

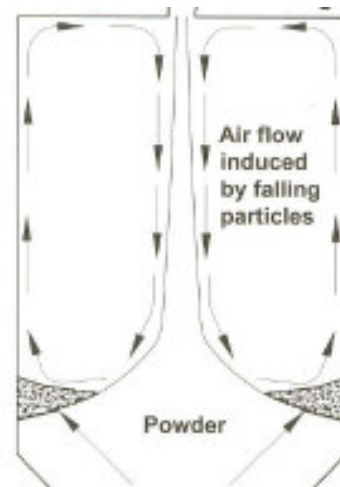
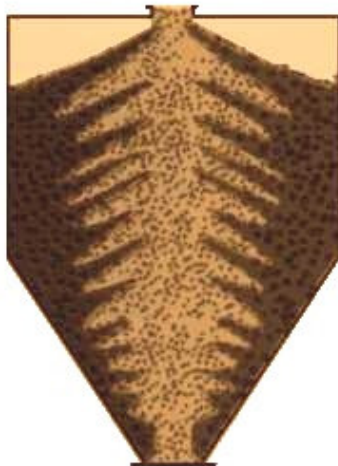
Ontmenging: veel haken en ogen (2)

Opslag en stroming in silo's

In een silo kan ontmenging optreden. Hierdoor ontstaan verschillen tussen de samenstelling van het product in het centrum en het product aan de wand van de silo. Het verschijnsel kan zich voordoen bij het vullen, tijdens opslag en bij het legen van de silo. In alle drie de stadia zijn echter maatregelen te treffen om ontmenging te bestrijden.

door: ir. P.J. van der Kooi

In dit artikel komen de aspecten aan bod die specifiek met opslag en stroming in de silo te maken hebben. In het vorige artikel is ingegaan op de algemene aspecten van ontmenging.



Ontmenging in silo's

Zoals in het vorige artikel reeds is opgemerkt, is ontmenging (segregatie) een gevolg van het verschil in eigenschappen van de verschillende componenten of fracties in een mengsel. Ontmenging kan worden veroorzaakt door diverse mechanismen en optreden op verschillende plaatsen in het productieproces. Een bekend probleem is ontmenging in een silo. Meestal gaat het dan om horizontale ontmenging. In dat geval is het product aan de wand anders dan het product in het centrum. Soms kan ook verticale ontmenging optreden. In de silo ontstaan dan horizontale productlagen waarvan de samenstelling verschillend is. Bij het tegengaan van ontmenging in een silo moet eerst worden vastgesteld op welk moment het probleem optreedt. Dit kan zijn bij het vullen van de silo, bij het legen van de silo of wanneer het product zich in opgeslagen toestand bevindt.

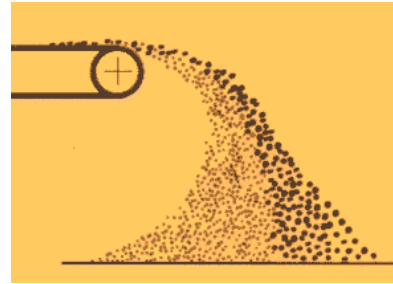
VULLEN

Bij het vullen van een silo glijdt, rolt en/of valt het product. De deeltjes bewegen in hoge mate onafhankelijk van elkaar. Hierdoor neigen ze elk hun eigen baan te volgen die bepaald wordt door hun specifieke massa, grootte en vorm. Dit betekent dat deeltjes met dezelfde eigenschappen ongeveer dezelfde baan zullen beschrijven. Gelijke deeltjes tenderen dus bij elkaar te komen, met als gevolg dat het mengsel segregereert.

Enkele factoren die hierbij een rol spelen, zijn:

- de valhoogte
- de horizontale snelheid van de deeltjes
- het al dan niet optreden van 'lawines'

Hoe groter de valhoogte, des te sterker de ontmenging. De deeltjes hebben dan immers meer gelegenheid hun individuele banen te volgen. Met name de buitenzijde van een vallende stroom stortgoed is gevoelig voor segregatie. Een kleine productstroom heeft een relatief grote omtrek en zal dus meer ontmengen dan een grote productstroom. Wanneer het product bovendien een horizontale snelheid heeft, zal het 'windzift-effect' de ontmenging nog versterken.

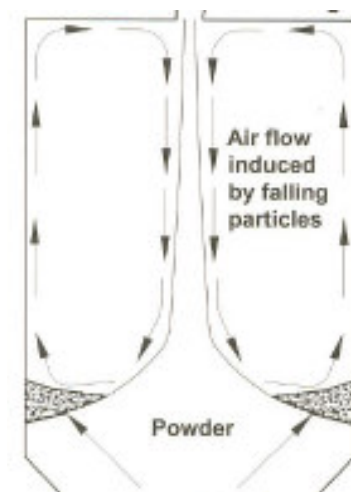


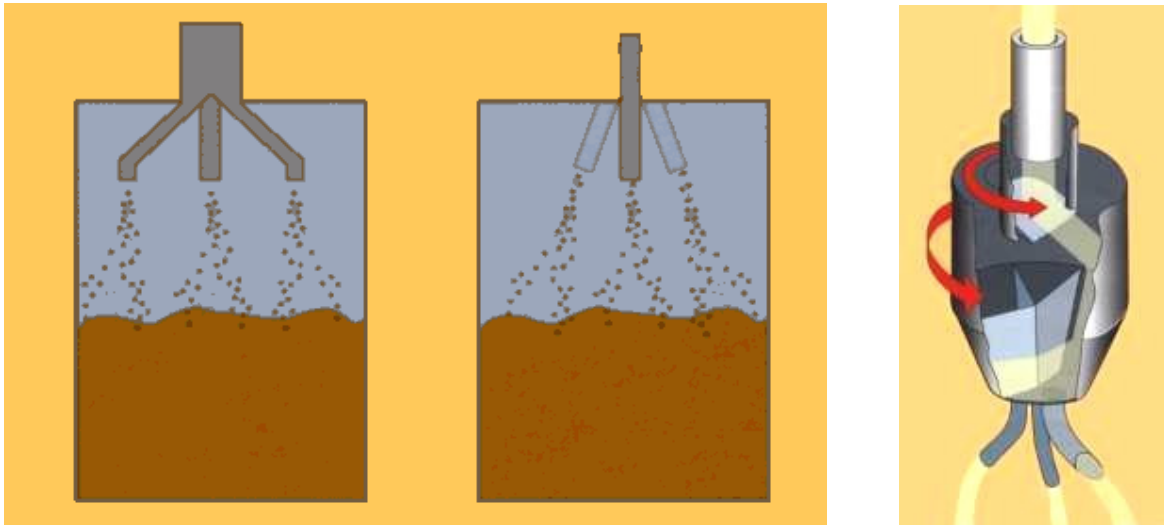
Bij het storten van een hoop zullen van tijd tot tijd 'lawines' optreden. Hiermee wordt bedoeld op het verschuiven van productschollen, waardoor het talud afvlakt. Dit effect zorgt ervoor dat veel van de grotere deeltjes die nog redelijk in het centrum lagen, aan de buitenkant terecht komen. Dit type ontmenging heeft in doorsnede het profiel van een kerstboom. Bij een kleine productstroom en dus een langzame, geleidelijke opbouw van het talud treden minder vaak 'lawines' op.

Fines

Als een product zeer kleine deeltjes bevat (< 50 micron), kan bij het vullen van de silo eveneens ontmenging optreden. De luchtstroom die met het vallende product gepaard gaat, beweegt elders in de silo weer omhoog. Deze stroom kan de fines meenemen en elders weer loslaten. Zo kunnen fines bij centraal storten aan de wand van de silo terecht komen.

Bij pneumatisch vullen circuleert de lucht boven het product. De kleinste deeltjes kunnen hierin blijven zweven. Pas als transport stopt, vallen ze op het product. Dit veroorzaakt een verticale ontmenging. Een filter kan dit effect nog versterken als dit na het vullen wordt schoongeklopt. Een andere factor die bij ontmenging een rol kan spelen, is de beluchting van het product. Grotere deeltjes kunnen dieper in de luchtige massa wegzakken, waardoor een verticale ontmenging ontstaat.





Maatregelen

Om ontmenging bij het vullen tegen te gaan, kan het aanbeveling verdienen om een product batch-gewijs te storten. Dit is mogelijk met behulp van een buffer met een veerbediende klep.

De horizontale snelheid van een product kan worden geremd met schotten of met behulp van een trechter boven in de silo. Voorts is te overwegen het product te storten over het gehele oppervlak van de silo. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van meerdere vulopeningen of -pijpen, een spreidplaat, een spreidkegel of een ronddraaiende goot of pijp.

Een plaat, piramide of kegel die excentrisch roteert, biedt bovendien het voordeel dat het product er van afvalt op verschillende afstanden van het midden van de silo. Ook kan men denken aan een vaste productstroom-splitser met een aantal uitstroompijpen. In sommige gevallen kan het product het best worden ingebracht met behulp van een (telescopische) stortpijp. Deze methode is productvriendelijk maar relatief duur, en daarom alleen bij breukgevoelig product interessant. Uiteraard is het ook mogelijk een aantal van de genoemde maatregelen te combineren, zoals bij de 'rotary spreader'.

OPSLAG

Wanneer het product in opslag geheel in rust is, treedt geen ontmenging op. Het is echter mogelijk dat het product in opslag nog 'werkt'. Het kan uitzakken of inklinken en vooral onder invloed van ontluchting en trillingen alsnog ontmengen. Met name beluchte poeders kunnen tijdens het ontlichten voldoende bewegingsruimte krijgen om te ontmengen. Ook trillingen kunnen voorzien in deze bewegingsruimte. Hevige trillingen kunnen zelfs een soort beluchting veroorzaken, waardoor ontmenging in de hand wordt gewerkt.

LEGEN

Het legen van een silo kan aanleiding geven tot ontmenging, maar tevens is het mogelijk dat juist hermenging optreedt van product dat in een eerder stadium is ontmengd. Bij het vullen ontstaat een productkegel met de top naar boven. Bij uitstroming kan zich een kegel vormen met de punt naar beneden. Er is dan sprake van kernstroming. Een juiste afwisseling van vullen en legen kan ervoor zorgen dat ontmenging niet wordt geconstateerd. Praktisch is deze methode echter moeilijk toepasbaar. Bovendien zal kernstroming in een silo met een homogeen gemengd product juist ontmenging veroorzaken, zeker als sprake is van lange taluds.

Massastroming

Bij het legen van een silo wordt in het algemeen gestreefd naar massastroming. Niet alleen vanwege het principe 'first in first out' maar ook met het oog op het voorkomen van ontmenging. Bij massastroming zakken immers alle deeltjes gelijkmatig en met dezelfde snelheid naar beneden. Om kernstroming te veranderen in massastroming zijn er verschillende opties mogelijk:

De silo kan worden voorzien van een steilere trechter.

Een wigvormige trechter. Hierbij is het wel van belang dat het stortgoed over de volle lengte wordt onttrokken.

Het inbouwen van inserts in een silo.

Bewerkstelligen van een lagere wandwrijving, door een coating of lining toe te passen. (afhankelijk van de inwendige wrijving van het product en de bestaande trechterhoek).

Bij massastroming zal in de trechter van een silo de fractie aan de wand zich vermengen met de fractie in het midden van de silo. Zo wordt horizontale ontmenging ontstaan bij het vullen weer (grotendeels) teniet gedaan, tenzij sprake is van een laag vulniveau. Een voorwaarde is tevens dat er geen snelheidsverschillen tussen het product in de kern en product aan de wand meer bestaan. Zoals duidelijk mag zijn helpt massastroming niet bij een verticale ontmenging.

Fines

Voor het stromen is dilatatie van het product noodzakelijk. Bij fijne poeders ontstaat hierdoor een onderdruk, die wordt opgeheven door een luchtstroom tegengesteld aan de stroomrichting van het product. Het is bekend dat deze tegenstromende lucht bij fijne producten tot een ongelijkmatig loopgedrag kan leiden, en dat het ontmenging kan veroorzaken. Hoe, en in welke mate wordt echter in de literatuur niet aangegeven.

Maatregelen

Ontmenging bij het legen van een silo kan worden bestreden door het stortgoed op verschillende punten uit de silo te onttrekken. Een bekende techniek is het maken van diverse trechteropeningen van waaruit het product naar een verzamelpunt onder de silo wordt geleid. Voorts is het mogelijk om in de silo pijpen aan te brengen, die het product vanuit diverse gebieden naar de uitstroom-opening leiden.

Hierbij wordt de productstroom dus samengesteld uit diverse gebieden in de silo en het product in feite opnieuw gemengd. Om ervoor te zorgen dat het product weer voldoet aan de specificaties is het belangrijk dat bekend is hoe en in welke mate het product is ontmengd. Voorts dient het om een vrijstromend product te gaan; er mogen geen verstoppingen optreden.

In principe moeten horizontale 'schijven' worden gemengd, in feite wordt dus massastroming nagestreefd.