



Afb. 1 Het adsorptiewiel van een drooginstallatie

Een effectieve verbeteringsstap voor droogprocessen is het conditioneren van de drooglucht middels een vaste stof-adsorptietechniek. Het hart van deze techniek is een langzaam roterend wiel waarin zich een keramische of cellulose-drager bevindt met daarop een adsorbent. Deze adsorbent kan bestaan uit silicagel, een zeoliet of lithiumchloride.

Drogen met droge lucht

Droogtechnologie

Voor de optimalisering van een droogproces is een integrale benadering nodig waarbij ook de voor- en nageschakelde processtappen worden betrokken. Een gedegen inventarisatie van alle processtappen biedt een basis om doelstellingen te formuleren en zicht te krijgen op de gewenste veranderingen. Het gaat daarbij meestal om een vermindering van het energieverbruik, een verbetering van de productkwaliteit en een verhoging van de productiecapaciteit. De stappen om deze doeleinden te bereiken, kunnen middels een masterplan worden uitgevoerd. Soms moeten daarbij jarenlange droogopvattingen worden doorbroken om werkelijke vooruitgang te boeken. Vaak kan ook worden volstaan met eenvoudiger maatregelen. Enkele voorbeelden daarvan zijn het verbeteren van de prestaties van ventilatoren, het wijzigen van het luchtkanalensysteem, het verhogen van de warmteoverdracht naar het product, het integreren van warmtestromen en het koppelen van warmte en kracht. Voor een verbetering van de productkwaliteit is het vaak raadzaam mede expertise van kennisinstellingen in te huren.

Adsorptiedrogen

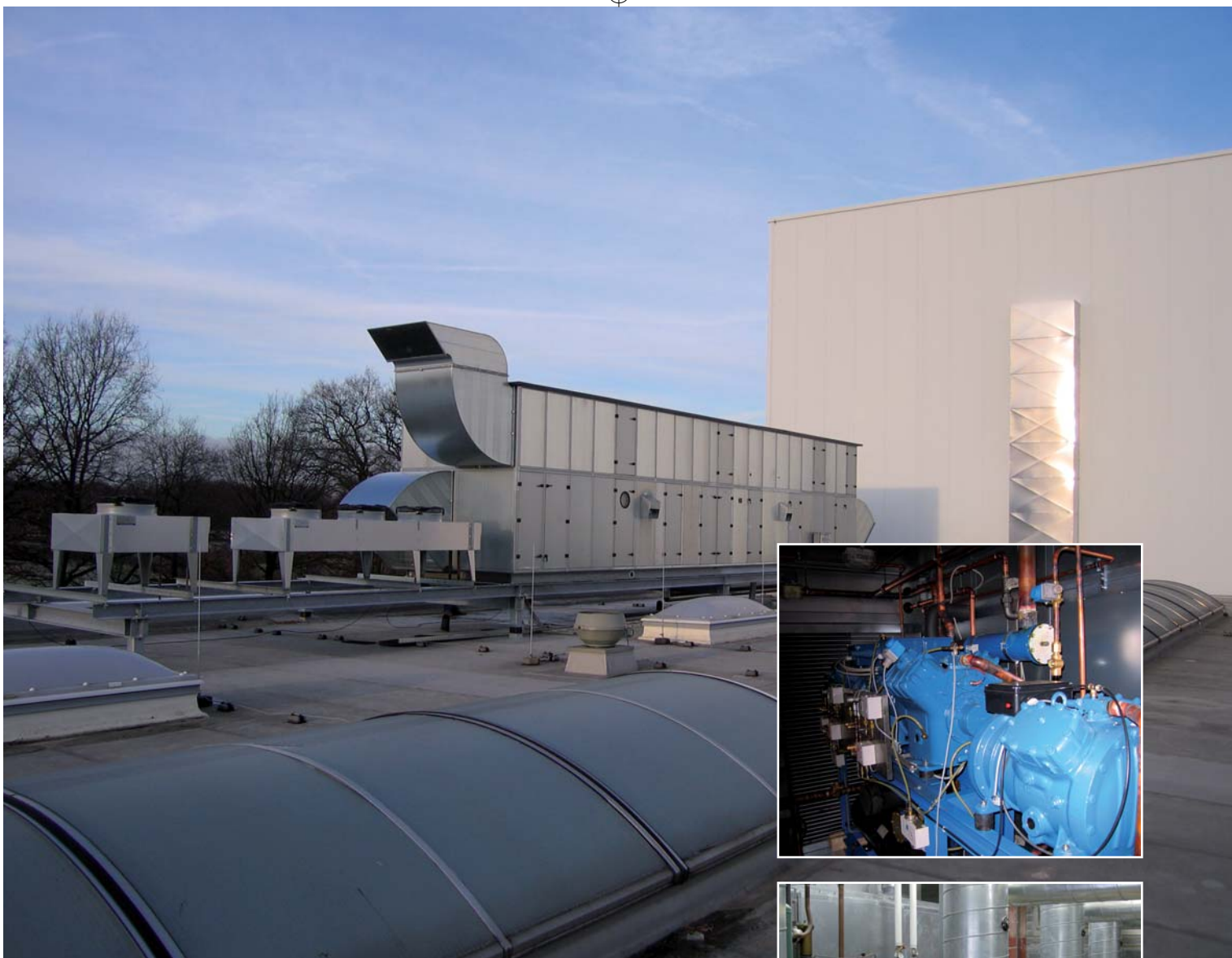
Een effectieve verbeteringsstap voor droogpro-

cessen is het conditioneren van de drooglucht middels een vaste stof-adsorptietechniek (zie kader 'Drie technieken voor industriële luchtdroging'). Het hart van deze techniek is een langzaam roterend wiel (afb. 1) waarin zich een keramische, glasvezel- of cellulose-drager bevindt met daarop een adsorbent. Deze adsorbent kan bestaan uit silicagel, een zeoliet of lithiumchloride. Het wiel is voorzien van een sectie waardoor de te drogen lucht (meestal omgevingslucht) wordt aangetrokken. Het vocht in deze lucht wordt in

het 'procesdeel' van het wiel geadsorbeerd, waarna de droge lucht in het droogproces kan worden geleid. In het procesdeel van het adsorptiewiel wordt de gefilterde omgevingslucht (of recirculatielucht) niet alleen gedroogd, maar eventueel ook gekoeld. Het wiel met het geadsorbeerde vocht draait door naar een sectie waardoor hete lucht wordt gevoerd. In dit 'regeneratiedeel' van het wiel wordt vocht uit de adsorbent verwijderd, zodat de cyclus zich kan voortzetten.

DROGEN BIJ LAGE TEMPERATUREN

In de industrie bestaat een tendens om te drogen bij lagere temperaturen, met name om de producteigenschappen te verbeteren. Voor deze droogtoepassingen is lithiumchloride een uitstekend adsorptiemateriaal dankzij de lage regeneratietemperatuur, en dus lage proces temperatuur. De combinatie van adsorptiewiel en warmtepompsysteem maakt het mogelijk de installatie energieefficiënt te bedienen. De restwarmte ofwel condensorwarmte van het warmtepompsysteem kan voor een groot deel van het jaar de behoefte aan droge lucht dekken. Uitsluitend bij extreme temperaturen en relatieve luchtvochtigheden zal extra warmte benodigd zijn. Een algemeen voordeel van adsorptiedroging is dat niet alleen meer droogcapaciteit beschikbaar is, maar ook dat dankzij de constante droogluchtcondities processen beter kunnen worden gestuurd. Zowel de warmtepomp als het adsorptiewiel vallen onder SenterNovem-regelingen.



Afb. 2 Luchtconditioneringsinstallatie voor productieruimte en machinepark

Regeneratie

In het regeneratiedeel wordt het vocht weer uit de adsorbent verwijderd middels het toevoeren van hete lucht. Het vochttransport functioneert totdat een evenwicht is bereikt tussen de dampspanning in de lucht en het vochtgehalte van de adsorbent. De temperatuur van de regeneratielucht hangt af van de aard van de adsorbent en bepaalt mede welke installatiecomponenten kunnen worden ingezet om warmte terug te winnen. Voor silicagel of zeoliet is een regeneratietemperatuur gewenst van 140-200°C. Veelal wordt de regeneratielucht verhit met behulp van stoom, een gasbrander of een elektrische heater. Soms

wordt ook een combinatie van stoom en een elektrische heater toegepast. De hoge regeneratietemperatuur betekent een hoge procesluchttemperatuur (50-80°C).

Adsorptiewiel

Bij de technische uitvoering van de luchtconditioneringsinstallatie moet bij de keuze van ventilatoren, proceslucht en regeneratielucht worden gelet op de drukverschillen over het adsorptiewiel. Grote onderdruk en overdrukverschillen moeten worden vermeden om de lekverliezen zoveel mo-

gelijk te beperken. De dikte van het adsorptiewiel varieert van 200 tot 300 mm. De luchtsnelheid door het wiel bedraagt 2 tot 3 m/s; het drukverschil 100 tot 200 Pa. De keuze voor een adsorbent (zie tabel 1) wordt bepaald door onder meer de



Afb. 3 Luchtconditionering voor opslaghal voor zaadgoed bij Syngenta Seeds in Enkhuizen

Tabel 1 Enkele technische gegevens van adsorptiematerialen

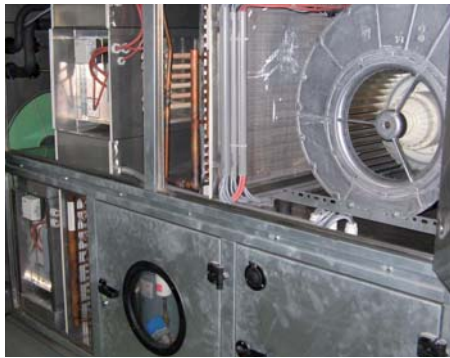
	LiCl	Silicagel	Zeoliet
kg/m ³ wiel	120	210/240	-
km ² /kg specifiek oppervlak	-	0,6 - 0,8	0,7
m ² /m ³ specifiek oppervlak	3000	-	-
Doorlaat	> 80%	< 80%	< 80%
Bouwgrootte Ø mm	400 / 3000	400 / 4500	400 / 4500
Regeneratietemperatuur	45°C / 70°C	120°C / 140°C	150°C / 200°C
Sorptie	laag	hoog	hoog



Drogen met droge lucht

DRIE TECHNIKEN VOOR INDUSTRIËLE LUCHTDROGING

Voor industriële luchtdroging worden in grote lijnen drie technieken toegepast: condensatiedroging, vloeistofabsorptiedroging en vaste stof-adsorptiedroging. Bij condensatiedroging wordt water in de lucht op een koud oppervlak gecondenseerd. De droge lucht wordt eventueel naverwarmd. Enkele koude-opwekkers zijn brine, glycol, ammoniak en freon. Bij vloeistofabsorptiedroging wordt de vochtige lucht in contact gebracht met een waterabsorberende vloeistof, zoals een oplossing van het sterk hygroscopische zout lithiumchloride. Bij vaste stof-adsorptiedroging wordt vochtige lucht over een vast adsorptiemiddel gevoerd. Het water in de lucht bindt zich aan de adsorbent en wordt daar later weer van losgemaakt. Bekende vaste stof-adsorptiedrogers zijn bedden en wielen met zeoliet, silicagel of lithiumchloride.



Afb. 4 Testinstallatie bij Ebbens Engineering Ingenieursbureau BV

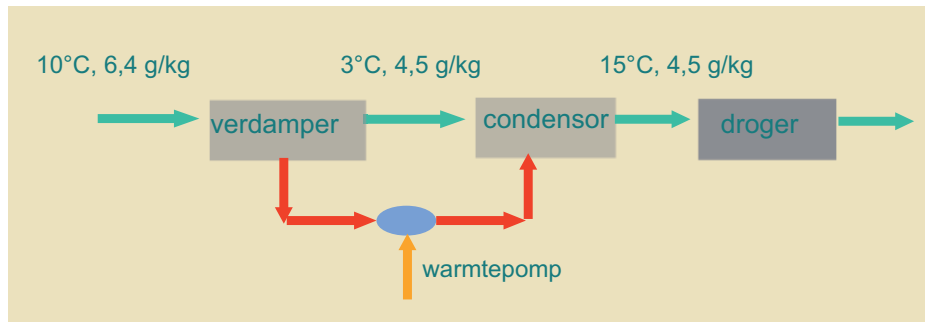
volgende eigenschappen en omstandigheden:

- adsorptiewarmte
- adsorptiesnelheid
- warmtecapaciteit adsorbent
- massa adsorbent
- regeneratietemperatuur
- vochthoeveelheid in de lucht

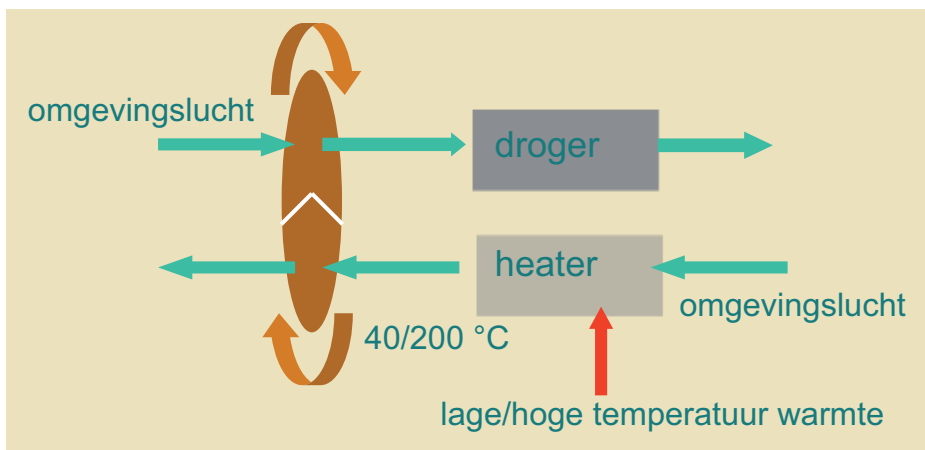
Testopstelling

Ebbens Engineering Ingenieursbureau BV beschikt over een testopstelling om geconditioneerde lucht te maken (afb. 4). Deze lucht kan worden ingezet voor diverse droogsystemen. De testinstallaties kunnen worden ingezet voor het maken van droogcurves, het bepalen van overige producteigenschappen en voor het fitten van kinetische modellen. **BULK**

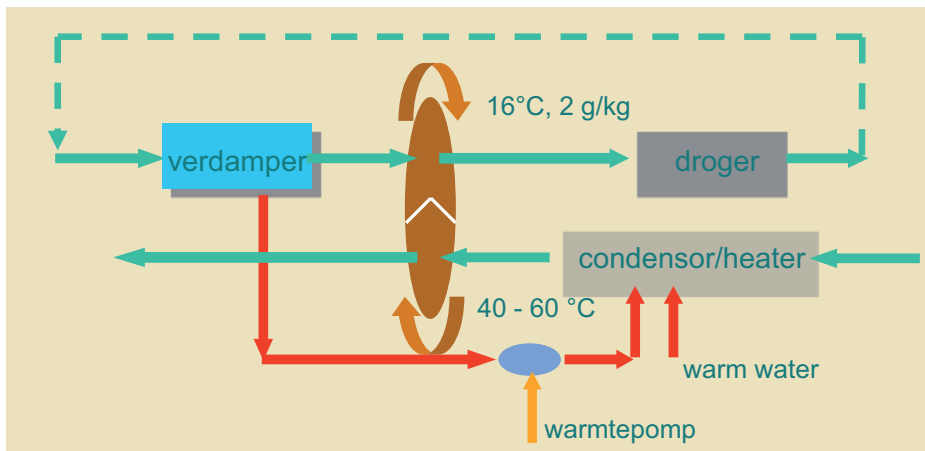
Ing. Henk ter Stege en Ir Rob Vos, Ebbens Engineering Ingenieursbureau BV, Lochem



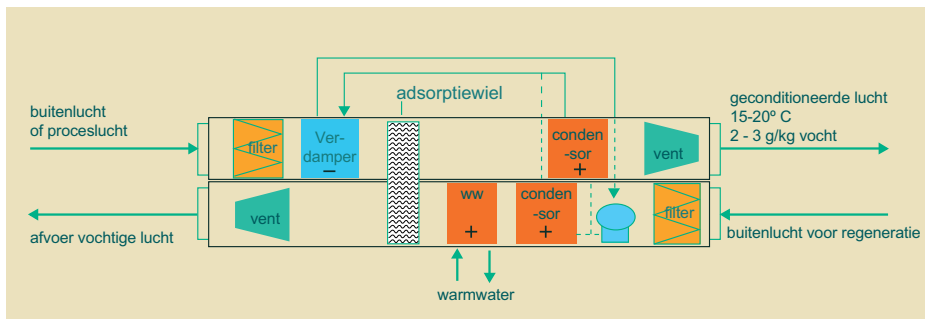
Afb. 5 Condensatiedroging - droging bij lage temperatuur



Afb. 6 Adsorptiedroging- droging bij lage en hoge temperatuur



Afb. 7 Systeemintegratie - droging bij lage temperatuur



Afb. 8 Lichtconditioneringsinstallatie met geïntegreerd LiCl-wiel en warmtepompsysteem

18¹⁹

BULK
7
November
2009

