**Kupferrohre widerstehen höchsten Drücken in R744-Gaskühlern**

*Rohre aus hochfesten Legierungen und mit geringerem Durchmesser als Erfolgsgaranten in der Gaskühlerkonstruktion*

**New York, New York (25. Juli 2019)** – Umweltfreundliche Technologien zur Kälteerzeugung und Klimatisierung können einen Beitrag zum Schutz der Atmosphäre leisten. Ein Beispiel hierfür ist die Verwendung von Kohlendioxid als Kältemittel, das in den nächsten Jahren deutlich an Bedeutung gewinnen wird. Die Entwicklung dieser Technologie wird schon seit Jahrzehnten vorangetrieben. Fortschritte im Bereich der verschiedenen Komponenten wie Kompressoren, Kältemittelleitungen und Gaskühlern ermöglichen inzwischen eine wirtschaftliche sinnvolle Nutzung.

**Auch hohe Temperaturen sind möglich**

Ein wesentlicher Unterschied zwischen Kohlendioxid (auch bekannt als R744) und anderen Kältemitteln besteht in den für R744-Kreisläufe typischen sehr hohen Drücken u

nd relativ hohen Temperaturen.

Bei transkritischen Kältekreisläufen gelten Betriebsdrücke von 12 Mpa (1740 psi) und mehr als normal. Zur Erinnerung: 0,10 MPa = 0,987 atm = 14,5 psi. Ein Druck von 12 MPa ist also rund 118-mal höher als der Atmosphärendruck! Im Vergleich hierzu ist der Austrittsdruck eines typischen R-410A-Kältekreislaufs weniger als ein Viertel so hoch.

Bei einem transkritischen Kältekreis muss ggf. auch die Kühlung des CO2 im Gaskühler von weit über 100 °C auf rund 31 °C (entsprechend 212 °F bzw. 88 °F) berücksichtig werden. Der kritischen Punkt für CO2 liegt bei 31 °C (88 °F) und 7,4 MPa (1071 psi). Oberhalb dieses Punkts verhält sich CO2 als superkritische Flüssigkeit (SCF), deren Eigenschaften zwischen denen eines gasförmigen und eines flüssigen Mediums liegen. Diese Flüssigkeit hat eine hohe Dichte, was eine hohe Massendurchflussrate ermöglicht. Ihre Viskosität ist dabei sehr gering, was den Druckabfall im Rohr verringert.

**Kompakte Wärmeübertrager**

Da die Drücke von R744 in einem Gaskühler wesentlich höher sind als die eines herkömmlichen Kältemittels in einem luftgekühlten Kondensator, sind entsprechende Maßnahmen zur Gewährleistung der Druckfestigkeit notwendig. Der erste Ansatz hierzu ist die Bevorzugung von Kupferrohren mit geringem Durchmesser für den Bau von Gaskühlern. In einer ersten Näherung gilt für dünnwandige Rohre, dass die Ringspannung dem Innendruck mal dem Radius des Rohrs geteilt durch dessen Wandstärke entspricht. Dementsprechend gilt ein Rohrdurchmesser von 3/8 Zoll (9,525 mm) für einen R744-Gaskühler als groß. Rohrdurchmesser von 5/16 Zoll (7,9375 mm) oder 1/4 Zoll (6,25 mm) werden deshalb häufiger verwendet.

Die Ringspannung im Rohr sinkt im Verhältnis von 6 zu 5 zu 4, wenn der Durchmesser von 6/16 auf 5/16 auf 4/16 Zoll verringert wird (entsprechend von 9,525 auf 7,9375 auf 6,350 mm). Manche Hersteller von Wärmeübertragern verwenden Kupferrohre mit einem Durchmesser von nur 5 mm, da diese bei geringeren Wandstärken höheren Innendrücken standhalten können.

Der zweite Ansatz sind Rohre aus hochfesten Kupferlegierungen, die höheren Drücken standhalten können. Dies wird bereits erfolgreich von einigen Herstellern umgesetzt, um die Nenndruckfestigkeit ihrer Wärmeübertrager zu erhöhen. Noch häufiger allerdings nutzen Systementwickler hochfeste Kupferlegierungen für die Kältemittelzulauf- und -rückleitungen des Gaskühlers. Die gering eisenhaltige Kupferlegierung UNS C19400 hat eine um mehr als 50 % höhere Streckgrenze als Kupfer UNS C12200.

Der dritte Ansatz schließlich ist die Erhöhung des Nenndrucks durch eine höhere Wandstärke. Bei einem gegebenen Innendruck bedeutet eine Verdoppelung der Wandstärke ungefähr eine Halbierung der Belastung innerhalb der Rohrwandung. Umgekehrt ermöglichen die ersten beiden Ansätze, also Rohre mit geringerem Durchmesser oder hochfeste Kupferlegierungen, die Verwendung von Rohren mit geringerer Wandstärke. Dünnwandige Rohre senken Kosten und Gewicht des Wärmetauschers.

Weitere Informationen hierzu enthält die aktuelle Präsentation über die Vorteile von Rohren mit geringerem Durchmesser in transkritischen Kältekreisen ("Advantages of Small Diameter Tubes in Transcritical Refrigeration Cycles") von Yoram Shabtay (siehe Link unten).

„Wir stehen am Anfang einer neuen Ära von luftgekühlten Gaskühlern, und Kupfer spielt dabei die tragende Rolle“, erklärt Nigel Cotton, MicroGrooves Teamleiter für die International Copper Association. „Kupfer wird dabei seinem guten Ruf entsprechend allen Erwartungen hinsichtlich Zuverlässigkeit, Festigkeit und Verarbeitbarkeit gerecht. Führende Hersteller von Wärmeübertragern bauen kompakte und effiziente Gaskühler für R744-Anwendungen. MicroGroove-Wärmeübertrager bieten Endverbrauchern viele Vorteile.“

Weitere Details zur Konstruktion von Wärmeübertragern und zur Herstellungstechnologie sowie Links zu vielen Webinaren von MicroGroove enthält die Website www.microgroove.net. Darüber hinaus sind technische Informationen mit Links über Laborversuche, Optimierung von Rohrkreisläufen, Lamellendesign und Produktionsausrüstung enthalten.

**Quellenangaben**

Yoram Shabtay, "Advantages of Small Diameter Tubes in Transcritical Refrigeration Cycles" ATMOsphere America Conference, Atlanta, Georgia. Juni 2019. [www.slideshare.net/EdaIsaksson/advantages-of-small-diameter-tubes-in-transcritical-refrigeration-cycles](http://www.slideshare.net/EdaIsaksson/advantages-of-small-diameter-tubes-in-transcritical-refrigeration-cycles)

**Über ICA**

Der ICA ist der internationale Dachverband der Kupferindustrie. Er hat es sich zum Ziel gesetzt, globale Märkte für Kupfer zu entwickeln und zu festigen, um einen positiven Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung der Gesellschaft zu leisten. Der Verband hat seinen Sitz in New York und unterhält Büros in Asien, Europa, Lateinamerika und Nordamerika. Die Programme und Initiativen der Copper Alliance® werden in nahezu 60 Ländern über regionale Büros durchgeführt. Weitere Informationen: copperalliance.org

# # #