Cső a csőben hőcserélő CFD szimulációja különböző passzív betétek alkalmazásával

CFD Simulation of a Double-Pipe Heat Exchanger with Different Passive Inserts

KARDOS Barnabás

Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Folyamatmérnöki Intézeti Tanszék
Témavezetők: Dr. Egedy Attila, Dr. Nagy Lajos

ABSTRACT

This study investigates the numerical simulation of flow and heat transfer in a double-pipe heat exchanger using computational fluid dynamics (CFD). The main objective is to assess how different passive inserts affect thermal performance and pressure drop. The models are developed in COMSOL Multiphysics using three-dimensional geometries and coupled flow and heat-transfer processes. The initial simulations focus on laminar flow in a straight pipe, comparing a smooth configuration with one containing a passive insert over a range of inlet velocities. The preliminary results indicate that the insert influences both the heat transfer and pressure drop, with the difference becoming more pronounced as velocity rises. This highlights the need to evaluate hydraulic resistances alongside potential heat-transfer enhancement. Further work will examine additional insert geometries, including segmented spiral turbulators and helical coils, and extend the analysis to heat exchange in the double-pipe configuration. The numerical model is intended to be validated against measurements from a real system. Heat-transfer performance will be assessed using relevant dimensionless parameters, including the Reynolds and Nusselt numbers. The study aims to identify insert designs that provide a suitable balance between improved heat transfer and acceptable pressure losses.

Keywords: computational fluid dynamics (CFD), double-pipe heat exchanger, passive inserts, heat transfer, pressure drop

KIVONAT

A tanulmány egy cső a csőben hőcserélő áramlási és hőátadási folyamatainak numerikus áramlástani vizsgálatával foglalkozik. A kutatás célja annak meghatározása, hogy a különböző passzív betétek mikém befolyásolják a hőátadást és a nyomásesést. A modellek COMSOL Multiphysics környezetben, háromdimenziós geometriák és csatolt áramlás és hőátadási modellek alkalmazásával készülnek. Az első vizsgálatok a kialakuló lamináris áramlásra irányulnak, és a betét nélküli, illetve betéttel ellátott konfigurációkat hasonlítják össze különböző belépő sebességek mellett. Az előzetes szimulációs eredmények szerint a passzív betét változtatja a hőátadást és a különbség nagyobb áramlási sebességnél jelentősebbé válik. Emiatt a hőátadás esetleges javulását a hidraulikai veszteségekkel együtt szükséges értékelni. A további munka során több betétgeometria, köztük szakaszos spirális turbulátorok és spiráltekercsek vizsgálata, valamint a cső a csőben hőcserélő hőátadási folyamatainak szimulációja szerepel a tervek között. A numerikus modellt valós rendszeren végzett mérésekkel kívánjuk validálni. A kutatás célja olyan betét kialakításának kiválasztása, amely megfelelő kompromisszumot biztosít a fokozott hőátadás és az elfogadható nyomásveszteség között.

Kulcsszavak: CFD-szimuláció, cső a csőben hőcserélő, passzív betétek, hőátadás, nyomásesés