

Streszczenie pracy doktorskiej

Tytuł rozprawy doktorskiej: Transport pędu i ciepła w wypełnieniach reaktorów strukturalnych wykonywanych metodami addytywnymi

Autor rozprawy doktorskiej: mgr inż. Katarzyna Sintera

Promotor: dr hab. inż. Anna Gancarczyk

Promotor pomocniczy: dr inż. Marzena Iwaniszyn

Przedmiotem badań była charakterystyka zjawisk przepływowych i transportowych krótkokanałowych wypełnień strukturalnych nowej generacji, tzw. struktur opływowych. Są to struktury krótkokanałowe (krótkie monolity) o zmodyfikowanym kształcie przekroju poprzecznego ścianek, uformowanym na wzór skrzydła samolotu. Zgodnie z przedstawioną w pracy analizą, kształt ten intensyfikuje transport ciepła, co wskazuje na celowość jego zastosowania w reaktorach katalitycznych. Jest to pierwsza praca przedstawiająca wyniki badań struktur krótkokanałowych o opływowych ściankach.

Badaniom poddano nośniki wydrukowane ze stali 316 metodą SLM (ang. Selective Laser Melting) o trzech różnych kształtach przekroju poprzecznego kanałów (kwadratowym, trójkątnym i sześciokątnym) o długościach 3, 6 i 12 mm. Z zastosowaniem tomografii komputerowej wyznaczono powierzchnię właściwą i porowatość struktur - parametry niezbędne do opisu zjawisk transportowych. Potwierdzono, że geometria struktur opływowych wytworzonych metodą SLM wykazuje dużą zgodność z wymiarami modelu CAD.

Przeprowadzono badania eksperymentalne oporów przepływu i współczynników wnikania ciepła, na ich podstawie określono wpływ długości i kształtu przekroju poprzecznego kanałów na wartości liczb Nusselta oraz współczynników oporu Fanninga, opracowano również własne korelacje opisujące otrzymane wyniki doświadczalne. Ponieważ, jak dotąd, brak jest prac na temat krótkokanałowych nośników katalitycznych o opływowym kształcie ścianek, otrzymane wyniki eksperymentalne porównano z wartościami obliczonymi na podstawie dostępnych w literaturze korelacji zaproponowanych dla struktur krótkokanałowych. Stwierdzono, że wartości współczynników oporu Fanninga oraz liczb Nusselta dla testowanych struktur są większe lub zbliżone do wartości literaturowych. Ponadto, transport ciepła i opory przepływu dla struktur opływowych są mniejsze porównaniu

do złoża usypanego, a większe niż dla monolitu.

W celu lepszego poznania zjawisk transportowych i przepływowych występujących w badanych strukturach, przeprowadzono symulacje numeryczne z zastosowaniem komputerowej dynamiki płynów CFD (ang. Computational Fluid Dynamics), dla geometrii opływowych, jak i dla krótkokanałowych (o ściankach prostopadłościennych) o kwadratowym kształcie przekroju poprzecznego kanałów. Uzyskane wyniki numeryczne przedstawiono w postaci map temperatur płynącego płynu, linii prądu (linii stycznych w każdym punkcie do wektora lokalnej prędkości płynu \vec{w}), lokalnych wartości liczb Nusselta oraz w formie oporów przepływu płynu przez strukturę. Na ich podstawie stwierdzono, że opływowa geometria redukuje zawirowania i strefy stagnacji we wlotowej części kanałów, które występują w przypadku struktur krótkokanałowych i wpływają na obniżenie lokalnych wartości liczb Nusselta. Wiry wylotowe tworzą się dla obu geometrii, jednak w przypadku struktury opływowej intensyfikują one wymianę ciepła w wylotowej części kanału. Potwierdzono również, że struktura opływowa charakteryzuje się wyższymi uśrednionymi wartościami liczb Nusselta i większymi oporami przepływu w prawie całym testowanym zakresie liczb Reynoldsa w porównaniu do struktury krótkokanałowej.