

Popularnonaukowe streszczenie projektu

Pomimo znacznych osiągnięć badawczych w zakresie opisu procesów wymiany ciepła, nadal występują zagadnienia, w których zasób dostępnej wiedzy jest niewystarczający, a przy tym występują znaczne trudności w prowadzeniu badań eksperymentalnych. Do takich zagadnień należy podejmowany w projekcie problem wymiany ciepła w upakowanym złożu warzyw i owoców. Wiedza dotycząca wymiany ciepła dla takiego przypadku jest niezbędna przy projektowaniu nowoczesnych obiektów przechowalniczych, w których warzywa bądź owoce przechowywane są w obniżonej temperaturze przez okres najczęściej kilku miesięcy. Zapewnienie pożądanej wysokiej jakości warzyw bądź owoców, wymaga uzyskania bardzo stabilnych warunków termicznych i wilgotnościowych (wahania temperatury nie powinny przekraczać 0.25 K, zaś wilgotności względnej 1 %). Nawet dla współczesnej techniki chłodniczej jest to wyzwanie, w związku z czym przy projektowaniu układów chłodniczych obsługujących nowoczesne obiekty przechowalnicze - niezbędna jest precyzyjna informacja dotycząca wymiany ciepła odbywającej się w komorze pomiędzy cyrkulującym powietrzem a złożem warzyw bądź owoców.

Zagadnienie wymiany ciepła i oporów przepływu w upakowanych złożach wykonanych z elementów o regularnej geometrii (kul, walców, prostopadłościów) było wielokrotnie podejmowane w literaturze, opracowano także wiele metod pomiarowych oraz uzyskano zależności kryterialne opisujące wymianę ciepła oraz opory przepływu, które można zastosować w technice. Jednakże wiele warzyw bądź owoców nie posiada kształtów regularnych, a przy tym wymianie ciepła towarzyszy wymiana masy (związana z transportem wilgoci) oraz ciepło wyzwalane w procesach metabolicznych. Opracowane jak dotąd metody pomiaru wymiany ciepła w upakowanych złożach są metodami inwazyjnymi, a przy tym na ogół długotrwałymi. Nie nadają się one zatem do aplikacji dla przypadku warzyw i owoców, które przy każdej inwazji wywołanej elementami pomiarowymi ulegną uszkodzeniu, zaś w trakcie długotrwałego pomiaru ich stan fizyczny oraz ulegnie istotnym zmianom. Stąd propozycja zastosowania dla przypadku warzyw i owoców całkowicie odmiennego podejścia, a mianowicie metody całkowicie bezinwazyjnej, a przy tym wymagającej bardzo krótkiego czasu pomiaru. Wnioskodawca proponuje mianowicie zastosowanie po raz pierwszy do pomiaru średniego współczynnika wnikania ciepła w złożu warzyw i owoców - metody przedmuchowej.

Metoda przedmuchowa, którą planuje się wykorzystać w projekcie, polega na pomiarze temperatury i wartości różnicy ciśnień statycznych przed i za, badanym złożem. Zmierzona wartość, różnicy ciśnień statycznych posłuży do określenia oporów przepływu powietrza przez badane złożo. Natomiast pomiar temperatury przeprowadzany jest w celu określenia wartości współczynnika wnikania ciepła elementów złoża. Odbywa się to na podstawie porównania profilu temperatur za złożem który otrzymany został w trakcie eksperymentu, do profilu temperatur otrzymanego analitycznie przy zastosowaniu odpowiedniego modelu matematycznego opisującego wymianę ciepła w złożu. Profil temperatur otrzymany analitycznie uzyskuje się poprzez dobór odpowiedniej wartości współczynnika wnikania ciepła.

W ramach projektu wykonane zostaną również pomiary dotyczące wyznaczenie pól prędkości powietrza przepływającego wokół złoża składającego się z warzyw. W celu określenia pól prędkości, wykorzystana zostanie metoda PIV (Particle Image Velocimetry - cząsteczkowa anemometria obrazowa). Otrzymane w ten sposób wyniki, będą mogły być przedstawione w postaci płaszczyzn przekroju wzdłużnego tunelu, przedstawiające wektory prędkości lub rozkłady pól prędkości przepływającego powietrza.

W trakcie projektu zaplanowane jest również modelowanie numeryczne (CFD). Wyniki uzyskane w trakcie modelowania numerycznego, posłużą do porównania z wynikami otrzymanymi w trakcie eksperymentu z użyciem metody przedmuchowej, a także wynikami uzyskanymi w ramach określania pól prędkości metodą PIV. Zadania, które zostaną tu wykonane pozwolą na dopasowanie, odpowiedniego modelu turbulencji, dla przepływu przez złożo składające się z warzyw bądź owoców.

Uzyskane w projekcie wyniki nie tylko pozwolą na uzyskanie znacznie dokładniejszych i wiarygodniejszych uogólnionych zależności kryterialnych opisujących wymianę ciepła i opory przepływu w złożach warzyw i owoców, ale także stworzą możliwości szerszej aplikacji bezinwazyjnych metod pomiaru wymiany ciepła dla innych złożonych przypadków występujących w zagadnieniach badawczych oraz w technice.