

Wärme- und Stoffübertragungsvorgänge in 3D-Gewirken und deren Vorhersage durch Modellierung

Motivation

Ziel des Forschungsprojektes war die experimentelle und numerische Untersuchung des Einflusses von Material- und Konstruktionsparametern von Abstandsgewirken auf deren Wärme- und Stoffübertragungsverhalten im Temperaturintervall von -160 °C bis 50 °C . Es wurden zwei verschiedene Anwendungsfelder untersucht. Zum einen Abstandsgewirke als Bettdeckenfüllung und darüber hinaus die Anwendung von Abstandsgewirken als Kernmaterial für Sandwichkonstruktionen im Leicht- bzw. Behälterbau für kryotechnische Anwendungen. Für die Anwendung als Bettwarenfüllung wurden Untersuchungen im Temperaturbereich zwischen $20\text{ °C} < T < 50\text{ °C}$ bei einer für den Menschen komfortablen Feuchtezone zwischen $50\% < rF < 70\%$ durchgeführt. Für den Einsatzfall als Kernstruktur für Sandwichkonstruktionen waren die mechanischen und thermodynamischen Eigenschaften im Temperaturbereich zwischen $-160\text{ °C} < T < 0\text{ °C}$ besonders von Interesse.

Ergebnisse

Mit Hilfe der statistischen Versuchsplanung wurden entsprechend den vier Einflussgrößen: Gewirkedicke, Polfadendichte, Polfadendicke sowie Bindungsstruktur der Deckflächen die Anzahl der Mustervarianten und notwendigen Versuche reduziert. Für die Bewertung des thermophysiological Komforts der Mustervarianten wurde eigens am STFI ein neuer Versuchsstand zur Erfassung des Wärme- und Wasserdampfdurchgangs in Abhängigkeit der Zeit entwickelt. Neben diesen Untersuchungen wurden analytische und numerische Berechnungen zum Wärme- und Stofftransportverhalten der Abstandsgewirke durchgeführt und mit den Versuchsergebnissen validiert.

Im Ergebnis des Forschungsvorhabens wurde ein Auslegungs- und Vorhersagemodul entwickelt, welches entsprechend den geometrischen Kennwerten des Abstandstextils die Wärme- und Stoffübertragungseigenschaften abschätzen kann. Dieses Tool muss jedoch über den Forschungszeitraum hinaus aktuell gehalten und weiterentwickelt werden. Im Forschungsvorhaben wurden entsprechend für die zwei verschiedenen Anwendungsfälle passenden Abstandsgewirkestrukturen entwickelt.

Abhängig vom geometrischen Aufbau der Gewirkestruktur wird die Wärmeübertragung durch die Wärmeleitung über die Polfäden und durch die Konvektion der Luft im Abstandsgewirke beeinflusst. Die Strahlung spielt eher eine untergeordnete Rolle. Mit höherer Anzahl und Anordnungsdichte der Polfäden gewinnt die Wärmeleitung beim Wärmetransport gegenüber der Konvektion an Bedeutung, da diese mit steigender Polfadenzahl gestört wird. Um eine hohe Isolationswirkung zu erreichen wurden zwei Abstandsgewirke zu einem Sandwichaufbau kombiniert und über die Deckflächen angeströmt. Die Verdoppelung der textilen Struktur bringt jedoch nur eine Verringerung des Wärmestromes um 36 %.



Abb.: Abstandsgewirke mit versch. Deckflächenkonstruktion (links), Am STFI entwickelter Versuchsstand „Schwitzkasten“ (Mitte), Vliesstoffherstellung mit Matformer (Airlay) (rechts).

Danksagung

Wir danken dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie für die Förderung des Forschungsprojektes (Reg. Nr. VF 150022) innerhalb des Förderprogrammes „FuE-Förderung gemeinnütziger externer Industrieforschungseinrichtungen in Ostdeutschland-Innovationskompetenz Ost (INNO-KOM-OST) -Modul: Vorlauftforschung (VF)“.



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages