

Marcelina Gendera

Dyscyplina naukowa: inżynieria chemiczna

Numer albumu: 10043

Numer PESEL: 95092612406

Streszczenie rozprawy doktorskiej: Modelowanie metodami CFD wymiennika ciepła typu rura w rurze z turbulizatorami

W pracy przeprowadzono symulacje CFD wymiennika ciepła typu rura w rurze, którego wewnętrzna rura wypełniona była turbulizatorami różnego typu: szczotkowymi, z blachy tłoczonej, skręconych kształtek, pierścieni Palla, sprężynowymi, oraz ze skręcanych listew. Ponieważ geometria większości z nich jest skomplikowana i trudna do odtworzenia obszar przez nie zajmowany symulowano modelem ośrodka porowatego. W literaturze jest wiele przykładów na zastosowanie tego modelu do zastępczego opisu wymienników ciepła z ożebrowaniem, nigdy dotąd nie był jednak stosowany do opisu turbulizatorów. Biorąc pod uwagę jak duże znaczenie ma efektywna wymiana ciepła w przemyśle, jak wiele prac poświęconych jest analizie i optymalizacji turbulizatorów, oraz jak ważne jest optymalne wykorzystanie zasobów obliczeniowych oraz skracanie czasu symulacji, uznano, że tę lukę badawczą warto wypełnić. Współczynniki równania Darcy-Forchheimera potrzebne do implementacji modelu ośrodka porowatego obliczono na podstawie danych doświadczalnych krzywych spadków ciśnienia opisanych w pracach dyplomowych studentów Politechniki Wrocławskiej. Wyniki symulacji porównano do danych eksperymentalnych. Model ośrodka porowatego dobrze przybliżył turbulizatory szczotkowe – średni błąd względny dla spadku ciśnienia wyniósł 9,7% dla spadku ciśnienia i 15% dla strumienia ciepła. Z kolei skręcane listwy były obciążone ponad 60% błędem względnym w obu przypadkach. Przedyskutowano powody, dla czego model ośrodka porowatego sprawdził się tylko dla niektórych typów turbulizatorów. W następnej części pracy skupiono się na turbulizatorach sprężynowych. Wykonano własne pomiary spadku ciśnienia i wymiany ciepła na zmodernizowanej instalacji, dla trzech sprężyn wykonanych z różnych materiałów, o różnych skokach oraz średnicach. Dla nich przeprowadzono również symulacje prawdziwej geometrii i porównano oba podejścia. Model ośrodka porowatego dawał lepsze wartości spadku ciśnienia niż model prawdziwej geometrii, a różnice w strumieniach ciepła nie były znaczące. Biorąc pod uwagę ponad czterokrotne skrócenie czasu obliczeń, a także nieporównywalnie krótszy czas spędzony na przygotowywaniu siatki numerycznej warto rozważyć zastosowanie modelu ośrodka porowatego, pomimo jego mniejszej dokładności. Na koniec przedyskutowano możliwość wyznaczania współczynników równania Darcy-Forchheimera wyłącznie na podstawie symulacji, oraz zależność tych współczynników od geometrii turbulizatorów i perspektywę szacowania ich wartości na tej podstawie. Opracowanie uniwersalnego schematu postępowania przy stosowaniu modelu ośrodka porowatego do opisu turbulizatorów wymaga większej ilości badań, niemniej jednak niniejsza praca stanowi wartościowy pierwszy krok w tym kierunku i daje podstawy do rozwinięcia tej metodyki w przyszłości.