



VOORKOM IJSVORMING

Luchtontvochtiging tegen condens
en ijsvorming in vriescellen

Het probleem met vochtige lucht in vriescellen

Bij het bewaren van voedsel, zoals vlees- en worstproducten, zuivelproducten, pasta's en diepvriesproducten, heeft een optimale verhouding tussen de geschikte ruimtetemperatuur en de luchtvochtigheid de hoogste prioriteit voor een langdurig hoge productkwaliteit. Ruimtecondities die slechts korte tijd afwijken van de ideale omstandigheden, kunnen vaak ernstige schade veroorzaken.

De regulering van de luchtvochtigheid vormt een bijzondere uitdaging: het valt niet te vermijden dat warme en vochtige lucht het magazijn binnenstroomt, bijvoorbeeld bij het binnenbrengen of afvoeren van goederen, of dat nieuw in het magazijn gedeponeerde producten vocht afgeven aan de lucht. Het permanent en veilig verwijderen van dit vocht is voor veel operators een permanent probleem, vooral wanneer de opslagtemperaturen vaak ver onder de 0 °C liggen. Wanneer water uit de lucht condenseert, slaat het neer als vloeistof of, in diepvriesopslagplaatsen, als ijs op vloeren, wanden en goederen. Dit leidt tot schade aan de producten en brengt de bedrijfsveiligheid in gevaar, omdat mensen kunnen uitglijden en zichzelf verwonden of heftrucks kunnen uitglijden op glad ijs.

Circulerende luchtkoelers, die lucht uit het magazijn aanzuigen, koelen in een warmtewisselaar en vervolgens weer uitblazen in de opslagruimte, zorgen slechts voor een minimale ontvochtiging van de lucht. Bij deze ontvochtigingsmethode leiden temperaturen onder het vriespunt al snel tot koelere ijsvorming en vervolgens tot een noodzakelijke ontdooifase

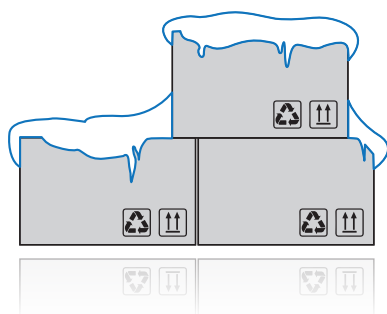
waarin noch koeling noch ontvochtiging beschikbaar is. Bovendien moet de koeler op zeer lage bedrijfstemperaturen (ongeveer 5 tot 7K onder ruimtetemperatuur) worden ingesteld om ontvochtiging bij de zeer koude ruimtetemperaturen te kunnen garanderen. Dit is erg energie- en kostenintensief.

Deze brochure beschrijft en adviseert het gebruik van een adsorptiedroger als aanvulling op conventionele luchtkoeling. Een adsorptiedroger droogt de lucht zeer efficiënt en economisch op lange termijn.

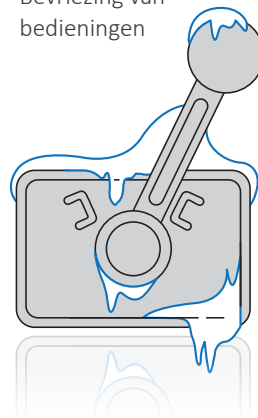
Hij draagt bij aan de eerder genoemde problemen van meet af aan te vermijden.

Een hoogtepunt is de adsorptiedroger **DA 500-4000 Freezer** die dankzij zijn 100 mm dikke, koudebrugvrije behuizingsisolatie ook buiten kan worden opgesteld en daardoor geen kostbare opslagruimte in beslag neemt.

Ijsvorming op de opgeslagen goederen



Bevriezing van bedieningen





Toestand van de buitenlucht
32 °C / 48% RV

IJsvorming

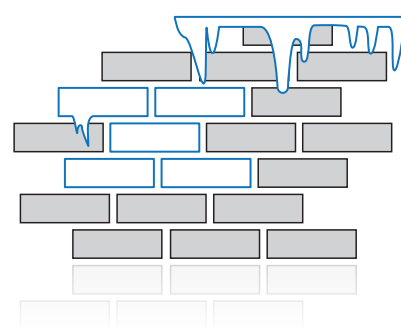
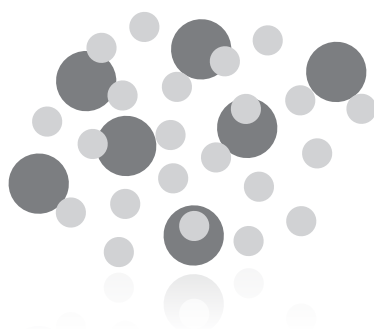
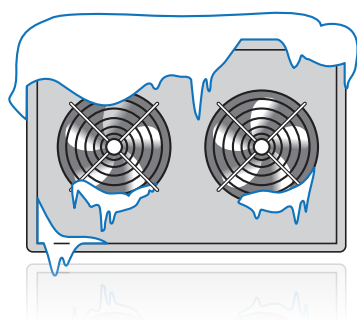
Luchtconditie in de koelcel
-5 °C / 100% RV

Vorming van condens
en ijs

IJsvorming op verdamper

Condensatie

IJsvorming op muren
en plafondoppervlakken



Een beetje thermodynamica:

Dit is hoe ontvochtiging werkt

In de thermodynamica zijn de variabelen enthalpie (**h**), temperatuur (**t**) en vochtigheid (**x**) onlosmakelijk met elkaar verbonden. Deze variabelen worden weergegeven in een zogenaamd hx-diagram. De enthalpie *h* komt overeen met de totale warmte-inhoud van de lucht, bestaande uit de luchttemperatuur en de in de lucht aanwezige waterdamp. Bij luchtvochtigheid wordt onderscheid gemaakt tussen absolute luchtvochtigheid *x* (g waterdamp in de lucht per kg lucht) en relatieve luchtvochtigheid ϕ . De relatieve vochtigheid geeft het percentage lucht aan dat verzadigd is. Als het gaat om het ontvochtigen van de lucht voor een proces of om te zorgen voor gespecificeerde omgevingsluchtomstandigheden, doen zich bijvoorbeeld de volgende typische uitdagingen voor.

Vriescel A:

Ruimtetemperatuur: -15 °C, vochtigheid *x* = 0,9 g/kg,
Dichtheid ρ = 1,37 kg/m³

Buitenlucht in de zomer: +34 °C, 42% RV, *x* = 14 g/kg,
dichtheid ρ = 1,15 kg/m³

Buitenlucht in de winter: 0 °C, 80% RV, *x* = 3 g/kg,
dichtheid ρ = 1,29 kg/m³

Hoogte x breedte van de opening: 2,5m x 2m

Openingstijd: 10 minuten per uur

Veronderstelling

Bij het in- en uitstappen (deuren en poorten openen) dringt de buitenlucht de koelcel binnen en vermengt zich met de ruimtelucht. Hoeveel water er in de koelruimte wordt gebracht, hangt af van de luchtcondities en het resulterende verschil in dichtheid tussen de buitenlucht en de vriesruimte, de grootte van de opening, hoe lang deze open is en de maatregelen ter bescherming tegen het binnendringen van vocht, bijvoorbeeld een luchtgordijnsysteem.

Zonder luchtgordijnsysteem leiden bovengenoemde specificaties in de zomer tot een infiltratie van 1.251 m³/u buitenlucht in de vriescel. Door een luchtgordijnsysteem te laten werken met een rendement van 80% wordt dit teruggebracht tot 250 m³/u.

Zomerwerking

250 m³/uur x 1,15 kg/m³ x (14- 0,9) g/kg = 3.766 g/uur

Bij gebruik in de winter wordt niet alleen de hoeveelheid infiltratielucht verminderd door de lagere luchtvochtigheid buiten. Er is ook een kleiner verschil in luchtdichtheid. Hiermee wordt de berekende infiltratie inclusief luchtgordijnsysteem teruggebracht tot 150 m³/uur.

Winterwerking:

150 m³/uur x 1,29 kg/m³ x (3- 0,9) g/kg = 406 g/uur

Door de ruimtetemperatuur van -15 °C zal het water dat uit de lucht condenseert nu als ijs condenseren op de ruimteomsluitende oppervlakken en de goederen.

Zowel de vorming van condensaat als gevaarlijke ijsvorming kan worden voorkomen door adsorptiedrogers te gebruiken.

Volledig geïsoleerde adsorptiedroger maakt buitenopstelling mogelijk

Adsorptiedrogers worden gebruikt bij een lage luchtvochtigheid onder ongeveer 10% RV en bij vaak zeer lage temperaturen. De technische en energetische inspanning om lucht te ontvochtigen bij lage temperaturen (<12 °C) vallen buiten het efficiënte werkingsprincipe van een condenserende ontvochtiger. Bij deze lage temperaturen is toepassing van een absorptie ontvochtiger een betere technische en energetische keuze. Adsorptiedrogers gebruiken de eigenschappen van silicagels, waardoor de lucht zelfs bij zeer lage temperaturen effectief kan worden gedroogd.

Om dit ontvochtigingsproces te laten werken, moet de sorptierotor continu worden geregenereerd. Het vocht dat in de silicagel is opgenomen, moet er ook weer uit worden verwijderd. Dit gebeurt met regeneratielucht die van de andere kant komt en in tegenstroom door de sorptierotor stroomt. De regeneratielucht wordt verwarmd en de relatieve vochtigheid wordt zodanig verlaagd dat water uit de silicagel kan worden verdreven en als damp in de lucht kan worden gebonden (desorptie). De nu vochtige regeneratielucht verlaat de adsorptiedroger en wordt, eventueel na extra warmterugwinning, naar buiten afgevoerd. Heet water, stoom, gasbranders of elektrische energie worden gebruikt als medium voor het verwarmen van de regeneratielucht..

Condair-adsorptiedrogers van de DA-serie worden overal gebruikt waar een zeer lage luchtvochtigheid bij zeer lage temperaturen vereist is. De sorptierotor behoudt zijn capaciteit/rendement praktisch permanent onder alle bedrijfsomstandigheden en maakt een veilige werking tot temperaturen van -30 °C mogelijk en kan zelfs zeer lage luchtvochtigheden realiseren. Naast 30 standaarduitvoeringen met ontvochtigingscapaciteiten van 0,6 tot 182 kg/u voor procesluchtstromen van 120 tot 27.000 m³/u, zijn de DA-drogers ook verkrijgbaar in diverse speciale uitvoeringen. De units kunnen in de fabriek worden uitgerust met voor- en / of nakoelregisters, warmtewisselaar- of condensatiemodules. De besturing van alle processen die in de adsorptiedroger lopen naar de doelcondities van de toevoerlucht vindt plaats afhankelijk van de actuele bedrijfsomstandigheden ofwel via de on-site MSR of optioneel via de in het apparaat geïntegreerde PLC.

Een speciaal ontwerp van de adsorptie droger is de **DA 500-4000 freezer**.

Naast de hierboven beschreven componenten van een standaard adsorptiedroger is deze apparaatserie voorzien van een 100 mm sterk geïsoleerde behuizing gemaakt van roestvrij staal AISI 304. Deze technologie is jarenlang ontwikkeld en geoptimaliseerd en kritische koudebruggen zijn geëlimineerd. Er is ook een optimale afstemming van de afzonderlijke componenten (ventilatoren/rotor/verwarmingselementen) om de beste, meest efficiënte en meest economische oplossing voor de betreffende toepassing te plannen.

Als er vochtproblemen optreden in vrieshuizen met ruimtetemperaturen vaak ver onder de 0 °C, worden deze snel duidelijk. Als het warmer is, stroomt er meer vochtige lucht in het koude koelgedeelte, water condenseert uit de lucht en slaat vervolgens neer als ijs op de vloeren, plafonds en muren. Vooral op de verdamper van het koelsysteem en in het dokgebied vormen zich snel grote ijsformaties, die dan met de hand moeten worden verwijderd, wat tijdrovend is. En als verdamper bevroren, verhoogt dit het drukverlies ten opzichte van de lucht, die constant gekoeld moet worden met behulp van het circulerende luchtproces. Dit resulteert in lagere lucht- en koelcapaciteiten, frequente ontdooicycli en hogere bedrijfskosten. Tegelijkertijd neemt, vooral bij ijsvorming op de vloer, het risico toe dat mensen uitglijden en zichzelf verwonden of dat heftrucks niet meer veilig kunnen rijden.

Toepassingsvoorbeeld: Bevroren opslag

Deze problemen worden voorkomen door de lucht in het diepvriesmagazijn consequent te ontvochtigen met een adsorptiedroger. Zo'n adsorptiedroger zuigt constant ruimtelucht aan uit de koelcel, ontvochtigt deze onder het dauwpunt en blaast vervolgens de ontvochtigde, droge lucht de ruimte in of idealiter direct terug naar de circulerende luchtkoeler. Dit voorkomt ongewenste condensatie van water uit de lucht en ijsvorming in het magazijn. Door het doorgaans zeer hoge temperatuurverschil tussen de buitenlucht en de koelcel is het meestal verstandig om de adsorptiedroger direct in de koelcel op te stellen. Hierdoor worden vermogensverliezen door de warmteoverdracht van de koude binnenkant van de droger naar de warme buitenlucht vermeden. Echter, omdat problemen met condenserend vocht in de koelcel vaak pas bij later bedrijf ontstaan en dan snel opgelost moeten worden, is



er in de vriesruimte vaak geen ruimte meer om achteraf een adsorptiedroger te plaatsen.

Condair heeft hiervoor een DA adsorptiedroger met 100 mm dikke isolatie in het assortiment, die ook buiten de koelcel geplaatst kan worden. De enorme isolatie voorkomt het binnendringen van warmte in het droogproces dat plaatsvindt in de adsorptiedroger en zorgt zo voor een veilige en efficiënte werking. Dit type applicatie vereist echter veel ervaring en moet nauwkeurig worden gepland en uitgevoerd.

Toepassingsvoorbeeld: Testbank

Het is niet ongebruikelijk dat testopstellingen voor gespecificeerde metingen temperaturen van +35 °C tot -20 °C moeten aanhouden. Ongeacht de temperatuur moet ook de luchtvochtigheid worden aangepast aan deze extreme omstandigheden.

Adsorptiedrogers zijn hiervoor bijzonder geschikt omdat ze via het sorptieprincipe veilig en efficiënt de lucht over het gehele temperatuurbereik kunnen ontvochtigen.

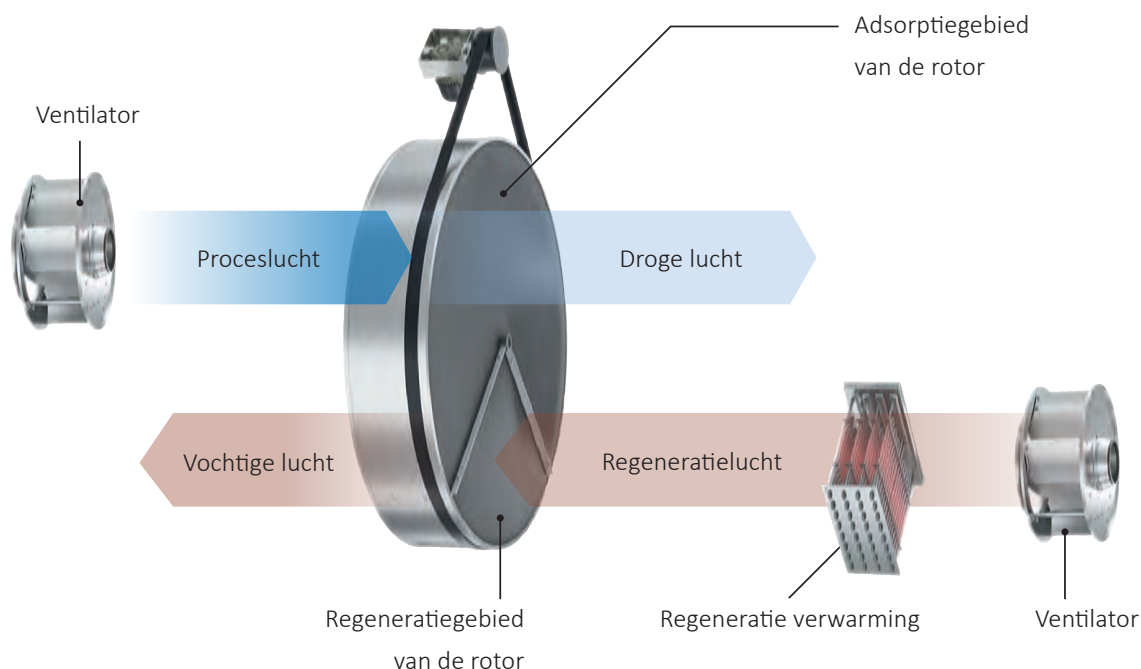
Het volgende probleem doet zich voor door het zeer grote temperatuurbereik op testbanken. Bij koele procesluchttemperaturen koelt ook de behuizing van de adsorptiedroger aanzienlijk af en vormt het condensaat in de ruimtelucht aanvankelijk condensaat en uiteindelijk zelfs ijs. Dit kan zich ook verspreiden naar het elektronica compartiment en het regeneratiegedeelte. Ijsvorming als vanzelfsprekend accepteren en in het beste geval de apparaten uitrusten met een condensbak is vanuit professioneel oogpunt zeker geen blijvend acceptabele oplossing.



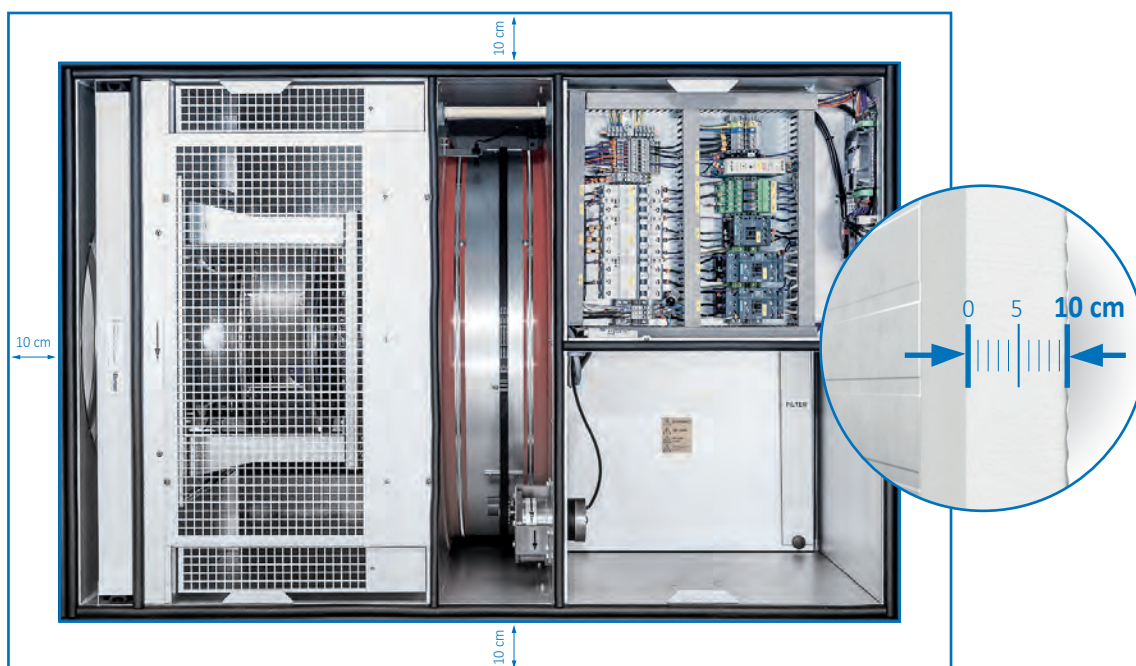
Een alternatief is om de koude lucht voor te verwarmen voordat deze de adsorptiedroger binnengaat, deze vervolgens te ontvochtigen en vervolgens weer af te koelen tot de ingestelde temperatuur. Dit is een extreem hoog energieverbruik, aangezien niet alleen de lucht constant verwarmd en vervolgens afgekoeld moet worden, maar het verwarmen van de lucht ook leidt tot een verlaging van de relatieve luchtvochtigheid en daardoor wordt het ontvochtigingsproces inefficiënter.

Dit is omdat een lagere relatieve vochtigheid (% RV) met constante absolute vochtigheid (g/kg) een hoger energieverbruik in het regeneratieproces vereist en resulteert in zeer hoge vochtige luchttemperaturen.

Werkingsprincipe Adsorptiedroger



Uitgebreide isolatie Condair DA Freezer



Nederland

Condair B.V.
Gyrocoopweg 21, 1042 AC, Amsterdam
Tel: +31 (0)20 705 8200
info@condair.nl - www.condair.nl

België

Condair N.V.
De Vunt 13 bus 5, 3220, Holsbeek
Tel: +32 (0)16 98 02 29
info@condair.be - www.condair.be

