

## ARBEIDSTIJD BESPAREN MET ULTRASONE REINIGING [DEEL 2]

JUISTE KEUZE VAN BAD, GENERATOR EN TRANSDUCER IS ESSENTIEEL

*In het tweede deel van de reeks over ultrasone reiniging behandelen we de benodigde investering. Bij elke investering moet men drie doordachte keuzes maken: inzake het bad, de generator en de transducer. Een klein -alles in één- ultrasoon systeem kan men reeds aanschaffen voor enkele honderden euro's, voor een op maat gemaakte reinigungsoplossing kan men ook het tienvoud neertellen. De reinigingskwaliteit, onder andere Ultrasoon reinigen heeft troeven bij toepassingen waar een grondige reiniging belangrijk is voor ontvetten, blijkt zeer goed. Welke keuzes kunnen er gemaakt worden, wat zijn de mogelijkheden en wat is de investeringskostprijs?*

**Door Maarten De Coster**



### REINIGEN EN ONTVETTEN

90% van de ultrasone reinigungs-toepassingen wordt gebruikt voor het ontvetten van metalen onderdelen. Een typische toepassing is het verwijderen van polijstvetten in de galvano-industrie. De ultrasoon-techniek is hier een interessantere reinigungs-methode dan het gewoon afkoken van het vet, omdat deze techniek minder chemische producten en een lagere temperatuur van de vloeistof vraagt. Bovendien is het een stuk sneller en haalt het vuil uit de kleinste poriën. Ultrasoon reinigen heeft troeven bij toepassingen waar een grondige reiniging belangrijk is. Vooraleer men bijvoorbeeld metalen wil coaten, is het voor een goede hechting belangrijk dat ze volledig ontvet zijn, en dat al het atmosferisch vuil verwijderd is. Bij de investeringsbeslissing moet de keuze van het bad, de generator en de transducers in overweging genomen worden.

### ULTRASOONBADEN

#### In alle maten

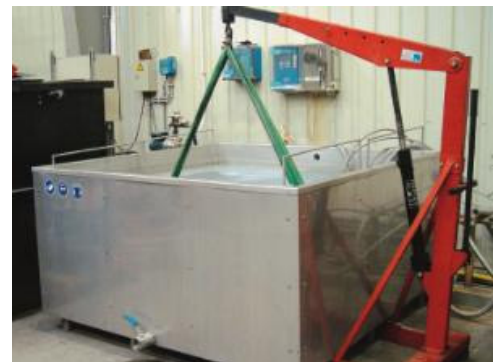
Het aanbod ultrasoonbaden is zeer ruim. De kleinste baden variëren van een halve tot 20 liter, en worden voornamelijk gebruikt in commerciële toepassingen. Je vindt ze voornamelijk bij ondernemingen zoals juweliers, opticiens, tandartspraktijken of laboratoria. Voor industriële toepassingen kan men echter stellen dat de badgrootte start vanaf 20 liter. De meest courante baden situeren zich tussen de 100 en 200 liter, en worden veelal gebruikt voor de reiniging van fijne mechanische onderdelen. De grootste industriële standaardbaden zijn verkrijgbaar tot zo'n 1.000 à 1.200 liter. Grotere baden zijn maatwerk, ontworpen voor specifieke onderdelen. Voor werkstukken zoals scheepsschroeven zijn er dus goedkopere alternatieven dan ultrasone reiniging. Niettemin bestaan er wel toepassingen met baden van boven de 15.000 liter.

#### Kunststof versus roestvrij staal

Ongeacht de grootte opteert men het best voor een bad uit roestvrij staal. Roestvrij staal heeft immers een grotere chemische bestendigheid en vertoont minder absorptie van de ultrasone werking. De regel is: hoe harder het materiaal, hoe beter de ultrasone werking. Zachte materialen, zoals kunststoffen absorberen immers het grootste deel van de ultrasone energiegolven, terwijl harde materialen die energie weer terugkaatsen. Toch is het gebruik van kunststof niet uitgesloten. Voor wie agressieve reinigungsproducten met een zeer lage pH-waarde gebruikt, is 'au bain-marie' een oplossing. In dat geval zal men een bad uit kunststof (vaak polypropyleen) in het metalen bad hangen, zodat het zuur het bad en de apparatuur niet aanvreet. De ultrasoontrillingen worden dan door de kunststoffen wand heen gevoerd. Alhoewel het grootste deel van de trillingskracht door de kunststof wordt geabsorbeerd, is de ultrasone werking in een zuur toch zeer efficiënt. De chaos die de ultrasoontrilling teweegbrengt in de zure oplossing zorgt immers voor een sterk verhoogde reinigungs-kracht.

#### Investeringskost

Een klein -alles in één- ultrasoon systeem kan men reeds aanschaffen voor enkele honderden euro's, maar voor een op maat gemaakte reinigungsoplossing kan men ook het tienvoud neertellen. De maximumgrootte van het bad wordt enkel beperkt door het rendement en de kostprijs.



## ULTRASOONGENERATOR

---

Behalve de keuze van het bad, is de generator van essentieel belang. De generator is de ultrasonische voedingsbron die de elektrische energie met de gewenste ultrasonische frequentie aan de transducer levert. De ultrasoongenerator zet de elektrische energie die van het gewone elektriciteitsnet komt om in elektrische energie met een ultrasonische frequentie. De laatste jaren is de reinigingskracht per gebruikte kW enorm toegenomen dankzij tal van innovaties op het gebied van ultrasoongeneratoren. Waar vroeger het rendement van de generatoren slechts 60% was, is dat ondertussen meer dan 95%. Ook qua frequentiebijsturing en veiligheid is er veel gebeurd: zo zijn bijna alle generatoren ondertussen geëquipeerd met een "dry run protection".



Zolang de transducers niet in voldoende vloeistof zitten, zal er geen ultrasonische frequentie geproduceerd worden. De eenvoudigste generatormodellen werken via een interface, meer gesofisticeerde versies hebben een ingebouwde LCD-display. Handig is ook dat wie beschadigingen aan de generator vreest, deze ver van vloeistof en werkvloer kan installeren. Deze fysieke scheiding maakt het mogelijk om de generator bij de andere elektrische apparatuur te plaatsen en de interface op de werktafel van de operator. Zowat elke frequentie kan aangevraagd worden bij de generator- producenten, maar de standaardfrequenties schommelen rond de 25, 30, 40, 80 tot 150 kHz. Een laatste noviteit op het gebied van generatoren is de multifrequentie-generator, één apparaat die bijvoorbeeld 40, 80 en 120 kHz aankan.

### Investeringskost

Afhankelijk van het vermogen (minder dan 1.000 W, tot 2.000 W en meer dan 2.000 W) en het type kost een generator zo'n 1.000 à 3.000 euro.

## TRANSDUCERS

---

Op de markt zijn twee soorten transducers beschikbaar: een magnetostrictieve en een elektrostrictieve versie. De magnetostrictieve transducer wordt gemaakt van ferromagnetische nikkellaminaten en wordt nauwelijks nog gebruikt wegens de geluidsoverlast en de lagere frequentie. In bijna alle toepassingen wordt de piezo-elektrische transducer gebruikt. In deze transducers wordt de elektrische energie, afkomstig van de generator, direct omgezet in mechanische energie. Dit gebeurt door gebruik te maken van het piezo-elektrische effect. De piezo-elektrische elementen in de transducers veroorzaken hierbij trillingen die vervolgens worden versterkt door de resonerende massa in de transducer. Deze trillende massa geeft uiteindelijk de ultrasonische trillinggolven door aan de reinigingsvloeistof. De piezo-elektrische elementen worden kortweg PZT's genoemd. PZT staat voor Lood, Zirkanaat en Titanaat- keramiek. Dit sleutelcomponent in de transducer is dus een natuurproduct en wordt in schijfjes in de transducer verwerkt.

### Installatie van de transducers

De transducers kunnen op vier verschillende manieren in de installatie verwerkt zitten. Vooreerst zijn er de **standaardbaden** waar de transducers meestal in de bodem van het vloeistofreservoir verwerkt zitten. In dit geval zetten de PZT's hun trillingen bijna direct over op de tankbodem, die dan weer de vloeistof doen bewegen. Een tweede mogelijkheid is een **plaattransducer**. Op een stevige metalen plaatconstructie zijn dan een aantal transducers geplaatst. Het voordeel is dat men een bestaand bad kan gebruiken. Men dient enkel een stuk wand uit het bad te halen en de plaat daarop te bevestigen (met bouten). Naargelang het ontwerp kan men de plaat aan de onderkant of aan de zijkant van het bad monteren.

**Dompeltrilelementen** zijn de populairste keuze bij grotere baden. Dompeltrilelementen zijn volledige waterdichte dozen uit hoogwaardig roestvast staal waarin de PZT's geïntegreerd zitten. Deze worden op de bodem van de tank gelegd of aan de zijkant gemonteerd. Ze krijgen een draadaansluiting via de bovenkant van het bad of doorheen de wand van de tank. De elementen zijn in alle courante frequenties en vermogens verkrijgbaar en zijn, naargelang de toepassing, in verschillende plaatdiktes verkrijgbaar. Zoals je kan verwachten zet de volledige wand van het dompeltrilelement de trillingen over op de vloeistof. Een variant van het dompeltrilelement is het hoekelement. Dit is een doos die in de hoek van het bad gepositioneerd wordt, en meestal gebruikt wordt om extra vermogen te creëren. Uiteraard kunnen dompeltrilelementen aangepast worden aan de afmetingen en eigenschappen van het bad, voor elk bad kan men dus een aangepast dompeltrilelement verkrijgen.

Een vierde mogelijke ultrasonische transducer is de **staafresonator**. Bij een staafelement is de PZT aan één of beide uiteinden gemonteerd. De volledige staaf wordt dan aan het trillen gebracht. Hierbij bestaat de keuze tussen massieve en holle buizen. Massieve staven, meestal uitgevoerd in titanium, hebben het voordeel dat ze minder snel eroderen, en dat ze met dezelfde hoeveelheid watt meer rendement opleveren. Het nadeel is echter de grotere kostprijs. De lengte van de staafresonatoren is ook van essentieel belang, deze is immers aangepast aan één specifieke frequentie. Een resonator voor 25 kHz en één van 40 kHz zal dus fundamenteel verschillen.

In vergelijking met dompeltrilelementen worden staafresonatoren meestal voor specifieke toepassingen gebruikt.

---

WAAR VROEGER HET RENDEMENT VAN DE ULTRASOON-GENERATOREN SLECHTS 60% WAS, IS  
DAT INTUSSEN MEER DAN 95%

---

## Investeringskost



De transducer is het duurste element en bepaalt ook sterk de kostprijs van de ultrasone investering. Waar zitten de prijsverschillen? Vooreerst mag men er vanuit gaan dat de prijs bepaald wordt door het fabricageconcept. Zo zijn de Japanse piëzo-elektrische componenten goedkoper dan de Europese. Wat voornamelijk de prijs bepaalt zijn het aantal componenten per oppervlakte en de afmetingen van de PZT's. Als je in de installatie vijf of tien elementen plaatst, of als je PZT's een doorsnede van 70 of 90 millimeter hebben, zijn die zaken dus de prijsbepalende factor. Hoe lager (en krachtiger) de gewenste frequentie, hoe groter en duurder de PZT-schijf zal zijn. Staafresonatoren, die meestal voor specifieke toepassingen gebruikt worden, zijn ruwweg 30% duurder dan dompeltrilelementen.

Als je bijvoorbeeld voor een dompeltrilelement van 1.000 watt zo'n 1.500 euro betaalt, zal een gelijkaardige staafresonator al gemakkelijk 2.500 euro kosten. Bij de inschatting van de investeringskost moet men vooral nagaan hoeveel van deze dure elementen men nodig zal hebben voor het bad van voldoende trilling te voorzien. Wat overleg en creativiteit kan de kostprijs wel drukken. Zo bestaan er installaties, waar de dompeltrilelementen op een karretje heen en weer rijden.

Op die manier kan men met een beperkt aantal transducers toch een groot bad bestrijken.

Dat de reinigingstijd dan toeneemt, is weliswaar een logisch gevolg.

## Levensduur

---

De levensduur van een ultrasone installatie is sterk afhankelijk van de duurzaamheid van de transducer. De technische evoluties van de laatste jaren hebben er echter voor gezorgd dat dompeltrilelementen en staafresonatoren probleemloos 8 à 12 jaar, 8 uur per dag kunnen functioneren in neutrale of alkalische baden. In een agressieve zure oplossing bedraagt de termijn tussen de 5 en 8 jaar. Eén van de oorzaken die de levensduur beperken is natuurlijk de constante blootstelling aan de ultrasone cavitatiekrachten. Ook al zijn staafresonatoren volle staven van titanium, toch slijt er bij elke ultrasone reiniging een minuscuul klein laagje vanaf. Eenzelfde erosie geldt voor dompeltrilelementen met roestvrij staal van 3 mm. In de praktijk blijkt echter dat de duurzaamheid vooral ingeperkt wordt door een slechte behandeling van het ultrasoonmateriaal. Als er onvoorzichtig geladen wordt, of als het bad met zware objecten in botsing komt, ontstaat er al eens een beschadiging. Beschadigingen verminderen niet alleen de ultrasone werking, maar maken het materiaal ook gevoeliger voor erosie. Wie het materiaal met enige zorg behandelt, zal zonder probleem zijn installatie kunnen afschrijven.

## Investeringsbeslissing

---

Alles in ogeschouw genomen zijn er eigenlijk vijf goede redenen om in een ultrasone reinigingsinstallatie te investeren. Vooreerst vraagt de reiniging beduidend minder arbeidstijd. Daarnaast moet men onderdelen zelden demonteren en is een grondiger reiniging mogelijk. Ook heeft men beduidend minder reinigingsvloeistoffen nodig, en als laatste is een lagere vloeistoftemperatuur vereist. Alhoewel ultrasone reiniging voor enorm veel toepassingen kan ingezet worden, zal elke onderneming vooreerst toch een eenvoudig rekensommetje moeten maken inzake investeringskost en terugverdientijd. Het aantal en de complexiteit van de te reinigen stukken zullen evenals de badgrootte waarschijnlijk de doorslaggevende factoren zijn.