

Henryk Konopko
Katedra Maszyn i Urządzeń Przemysłu Spożywczego
Politechnika Białostocka

WPŁYW WILGOTNOŚCI POWIETRZA NA WYMIANĘ CIEPŁA W PROCESIE TERMICZNEGO EKSPANDOWANIA NASION W STRUMIENIU GORĄCEGO POWIETRZA

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki symulacji komputerowej procesu termicznego ekspandowania nasion prosa w przewodzie pneumatycznym. Świadczą one o znaczącym wpływie początkowej wilgotności nasion na wymianę ciepła w tym procesie.

Słowa kluczowe: ekspandowanie termiczne, nasiona

Wprowadzenie

Celem pracy było przeprowadzenie analizy wpływu początkowej wilgotności nasion na wymianę ciepła w procesie ekspandowania nasion w strumieniu gorącego powietrza w pionowym przewodzie.

Wielkościami wejściowymi były początkowe wartości: temperatury powietrza oraz strumienia jego masy. Strumień masy nasion miał tę samą wartość we wszystkich rozpatrywanych przypadkach i wynosił 0,4 g/s. Średnica nominalna przewodu była równa 35 mm. Jako podstawowe wielkości wyjściowe przyjęto wilgotność i temperaturę powierzchni nasion w momencie ich doprowadzenia do stanu krytycznego oraz czas ich doprowadzania do tego stanu. W stanie krytycznym skrobia nasion jest upłynniona, a średnia ich temperatura osiąga wartość krytyczną odpowiadającą takiemu ciśnieniu wewnątrz nasienia, przy którym rozrywa się jego okrywa i rozpoczyna się ekspansja ziaren skrobi [Konopko 2004].

W obliczeniach symulacyjnych wykorzystano taki sam model procesu ekspandowania oraz algorytm obliczeń i specjalny program komputerowy, jaki był użyty w innej pracy autora przedstawionej w tym samym zeszycie Inżynierii Rolniczej.

Opracowana metodyka obliczeń umożliwia wyznaczenie zarówno chwilowych jak i średnich wartości wielkości charakteryzujących wymianę ciepła i masy, jaka zachodzi w tym procesie pomiędzy gorącym powietrzem i nasionami. Charakter tej wymiany ma decydujący wpływ na to, czy mogą być spełnione dwa podstawowe warunki otrzymania produktu wysokiej jakości: nie przekroczenie maksymalnej dopuszczalnej temperatury powierzchni nasion oraz uzyskanie końcowej zawartości wody w nasionach zapewniającej osiągnięcie maksymalnej ich ekspansji.

Wyniki obliczeń i ich dyskusja

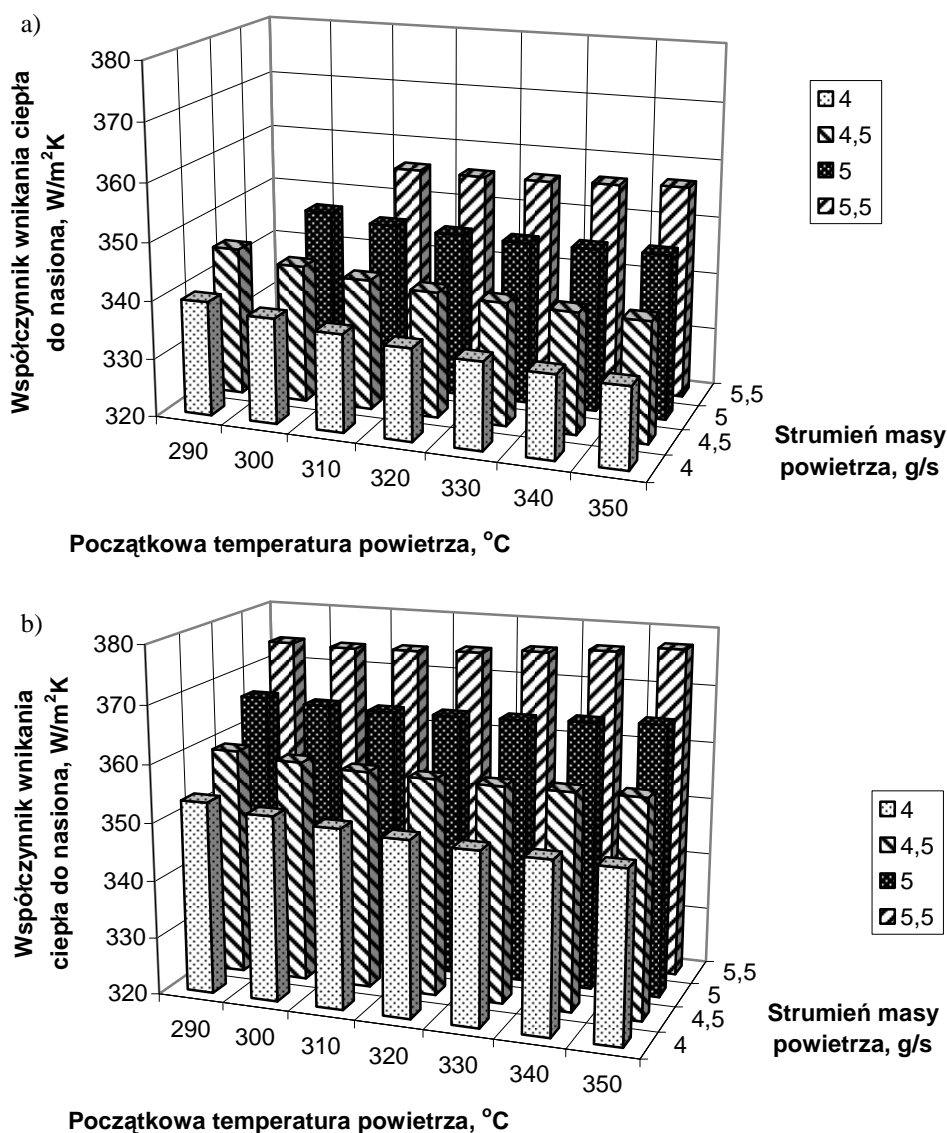
Wpływ wilgotności powietrza na wymianę ciepła przedstawiają rysunki 1-3.

Otrzymane wyniki świadczą o nieznacznym wpływie zwiększenia (z 0,01 do 0,1 kg H₂O/kg s.s) początkowej wilgotności powietrza na współczynnik wnikania ciepła do nasion. Wzrost wartości tego współczynnika nie przekracza 5%.

Największe wartości współczynnika wnikania ciepła do nasiona otrzymano dla największego strumienia powietrza i najwyższej jego temperatury, dzięki większej prędkości względnej nasion i większej sile napędowej wymiany ciepła pomiędzy gorącym powietrzem i nasionami.

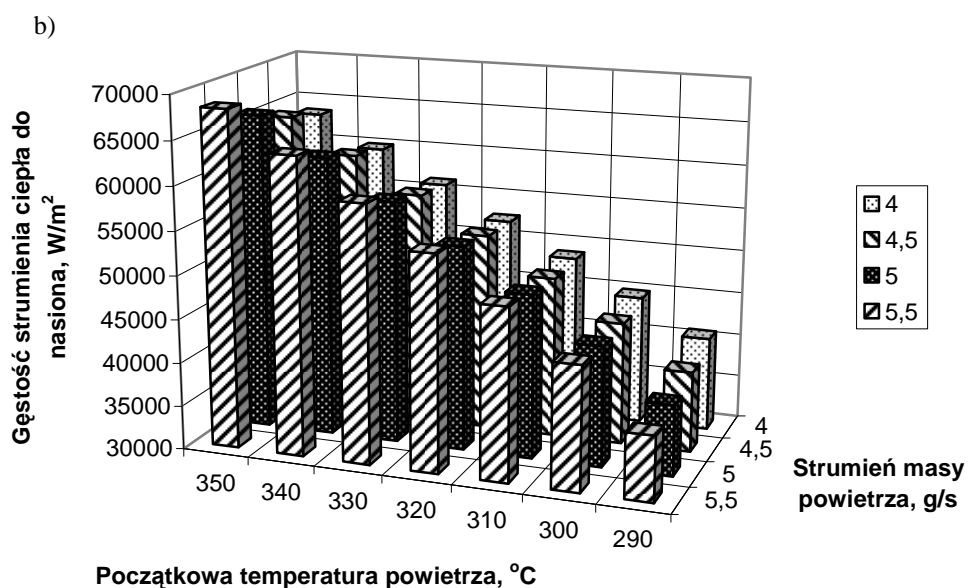
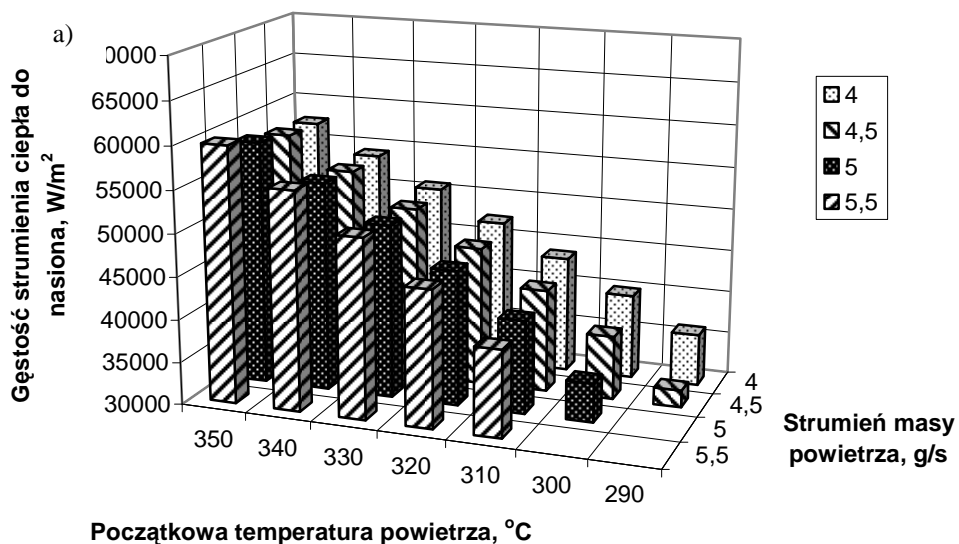
Zwiększenie początkowej wilgotności powietrza powoduje niewielki wzrost gęstości strumienia ciepła oraz strumienia ciepła. Wyniki symulacji komputerowej procesu wykazują, że jest to spowodowane mniejszym spadkiem wilgotności nasion do momentu ich doprowadzenia do stanu krytycznego. Wprawdzie zmniejsza to nieco ciepło konieczne do doprowadzenia nasiona do stanu krytycznego, ale w jeszcze większym stopniu skraca czas, w którym to zachodzi.

W analizie celowości zwiększania początkowej wilgotności powietrza należy także wziąć pod uwagę wzrost kosztów (inwestycyjnych i eksploatacyjnych) produkcji ekspandowanych nasion wynikający z konieczności dostarczenia do strumienia powietrza pary wodnej.



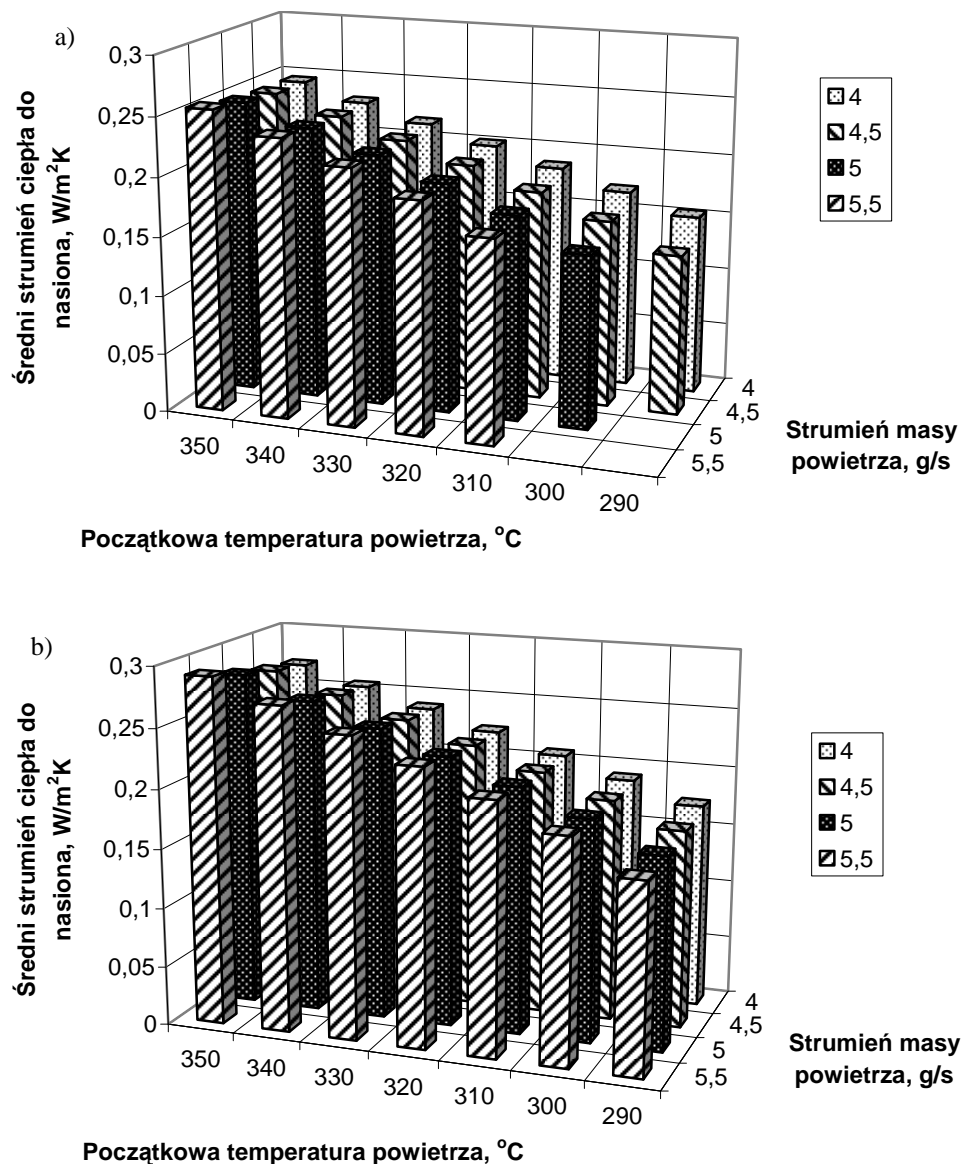
Rys. 1. Wpływ strumienia masy powietrza i jego początkowej temperatury na średnią wartość współczynnika wnikania ciepła do nasion przy początkowej wilgotności powietrza: a) 0,01; b) 0,1 $kg H_2O/kg s.s$

Fig. 1. Influence of the stream of air mass and its initial temperature on mean value of the coefficient of heat penetration to seeds at initial air humidity: a) 0.01; b) 0.1 $kg H_2O/kg$ of dry mass



Rys. 2. Wpływ strumienia masy powietrza i jego początkowej temperatury na średnią wartość gęstości strumienia ciepła do nasion przy początkowej wilgotności powietrza: a) 0,01; b) 0,1 kg H₂O/kg s.s

Fig. 2. Influence of the stream of air mass and its initial temperature on mean value of density of heat stream to seeds at initial air humidity: a) 0.01; b) 0.1 kg H₂O/kg of dry mass



Rys. 3. Wpływ strumienia masy powietrza i jego początkowej temperatury na średnią wartość strumienia ciepła do nasienia przy początkowej wilgotności powietrza: a) 0,01; b) 0,01 kg H_2O/kg s.s

Fig. 3. Influence of the stream of air mass and its initial temperature on mean value of heat stream to the seed at initial air humidity: a) 0.01; b) 0.1 kg H_2O/kg of dry mass

Podsumowanie

1. Dziesięciokrotne zwiększenie początkowej wilgotności powietrza (z 0,01 do 0,1 kg H₂/kg s.s.) spowodowało tylko niewielki wzrost średnich wartości wszystkich analizowanych parametrów wymiany ciepła pomiędzy powietrzem i nasionami (współczynnika wnikania ciepła do nasiona, gęstości strumienia ciepła oraz strumienia ciepła).
2. Wpływ pozostałych przyjętych wielkości wejściowych (początkowa temperatura powietrza oraz strumień jego masy) był zróżnicowany. Pierwsza z nich wpływa silnie na średnie wartości gęstości strumienia ciepła i strumienia ciepła, Strumień masy powietrza ma znacznie mniejszy wpływ na wymianę ciepła.
3. Korzystne dla jakości produktu zwiększenie wilgotności nasion w stanie krytycznym musi być okupione zwiększonymi kosztami.

Bibliografia

Konopko H. 2004. Analiza procesu ekspandowania nasion w przewodzie pneumatycznym. Rozprawy Naukowe Akademii Rolniczej w Lublinie. Wydział Inżynierii Produkcji, zeszyt 280.

Publikację opracowano w ramach realizacji pracy statutowej S/WM/1/01.

INFLUENCE OF AIR HUMIDITY ON HEAT EXCHANGE IN THE PROCESS OF THERMAL EXPANSION OF SEDES IN A STREAM OF HOT AIR

Summary

The study presents the results of computer simulation of the process of thermal expansion of millet seeds in a pneumatic conduit. It shows a considerable influence of initial seed moistness on basic process parameters.

Key words: Thermal expansion, seeds