

Die Weltneuheit auf der letzten IKK

Schraubenverdichter in vertikaler Bauart

Stephan Brand und Günter Seidel, Aerzen¹

zum Autor

Stephan Brand,
Marketingleiter,
Aerzener
Maschinenfabrik
GmbH



zum Autor

**Dipl.-Ing.
Günter Seidel,**
Technischer
Geschäftsführer
Aerzener
Maschinenfabrik
GmbH



Auf der IKK 1999 in Essen konnte die Aerzener Maschinenfabrik mit einem neuartigen Schraubenverdichter mit vertikaler Welle die Besucherinteressen auf sich ziehen. Die vorteilhafte Lösung hinsichtlich des Grundflächenbedarfes ist mit einem auch für Ammoniak geeigneten Halbhermetik-Einbaumotor ausgerüstet und für alle aktuellen Kältemittel geeignet². Inzwischen ist die erste Serie mit über 20 Maschinen verkauft.

Die Aerzener Maschinenfabrik fertigt seit 1943 Schraubenverdichter nach dem Lysolm-Prinzip. Nachdem zunächst ölfreie Verdichter im Programm waren, wurden ab 1968 die Verdichter mit Öleinspritzung eingeführt. Damit war die kältetechnische Anwendbarkeit gegeben. Die umfassend eingesetzten zweiwelligen Verdichter waren der Ausgangspunkt für die Neuentwicklung.

Die Aufgabenstellung für die Entwicklung war die Anwendung aller aktuellen Kältemittel einschließlich des Hochdruckkältemittels R 410A und des natürlichen Kältemittels Ammoniak in Verbindung mit der Leistungsanpassung durch Frequenzumformerantrieb mit dem Stellbereich von 33 bis 180 Hz. Als innovative konstruktive Lösung wurde die halbhermetische Bauweise mit vertikaler Welle gewählt, um einerseits den Anforderungen nach immer besserer Dichtheit zur Reduzierung der Kältemittelverluste auch für Ammoniak zu entsprechen und andererseits die Abmessungen, speziell den Grundflächenbedarf zu reduzieren.

Verdichterkonstruktion

Die konstruktive Lösung des Typs Vari-screw VMY 037 ist in Bild 1 dargestellt. Die Außenansicht zeigt Bild 2. Der Ölbehälter bildet die untere Baugruppe, an der auch die Aufstellbaugruppe mit der Fußbefestigung angeschweißt ist. Der Ölbehälter

vom Durchmesser 450 mm und der Wandstärke von 12 mm besitzt in seiner Wandung mehrere Bohrungen, in denen bedarfsgerecht ein unteres und oberes Ölschauglas eingesetzt und die anderen blind verschlossen werden können. Die Ölpumpe am druckseitigen unteren Ende des Verdichters saugt direkt aus dem Ölbehälter an und versorgt die als Gleitlager ausgeführte axiale und radiale Wellenlagerung sowie den Arbeitsraum mit Öl. Das Öl im Ölbehälter ist also unter dem Hochdruck des Kältemittels ausgesetzt, so daß die Pumpe keine Ansaugschwierigkeiten hat. Der Ölbehälter ist wie der gesamte Verdichter für den Nenndruck 40 bar ausgelegt und damit selbst für das Kältemittel mit den extremsten Drücken R 410A geeignet. Der Gußteilgestaltung aus dem Werkstoff GGG 40.3 wurde für diese

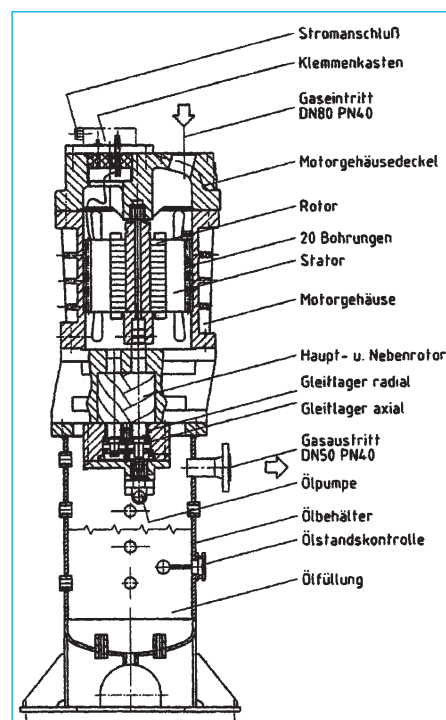


Bild 1 Schraubenverdichter VMY 037 mit vertikaler Welle und Halbhermetikmotor

¹ redaktionell bearbeitet von Dr.-Ing. U. Adolph

² KK berichtete hierüber in Heft 12/1999



Bild 2 Variscrew VMY 037, Außenansicht

Druckbeanspruchung durch Auslegung nach den gültigen Regeln besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Damit sind alle Anwendungsfälle optimal abgedeckt. Der Gaseintritt erfolgt saugseitig von oben. Das Sauggas kühlt den halbhermetischen Einbaumotor und gelangt danach in den Verdichtungsraum des Schraubenverdichters.

Der Antrieb an einem statischen Frequenzumrichter

läßt bei Nutzung des vorher genannten Frequenzbereichs Drehzahlen bis 10 000 U/min zu. Die bisherigen Schraubenverdichterlösungen mit Schieberregelung nutzten die üblichen 50 oder 60 Hz-Netze mit zweipoligen Motoren. Mit den dabei erreichbaren Umfangsgeschwindigkeiten können die optimalen Werte für Schraubenverdichter nicht erreicht werden. Mit der neuen Lösung wurde der theoretisch mögliche Bereich ausgeschöpft und eine entsprechende Verbesserung des Gütegrades des Verdichters bis zu 18 % erreicht. Das Hubvolumen beträgt bei der höchsten Drehzahl 650 m³/h, die zugehörige Motorleistung 250 kW, wobei durch die sauggasgekühlte Ausführung die tatsächliche Leistungsaufnahme größer sein kann. Im Bild 3 ist die Kälteleistung für R 410A beispielhaft dargestellt und vergleichsweise sind die Werte der Vorgängerlösung eingetragen. In einer Maschine mit einer Masse von 960 kg können maximal 800 kW Kälteleistung erzeugt werden.

Die vertikale Ausführung bringt folgende konstruktiven Vorteile mit sich:

- die Stellfläche beträgt nur ca. 1 m², die Bauhöhe von 2,5 m stellt in den meisten Anwendungsfällen keine Beschränkung dar,

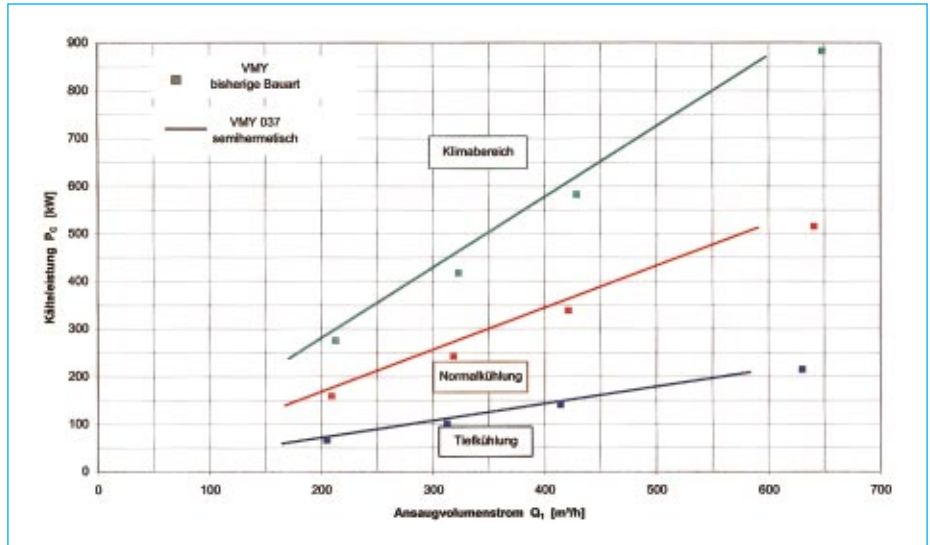


Bild 3 Kälteleistung des neuen Verdichters mit R 410A im Vergleich zum Vorgängerzeugnis

- die druckseitigen Gleitlager werden im Stillstand optimal mit einem Ölsumpf umgeben und haben dadurch gute Anfahrbedingungen. Die Gleitlager befinden sich dazu in einem separaten Gehäuse mit einer Öffnung nach oben. Dadurch kann das Öl nach dem Abschalten des Verdichters in diesem Gehäuse bis zum nächsten Start stehen bleiben. Nach erneutem Start wird dann das Öl durch die sich einstellende Druckdifferenz zwischen Ölraum und Ablaufleitung gefördert.
- Die Motorlagerung erfordert keine Radiallagerung, lediglich Spurlager sind erforderlich,
- das Rotorgewicht des Motors wirkt der Gaskraft entgegen,
- es wird eine gleichmäßige radiale Temperaturverteilung in der Wicklung des Motors erreicht,
- der Ölsumpf und die integrierte Vorabscheidung des Einspritzöles aus dem Druckgas erfordert das geringste Bauvolumen.

Das Rotorprofil wurde in der Teilung 4 zu 6 für einen weiten Einsatzbereich von der Tieftemperaturanwendung bis zum Klimateinsatz für alle Kältemittel optimiert.

An den profilierten Bereich der Rotoren schließen sich direkt die radialen Gleitlager an. Als Folge der günstigen Gleitlagerauslegung konnten die Wellendurchmesser gegenüber der Wälzlagerausführung vergrößert werden, wodurch die Durchbiegung der Rotoren durch die Gaskräfte reduziert werden konnte. Die Trennung des Topfgehäuses des Verdichters am druckseitigen Flansch ermöglicht die optimale Fertigung der konstruktiv vorgegebenen Auslaßfenster ohne Variation des Gehä-

ses. Abhängig vom vorgesehenen Einsatzfall kommen zwei unterschiedliche Auslaßfenster zum Einsatz, was wiederum den Gesamtgütegrad günstig beeinflusst.

Die axialen Gleitlager sind auf der Druckseite unterhalb des Radiallagers angeordnet, aufgeteilt in ein Positivlager zur Aufnahme der Axialkräfte aus der Verdichtung und einem Negativlager zur axialen Fixierung der Rotoren in der Gegenrichtung. Das kraftaufnehmende Lager ist als Kalottenlager gestaltet, um die Rotorverformungen bzw. -schieflagen kompensieren zu können.

Auf der Welle des Hauptrotors schließt sich unterhalb des Axiallagers noch ein Ausgleichskolben für die Gaskräfte an, um bei Druckdifferenzen über 16 bar die axialen Lagerkräfte zu reduzieren. Darunter ist die innenverzahnte Druckölpumpe angeordnet, deren Ölstrom auch die Gleitlager auf der Druckseite unabhängig von den Gasdruckbedingungen versorgt.

Der Verdichter ist durch ein gegen druckunabhängiges Vollhub sicherheitsventil gegen inneren Überdruck geschützt und saugseitig ist ein Saugfilter mit integriertem Rückschlag- und Absperrventil vorgesehen.

Als Option kann bei entsprechenden Betriebsbedingungen, die dies erfordern, ein externer Ölkühler, eine elektronische Ölflußkontrolle und eine Ölheizung zum Lieferumfang gehören.

Einbaumotor

Der Motor ist ein Drehstrom-Asynchronmotor in Sonderausführung, der speziell für diesen Anwendungsfall entwickelt worden ist. Sein Arbeitsbereich liegt mit der Spannungsversorgung aus einem statischen Frequenzumrichter zwischen 2000 und 10 000 U/min. Damit wird ein für die Leistungsanpassung bei Laständerungen sehr weiter Arbeitsbereich überdeckt. Das verfügbare Drehmoment bleibt über den gesamten Arbeitsbereich konstant, so daß es zu keinen motorbedingten Einsatzgrenzeinschränkungen kommt. Das Statorblechpaket nimmt in üblicher Weise in den Nuten die Wicklung auf, wobei der Blechschnitt für die elektrischen Eigenschaften bei der hohen Drehzahl optimiert worden ist. Die im Dreieck verschaltete Wicklung

selbst ist als 2polige Dreiphasen-Zweischicht-Wicklung ausgeführt, um mit Rücksicht auf Einbauraum und Baulänge kurze und möglichst gleichmäßige Wickelköpfe zu erhalten. Die Isolationsklasse des Lackdrahtes ist F und das gewickelte Paket ist durch Vakuumimprägnierung für die Belastungen eines Kältemittelverdichtermotors entsprechend stabil ausgeführt. Der Stator ist im Motorgehäuse eingeschrumpft.

Die Rotorwelle ist direkt mit dem Hauptrotor des Verdichters verbunden, wobei das obere Lager des Hauptrotors gleichzeitig das untere Motorlager ist. Im Motorgehäusedeckel befindet sich das zweite Motorlager und auch die Durchführung für den elektrischen Motoranschluß. Der Rotorkäfig mit den beiden Kurzschlußringen und den Verbindungsstäben besteht aus Reinaluminium. Die Nut-

form, die Blechqualität und der Luftspalt wurden unter dem Gesichtspunkt eines guten Motorwirkungsgrades ausgelegt. Der auf die Welle aufgepreßte Rotor wird mit der Welle dynamisch gewuchtet.

Normalerweise besteht die Wicklung aus Kupfer. Für den Anwendungsfall Ammoniak kommt eine Aluminiumwicklung mit einer zusätzlichen Lackschutzschicht zum Einsatz.

Die Motorwicklungstemperatur wird durch PTC-Fühler in jedem Wicklungsstrang und die Druckgastemperatur durch einen PTC-Fühler auf der Druckseite überwacht. Die vorgegebene Drehrichtung muß beim Betrieb wie bei allen Schraubenverdichtern eingehalten werden und wird deshalb kontrolliert. Bei diesbezüglichen Funktionsstörungen verhindert eine Wiedereinschalt Sperre den Neustart vor Störungsbehebung. □