

Jahresbericht 2003, 15. Dezember 2003

Ammoniak-Kleinwärmepumpe für hohen Temperaturhub

Autor und Koautoren	D. Stauffer
beauftragte Institution	Institut für Energietechnik IET-HSR
Adresse	Oberseestrasse 10/ 8640 Rapperswil
Telefon, E-mail, Internetadresse	+41 (0)55 222 42 44
BFE Projekt-/Vertrag-Nummer	19746 / 150484
Dauer des Projekts (von – bis)	15. Sept. 2003 – 31. Mai 2005

ZUSAMMENFASSUNG

Das Projekt „**Ammoniak-Kleinwärmepumpe für hohen Temperaturhub**“ hat als Ziel, eine Kleinwärmepumpe mit hohem Temperaturhub für den Einsatz in bestehenden Gebäuden mit konventioneller Radiatorheizung zu bauen und auf dem Prüfstand auszumessen. Die Anlage, welche im vorgängigen Projekt „**Kleinwärmepumpe mit Ammoniak, Phase 3**“ aufgebaut worden ist, muss verändert und verbessert werden. Einerseits soll der Oelkreislauf des Rotationsverdichters (Flügelzellen) von Rotovane oder eines Schraubenverdichters vereinfacht und andererseits soll eine 2-stufige Kompression mit einer Mitteldruckflasche untersucht werden.

Nach 1 Monat seit Projektbeginn erreichte uns die Nachricht, dass die Firma Rotovane Konkurs anmelden musste und auch die Technologie nicht weiterverkauft werden konnte. Somit stellte sich die Frage, mit welcher Rotationsmaschine das Kältemittel verdichtet werden soll.

Daraus folgend startete das IET-HSR im Internet eine Marktanalyse zu Rotationsmaschinen. Weiter wurden Inputs von Fachpersonen aus der Industrie nachgegangen. Die Marktanalyse ist zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts noch im Gange.

Die beiden Hauptprobleme bei der Eruierung von möglichen Verdichtern sind die Baugrösse und die Verträglichkeit mit Ammoniak.

Projektziele

Das Ziel des Projektes „**Ammoniak-Kleinwärmepumpe für hohen Temperaturhub**“ ist es, die Pilotanlage, die im Rahmen des ebenfalls vom *IET-HSR* bearbeiteten Projektes „*Kleinwärmepumpe mit Ammoniak*“, weiterzuentwickeln. Jenes Projekt sollte Forschungs-Arbeit auf theoretischer Basis {1}, die die Vorteile von Ammoniak als Kältemittel aufzeigt, verifizieren. Die Anlage funktionierte gut, aufgrund der grossen Oel-Umlaufmenge wurden jedoch die erwarteten Resultate bezüglich COP nicht erreicht. Die Arbeit ist in Quelle {2} beschrieben.



Bild 1:
Pilotanlage „Kleinwärmepumpe mit Ammoniak“

Zudem soll die neue Anlage wenn möglich nur noch eine minimale Füllmenge enthalten, sodass kein überfluteter Verdampfer mehr eingesetzt werden kann.

Aufgrund des Arbeitsmediums und den zu erreichenden maximalen Arbeitshub von $-12/60$ [°C] muss, wie in {1} gezeigt, entweder ein Rotationsverdichter oder ein zweistufiger Hubkolbenverdichter eingesetzt werden. Ziel ist es, beide Maschinen zu untersuchen und zu vergleichen. Als Rotationsverdichter soll der schon im Vorgängerprojekt {2} eingesetzte Flügelzellenverdichter von *Rotovane* eingesetzt werden.

Weiter müssen Schutzmassnahmen für Ammoniak untersucht werden. Dies sowohl aktiv als auch passiv. Als Ziel wird angestrebt, Matten zu entwickeln, die allfällig austretenden Ammoniak adsorbieren. Es muss die gesamte Füllmenge aufgenommen werden können. Zudem soll die kritische Stelle, die Kupplung zwischen Verdichter und Antriebsmotor, entschärft werden, zum Beispiel mit einer Magnetskupplung.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Kurz nach dem Start des Projektes erreichte uns die Nachricht, dass die Firma *Rotovane*, deren Flügelzellenverdichter zum Einsatz kommen sollte, Konkurs anmelden musste.

Eine Sitzung mit Industriepartnern zeigte, dass es für die Marktchance einer zukünftigen NH_3 -Kleinwärmepumpe schlecht wäre, Komponenten einzubauen, die entweder nicht mehr erhältlich sind oder zweckentfremdet werden. Die Idee, einen eigenen Flügelzellenverdichter nach dem Prinzip von *Rotovane* zu entwickeln, musste verworfen werden, da diese Entwicklung den Rahmen des vorliegenden Projektes sprengen würde.

Somit wurde eine Marktanalyse per Internet und Vorschlägen aus der Industrie gestartet, welche zum Zeitpunkt der Verfassung dieses Berichtes noch im Gange ist. Nebst Flügelzellenverdichter werden auch Rollkolben- und Schraubenverdichter in Betracht gezogen. Nach bisherigem Verlauf der Marktanalyse kann festgestellt werden, dass es extrem schwierig sein wird, einen passenden Verdichter zu finden. Hauptprobleme sind erstens die Grösse der Verdichter und zweitens das zu verdichtende Arbeitsmedium Ammoniak.

Gesucht wurde nach einem Verdichter mit einem Ansaugvolumen von etwa $140[\text{cm}^3/\text{Umdrehung}]$ was bei einer maximalen Drehzahl von $4000[1/\text{min}]$ ein Fördervolumen von $33.5[\text{m}^3/\text{h}]$ ergibt.

Schraubenverdichter

Der bereits in {2} eingesetzte Schraubenverdichter von *OSD* hatte ein Ansaugvolumen von $130[\text{cm}^3/\text{Umdrehung}]$, ist jedoch für Luft ausgelegt und hatte dementsprechende Dichtungsprobleme. Zusätzlich wird vermutet, dass bei einem längeren Einsatz aufgrund des höheren Druckniveaus die Lager Schaden nehmen.

Schraubenverdichter in dieser Grössenordnung werden von vielen Firmen wie z.B. *Sullair*, *Aerzener*, *GHH-Rand* oder *Käser* angeboten, jedoch ebenfalls nur für Luft. Der kleinste Schraubenverdichter für Ammoniak wird von der Firma *Bitzer* angeboten, hat jedoch bereits ein Ansaugvolumen von $483[\text{cm}^3/\text{Umdrehung}]$. Zudem wird empfohlen, eine minimale Drehzahl von $3500[1/\text{min}]$ nicht zu unterschreiten, da die Dichtheit erst ab hohen Umfangsgeschwindigkeiten gewährleistet ist.

Flügelzellenverdichter

Nach ersten Abklärungen konnte kein Konkurrenzprodukt zum *Rotovane* Verdichter gefunden werden. Nach Absprache mit der Firma *Rotovane* wurde bestätigt, dass die Technologie nicht weiterverkauft werden konnte. Alle in Quelle {3} angegebenen Firmen, welche Kältemittel mithilfe von Flügelzellenverdichter komprimierten stellten die Produktion ein. Es sind dies:

- *Linde*
- *KSB*
- *York*

Auch die Firma *Fuller* hat keinen passenden Flügelzellenverdichter im Programm.

Rollkolbenverdichter

In Quelle {3} erschienen 1966 finden sich einige Hinweise auf Rollkolbentechnologie. Schon zum damaligen Zeitpunkt wurde der Rollkolben entweder in hermetischer Bauweise für kleine Leistungen oder in für die gesuchte Anwendung zu grosser Bauweise für Grosskühlanlagen produziert. *Escher-Wyss' Rotasco* wird in {3} und {6} näher beschrieben, ist jedoch mit $557[\text{cm}^3/\text{Umdrehung}]$ ebenfalls zu gross.

Nach einem Input aus der Industrie konnte der Quelle {4} nachgegangen werden, in welcher ein Rollkolbenverdichter in der passenden Grösse entwickelt wurde. Dieser Verdichter mit $21[\text{m}^3/\text{h}]$ wäre für die gesuchte Anwendung passend. Abklärungen zeigten, dass der dortige Projektleiter später bei *Bitzer* tätig war und dort die Forschungsergebnisse umsetzte. Wie *Bitzer* in {5} erklärt, wurde jedoch die Rollkolbenentwicklung aus Kostengründen eingestellt.

Nationale Zusammenarbeit

Das Projekt „Ammoniak-Kleinwärmepumpe für hohen Temperaturhub“ wird vom *IET-HSR* zusammen mit der *UNEX AG* durchgeführt. Eine allfällige weitere Industriezusammenarbeit in einem späteren Zeitpunkt ist denkbar. Dies z.B. in der Entwicklung eines zweistufigen Hubkolbenverdichters.

Internationale Zusammenarbeit

Erste Kontakte mit der deutschen Firma *Klasil GmbH* wurden bereits getätigt. *Klasil* entwickelt Geräte zur Aufnahme von Ammoniak bei kontrollierten aber auch unkontrolliertem Austritt. Die geplanten Decken zur Ammoniak-Adsorption sind erst in der Entwicklung.

Bewertung 2003 und Ausblick 2004

Der Konkurs des Flügelzellenverdichter-Herstellers ist ein arger Rückschlag für das Projekt, besonders deshalb, weil es zum *Rotovane* im Moment keine Alternativen gibt und das *IET-HSR* besonders mit der Maschine vertraut war. Trotzdem kommt die Konkursbekanntgabe zu einem Zeitpunkt, in dem noch nicht allzu viel verbaut wurde. Wird nach Abschluss der Marktanalyse ein passender Rotationsverdichter gefunden, so wird dieser an Stelle des *Rotovane* eingesetzt und das Projekt kann in geplanter Weise fortgeführt werden. Wird jedoch auf dem Markt kein Rotationsverdichter angeboten, so muss mit Teil 2, also dem zweistufigen Hubkolbenverdichter fortgefahren werden.

Referenzen

- {1} T. Boyman, Th. Schmid: **Kleinwärmepumpe mit Ammoniak, Phase 1**, *Zentralschweizerisches Technikum Luzern, BFE*, März 1998.
- {2} E. Geisser, Th. Kopp: **Kleinwärmepumpe mit Ammoniak, Phase 3**, *IET-HSR, BFE*, August 2003
- {3} Rudolf Plank: **Handbuch der Kältetechnik, Band V**, *Springer Verlag*, 1966
- {4} Adalbert Stenzel: **Untersuchung und Entwicklung eines regelbaren Wärmepumpenverdichters für die Beheizung von Wohnungen**, *Bundesministerium für Forschung und Technologie*, November 1981
- {5} Bitzer: **20 Jahre Bitzer Schraubenverdichter**, Bitzer Letter, 2003
- {6} Sulzer: **Rotasco Produktebeschreibung**, Autor und Erscheinung unbekannt.