

Masterarbeit

Modellierung von Strömung und Wärmeübergang im Flachrohr- Wärmeübertrager mittels DNS

Motivation:

Immer häufiger werden in der Industrie Möglichkeiten zur passiven Erhöhung des Wärmeübergangs in Betracht gezogen, um kompaktere, effizientere und kostengünstigere Wärmeübertrager entwickeln zu können. Speziell Automobile, in denen unter anderem Wasser-Glykol gegen Luft abzukühlen ist, benötigen kompakte und zugleich hoch effiziente Wärmeübertrager. Neben der bisher ausgiebig untersuchten und optimierten Luftseite (Verbesserung des Wärmeübergangs durch Kühllamellen) besteht eine weitere Möglichkeit zur Optimierung der Wärmeübertragung darin, die Effizienz der Kühlmittelseite zu steigern.

Inhalt der Arbeit:

Ziel dieses Projekts ist es die Strömung und den Wärmeübergang in einem bereits existierenden Flachrohrkanal mit passiven Einbauten mittels einer D(irekten) N(umerischen) S(imulation) zu analysieren und möglicherweise daraus Ideen für eine leistungsfähigere Gestaltung der passiven Einbauten zu entwickeln. Der Flachrohrkanal enthält passive Einbauten an der Wand, welche u.a. den Umschlag zur turbulenten Strömung begünstigen. Zudem wird die wärmeübertragende Oberfläche vergrößert. Allerdings steigt in ähnlichem Maße der Druckverlust, wodurch eine fundierte Kenntniss der Vorgänge im Kanal unumgänglich ist, um leistungsfähigere Einbauten entwickeln zu können.

In einem ersten Schritt soll ein für die DNS Lösung geeignetes Berechnungsnetz für die vorhandene Geometrie erstellt werden. Der OpenFOAM PISO Solver soll genutzt werden, um die inkompressiblen Navier-Stokes Gleichungen direkt zu lösen. Hierzu muss ein repräsentativer Ausschnitt des Kanals ausgewählt und eine periodische Strömung angenommen werden. Unter diesen Annahmen sollen Wärmeübergang und Druckverlust für Reynolds-Zahlen zwischen 1000 und 4000 berechnet und eingehend validiert und analysiert werden. Hierbei soll besonders auf den Übergang von laminarer zu turbulenter Strömung geachtet werden.



Abb. 1: Flachrohrwärmeübertrager und einzelnes Flachrohr mit passive Einbauten

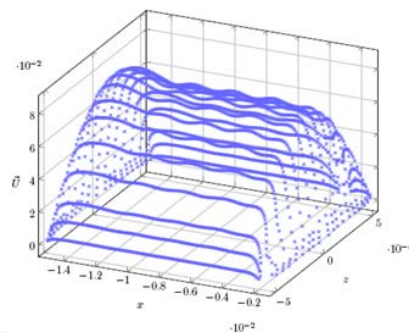


Abb. 2: Geschwindigkeitsfeld am Austritt des linken Kanals des Flachrohrs

Voraussetzungen:

Fundierte Kenntnisse der Wärmeübertragung und Strömungslehre

Nützliche Zusatzkenntnisse:

Erfahrung mit OpenFOAM

Kontakt:

Dr. Pourya Forooghi (ISTM)
forooghi@kit.edu

Dipl. Ing. Dirk Bertsche (TVT)
bertsche@kit.edu

Master thesis

DNS modelling of flow and heat transfer in a flat-tube heat exchanger channel

Background:

Compact and highly efficient heat exchangers are greatly sought in the automotive industries. Flat-tube heat exchangers are used for condenser or water-air heat exchanger systems in the automotive industry. As a matter of fact, optimization of both air and water sides of the heat exchangers with regard to heat transfer and pressure loss is necessary for a high performance of these systems. As the air-side is investigated thoroughly, this project is focused on the optimization of the water side.

Content of the thesis:

The project is aimed at DNS simulation of a single-phase water flow (water-glycol mixture) in an already-designed flat-tube heat exchanger channel in order to better understand heat transfer in the channel and to possibly propose ideas for the design improvement. The channel has passive inserts attached to its wall in several successive rows to enhance the heat transfer. Since the presence of the inserts also increases the pressure drop, the mechanisms of pressure loss and heat transfer must be well understood for better designs. As the first step in the study, a geometric model and a fine enough computational mesh for the DNS solution must be developed. Then OpenFOAM PISO solver will be used to directly solve incompressible Navier-Stokes equations. To keep the computational cost in a feasible range, it is necessary to assume a periodic flow in the channel, which means that the computational domain will be a unitary cell with periodic inlet/outlet boundary conditions. With this assumption, the solution will be obtained for Reynolds numbers roughly ranging between 1000 and 4000. The results will be validated against experimental data and extensively analyzed. The attention will be particularly paid to the laminar-turbulent transition of flow, its threshold and its effect on heat transfer.



Figure 1: Flat tube heat exchanger and one single flat tube with passive inserts

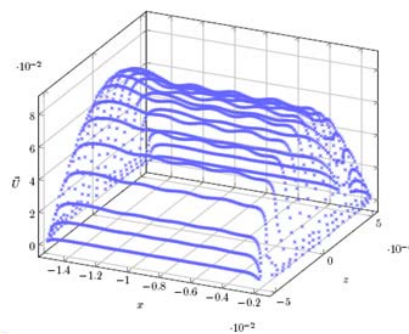


Figure 2: Velocity field at the outlet of one channel of the flat tube

Requirements:

Fair knowledge of fluid mechanics and heat transfer

Beneficial Skills:

Experience with OpenFOAM

Contact:

Dr. Pourya Forooghi (ISTM)
forooghi@kit.edu

Dipl. Ing. Dirk Bertsche (TVT)
bertsche@kit.edu