

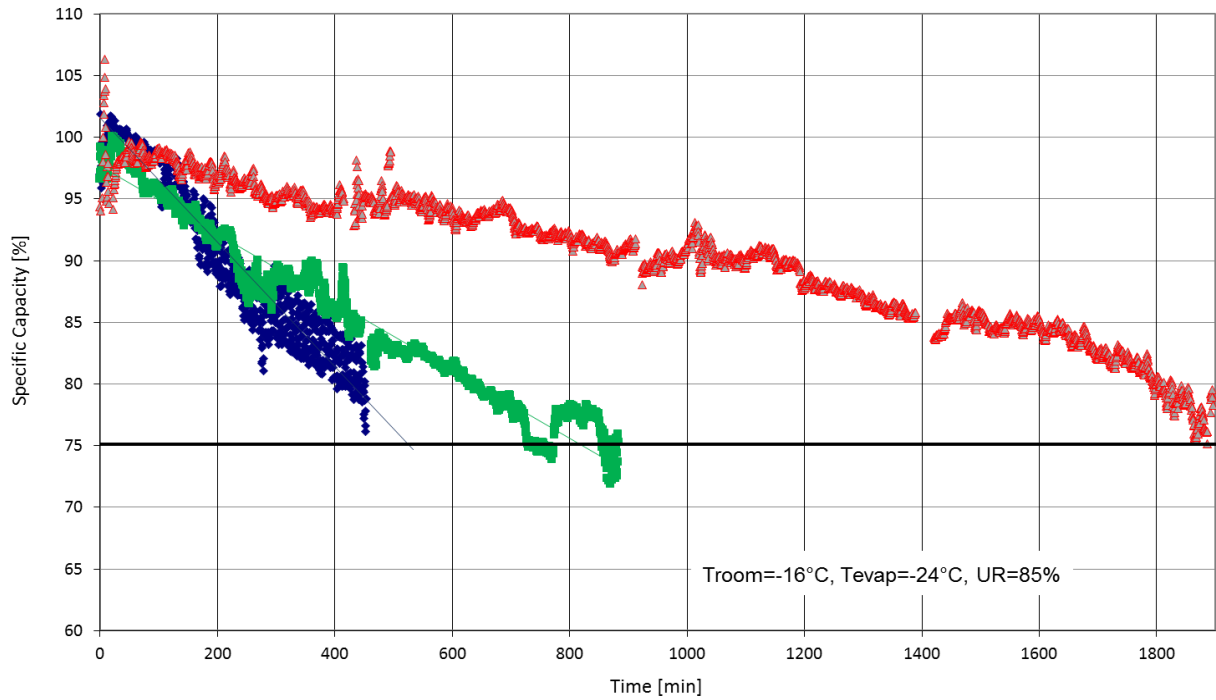
Nieuw ontdooisysteem verbetert prestaties luchtkoelers

Binnenkort brengt het Italiaanse bedrijf Lu-Ve het ontdooisysteem Nidea voor luchtkoelers op de markt. Het systeem verbetert de prestaties bij temperaturen onder nul. In die omstandigheden ontstaat rijp op de lamellen die de warmteoverdracht vermindert. Dat wordt met het ontdooisysteem gereduceerd door op het juiste moment en niet langer dan nodig is te ontdooien, waardoor substantieel op energie en kosten wordt bespaard.

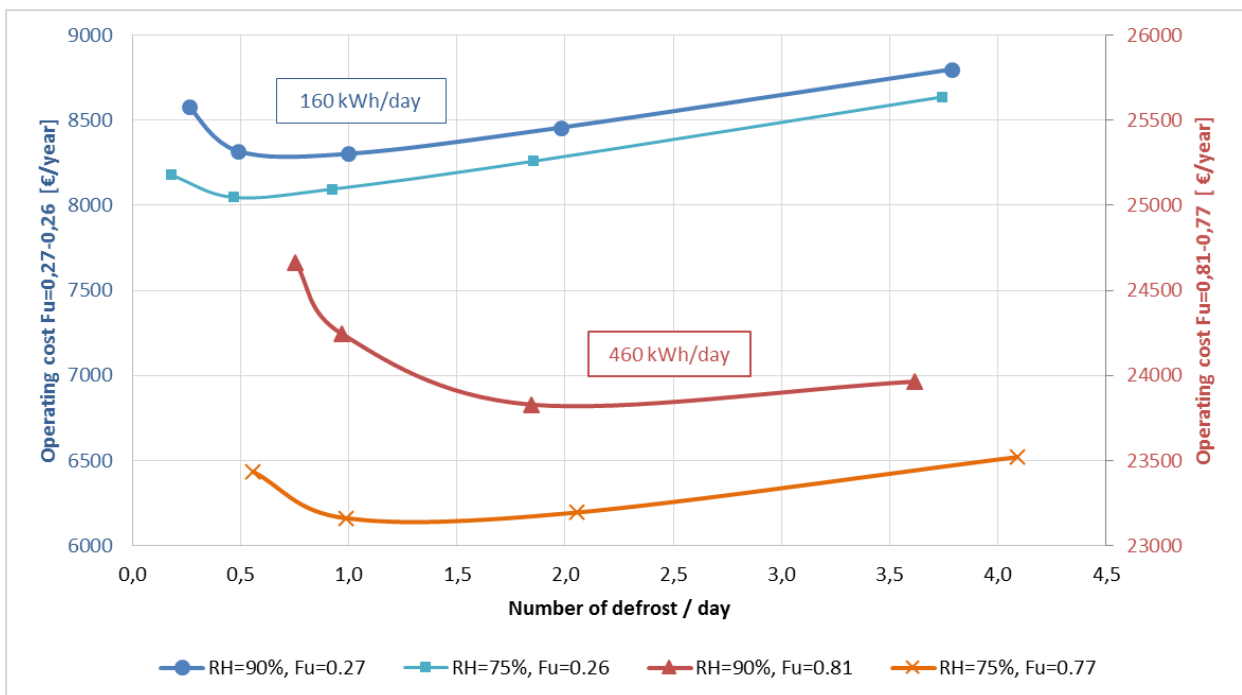


Als de temperatuur beneden de 0°C komt ontstaat er rijp op een koud oppervlak waar vochtige lucht langs stroomt. Dat gebeurt ook in luchtkoelers, waardoor een extra thermische weerstand ontstaat. Die staat de warmteoverdracht van de lucht naar het koudemiddel in de weg. Hierdoor wordt de wamedoorgangscoefficiënt lager. De rijplaag vernauwt bovendien de ruimte tussen de lamellen, waardoor de luchtweerstand groter wordt. Als gevolg daarvan wordt het luchtdebiet lager. De combinatie van de twee effecten leidt tot een reductie van de warmtestroom door het uitwisselend oppervlak, waardoor het specifiek opgenomen vermogen van het koelproces toeneemt. Dit verschijnsel is al vele jaren onderwerp van onderzoek bij diverse universiteiten en laboratoria. Tot op heden hebben pogingen om rijpvorming te voorkomen – of te verminderen – nog geen commercieel toepasbare resultaten opgeleverd: noch de toepassing van elektromagnetische velden in de warmtewisselaar noch de toepassing van coatings met een nano-structuur hebben voordelen opgeleverd die hun toepassing rechtvaardigen. Daar wordt, met de introductie van het Nidea-systeem, verandering in gebracht.

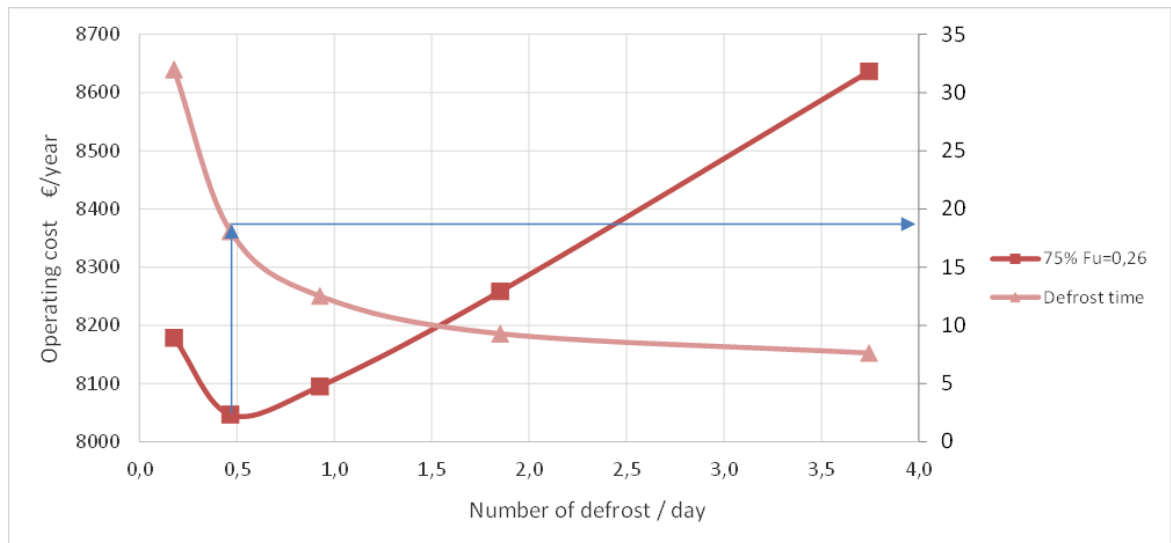
Bij de ontwikkeling van nieuwe luchtkoelers is het belangrijk beide effecten van rijpvorming in ogenschouw te nemen om de wijze van ontdooien te verbeteren. In de Lu-Ve-laboratoria in Italië zijn proeven gedaan om het effect van rijpvorming op het vermogen van een luchtkoeler te bepalen (figuur 1). Met theoretische experimenten zijn de optimale intervallen tussen twee ontdooicycli (figuur 2) en de lengte van een ontdooicyclus (figuur 3) vastgesteld. De gebruiksfactor F_u in figuur 2 is gedefinieerd als de relatieve bedrijfstijd van de compressor (draaiuren per dag / 24).



Figuur 1: Bepaling van de reductie in koelvermogen van een drietal luchtcoolers t.g.v. rijpvorming



Figuur 2: Trend van de jaarlijkse bedrijfskosten van een vriescel als functie van het aantal ontdooicycli per dag



Figuur 3: Trend van de jaarlijkse bedrijfskosten van een vriescel en de benodigde ontdooitijd als functie van het aantal ontdooicycli per dag

Gedrag is complexer

In werkelijkheid is het gedrag van een luchtkoeler veel complexer dan voor deze experimenten is aangenomen. Het optimale aantal ontdooicycli per dag kan dan ook niet worden berekend, maar de trend is duidelijk. De koeltechnicus moet voor deze complexe situatie twee waarden instellen: de tijd tussen twee ontdooicycli en de duur van één ontdooicyclus. In de praktijk leidt dit doorgaans tot instellingen die aan de voorzichtige kant zijn om ook onder de zwaarste omstandigheden goed te kunnen functioneren: een groter aantal ontdooicycli per dag en een ruime ontdooitijd dan gemiddeld noodzakelijk. Hierdoor is het energieverbruik van de installatie hoger, bijvoorbeeld door ontdooicycli in het weekend terwijl er geen vocht in de vriescel wordt binnengebracht.

Er zijn meerdere manieren zijn om de laagdikte van de rijp op een luchtkoeler te bepalen. Lu-Ve heeft gekozen voor de luchtweerstand door de koeler als beste indicator. Een voordeel van deze manier is dat die onafhankelijk is van parameters buiten de koeler (condensatiedruk, koudemiddel, temperatuur en vochtigheid van de cel, etc.). De enige vereiste is dat de ventilator niet toerengeregeld is.

Ontdooicyclus beëindigen

In principe moet de ontdooicyclus worden beëindigd als alle rijp van de koeler is verdwenen. De meest gebruikte methode is het plaatsen van een temperaturopnemer in de koeler en te bepalen bij welke temperatuur de ontdooicyclus moet worden beëindigd. Het is lastig de beste plaats voor deze opnemer te bepalen, want de rijp vormt zich ongelijkmatig. Ook kan de meting worden beïnvloedt door de nabijheid van de ontdooi-elementen. Lu-Ve heeft gekozen voor twee opnemers die in de fabriek worden aangebracht op twee bochten van de koeler. Dit systeem werkt goed zolang er koudemiddel in de koeler aanwezig is gedurende het ontdooien, zodat van een uniforme temperatuur sprake is. Bij een pump-down systeem is de temperatuur in deze bochten niet langer representatief en moeten de opnemers alsnog in de koeler worden geplaatst. Het Nidea-systeem verifieert het einde van de ontdooicyclus door de luchtweerstand op dat moment te vergelijken met die in het geheugen voor een schone koeler. Is die gelijk, dan kan is het zeker dat het ontdooien kan worden gestopt. Nidea kan overigens op alle ontdooisystemen (elektrisch, heet gas, glycol, lucht of water) worden toegepast, vooropgesteld dat er een systeem is om het einde van de ontdooicyclus vast te stellen op basis van de temperatuur en niet op basis van tijdsverloop.

Lu-Ve streeft ernaar om de werkzaamheden op locatie tot een minimum te beperken, door alle componenten en regelapparatuur al in de fabriek op de luchtkoelers te monteren. Dit heeft ertoe geleid dat Lu-Ve-luchtkoelers nu zijn uitgerust met een elektronisch expansieventiel met de juiste karakteristiek voor de optimale oververhitting van het koudemiddel. En ook kunnen alle luchtkoelers worden voorzien van het Nidea-systeem. Het geeft een alarmsignaal indien er een storing optreedt, zoals bij het uitvallen van een verwarmingselement of temperatuuropnemer, waarbij tevens wordt overgeschakeld op een ontdooicyclus met vooraf ingestelde waarden. Het systeem wordt in de fabriek gemonteerd en aangesloten op het elektronisch expansieventiel, waardoor optimale werking van de koeler wordt gegarandeerd, zowel voor wat betreft de oververhitting als de ontdooicyclus.

In de praktijk

De eerste luchtkoeler met Nidea is sinds februari 2016 in bedrijf. De installatie wordt constant gemonitord en de resultaten daarvan zijn bemoedigend. Behalve het verzamelen van de gegevens uit de Nidea, worden ook twee energiemeters uitgelezen: één die het energieverbruik van de ontdooi-elementen registreert en één die het energieverbruik van de hele installatie (compressor en koeler ventilatoren) vastlegt. Als eerste bleek duidelijk dat de oververhitting nauwkeurig werd geregeld ($5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$). Verder bleek het Nidea-systeem de verschillende gebruikssituaties goed te kunnen volgen: de ontdooi-intervallen varieerden overeenkomstig het gebruik van de vriescel.

Gemiddeld liet Nidea de koelers eenmaal per dag ontdooien. Voorheen werden de luchtkoelers vier maal per dag ontdooid, ieder met een ontdooitijd van 30 minuten. Daarmee realiseert Nidea een reductie met 75 procent. Gemiddeld werd een besparing op het energieverbruik gemeten van 20 tot 30 procent; de besparing was het grootst gedurende de koudere maanden. In het praktijkvoorbeeld zorgt de toepassing van Nidea tot een kostenbesparing van circa € 2.000 per jaar.

Drie van de auteurs van dit artikel Umberto Merlo, Giovanni Mariani en Stefano Filippini zijn verbonden aan Lu-Ve in Italië. Ennio Macchi is professor aan de Politecnico di Milano.