



Selectiecriteria voor wervelbeddrogers

Trommeldroger versus wervelbeddroger (2)

Het is niet eenvoudig om een keuze te maken tussen een trommeldroger en een wervelbeddroger. De leveranciers van beide typen drogers schermen met de specifieke voordelen die juist hún droger ten opzichte van de ander zou hebben. Bij sommige toepassingen kunnen beide typen drogers worden ingezet. Voor andere toepassingen echter is het van belang de juiste selectiecriteria te kennen én deze criteria te kunnen hanteren.

Afb. 1 Een wervelbeddroger voor de droging en koeling van mineralen, met een capaciteit van 65 ton/uur





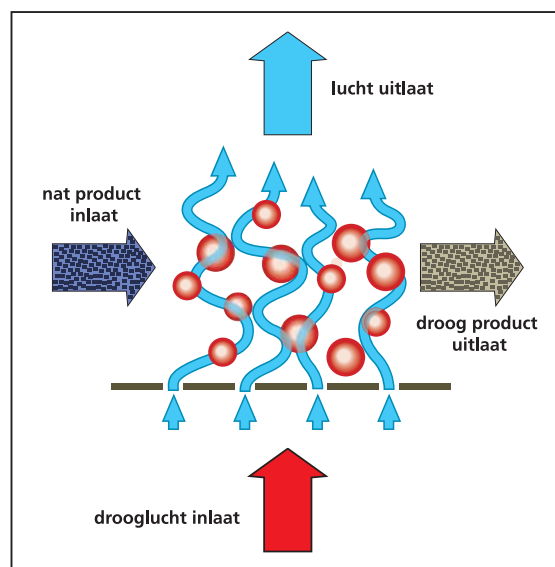
VOOR- EN NADELEN VAN WERVELBEDDROGERS

Samenvattend hebben wervelbeddrogers de volgende voordelen:

- intensieve materiaal- en warmteoverdracht dankzij fluid bed
- gecontroleerde verwijdering van stof uit het product
- lichte, dunwandige constructie, eventueel in roestvaststaal
- bij drogerkoeler warmteterugwinning mogelijk
- lage eindtemperaturen (circa 10 graden boven koelluchttemperatuur)
- behoedzame productbehandeling (weinig attritie)

Mogelijke nadelen van wervelbeddrogers zijn:

- beperking toepassing tot fijnkorrelige materialen (tot circa 4 mm)
- gelimiteerde droogluchttemperatuur
- gevoeligheid voor deeltjesgrootte, vochtgehalte en debiet
- gevoelig voor uitvallen van luchtstroom
- relatief hoog energieverbruik
- relatief complexe luchttoevoer
- relatief complexe inbedrijfsname en bedrijfsoptimalisatie



Afb. 2 Stroomschema van een goed gefluidiseerd wervelbed

Allgaier Werke GmbH – in Nederland vertegenwoordigd door IP Handling Nederland BV in Hierden – levert zowel trommeldrogers als wervelbeddrogers en beschikt over een uitgebreide reeks referenties in de mineralenindustrie (bouwstoffen en keramiek), chemie en recyclingsector. Deze toepassingen stellen de onderneming in staat om onafhankelijk en deskundig advies te geven over de inzet van trommeldrogers en wervelbeddrogers. Daarbij wordt gelet op onder meer de volgende criteria:

- Productaspecten (zoals deeltjesgrootte, deeltjesgrootteverdeling, temperatuurgevoeligheid en breukgevoeligheid)
- Proceseigenschappen (zoals capaciteit, vochtgehalte en energieverbruik)
- Omgevingsfactoren (zoals locatie, infrastructuur en deskundigheid medewerkers)

In de mineralenindustrie hebben trommeldrogers zich de afgelopen decennia ontwikkeld tot moderne installaties [1], maar wervelbeddrogers blijken een goed alternatief te zijn, vooral in de chemie, farmacie en voedingsmiddelenindustrie. Wervelbeddrogers zijn bij uitstek geschikt voor de behoedzame droging van kwetsbare granulaten uit granuleerschotels of menggranulatoren. De korrels ondervinden namelijk weinig impact-krachten, zodat ze niet snel beschadigen. Bij trommeldrogers echter treedt een sterkere attritie (productafslijting) op. Dit is een gevolg van het continu scheppen en weer laten vallen van het materiaal. Wer-

velbeddrogers zijn leverbaar in diverse uitvoeringen, zoals sproeigranulatiedrogers, suspensiedrogers, pastadrogers en koeldrogers, met al dan niet in het wervelbed geïntegreerde warmtewisselaars. In dit artikel gaat het om de algemene kenmerken van wervelbeddrogers voor continu processen.

Wervelbeddrogers

In een wervelbeddroger (afb. 1) wordt het natte product middels een schroeftransporteur of band-

transporteur gedoseerd toegevoerd in een langwerpige kamer met een geperforeerde bodemplaat. In deze beluchtingsbodem bevinden zich gaatjes of spleetvormige openingen waardoor de drooglucht de kamer binnentreedt. De opwaartse luchtstroom brengt het te drogen materiaal in een quasi-vloeibare toestand (fluid bed). In dit wervelbed komen de vaste deeltjes in intensief contact met de drooglucht, waardoor de deeltjes hun vocht gemakkelijk kunnen afstaan (afb. 2). In een goed functionerende

WERVELBEDDROGERS VOORAL BIJ LAGERE DROOGLUCHTTEMPERATUREN

Normaliter is het niet zinvol om wervelbeddrogers te ontwerpen voor droogluchttemperaturen van bijvoorbeeld 600°C. Weliswaar correspondeert zo'n hoge temperatuur met een lager droogluchtdebiet en daarmee een kleiner aanstroomvlak in de installatie, maar in een kleinere droger is ook de verblijftijd van het product korter. Dit betekent dat gemakkelijker onder een kritische grens wordt gekomen, in het bijzonder bij de verwerking van grove of poreuze materialen of producten met wisselende eigenschappen. Het is dan denkbaar dat het restvochtgehalte wegens een te korte verblijftijd niet meer wordt bereikt of dat de doorvoercapaciteit van de installatie afneemt. In elk geval kunnen productietechnische schommelingen dan minder flexibel worden opgevangen. Andere bezwaren tegen een hoge droogluchttemperatuur zijn de constructie-eisen die hierdoor aan de installatie worden gesteld. Denk hierbij aan slijtage als gevolg van de vibratiebelasting bij hoge temperaturen en de trillingsontkoppeling tussen de droger en de luchttechnische buisverbinding. Wervelbeddrogers zijn vooral geschikt voor droogprocessen bij lagere temperaturen, met name als warmtegevoelige producten in het spel zijn of als de drooglucht moet worden verwarmd met stoom. Een ander indicatie voor de toepassing van wervelbeddrogers is een constant ingangsvochtgehalte van het te drogen materiaal alsmede een constante doorvoercapaciteit. Dit maakt het namelijk mogelijk om de installatie continu onder de optimale condities te bedienen.





[Selectiecriteria voor wervelbeddrogers]

VERGELIJKING TROMMELDROGER EN WERVELBEDDROGER

De verschillen tussen de technische gegevens en het energieverbruik van een trommeldroger (afb. 4) en een wervelbeddroger worden in onderstaande tabel getoond voor een toepassing die vanuit zuiver technisch oogpunt met beide systemen goed zou kunnen worden gerealiseerd. Het gaat hierbij om de droging van natuurzand met een deeltjesgrootte tot 4 mm, met een capaciteit van 30 ton/uur.

Bij de wervelbeddroger wordt voorverwarmede drooglucht ingezet (de afvoerlucht uit de koelzone). De investering in beide installaties inclusief besturingssysteem is vergelijkbaar. De beslissing voor een trommeldroger of wervelbeddroger dient te worden gebaseerd op criteria zoals de te verwachten constantheid van het ingangsvochtgehalte, het debiet, de korrelgrootteverdeling en de te verwachten prijs van de energiedragers (stroom, aardgas). Ook kan de beschikbare infrastructuur en de scholingsgraad van het personeel een rol spelen (zie tabel 2). De procesgegevens van deze toepassing:

ingangsvochtgehalte	7% water
ingangstemperatuur	10°C
omgevingstemperatuur	20°C
warmtecapaciteit zand (droog)	0,8 kJ/kgK
verwarmingswaarde aardgas	37.200 kJ/m ³
restvochtgehalte	0,5% water
watervervampingsvermogen	2.100 kg/h
zandtemperatuur na koeling	60°C

	trommeldroger (Mozer TK)	wervelbeddroger (WS-V-T/K)
lengte van installatie	11 m	8 m
afvoerluchtdaet	30.000 m ³ /h	34.000 m ³ /h
verwarmingsvermogen	2.350 kW	2.200 kW
gasverbruik	227 m ³ /h	215 m ³ /h
brandertype	gasbrander direct aan drogerhuis	vlakbrander in toevoerluchtsysteem
specifiek gasverbruik	7,6 m ³ /ton	7,2 m ³ /ton
netto stroomverbruik	60 kW	90 kW
aantal ventilatoren	1	3
elektrisch aansluitvermogen	90 kW	125 kW
specifiek stroomverbruik	2,0 kW/ton	3,0 kW/ton
inbedrijfname en optimalisatie	3 dagen	5 - 8 dagen

Tabel 1 Vergelijking van een trommeldroger en een wervelbeddroger



Afb. 3 Wervelbeddrogers voor de droging van kunststofrecycclaet met behulp van aardgas-vlakbranders

wervelbeddroger wordt de totale massa product gefluïdiseerd. Dit is behalve voor droging ook voor het transport een belangrijke voorwaarde.

Transport

Het te drogen product wordt door het horizontaal opgestelde wervelbed gevoerd middels een triltransport. Dit triltransport zorgt er tevens voor dat grove, slecht fluïdiseerbare deeltjes tóch worden opgewerveld. Het transport in het wervelbed kan bovendien worden bevorderd door de opwaartse luchtstroom enigszins te richten met bijvoorbeeld kaasschaafvormige spleten in de beluchtingsbodem. Voorts vindt transport plaats als gevolg van verdringing. Bij de inlaat wordt nat product toegevoerd, waardoor het gedroogde product aan het eind van de droger wordt verdrongen en over een overloopstuw loopt. De overloopstuw in eenvoudigste vorm is een verticale plaat of schuif. Deze plaat is in hoogte verstelbaar, zodat men invloed kan uitoefenen op de verblijftijd van het product in de droger. De overloopstuw is afhankelijk van de toepassing leverbaar in diverse uitvoeringen. Zo kan men denken aan een schuin opgestelde kettingtransporteur die het droge product uit de kamer trekt.

Korrelgrootte

Een vibratie-wervelbeddroger kan product verwerken met een deeltjesgrootte tot ongeveer zes en maximaal acht mm, afhankelijk van de deeltjesgrootteverdeling en stortdichtheid van het materiaal. Het verdient aanbeveling om wervelbeddrogers te voeden met product dat hoofdzakelijk bestaat uit kleine deeltjes. Een te groot aandeel grote deeltjes (bijvoorbeeld als gevolg van een omschakeling naar nieuw product) kan ervoor zorgen dat het wervelbed instort, waardoor de droogefficiency ineens sterk afneemt. Grote delen kunnen bovendien voor de overloopstuw blijven steken en zich in de droger ophopen. Het is weliswaar mogelijk om van een overloopstuw af te zien, maar dan is de verblijftijd minder goed te regelen en loopt men het risico dat het wervelbed niet meer optimaal wordt gefluïdiseerd met alle gevolgen van dien voor de droogefficiency.

Ventilatoren

De beluchtingsbodems van wervelbeddrogers worden zodanig geconstrueerd dat de drooglucht gelijkmatig over het gehele aanstroomvlak van de droger wordt verdeeld. Dit betekent dat de droogluchtventilatoren voldoende krachtig moeten zijn om de gehele productmassa in gefluïdiseerde toestand te houden. Zo wordt voorkomen dat de luchtstroom de weg van de minste weerstand kiest en met name de zones met vochtig materiaal slecht worden doorstroomd. Het gevolg hiervan is





wél dat wervelbeddrogers per eenheid gedroogd product een hoger stroomverbruik hebben dan trommeldrogers.

Besturing

De besturing van een wervelbeddroger is meestal er op gericht de temperatuur van de afvoerlucht constant te houden. Een regelkring zorgt er voor dat bij een onderschrijding van deze temperatuur de drooglucht-verhitter wordt geactiveerd, totdat de gewenste temperatuur weer wordt bereikt. Op deze wijze kan worden gereageerd op schommelingen in het debiet of het vochtgehalte van het te drogen product. De temperatuur van de afvoerlucht staat in nauw verband met de temperatuur en het restvochtgehalte van het gedroogde product.

De drooglucht kan worden verhit door in het toevoersysteem aardgas-vlakbranders te plaatsen (afb. 3). Deze branders slaan door hun lichte constructie weinig warmte op en reageren snel op regelsignalen. In de chemische en recycling-industrie worden vaak warmtewisselaars op stoom toegepast.

Energieverbruik

Het specifieke energieverbruik van de wervelbeddroger per ton gedroogd product stijgt bij een structurele verlaging van het ingangsvochtgehalte, omdat de installatie dan niet meer onder de optimale condities wordt bedreven. Het luchtdebiet dient namelijk ook bij een lager vochtgehalte onveranderd te worden gehandhaafd om de massa van het product in gefluïdiseerde toestand te houden. Het is daarom niet mogelijk om de hoeveelheid lucht af te verlagen (en de temperatuur te verhogen) zoals dat bij trommeldrogers wél zinvol is [1]. Het energieverbruik is bij deellastbedrijf dus niet lager dan bij vollastbedrijf. Wervelbeddrogers dienen daarom zoveel mogelijk te worden bedreven onder de procescondities waarvoor ze zijn ontworpen. Dit betekent dat al in de ontwerpfase een compromis moet worden gezocht tussen het gewenste maximale vermogen en het vermogen gebaseerd op het gemiddelde ingangsvochtgehalte.

Droogkoelwervelbed

Wervelbeddrogers kunnen ook worden ingezet om het gedroogde product tevens te koelen. In dat geval wordt aan de drogersectie een zone toegevoegd waar het product met omgevingslucht wordt gekoeld. De droger wordt daardoor langer en heeft dan behalve een droogluchtventilator ook een koelluchtventilator nodig. Op deze wijze is het afhankelijk van de omgevingstemperaturen mogelijk om het product te koelen tot temperatuur van 40°C of zelfs 30°C. Een koelsectie verhoogt echter de investering in de installatie, terwijl wegens het stroomverbruik ook de operationele



Afb. 4 Trommeldroger Mozer TK

kosten toenemen. Het is echter mogelijk energie terug te winnen (aardgas te besparen) door de warme afvoerlucht uit de koelzone in te zetten als voorverwarmde drooglucht, zeker als de hoeveelheden koellucht en drooglucht goed in balans zijn te brengen. Bij alle droogkoelwervelbedden treedt direct na de droogstap een eerste koeling op wegens de verdamping van het restvocht. De nadrogging in het eerste gebied van de koelzone gebeurt onder invloed van de warmte die nog in het product is opgeslagen (zoals ook bij droogkoeltrom-

mels het geval is). Bij de verwerking van mineralen in droogkoelwervelbedden ontstaat bij veel toepassingen een optimale balans bij droogluchttemperaturen van circa 400°C en een koeling van het gedroogde product tot circa 45°C. **BULK**

Mathias Trojosky, Allgaier Werke GmbH

Literatuur

[1] Trommeldroger versus wervelbeddroger (1), Selectiecriteria voor trommeldrogers; Mathias Trojosky; Bulk nr. 3, mei 2009, p. 30-32.

ARGUMENTEN VOOR TROMMELDROGER

- zowel fijn, grof als zeer grof materiaal
- variabele productkwaliteit
- hoge droogluchttemperaturen
- directe gas- of oliebranders
- geen koeling of koeling tot 55-60°C
- dikwandige uitvoering
- abrasieve producten
- wisselende debieten
- eenvoudige constructie
- eenvoudige installatie
- droging én reiniging van kalksteen
- buitenopstelling

ARGUMENTEN VOOR WERVELBEDDROGER

- materiaal 0-4 mm met deeltjes tot 6 mm
- constante productkwaliteit
- warmtegevoelige producten
- vlakbranders of warmtewisselaars in het toevoerluchtsysteem
- koeling tot 40-45°C
- lichte constructie (roestvaststaal)
- breukgevoelige producten (behoedzame behandeling)
- constante doorvoercapaciteit
- complex toevoerluchtsysteem
- goed ontwikkelde infrastructuur
- ontstopping van product
- binnenopstelling of buiten overkapt

Tabel 2 Argumenten voor de selectie van het geschikte drogerstype

