

STRESZCZENIE

Celem niniejszej rozprawy doktorskiej było opracowanie i walidacja uproszczonej metody modelowania numerycznego procesów termochemicznych towarzyszących pracy sorpcyjnych magazynów ciepła w dużej skali. W proponowanym podejściu zastosowano analogię modelowania złoża porowatego magazynującego ciepło, analogicznie jak w przypadku materiału zmiennofazowego. W związku z tym, zastąpiono analizę poszczególnych ziaren w ośrodku porowatym, na rzecz modelowania się go jako jednolity element. Umożliwia to pominięcie bezpośredniego modelowania reakcji chemicznej, a do określenia ciepła reakcji adsorpcji wykorzystuje się metodę interpolowanej efektywnej pojemności cieplnej (IEPC). Kluczowym założeniem tej metody jest takie dopasowanie charakterystyki pojemności cieplnej materiału (C_p) w funkcji temperatury (T), aby jak najdokładniej odzwierciedlała ona dane uzyskane z pomiarów metodą różnicowej kalorymetrii skaningowej (DSC). Zastosowanie proponowanej metody pozwala na uzyskanie rozkładu temperatury i ciśnienia w analizowanym obszarze magazynu ciepła. W przypadku magazynu sorpcyjnego, uwzględniającego również wymianę masy, możliwe jest określenie stężenia adsorbentu w badanym obszarze.

Celem weryfikacji poprawności obliczeń przeprowadzanych za pomocą opracowanej metody w modelu opisującym proces adsorpcji w małym wycinku złoża zeolitu przeprowadzono porównanie badanych parametrów wynikających z modelu uproszczonego oraz modelu szczegółowego. Analizę wykonano dla dwóch różnych objętości złoża. Sprawdzone również dokładność obliczeń modeli pełnowymiarowych magazynów ciepła: zmiennofazowego i sorpcyjnego. Weryfikację przeprowadzono w oparciu o wyniki otrzymane na stanowiskach laboratoryjnych wyposażonych w zmiennofazowy oraz sorpcyjny magazyn ciepła.

Uzyskane wyniki badań potwierdzają hipotezę, że analogia między właściwościami termofizycznymi materiału sorpcyjnego a właściwościami termofizycznymi materiału zmiennofazowego może być skutecznie wykorzystana do modelowania pojemności cieplnej materiału magazynującego ciepło. Co więcej, obliczenia przeprowadzone z wykorzystaniem opracowanej metody dają rozkład temperatury, strumień przepływu czynnika roboczego oraz rozkład masy adsorbentu, zgodne z wynikami uzyskanymi metodą szczegółową. W odróżnieniu od metody szczegółowej, nowa metoda umożliwia modelowanie pracy magazynów ciepła w pełnej skali. Odchylenie obliczeń rozkładu temperatury w magazynie ciepła, uzyskanego w wyniku symulacji za pomocą opracowanej metody, w porównaniu z pomiarami w laboratoryjnym magazynie ciepła, było mniejsze niż 15%. Zaproponowana w niniejszej pracy uproszczona metoda charakteryzuje się znacznym potencjałem badawczym i aplikacyjnym.