

Door ing. Ernst Berends,

Lid redactieraad RCC Koude & Luchtbehandeling/GEA Gresco



Hoeveel water is er toegestaan in ammoniak?



'Water in ammoniak? Liever helemaal niet' is de eerste reactie van elke koeltechnicus. Deze twee natuurlijke koudemiddelen liggen elkaar erg goed en zodra ze met elkaar in contact komen, volgt er een innige verbintenis. Water absorbeert NH_3 prima. In de koeltechniek wordt daar bij het ontluichten en het drukvrij maken (afblazen) van een installatiedeel in water dankbaar gebruik van gemaakt. Bij calamiteiten in de machinekamer treden vaak ammoniakwassers in werking: het te hoge NH_3 -gehalte van de afgezogen lucht wordt daarin via waterverneveling gereduceerd of in een groot waterreservoir geleid.

In elk keukenkastje staat de bekende rode flacon met huishoudammonia. Volgens het etiket bevat dit <5% NH_3 . Wat hogere concentraties worden gebruikt als koudedragers bij indirecte systemen. Deze heten dan ammoniumhydroxide (NH_4OH) en worden ook wel alkali genoemd. Net als bij pekelen glycol bepaalt de concentratie ervan het vriespunt. Een twintig procent oplossing heeft bijvoorbeeld een vriespunt van -35°C , een zeer hoge soortelijke warmte van boven de 4 kJ/kg/K en bovendien blijft het daarbij ook nog veel dunner dan glycol. Al met al een ideale koudedragers, zij het met het bekende luchtje!

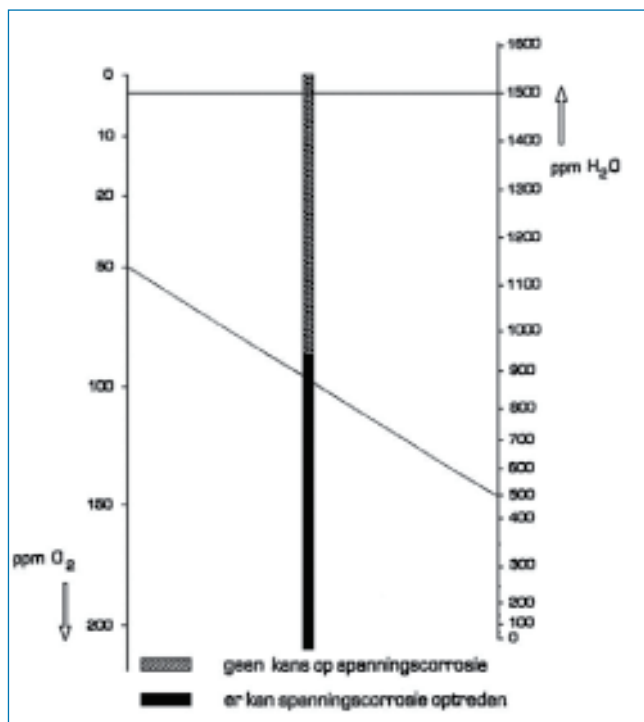
Bij de toepassing van NH_3 als verdampend koudemiddel in koelsystemen hebben we er echter liever geen water in. Bij 1 bar kookt water bij $+100^\circ\text{C}$ en NH_3 bij -33°C . Hoe meer water er dus in de NH_3 zit, hoe hoger het kookpunt van het mengsel wordt. Daardoor moet er lager verdampert worden om bij de gewenste temperatuur hetzelfde koelvermogen te leveren. Een hoger energiegebruik dus. De vuistregel is: voor elke graad lager verdampen, circa drie procent meer energiegebruik. Het wateraandeel kan worden uitgedrukt in zowel procenten als in ppm's en dit scheidt soms de nodige verwarring.

**ppm staat voor = parts per million oftewel 1 mg/kg.
immers: 1 kg = 1000 gr = 1000.000 mg**

**1% water in 1 kg NH₃ is dus 10.000 mg = 10.000 ppm
0,2% = 2000 mg = 2000 ppm
0,02% = 200 mg = 200 ppm**

CPR 13-2 en PGS 13

Wist u dat er tot vrij recent bewust water aan NH₃ werd toegevoegd om de kans op spannings- of stresscorrosie tegen te gaan? Volgens de in 1998 uitgebrachte richtlijn CPR 13-2 moesten het zuurstof (O₂)- en water (H₂O)-gehalte van de NH₃ in de installatie worden bepaald aan de hand van een monster uit het opslagvat, ten einde te kunnen bepalen of er kans was op spanningscorrosie van de stalen delen. Zo nodig zou er dan zelfs water aan de installatie moeten worden toegevoegd. Via een afgebeeld nomogram kon dat dan bepaald worden.



Nomogram ter bepaling van de mogelijkheid van optreden van spanningscorrosie
Voorbeeld: Stel er is 50 ppm O₂ en 500 ppm H₂O in de ammoniak aanwezig. De lijn loopt dan van punt 50 op de linker as naar punt 500 op de rechter as. Deze lijn snijdt de middelste as in het donkere gedeelte, hetgeen betekent dat spanningscorrosie kan optreden. Is er echter 2,5 ppm O₂ en 500 ppm H₂O aanwezig, dan kan er geen spanningscorrosie optreden en is (uiteraard) geen inspectie nodig.

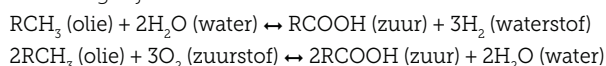
Tegenwoordig vinden de keuringsinstanties het alleen nodig om deze controle uit te voeren, wanneer een ammoniakkoelinstallatie staalsoorten bevat met treksterkten >355 N/mm² of als niet bekend is welke staalsoort er is toegepast. Vooral gelegeerde soorten met een hoge rek-grens zijn gevoeliger voor spanningscorrosie, maar aanzien die in de hedendaagse koeltechniek vrijwel nooit worden toegepast, vervalt deze reden voor het uitvoeren

van ammoniakanalyses. In de nu van kracht zijnde PGS 13 is dit hoofdstuk en nomogram vervallen.

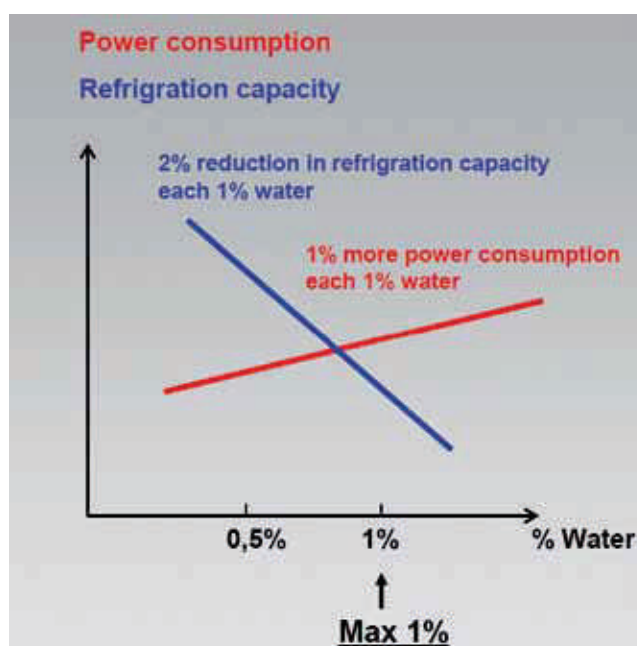
Anekdote: Toen de grenscontroles verdwenen, werd veel douanepersoneel omgeschoold tot milieuableenaar. Ik heb persoonlijk een keer een enorme discussie met zo'n 'nieuwbakken' ambtenaar gehad, die bij een klant van ons de installatie afkeurde omdat het NH₃-monster niet aan de eisen zou voldoen. Te laag watergehalte! Met CPR13-2 in de hand eiste hij dat we water aan het systeem toevoegden tot er 500 ppm bereikt was. Hij zag de voorbeeldlijn in het nomogram als de vereiste waarde!

Toch blijft het regelmatig controleren van het watergehalte in de NH₃ zeer belangrijk. Let op: monstername uit het lagedrukvlloeistof geeft het beste beeld! Van die spanningscorrosie mogen we dan geen last hebben, maar water veroorzaakt wel degelijk andere problemen. In literatuur is te vinden dat elke procent water in de NH₃ voor één procent meer energiegebruik en voor één tot twee procent minder koelvermogen zorgt. Als er daarbij ook nog veel niet condenseerbare gassen ('lucht') in het systeem aanwezig zijn, zorgt een te hoog watergehalte voor snelle veroudering van de smeerolie, veroorzaakt sludge-vorming, er vormen zich diverse ongewenste chemische reacties en het zorgt voor een verhoogd risico op galvanische corrosie.

Wat mogelijke reacties :



Uit de laatste blijkt dat het watergehalte zelfs kan toenemen.





Ammoniakdroger aangesloten op lagedruk vat.

Het gevormde zuur kan inwendig in het systeem corrosie veroorzaken. Afhankelijk van de oliesoort zal corrosie vroeger of later optreden. Bij minerale olie is dit later, maar bij PAG-olie (Poly Alkyleen Glycol) treedt het al na zeer korte tijd op. Vooral aluminium is hiervoor zeer gevoelig en dat is aanwezig op diverse plaatsen in de systemen. Ook de veel nieuw ontwikkelde oliën zijn aanzienlijk hygroscopischer dan de minerale.

Ammoniakdroger

Hoe krijgen we dit ongewenste water nu uit de installatie? Dat kan door het permanent of tijdelijk installeren van een ammoniakdroger. Dergelijke drogers worden geleverd door onder andere GEA Refrigeration (Grasso Ammonia Dryer) en Wijbenga (System Cleaner).

De auteur heeft met de GAD persoonlijk op diverse plaatsen tientallen liters water (en olie!) uit vervuilde NH_3 -installaties verwijderd. Het is meestal geduldwerk. Bij een -30°C -installatie met 1000 kilogram NH_3 met daarin zes procent water, duurde het wel drie weken voordat dit tot 0,5% gereduceerd is.

De hoogste waterconcentratie zit (meestal) in de lagedrukammoniakvloeistof. Daar dient de droger dus

aangesloten te worden. In een reservoir wordt een hoeveelheid vervuilde NH_3 toegelaten. De zuivere NH_3 wordt via een elektrisch (of persgas) verwarmings-spiraal uitgedampt en dan afgezogen naar de installatie. Het residu, bestaande uit water maar ook vaak veel olie, blijft achter en wordt na elke charge afgetapt. Resterend watergehalte $<0,5\%$.

In een onderzoeksrapport van Danfoss uit 2008 wordt een watergehalte van 0,3% als normaal beschouwd. In Duitse literatuur noemt men één tot drie procent als 'typische watergehalten' bij industriële NH_3 -installaties. In de praktijk komen zeker hogere waarden voor. Een ander groot Deens onderzoek onder 175 installaties resulteerde in de volgende waterpercentages: bij 77 installaties $>1\%$, bij 37 $>2\%$ en bij 25 $>3\%$, waarbij als hoogste waarde 26% werd gemeten!

Bij GEA Gresco wordt $1\% = 10.000$ ppm aangehouden als maximaal toelaatbaar. Daarboven dienen er echt maatregelen genomen te worden. Danfoss houdt dus 0,3% aan. In de handleiding van de Grasso-droger stelt men 2% als maximaal toelaatbaar.

Wel moet ook de oorzaak worden onderzocht, anders keert het probleem na enige tijd weer terug!



Hoe komt er water in de koelinstallatie?

- Nieuwe drukvaten worden met water afgeperst en incidenteel onvoldoende gedroogd!
- Condensatie tijdens de bouwfase.
- Onvoldoende vacumeren.
- Aanzuigen lucht (met vocht) bij vriesinstallaties die in het vacuüm draaien (< -33°C) via asafdichting en spindel.
- Onzorgvuldig afblazen van NH₃ of olie in water.
- Lekkage warmtewisselaar (watergekoelde condensor, vloeistofkoeler, dompelspiraal).
- Te hoog watergehalte in de toegepaste olie en/of NH₃. Nieuwe NH₃ bevatte tot voor kort circa 200 ppm water vanwege het spanningscorrosieverhaal. Nu niet meer, volgens de leveranciers.
- Door bepaalde chemische reacties van olie en zuurstof.



Indien veel water wordt verwacht, is dit via een relatief simpele proef snel te bepalen. Tap één liter NH₃- (pomp)-vloeistof af uit de lagedrukafscheider in een puntvormig bekeerglas met schaalverdeling. Laat dit buiten (op een veilige plaats!) uitdampen en in de punt blijven dan achter: vuil, water en olie (in deze volgorde).

Een wat veiliger en meer reukloze methode is het nemen van een NH₃-monster in een gevacumeerde cilinder en dit te laten analyseren door een laboratorium.

Effecten van water in de NH₃

- Hoger energiegebruik, minder koelvermogen > dus een beduidend lagere COP.
- Lagere verdampingstemperatuur dan die behorend bij de zuigdruk.
- Smeerolie valt uiteen, er vormen zich nitrocomponenten > lossen op in de NH₃ > verkleuring.
- Aantasting O-ringen/pakkingen vanwege chemische reacties.
- Lekkage Alu ringen/pakkingen ten gevolge van galvanische corrosie.
- Slijtage en aantasting van kleppen.
- Sludge in het systeem.

Let op! Bij afblazen van NH₃ in water is er een groot gevaar dat het water juist richting de ammoniak stroomt. Liefst altijd een stukje doorzichtige slang gebruiken. In de afblaasleiding een terugslagklep plaatsen en een extra reservoir met grotere inhoud dan de emmer waarin afgeblazen wordt!

In de handleiding van de Grasso Ammonia Dryer staat het volgende over watergehaltes in NH₃:

Interpretation of results

Value	Interpretation
< 0,5 %	Satisfactory
0,5 % ... 2,0 %	Rising power consumption. Further frequent measurements are recommended.
2,0 % ... 5,0 %	Attention! Maintenance/ repairing necessary! Water content in ammonia cycle is too high and leads to increased wear, corrosion, oil aging. Shaft seals can be damaged and the whole ammonia cycle will be polluted.
> 5,0 % (up to 25 %)	Critical! Hint for serious leakages (e.g. heat exchangers).