

McQuay-Flüssigkeitskühler mit Einschraubenverdichter und dem Kältemittel R 410A

Holger Witt

zum Autor

Holger Witt,
Diplomand im
Fachbereich
Versorgungstechnik und
Kälteanlagenbau,
bei Rütgers Kälte Klima



Schraubenverdichter wurden bis vor wenigen Jahren hauptsächlich in Großkälteanlagen eingesetzt. Wegen seiner einfachen und kompakten Konstruktion findet der Schraubenverdichter immer häufiger in Anlagen kleinerer und mittlerer Größe Anwendung, in denen bisher der Hubkolbenverdichter dominiert hat.

Allgemeines zum Einsatz von Schraubenverdichtern in der Kältetechnik

Die Vorteile der Schraubenverdichter gegenüber den Hubkolbenverdichtern sind:

- Eine geringere Anzahl von beweglichen Teilen vermindert die Anzahl der Verschleißteile und damit auch das Störungsrisiko.

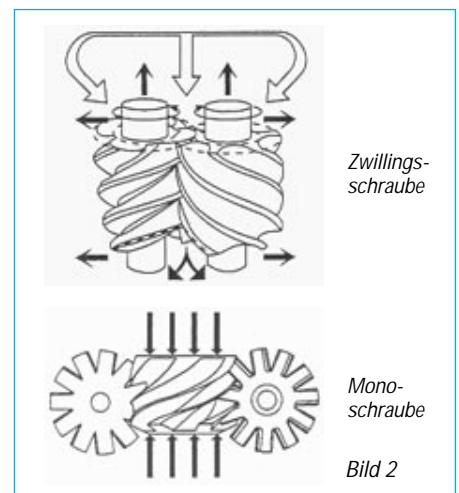


Bild 1 McQuay-Flüssigkeitskühler mit R 410A

- Unempfindlichkeit gegen flüssiges Kältemittel, weil keine Arbeitsventile benötigt werden.

Vergleich der beiden Schraubenverdichterarten

McQuay hat nun einen Einschraubenverdichter entwickelt, der in Verbindung mit dem Kältemittel R 410A alle Vorteile der Schraubenverdichter verwirklicht und zusätzlich höchst effizient und umweltfreundlich arbeitet.



Zwillings-schraube

Mono-schraube

Bild 2

Prinzip des McQuay-Einschraubenverdichters

Bei der Verdichterkonstruktion mit Monoschraube kommen eine Schraube und zwei Nebenrotoren zum Einsatz (siehe Bild 3). Die Schraube mit sechs Flanken besteht aus Stahl und ist mit einer Aluminium-Schutzbeschichtung überzogen. Die elfzahnigen Nebenrotoren sind aus verstärktem Ryton gefertigt. Durch das Nebenrotormaterial entfällt die Notwendigkeit einer Abdichtung an jenen Stellen, an denen sonst metallische Flächen gegeneinander abriebverhindernd geschmiert werden müssen. Eine toleranzfreie Passung zwischen Nebenrotoren und Schraube wird möglich. So werden ideale Vor-

bedingungen für die Schraube, Schmierung und Kühlung in den Verdichtungsbereich geleitet werden. Daraus ergibt sich wiederum die Notwendigkeit, das Öl von dem austretenden Kältemittel zu trennen. Entsprechende Ölabscheidegeräte, Pumpen, Wannen und Heizungen ziehen beträchtlich höhere Wartungskosten und größere Abmessungen des Flüssigkeitskühlers nach sich. Diese Komponenten werden für die McQuay-Monoschraube nicht benötigt.

Durch die gegeneinander gerichteten und gleich hohen Saugdrücke auf beiden Seiten der Schraube heben sich die axialen Lasten gegeneinander auf. Dadurch, daß die Nebenrotoren auf beiden Seiten der Schraube gleichzeitig verdichten, werden außerdem die radialen Lasten auf die

Das Sicherheitskältemittel R 410A

Die McQuay-Flüssigkeitskühler der Serie PFS verwenden den HFKW R 410A als Arbeitsmittel. Im Vergleich zu R 22 kann mit R 410A wegen der größeren volumetrischen Kälteleistung bis zu 50 % mehr Kälteleistung erreicht werden. Zusammen mit den guten Wärmeübertragungskoeffizienten werden dadurch die einzelnen Komponenten kleiner und kompakter, was sich in den Kosten und in der Baugröße bemerkbar macht. Allerdings steigen die Drucklagen deutlich über die bisherigen Werte an (26 bar bei 43 °C). Daher wird dieses Kältemittel von McQuay bisher nur bei wassergekühlten Maschinen eingesetzt. Die Verflüssigungstemperatur ist außerdem noch durch eine ziemlich niedrige kritische Temperatur von 73 °C eingegrenzt.

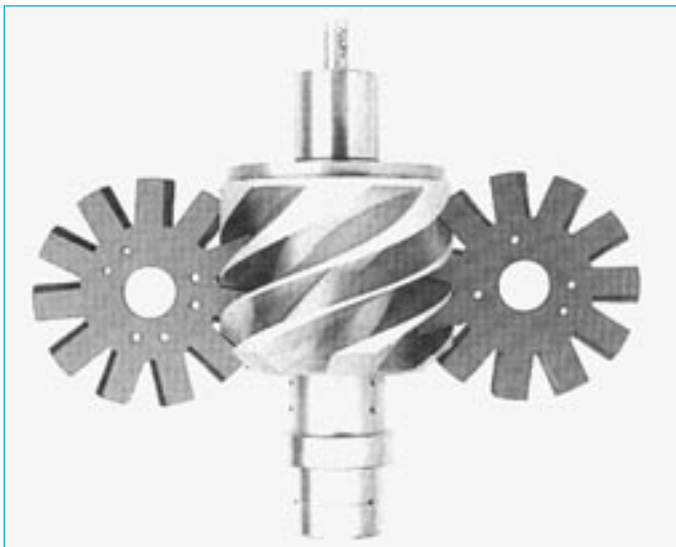
Ein weiterer Vorteil ist der vernachlässigbar geringe Temperaturgleit (< 0,2 K), wodurch die Einsatzmöglichkeiten gleich denen von Einstoffkältemitteln zu bewerten sind.

R 410A weist zwar im Vergleich zu anderen R 22-Ersatzstoffen den höchsten GWP₁₀₀-Wert auf (siehe Bild 4), jedoch gleicht sich dies durch einen geringeren Energiebedarf bei niedrigen Verflüssigungstemperaturen unter dem Gesichtspunkt von TEWI wieder aus. Auch durch die im Vergleich zu anderen R 22-Ersatzstoffen sehr guten Wärmeübertragungseigenschaften kann die Effizienz gesteigert werden.

Fuzzy-Regelung ermöglicht genaueste Temperaturregelung

Modernste „Fuzzy Logic“-Regelung des elektronischen Expansionsventils bietet höchste Präzision bei der Temperaturregelung und ermöglicht einen energiesparenden Flüssigkeitskühlerbetrieb bei allen Lastbedingungen. Jede Temperaturände-

Bild 3 Monoschraube mit Ryton-Nebenrotoren



aussetzungen dafür geschaffen, daß flüssiges Kältemittel (Flüssigkältemittel-Einspritzsystem) wirkungsvoll als Abdichtungs-, Schmier- und Kühlmittel eingesetzt werden kann und dabei in allen drei Funktionen besser geeignet ist als Öl. Öl erfordert auch eine größere Toleranz und erzeugt dadurch einen höheren Strömungswiderstand auf die Schraube, wodurch die Effizienz insgesamt verringert wird. Wenn das flüssige Kältemittel vom Austrittsgas verdrängt wird, übernimmt es gleichzeitig die Enthitzung, die normalerweise im vorderen Teil des Verflüssigers abläuft. Da bei Doppelschraubenverdichtern ein sehr viel größerer Abstand zwischen den beiden Schrauben notwendig ist, muß Öl zur Ab-

rotierende Schraube aufgehoben, und es tritt fast kein Verschleiß mehr an den Lagern auf. Als Folge dieses ruhigen und leisen Verdichterbetriebs können im Vergleich zu Flüssigkeitskühlern mit Hubkolben- oder Doppelschraubenverdichtern erheblich niedrigere Geräuschpegel erreicht werden.

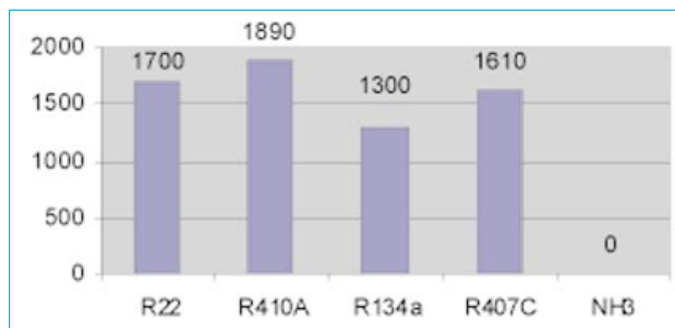


Bild 4 GWP₁₀₀-Werte verschiedener Kältemittel

nung der Sauggasüberhitzung und die Geschwindigkeit, mit der diese Änderung auftritt, wird vom Fuzzy Logic-System interpretiert.

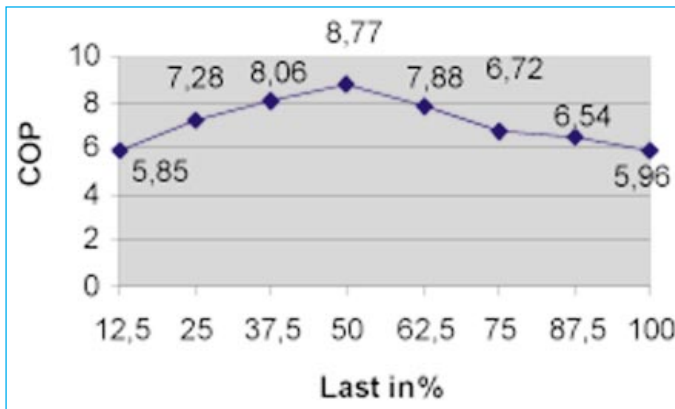
Jeder Verdichter besitzt vier Leistungsstufen. Zwischen den einzelnen Stufen regelt das elektronische Expansionsventil die Kaltwassertemperatur auf den gewünschten Wert. Die Regelabweichung kann bis auf 0,2 K eingestellt werden.

Gute Wirtschaftlichkeit durch hohe Leistungszahlen

Die PFS-Flüssigkeitskühler erreichen über den gesamten Lastbereich überdurchschnittlich hohe COP-Werte (siehe Bild 5).

Durch die gute Ausnutzung der Wärmetauscher im Teillastbereich können bei niedrigen Kühlwassertemperaturen COP-Werte von bis zu 8,77 erreicht werden. Dies führt zu extrem niedrigen Betriebskosten. Auch als Grundlastmaschine werden im oberen Lastbereich COP-Werte von 5,9 und höher erreicht. Durch den dabei entstehenden äußerst niedrigen Stromverbrauch leistet der Flüssigkeitskühler PFS indirekt einen Beitrag zum Umweltschutz, da auch die CO₂-Emissionen bei der Herstellung von elektrischer Energie berücksichtigt werden müssen.

Bild 5 COP-Werte des Flüssigkeitskühlers PFS 285 XE, KW-Temperaturen 12 °C/7 °C, Kühlwassertemperaturen 28 °C/33 °C, im Teillastbereich niedrigere Kühlwassereintrittstemperatur gemäß ARI-Standard 550



Kältekreislauf mit überflutetem Verdampfer

Die Flüssigkeitskühler PFS mit R 410A arbeiten mit einem überfluteten Verdampfer. Das hat zwar eine verhältnismäßig große Kältemittelmenge zur Folge, was einen Nachteil im Falle einer Leckage be-

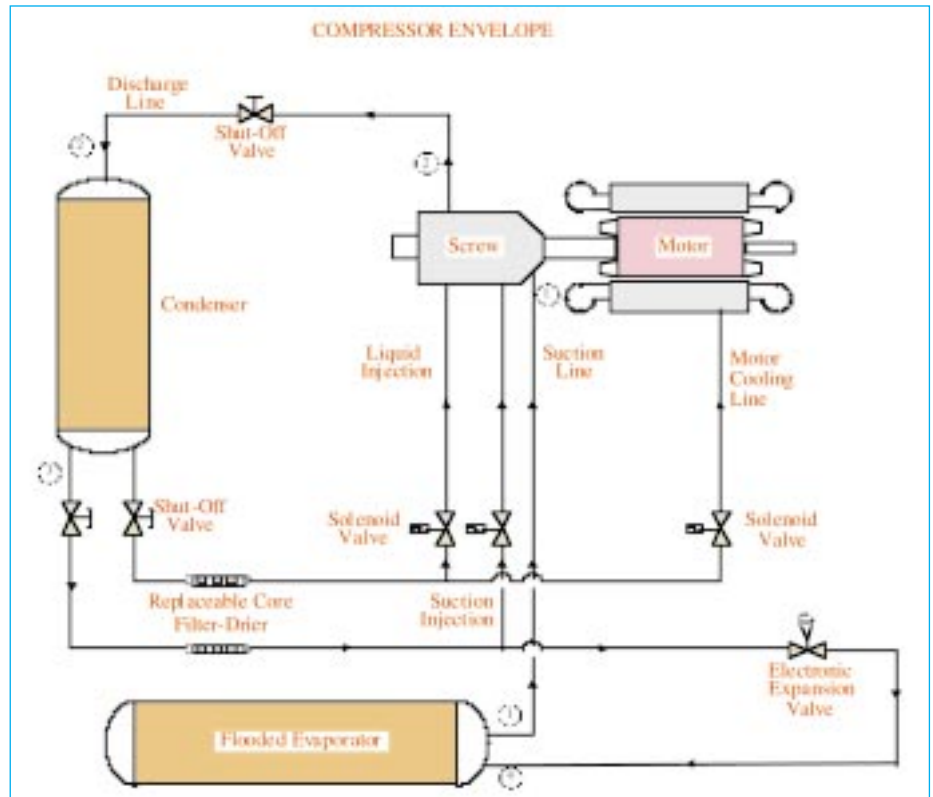


Bild 6 Kälteschema des Flüssigkeitskühlers PFS mit einem Schraubenverdichter. Besonderes Merkmal ist die Einspritzung von flüssigem Kältemittel zur Kühlung und Abdichtung in den Verdichter

deutet, aber mit dem Verdampfer in überfluteter Bauweise lassen sich erheblich bessere Leistungszahlen erreichen.

Zusammenfassung der wichtigsten Merkmale:

- Kältemittel R 410A als Abdichtungs-, Kühl- und Schmiermittel → Es treten keine Ölrückführungsprobleme auf, und es sind keine kostspieligen und platzbeanspruchenden Ölabscheidesysteme notwendig.

- Höchste Präzision bei der Temperaturregelung durch „Fuzzy Logic“
- Die Anzahl der beweglichen Teile ist äußerst gering → weniger Verschleißteile bedeuten geringere Störanfälligkeit, beträchtlich höhere Zuverlässigkeit und größere Wartungsfreundlichkeit.
- Der Verdichter zeichnet sich wegen der Lastaufteilung und dem besonderen System der Abdichtung zwischen dem Haupt- und den beiden Nebenrotoren durch eine extreme Laufruhe aus, was niedrige Geräuschpegel zur Folge hat.
- Die Monoschraubenkonstruktion verkraftet problemlos das Eindringen von flüssigem Kältemittel, das bei Hubkolbenverdichtern zu schwersten Schäden führen kann.
- Mit R 410A wird ein Kältemittel eingesetzt, das die zukünftigen umwelttechnischen Anforderungen erfüllen wird und außerdem noch hervorragende thermodynamische Eigenschaften besitzt. □