toeneemt naarmate het oppervlak gladder is. Zo is bekend dat elektrolytisch gepolijst railingswerk van een zeewaardig jacht tientallen jaren mooi blijft. Maar bij een geslepen oppervlak zal al na enige maanden corrosie optreden. Veelal is dit een vorm van 'under deposit corrosion' omdat juist

onder de vuilafzettingen de corrosie begint.

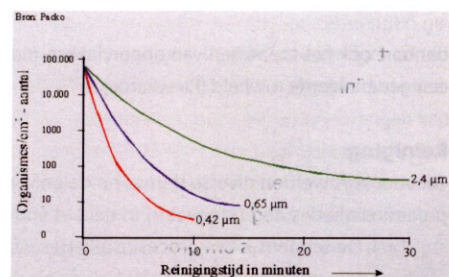
Hoe hoger de potentiaal van het materiaal, hoe beter het is bestand tegen corrosie. Tabel 2 toont de invloed van diverse oppervlaktebehandelingen op de potentiaal van het materiaal. Het blijkt dat elektrolytisch gepolijst AISI 316L een uitstekende corrosiebestendigheid heeft. Dit is vooral te danken aan de gladheid van het oppervlak en de chroomverrijking. Ook ziet men dat gestraalde en geslepen oppervlakken aan corrosiebestendigheid inleveren terwijl beitsen deze weer enigszins verhoogt.

Lassen

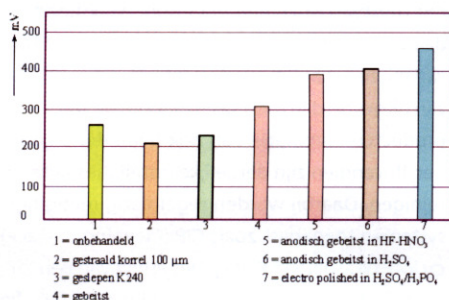
Het EHEDG-document 'Roestvast staal lassen om aan hygiëne-eisen te voldoen' richt zich op ingenieurs die betrokken zijn bij het installeren of on-



Afb. 4 Het effect van elektrolytisch gepolijst oppervlak met betrekking tot de afzet van vreemde deeltjes (bron: Packo België)



Afb. 5 De reinigingstijd als functie van de ruwheid van het staaloppervlak (bron: Packo België)

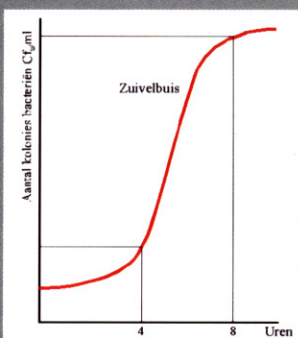


Tabel 2. De invloed van diverse oppervlaktebehandelingen op de potentiaal (corrosiebestendigheid) van roestvast staal

derhouden van procesinstallaties. Het document gaat uitvoerig in op lasverbindingen van hygiënische procesinstallaties. Veelvoorkomende lasfouten worden behandeld in relatie tot de hygiënerisico's. Voorts wordt gesteld dat TIG-lassen de juiste methode is om een aanvaardbare las kwaliteit te bereiken bij dunwandige roestvast stalen leidingen en vaten. De meeste aandacht gaat daarbij uit naar leidingen omdat de lassen hieraan over het algemeen geen nabewerking kunnen ondergaan aan de productzijde. Een effectieve methode om het aantal lasfouten te verminderen is het automatiseren van het lasproces. Uit de praktijk blijkt dat automatisch orbitaal lassen zeer hygiënische lasverbindingen oplevert zodra de machine eenmaal juist is ingesteld. Een extra waarborg hierbij vormt de inzet van een automatische doorlassensor. **BULK**

REINIGINGSCYCLUS VOOR EEN ZUIVELLEIDING

Zodra kiemen zich op een geborst staaloppervlak nestelen, gaan deze zich vermenigvuldigen. Na enige tijd neemt de groei weer af dankzij het afsterven van de bacteriën. Voor een zuivelleiding is dit proces weergegeven in afbeelding 6. Aan de hand van deze curve kan men een tijdstip kiezen dat de reiniging moet beginnen. In dit voorbeeld is dat na acht uur. Bij een elektrolytisch gepolijst oppervlak kan de reinigingscyclus worden verlengd tot zestien uur of meer. Dit komt ten goede aan de productietijd. Ook krijgt men kortere reinigingstijden en daardoor ook minder chemisch afval.



Afb. 6 Weergave van het aantal kolonies bacteriën als functie van de tijd (bron: NIZO).