



## Reconstructie van hamermolenexplosie

# Vuur en vonken in molenbak

Techniek

[Ake Harmanny\*]

In een hamermolen kan zich een stofexplosie voordoen ondanks alle voorzorgsmaatregelen. In zo'n installatie bestaat vrijwel voortdurend een stofwolk en ontstekingsbronnen zijn niet (altijd) uit te sluiten. Bij een onverhoopte explosie kan het verloop ervan worden gereconstrueerd uit onderzoek aan de installatie, gecombineerd met informatie uit de procesbesturing.

Hamermolens worden onder meer ingezet voor het vermalen van biomassa, bijvoorbeeld in de diervoederindustrie en houtverwerking. Het gemalen product uit de houtverwerking wordt gebruikt voor het opwekken van groene energie. In bepaalde installaties worden houtpellets vermalen. Het maalgoed komt via een zeef (maaswijdte 6 mm) terecht in de molenbak. Op de molenbak bevinden zich twee afzuigleidingen naar een filter. Materiaal dat uit het filter wordt afgescheiden, wordt teruggevoerd naar de molenbak. De molenbak wordt geleegd naar een pneumatisch transport (afbeelding 1).

### Explosierisico

Het is bekend dat de hamermolen een explosierisico met zich meebrengt. In de draaiende installatie is immers een brandbare stofwolk aanwezig waarvan de con-

centratie tussen de explosiegrenzen ligt. De houtstofwolk bestaat vooral uit grof materiaal met daartussen wat fijn stof. De hoge turbulentie maakt het moeilijk deze stofwolk te ontsteken. Dat is ook een reden dat stofexplosies zich in hamermolens minder vaak voordoen dan men op grond van de risicofactoren zou verwachten. De aanwezigheid van een voldoende krachtige ontstekingsbron kan echter niet worden uitgesloten (zie kader). Met de houtpellets kunnen namelijk vreemde materialen worden meegevoerd. Ook kunnen delen van de hamers loskomen. Het is mogelijk dat hierdoor vonken ontstaan of delen heet worden, waardoor toch een ontsteking plaatsvindt.

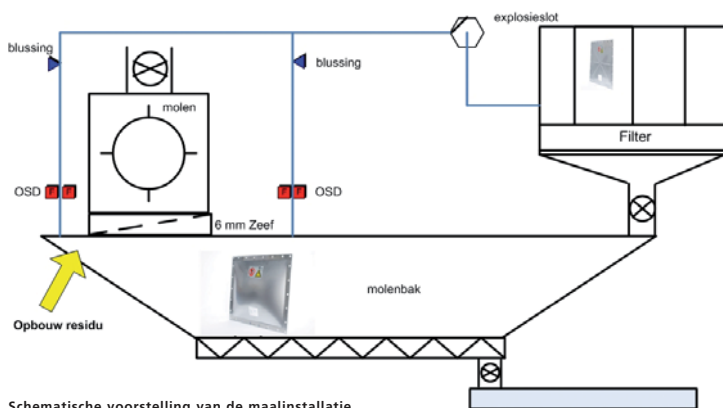
### Stoffilter

Ook in het stoffilter van de maalmolen is een stofwolk aanwezig. Hier is de gemid-

### Versmering

Een mogelijke ontstekingsbron die vooral voorkomt bij het vermalen van grondstoffen voor veevoeders, wordt wel 'versmering' genoemd. Met name als de producten iets vettig zijn, kan het gebeuren dat ze wel worden vermalen maar niet door de zeef. In dat geval ontstaat een wat plakkerige massa die door de draaiende molen wordt opgewarmd. Dit kan uiteindelijk leiden tot smeulbrandjes, die zeker een explosie kunnen veroorzaken. Bij houtstof is versmering niet waarschijnlijk, maar niet uit te sluiten. De houtpellets bestaan lang niet altijd uit schoon houtstof, maar kunnen vette vervuilingen bevatten.

delde stofconcentratie relatief laag, maar de stofdeeltjes zijn wel klein. Bovendien wordt met de persluchtreiniging veel fijn stof van de filterelementen geklopt, waardoor vaak een zeer brandbare stofwolk aanwezig is. Hoewel ontstekingsbronnen ook in het filter kunnen ontstaan (denk aan broei), wordt het grootste risico gevormd door vonken, aangezien vanuit de hamermolen. Als deze op een filterelement terechtkomen, is dit bijna een garantie voor een smeulbrand



Schematische voorstelling van de maalinstallatie.



Aangesproken breekplaat.





die, bij het reinigen van de filterelementen, een stofexplosie zal veroorzaken. De maalinstallatie is beveiligd met een drukontlastingssysteem (breekplaten) op de molenbak en het stoffilter. De diverse in- en uitgangen zijn voorzien van explosiebarrières: explosievaste draaisluitingen en een explosieslot tussen molenbak en filter. Het explosieslot is bedoeld om de terugslag van een explosie vanuit het filter naar de molenbunker te voorkomen. De afzuigleidingen naar het filter zijn uitgerust met een vonkendetectiesysteem met waterblussing.

### Explosie

Ondanks alle voorzorgsmaatregelen is op enig moment in de installatie toch een explosie opgetreden. Bij het incident is de breekplaat van de molenbak aangesproken (foto 2). De breekplaat op het stoffilter bleef intact. Het is niet duidelijk of het luik van het explosieslot geopend en weer gesloten is. Direct na de explosie bleek er brandend materiaal aanwezig in één van de afzuigleidingen en in de molenbunker. Om dit te kunnen doven werd een deel van de afzuigleiding gede-monteerd.

### Procesbesturing

Uit de opgeslagen informatie van de procesbesturing werd afgeleid dat net vóór de explosie een storingsmelding werd afgegeven op de toevoer naar de molen. Tijdens de explosie was sprake van een overdruk en viel het opgenomen vermo-



Explosietest.

## Stoflaag

Een belangrijke grootheid voor de risicobeoordeling is het Brand Getal. Dit getal geeft aan hoe gemakkelijk een stoflaag, door bijvoorbeeld vonken, is te ontsteken. Voor houtstof bedraagt dit getal 5, wat betekent dat stoflagen heel gemakkelijk kunnen worden ontstoken. Een brandende stoflaag is zeker in staat een stofwolk te ontsteken.

gen van de molen plotseling terug, om daarna weer toe te nemen. Direct ná de explosie is een temperatuurstijging op de uitlaat van molenbunker opgetreden. Uit het eigen geheugen van het vonkendetectiesysteem blijkt dat gedurende vier minuten een zeer groot aantal vonken is gedetecteerd. Een vergelijking van de klokken van het vonkendetectiesysteem en de procesbesturing leert dat het vonkenalarm ongeveer begon op het moment van de explosie. Het alarm is dus vooral een gevolg van de explosie.

### Beschadigingen

De hamers vertonen aanzienlijke beschadigingen die wijzen op mechanische inslagen. Het is niet duidelijk of deze beschadigingen al aanwezig waren. In de molen is een stukje vervormd metaal aangetroffen, dat net niet door de zeef gaat.

Onder de zeefplaat, op de wand van de uitlaat naar de bunker, is het metaal verkleurd. Dit wijst op een recent opgetreden, hoge temperatuur. Op diezelfde plaats is op de zeef roestvorming geconstateerd. Ook dit wijst op verhitting: een sterk verhit metaal corrodeert snel als het nat wordt (door bluswater). Eén afzuigkanaal toont sporen van een hoge temperatuur: verkleuring van de verf, een weggesmolten sticker en resten van deels verbrande afzettingen. Op het andere kanaal zijn geen temperatuurssporen. Ook blijken er hier niet (of nauwelijks) afzettingen te zijn. In het filter zijn op een aantal filterelementen beperkte brandsporen aanwezig.

### Reconstructie

Uit de waarnemingen kunnen met een grote waarschijnlijkheid de volgende gebeurtenissen worden gereconstrueerd: Onder de zeefplaat is een smeulbrand ontstaan. Blijkbaar bevond zich daar een afzetting die is ontstoken door versmering of vonken. De storing op de voeding betekent een verminderde materiaalstroom naar de molen. Dit verklaart de

afname van het opgenomen vermogen.

In de molenbak daalt de stofconcentratie, maar neemt de fijnheid van het stof toe. Er vormt zich een explosieve stofwolk, die door de smeulbrand is ontstoken. De explosie leidt tot vuur en vonken in de molenbak. De vonken worden afgezogen naar het stoffilter. Hierdoor spreekt de vonkendetector aan. Tevens ontstaat een smeulbrand in het afzuigkanaal. De nabrand en/of smeulende afzettingen in het afzuigkanaal verklaren dat het vonkenalarm langdurig aanhoudt.

Bij een explosie in de molenbak zal het explosieslot openen en een steekvlam naar buiten treden. Het vuur kan in dat geval echter worden aangezogen naar het stoffilter, dat dan waarschijnlijk ook zal exploderen. Dat dit niet is gebeurd, wijst er op dat de explosie tamelijk mild is geweest. Ook zal de waterblussing zeker hebben bijgedragen aan het doven van het eventueel door het slot aangezogen vuur.

Gezien de brandsporen is toch wat vuur in het stoffilter terechtgekomen. De brandschade is echter waarschijnlijk mede dankzij de waterblussing beperkt, zo blijkt uit de reconstructie. ■

\*Ake Harmanny is werkzaam als consulting scientist bij Isma

## Kracht voor ontsteking

Of de ontstekingsbronnen die in hamermolens kunnen optreden voldoende krachtig zijn om een brandbare stofwolk te ontsteken, hangt onder meer af van de Minimale Ontstekings Temperatuur (MOT) en de Minimale Ontstekings Energie (MOE) van de stofwolk. Voor een houtstofwolk is de MOT is ongeveer 450-500°C en de MOE > 10 mJ. Dat betekent dat de meeste mechanische vonken niet in staat zijn een houtstofwolk te ontsteken. Alleen een intense vonkenregen, door langdurig aanlopen van metaal op metaal, is mogelijk voldoende krachtig om een stofwolk te ontsteken. Dergelijk aanlopen kan ook leiden tot hete oppervlakken, die eveneens een potentiële ontstekingsbron vormen.

