Neue Forschung an MicroGroove-Kupferrohren zeigt Leistungsvorteile auf

*Experimente weisen mindestens drei Mechanismen für eine effiziente kältemittelseitige Wärmeübertragung nach*

**New York, New York** – Kupferrohre mit geringerem Durchmesser werden bei einer Vielzahl von unterschiedlichen Kälte- und Klimaanwendungen verwendet, was bei der International Copper Association (ICA) den Ausschlag für eine detaillierte Untersuchung der Leistungseigenschaften gegeben hatte. Ein guter Indikator für die erhöhte Nachfrage nach der MicroGroove-Technologie ist die Menge an aussagekräftigen Beiträgen bei den Herrick-Konferenzen 2018.

"Die Anzahl der Beiträge zu Kupferrohren mit geringerem Durchmesser in Haushaltsgeräten und gewerblichen Anwendungen hat zugenommen", so Nigel Cotton, Teamleiter bei MicroGroove für die ICA.

Die Herrick-Konferenzen der Purdue University umfassen drei parallel verlaufende internationale Konferenzen, zu denen auch die "Seventeenth International Refrigeration and Air-Conditioning Conference" gehört. Die Beiträge sind inzwischen anhand ihrer Nummer oder über die Schlüsselworte im Konferenz-Tool öffentlich verfügbar.

<https://www.conftool.com/Purdue2018/sessions.php>.

**Rohrseitige Experimente**

Für das experimentelle Messen von Wärmeübertragungskoeffizienten und Druckabfällen bei verschiedenen Rohrgrößen, Kältemittelmischungen und Mikrolamellengeometrien gibt es keine Alternative. Die Daten aus diesen Experimenten können dann in einer Simulationssoftware verwendet werden, um die Leistungsfähigkeit von Wärmeübertragern mit großer Genauigkeit vorherzusagen. Herkömmliche Modelle eignen sich oft nicht für Rohre mit geringerem Durchmesser, weshalb neue Experimente erforderlich sind.

In der Fachliteratur werden die Innenrippen der Kupferrohre üblicherweise als "Mikrolamellen" bezeichnet. Im Rahmen des Konferenzblocks R-39 zum Thema "Wärmeübertragung in Mikrolamellenrohren und Mikrokanälen" wurden vier Beiträge über Kupferrohre mit geringerem Durchmesser gehalten. Als besonders eindrucksvoll erwiesen sich die Experimente der Tokyo University of Marine Science and Technology (TUMSAT), die die gemeinsamen Effekte von Durchflussraten und Mikrolamellengeometrien auf Wärmeübertragungskoeffizienten und Druckabfälle aufzeigten (Beiträge 2542, 2511). Da das Kältemittel über die Länge des Rohrs verdampft, konnten einzelne Durchflusstypen identifiziert werden. Im Beitrag 2511 wird verständlich erläutert, welche Rohrverbesserungen für die unterschiedlichen Durchflussraten und Durchflusstypen eine optimale Wirkung erzielen.

Beitrag 2469 der Universität Padua behandelte die Wärmeübertragung und den Druckabfall in einem Mikrolamellenrohr beim Strömungssieden von R1233zd(E) and R245fa. Ein hervorragender Beitrag stammte von der Universität Nagasaki and dem Research Center for Next Generation Refrigerant Properties (NEXT-RP) der Universität Kyushu, wo Wärmeübertragung und Druckabfall beim Durchfluss von R1123/R32 in horizontalen Mikrolamellenrohren bei Kondensation und Verdampfung gemessen wurden (ID 2164).

Zwei weitere Beiträge der Universität Padua (ID 2204 und ID 2205) behandelten das Verhalten von Kältemitteln mit geringem Treibhauspotenzial in Kupferrohren mit geringerem Durchmesser beim Strömungssieden und -kondensieren. Die Beiträge zu diesen geprüften Kältemittel sind stellvertretend für eine große Zahl von Beiträgen zum Thema neue Kältemittel mit geringem Treibhauspotenzial im Allgemeinen und HFO-Gemischen im Speziellen. Es wurden nicht weniger als fünf Beiträge von Verfassern von Chemours oder Honeywell präsentiert und mindestens acht Beiträge mit "R1234" im Titel. Viele Präsentationen wurden eröffnet mit einem Überblick über die Zeitpläne für die Einstellung der Verwendung von Kältemitteln mit hohem Treibhauspotenzial entsprechend der Vereinbarung von Kigali und der EU-Verordnung zu F-Gasen.

**Luftseitige Simulationen**

Für die Konstruktion von Wärmeübertragern sind vier Messungen von ausschlaggebender Bedeutung. Dies sind der kältemittelseitige Druckabfall und die Wärmeübertragung im Rohr, welches Funktionen sind des Kältemitteltyps, der Durchflussraten und der technischen Verbesserungsmaßnahmen im Rohrinneren. Dazu kommen der luftseitige Druckabfall und die Wärmeübertragung auf der Außenseite, also Funktionen der Luftdurchflussrate, der Lamellen- und Rohrgeometrien und der Lamellenkonstruktion.

Durch die Optimierung von Parametern wie Lamellenform, Lamellenabstand, Rohrabstand, Rohrkreislauf usw. kann die Wärmeübertragungsleistung wesentlich verbessert werden, was bei Neukonstruktionen für Energieeinsparungen ausgenutzt werden kann.

Im Rahmen eines von Optimized Thermal Systems (OTS) mit Unterstützung der Copper Alliance durchgeführten Forschungsprogramms wurden auf der Basis von CFD-Simulationen neue luftseitige Korrelationen für Lamellen mit Rohren mit geringerem Durchmesser entwickelt, die dann gegenüber den experimentell gewonnenen Daten ausgewertet wurden. Korrelationen aus diesem Projekt sind nun in der CoilDesigner-Software von OTS enthalten, was Konstrukteure eine Vorhersage der Leistung von MicroGroove-Wärmeübertragern mit hoher Genauigkeit ermöglicht. Die diese Korrelationen unterstützende Forschung wird behandelt im Beitrag 2582 mit dem Titel "Experimental Validation of CFD-Based Correlations for 5 mm Louver- and Slit-Fin Heat Exchangers: Lessons Learned", sowie in einem Beitrag von OTS im Rahmen des Konferenzblocks R-15: Luftseitige Charakterisierung von Wärmeübertragern.

Die Autoren schreiben darin wie folgt: "Verschiedene Musterwärmeübertrager wurden von Herstellern in China, Indien und den USA beschafft. Diese Wärmeübertrager waren mit Schlitz- und Rippenlamellen mit unterschiedlichen Lamellendichten und Rohranordnungen aufgebaut. Die wesentlichen Abmessungen dieser Wärmeübertrager sind in Tabelle 3 angegeben. Der Nennrohrdurchmesser aller getesteten Wärmeübertrager betrug 5 mm.

Abweichungen zwischen den CDF-Vorhersagen und den Beobachtungen bei den Experimenten wurden dem ungenauen Modellieren der thermischen Kontaktwiderstände zwischen Lamelle und Rohr zugeschrieben." Trotzdem kommen die Autoren zu folgendem Schluss: "Diese Methode, die numerische Untersuchung des Konstruktionsraums mit einem begrenzten experimentellen Testen und Prüfen zu kombinieren, eignet sich für die kostengünstige schnelle Entwicklung von neuen, umfassenden Korrelationen."

Lesern und Forschern, die mehr über den 'Multiple Genetic Algorithm (MOGA)' in der Konstruktion von Wärmeübertragern erfahren möchten, seien zwei Beiträge aus dem Konferenzblock R-08 empfohlen: Optimierung von Wärmeübertragern:

2598: "Tube-Fin Heat Exchanger Circuitry Optimization Using Integer Permutation Based Genetic Algorithm" vom Konsortium des Center for Environmental Energy Engineering (CEEE) der University of Maryland.

2532: "Optimization of MicroGroove Copper Tube Coil Designs for Flammable Refrigerants" von Copper Alliance, OTS, Sub-Zero und HTT.

Dieser Beitrag zeigte auf, wie Optimized Thermal Systems (OTS) die neuen Konstruktionen von MicroGroove-Wärmeübertragern für Haushalts-Kühlgeräte des Herstellers Sub-Zero mit Hilfe von MOGA optimieren konnte. Der Beitrag wurde präsentiert von Yoram Shabtay, Geschäftsführer von Heat Transfer Technologies, der an der Entwicklung dieser Anwendung mitgewirkt hatte. Die Präsentation ist auf der Website "Technical Literature" von microgroove.net verfügbar und enthält die experimentelle Prüfung der MOGA-Ergebnisse durch Sub-Zero.

Ein weiteres Thema von dauerhaftem Interesse ist das Entfrosten der Verdampfereinheiten von Haushaltswärmepumpen. Hierzu gab es verschiedene Beiträge im Konferenzblock R-12: Auswirkungen und Kontrolle von Frostbildung an Wärmeübertragern. Als Beispiel sei Beitrag 2258 genannt: "Alternative Defrost Strategies for Residential Heat Pumps" von Cara Martin von Optimized Thermal System, der vom Electric Power Research Institute und der International Copper Association unterstützt wurde.

Nigel Cotton vertritt die Meinung: "In Anbetracht der vielen unterschiedlichen bei den Herrick-Konferenzen vorgestellten Beiträge kann man zum Stand der Forschung im Bereich HVAC&R folgendes feststellen: Wärmeübertrager mit MicroGroove-Kupferrohren werden in vorhersehbarer Zukunft bei Kühl- und Klimatisierungsprodukten eine wesentliche Rolle spielen.

Weitere Informationen finden Sie unter [www.microgroove.net](http://www.microgroove.net). Werden Sie Mitglied in unserer MicroGroove-Gruppe auf LinkedIn und teilen Sie uns Ihre Meinung zu Forschungsrichtungen und Produktentwicklungen mit. [www.linkedin.com/groups/Microgroove-4498690](http://www.linkedin.com/groups/Microgroove-4498690).

**Über ICA**

Der Internationale Verband der Kupferindustrie (ICA – International Copper Association Ltd.) ist die führende Organisation zur weltweiten Förderung der Verwendung von Kupfer. Aufgabe des ICA ist es, die Verwendung von Kupfer durch die Kommunikation seiner einzigartigen Eigenschaften zu fördern, die Fortschritte in Wissenschaft und Technologie zu unterstützen und so zu einem weltweit höheren Lebensstandard beizutragen. Weitere Informationen über den ICA finden Sie unter [www.copperinfo.com](http://www.copperinfo.com).