

Schlussbericht

zu IGF-Vorhaben Nr. 19386 BG

Thema

Oberflächenvergrößerung und Lebensdauererhöhung metallischer Strahlheizrohre durch den Einsatz strukturierter Bleche

Berichtszeitraum

01.03.2017 - 28.02.2020

Forschungsvereinigung

FKM

Forschungseinrichtung(en)

1. Institut für Industrieofenbau und Wärmetechnik, RWTH Aachen University (IOB)

Kopernikusstraße 10

52074 Aachen

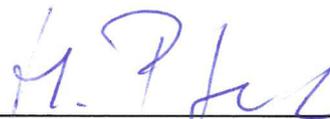
2. Lehrstuhl für Konstruktion und Fertigung, BTU Cottbus-Senftenberg (KuF)

Konrad-Wachsmann-Allee 17

03046 Cottbus

Aachen, 27.05.2020

Ort, Datum



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Herbert Pfeifer, Institut für Industrieofenbau und
Wärmetechnik RWTH Aachen University

Gefördert durch:

Schlussbericht

zu IGF-Vorhaben Nr. 19386 BG

Thema

Oberflächenvergrößerung und Lebensdauererhöhung metallischer Strahlheizrohre durch den Einsatz strukturierter Bleche

Berichtszeitraum

01.03.2017 - 28.02.2020

Forschungsvereinigung

FKM

Forschungseinrichtung(en)

1. Institut für Industrieofenbau und Wärmetechnik, RWTH Aachen University (IOB)

Kopernikusstraße 10

52074 Aachen

2. Lehrstuhl für Konstruktion und Fertigung, BTU Cottbus-Senftenberg (KuF)

Konrad-Wachsmann-Allee 17

03046 Cottbus

Cottbus, 28.05.2020

Ort, Datum



Prof. Dr.-Ing. habil. Markus Bambach, Lehrstuhl für Konstruktion und Fertigung, BTU Cottbus-Senftenberg

Prof. Dr.-Ing. habil. Markus Bambach
Brandenburgische Technische Universität
Cottbus-Senftenberg
Lehrstuhl Konstruktion und Fertigung
Postfach 101344 • 03013 Cottbus
T +49 355 69-3108 • F +49 355 69-3110

Gefordert durch:

Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Oberflächenvergrößerung und Lebensdauererhöhung metallischer Strahlheizrohre durch den Einsatz strukturierter Bleche

Das Ziel des Projektes ist die Untersuchung der Herstellbarkeit und der mechanischen, sowie wärmetechnischen Auswirkungen von P-Strahlheizrohren mit wölbstrukturierten Schenkeln. Anhand von CFD-Simulationen werden die strömungs- und wärmetechnischen Verhältnisse im und am Strahlheizrohr berechnet. Mittels experimenteller Untersuchungen in einem Versuchsofen mit einem konventionell gefertigten und einem wölbstrukturierten Strahlheizrohr werden die berechneten Ergebnisse validiert. Eine Kopplung des berechneten Temperaturprofils mit einer strukturmechanischen Berechnung ermöglicht die Untersuchung der im Betrieb auftretenden temperaturinduzierten Spannungen. Durch die Nutzung eines Kriechmodells mit experimentell bestimmten Kriechdaten ist eine Abschätzung der lebensdauerverringenden Schädigungsmechanismen möglich. Diese Daten können genutzt werden, um die Lebensdauer eines wölbstrukturierten Strahlheizrohres mit einem konventionellen Strahlheizrohr zu vergleichen.

Die Untersuchungen zeigen, dass die strömungs- und wärmetechnischen Verhältnisse eines wölbstrukturierten Strahlheizrohres denen eines konventionellen Rohres gleichen. Unterschiede in den Betriebsbedingungen konnten weder durch CFD-Simulationen noch durch experimentelle Untersuchungen bestätigt werden. Im Gegensatz dazu zeigen die strukturmechanischen Berechnungen eine reduzierte Spannung der wölbstrukturierten Strahlheizrohre. Hieraus ergibt sich zudem eine verringerte Kriechdehnung im Lastfall. Die Verringerung der Spannungen und Kriechdehnung ist abhängig vom Belastungszustand sowie der Wabengeometrie. Tiefere Waben führen zu einer geringeren Kriechdehnung.

Ein wichtiger Aspekt aus fertigungstechnischer Sicht ist die Herstellbarkeit strukturierter Strahlheizrohre sowie deren mechanischen Eigenschaften. Die Grenzen der Halbzeugfertigung insbesondere von warmfestem Material steht im Fokus der Untersuchung. Dafür wird in einem Nakajima-Versuch eine Grenzformänderungskurve für den warmfesten Werkstoff 1.4841 aufgenommen. Diese dient als Grundlage für die Bestimmung des schädigungsfreien Umformvermögens. Ein Vergleich mit Simulationsdaten gibt Aussage über die Möglichkeiten und Grenzen der Strukturierung des Werkstoffes.

Mit mechanischen Untersuchungen werden konventionelle und strukturierte Rohrsegmente auf ihre Eigenschaften bei axialer und radialer Belastung untersucht. Die Experimente wurden auf Basis von realen Schadensfällen ausgewählt. In einem Stauchungsversuchen werden die Kompensation von Spannungen der glatten und strukturierten Rohrsegmente nach axialem Krafteintrag experimentell ermittelt. Die radiale Steifigkeit der Rohrsegmente werden unter Einsatzbedingungen im Versuchsofen untersucht. In Fertigungsuntersuchungen werden mögliche Hemmnisse und notwendige Anpassungen bei der Serienfertigung von Strahlheizrohrsegmenten betrachtet.

Die Ziele des Forschungsvorhabens wurden erreicht

Berichtsumfang:	93 S., 78 Abb., 8 Tab., 31 Lit.
Beginn der Arbeiten:	01.03.2017
Ende der Arbeiten:	28.02.2020
Zuschussgeber:	BMW i / IGF-Nr. 19386 BG
Vorsitzender des Projektbegleitenden Ausschusses:	Dr.-Ing. Christian Wuppermann, LOI Thermprocess GmbH