

Henryk Konopko
Politechnika Białostocka

WPLYW WIELKOŚCI NASION NA NIEZBĘDNĄ DŁUGOŚĆ PRZEWODU PNEUMATYCZNEGO W PROCESIE EKSPANDOWANIA NASION

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu wielkości nasion na przebieg i rezultaty procesu ekspandowania nasion w strumieniu gorącego powietrza w pionowym przewodzie pneumatycznym. Analizy problemu dokonano na podstawie wyników symulacji komputerowej procesu dla dwóch klas ziarnowych tego samego gatunku nasion. Wykazały one, że dla każdej klasy ziarnowej należy odrębnie ustalać optymalne, z punktu widzenia jakości produktu, parametry procesu.

Słowa kluczowe: ekspandowanie, nasiona, wielkość nasion

Wprowadzenie

Obliczenia symulacyjne procesu ekspandowania nasion w przewodzie pneumatycznym (przedstawione w innej pracy autora [Konopko 2004]) wykazały, że nasiona różnych gatunków wymagają zróżnicowania parametrów procesu. Wynika to z faktu, że wymiary nasion są używane w tych obliczeniach do określania następujących wielkości: prędkości zawisania nasion, prędkości nasion, współczynnika wnikania ciepła do nasion, temperatury powierzchni nasion i zawartości wody w nasionach. Wszystkie te wielkości zmieniają swoje wartości na długości przewodu. Z tego względu zastosowano metodę obliczeń „krok po kroku”, w której obliczane są lokalne wartości wszystkich wielkości. Wyznaczenie prędkości zawisania nasion umożliwia określenie niezbędnej (dla zapewnienia transportu nasion na całej długości przewodu) strumienia masy powietrza. Prędkość ta jest obliczana z jednego z trzech wzorów [Klinzing i in. 1997], w zależności od wartości liczby Reynoldsa (uzależnionej również od wymiarów nasion). Lokalny przyrost prędkości nasion jest zależny od: wymiarów nasion, lokalnej wartości prędkości nasion, różnicy prędkości powietrza i nasion oraz współczynnika oporu opływania nasiona strumieniem powietrza. Współczynnik ten oblicza się jednym z trzech wzorów [Klinzing i In. 1997] w zależności od wartości liczby Reynoldsa, w której należy użyć charakterystycznego dla opływania ciał wymiaru nasion. Kolejna wartość prędkości nasion jest sumą poprzedniej wartości oraz obliczonego przyrostu.

Współczynnik wnikania ciepła do nasienia jest definicyjnie uzależniony od liczby Nusselta [Kemp i in. 1997], a ta z kolei - od liczby Reynoldsa. W obliczaniu obu tych liczb kryterialnych musi być użyty inny, charakterystyczny dla wymiany ciepła i masy wymiar nasion. Należy zaznaczyć, że właściwości termicznej warstwy przyściennej zależą od średniej temperatury w warstwie, a ta z kolei od temperatury powierzchni nasion. Temperatura ta jest uzależniona od liczb Biota i Fouriera [Frolov 1987], w których definicyjnie musi być użyty charakterystyczny dla wymiany ciepła promień nasion. Ten sam promień jest użyty również w zależnościach do obliczania ubytków zawartości wody w nasionach. Biorąc pod uwagę wszystkie te okoliczności w cytowanej pracy autora [Konopko 2004] zarówno obliczenia symulacyjne jak i eksperymentalne badania przeprowadzono dla jednej klasy ziarnowej nasion.

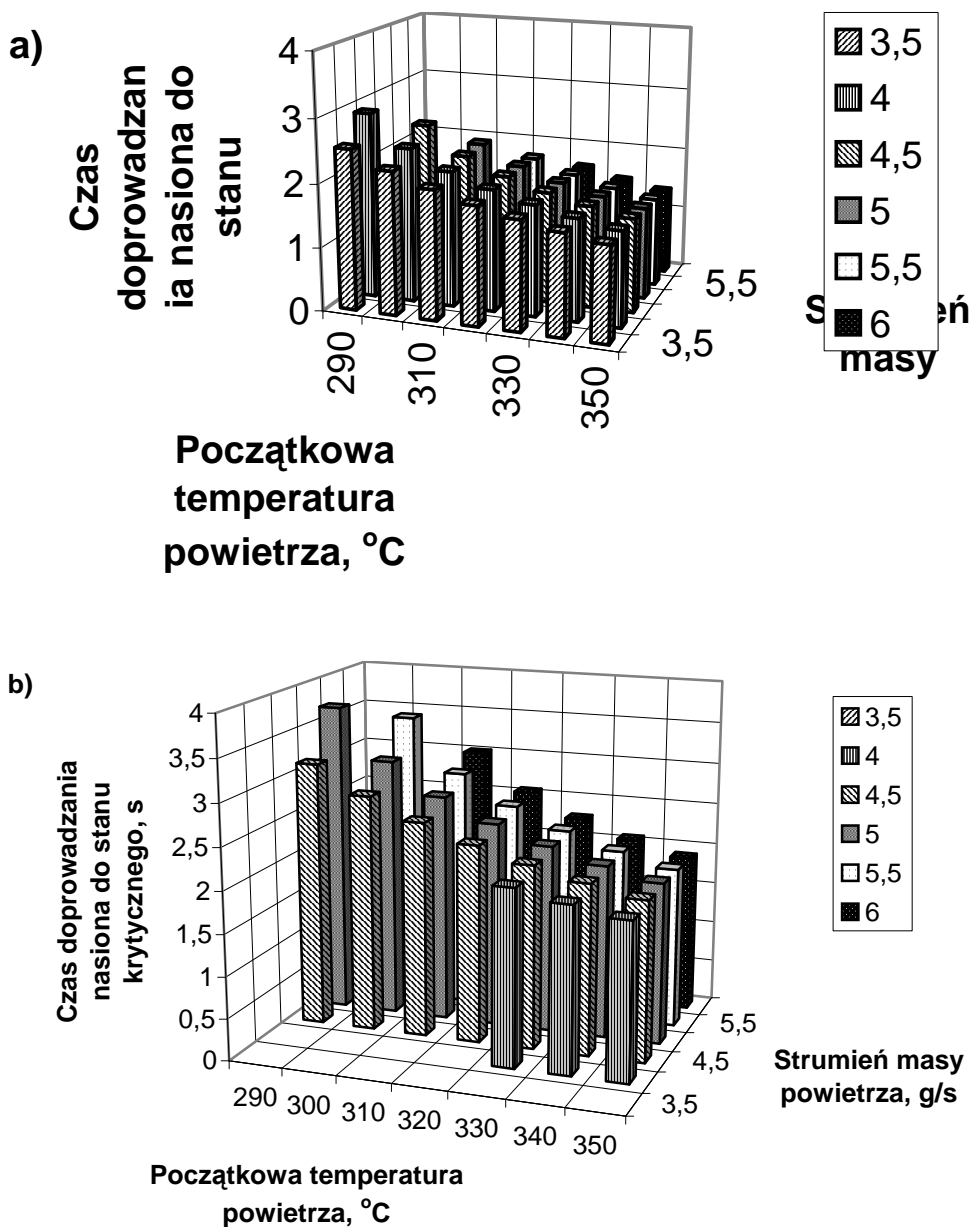
Celem niniejszej pracy jest dokonanie analizy wpływu klasy ziarnowej nasion tego samego gatunku na długość przewodu niezbędną w tym procesie dla doprowadzenia nasion do stanu krytycznego. Zgodnie z podstawową hipotezą autora [Konopko 2004], w stanie krytycznym nasion skrobia jest upłynniona, a średnia temperatura nasion osiąga wartość krytyczną, której odpowiada ciśnienie zdolne rozerwać okrywą nasienną. Rozerwanie okrywy inicjuje ekspansję ziaren skrobi i tym samym całego nasiona.

Metodyka badań

Analizę wpływu wielkości nasion na rezultaty procesu przeprowadzono na podstawie wyników symulacji procesu dla dwóch klas ziarnowych nasion amarantusa: 0,71-0,9 oraz 0,9-1,12 mm. Jako zmienne przyjęto początkową temperaturę powietrza oraz strumień jego masy. Zakres wartości tych wielkości wejściowych przyjęto na podstawie wcześniej wykonanych obliczeń wstępnych. Początkowa temperatura powietrza miała wartości w zakresie 290-350°C, a strumień masy – 3,5-6,0 g/s. Strumień masy nasion przyjęto jako wielkość stałą o wartości 0,4 g/s. Ustalono ją na podstawie wcześniej przeprowadzonych obliczeń. Średnica nominalna przewodu wynosiła 0,035 m. Ze względu na potrzebę pogłębienia analizy oprócz niezbędnej długości przewodu wyznaczano również średnią prędkość nasion oraz czas ich doprowadzania do stanu krytycznego.

Wyniki badań i ich dyskusja

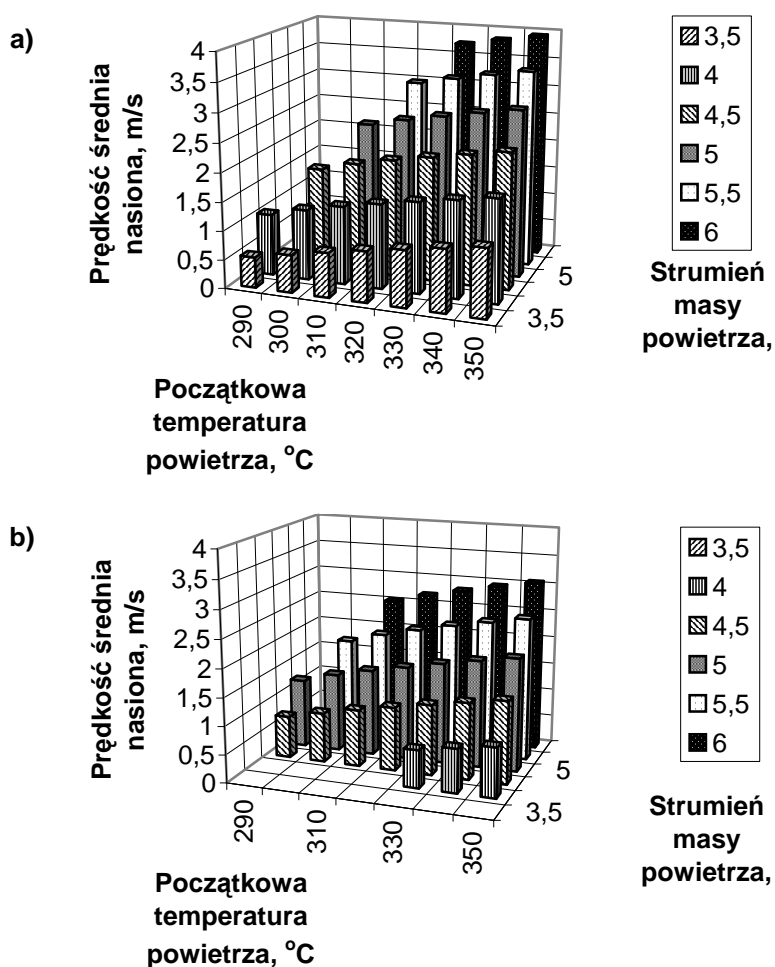
Jak wynika z przedstawionych na rysunku 1 danych większe nasiona wymagają dłuższego czasu doprowadzania do stanu krytycznego. Poza tym symulacja procesu wykazała, że minimalna wartość strumienia masy powietrza zależy od wielkości nasion. Najmniejsza wartość tego strumienia (3,5 g/s) może być zastosowana jedynie w przypadku ekspandowania najmniejszych nasion. Prędkość dużych nasion spada w tych warunkach do zera przed doprowadzeniem nasion do stanu krytycznego.



Rys. 1. Wpływ wielkości nasion na czas doprowadzania do stanu krytycznego: a) nasiona klasy 0,71-0,9 mm, b) nasiona klasy 0,9-1,12 mm

Fig. 1. Impact of the seed size on the time of bringing to a critical state of: a) seeds of class of 0.71-0.9 mm, b) seeds of class of 0.9-1.12 mm

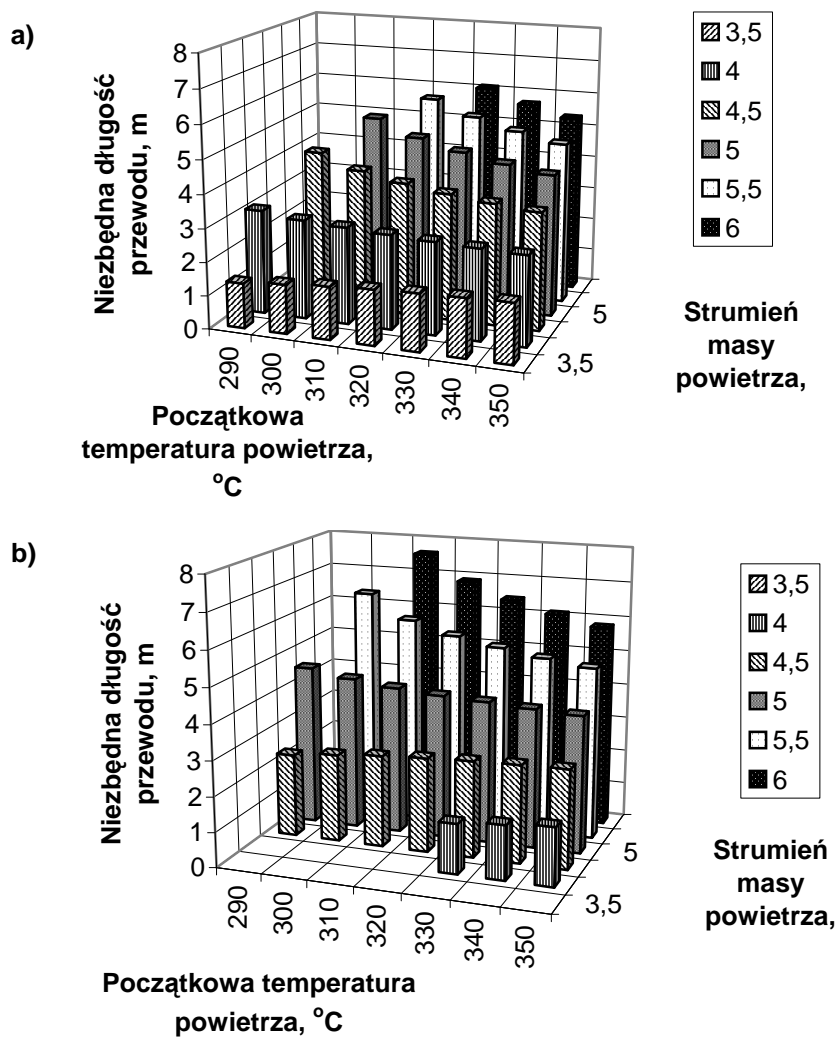
Innego rodzaju problemy powstają w przypadku zastosowania największych wartości strumienia masy powietrza oraz najmniejszych wartości początkowej jego temperatury. Zmniejsza się wówczas do zera siła napędowa wymiany ciepła pomiędzy gorącym powietrzem i nasionami przed ich doprowadzeniem do stanu krytycznego. W odróżnieniu od czasu doprowadzania nasiona do stanu krytycznego, największą średnią prędkość osiągają w przewodzie najmniejsze nasiona (rys. 2), w szczególności dla największych wartości strumienia masy powietrza i jego temperatury.



Rys. 2. Wpływ wielkości nasion na średnią prędkość nasion: a) nasiona klasy 0,71-0,9 mm, b) nasiona klasy 0,9-1,12 mm

Fig. 2. Impact of seed size on the average speed of the seeds: a) seeds of class of 0.71-0.9 mm, b) seeds of class of 0.9-1.12 mm

Niezbędna (dla doprowadzenia nasion do stanu krytycznego) długość przewodu jest największa w przypadku ekspandowania najmniejszych nasion (rys. 3). Największe różnice tej długości są charakterystyczne dla najmniejszej zastosowanej początkowej temperatury powietrza.



Rys. 3. Wpływ wielkości nasion na niezbędną długość przewodu pneumatycznego: a) nasiona klasy 0,71-0,9 mm, b) nasiona klasy 0,9-1,12 mm
 Fig. 3. Impact of seed size on the necessary length of the pneumatic tube: a) seeds of class of 0.71-0.9 mm, b) seeds of class of 0.9-1.12 mm

Wnioski

1. Długość przewodu pneumatycznego silnie zależy od przyjętego strumienia masy powietrza. Przewód powinien być tym dłuższy im większy jest ten strumień. Z tego względu należy stosować najmniejsze dopuszczalne wartości strumienia masy powietrza.
2. Początkowa temperatura powietrza ma mniejszy wpływ na długość przewodu.
3. Większą długości przewodu pneumatycznego należy stosować w procesie ekspandowania mniejszej klasy ziarnowej i odwrotnie. Wynika to z podobnej zależności średniej prędkość nasion od ich wielkości.
4. Znacznie mniejszy wpływ na długość przewodu ma czas doprowadzania nasion do stanu krytycznego. Czas ten jest najdłuższy dla nasion należących do większej klasy ziarnowej.

Bibliografia

Kemp I.C., Oakley D.E. 1997. Simulation and scale-up of pneumatic conveying and cascading rotary dryers, *Drying Technol.*, 15, 6-8, 1699-1710.

Klinzing G.E., Marcus R.D., Rizk F., Leung L.S. 1997. *Pneumatic conveying of solids*, Chapman & Hall, London.

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

Publikację opracowano w ramach realizacji pracy własnej W/WM/4/04

IMPACT OF THE SEED SIZE ON THE NECESSARY PNEUMATIC TUBE LENGTH IN THE PROCESS OF SEED EXPANSION

Summary

The purpose of the study was to determine the impact of seed size on the course and results of the seed expansion process in a stream of hot air in a vertical pneumatic tube. The problem analysis was done based on the results of a computer simulation of the process for two grain classes of the same grain type. It was found that for each grain class it is necessary to establish separately the process parameters that would be optimal from the point of view of the quality of the product.

Key words: expansion, seeds, seed size