

Wojciech POĆWIARDOWSKI, Marek DOMORADZKI, Joanna KANIEWSKA, Damian ŻÓRAWSKI

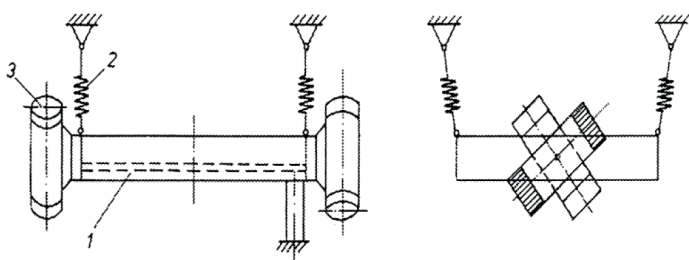
e-mail: wojciech.pocwiardowski@utp.edu.pl

Zakład Technologii Żywności, Katedra Aparatury i Technologii Żywności, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz

Dynamika kalibratora wibracyjnego zataczająco-śrubowego. Cz. I: Wpływ kąta położenia wibratorów na dynamikę i ruch na sicie

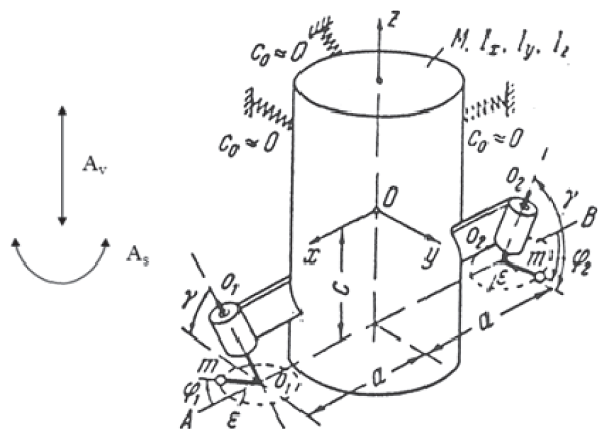
Przesiewacze zataczająco-śrubowe

Wielopokładowy kalibrator ciągle jest przesiewaczem zataczająco-śrubowym, wyposażonym w sita okrągłe. Cechą charakterystyczną przesiewacza jest ruch drgający, który przebiega w płaszczyźnie poziomej. Do napędu służą dwa silniki z niewyważonymi masami na końcach wału, umiejscowione symetrycznie po obu stronach rzeszota pod kątem, np. 45° i obrócone względem siebie o 90° .



Rys. 1. Napęd przesiewacza zataczająco-śrubowego
[Poćwiardowski i Wodziński, 2011]

Układ ten wykonuje drgania poziome skrętne oraz jednocześnie drgania liniowe, wzdłuż osi pionowej.

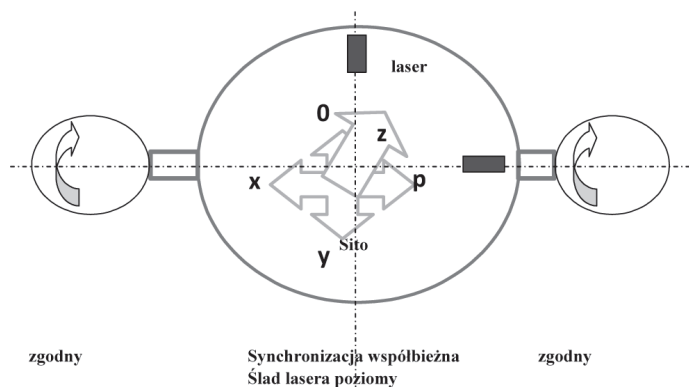


Rys. 2. Schemat działania przesiewacza zataczającego napędzanego dwoma zsynchronizowanymi wibratorami rotacyjnymi
wg Ławrowa i Denisowa [Blechman, 1971]

Przedstawiony układ napędowy wymusza drgania rzeszota, które można rozpatrywać jako drgania złożone z dwóch elementarnych ruchów drgających. Pierwszy to pionowy ruch drgający o amplitudzie A_v wzdłuż osi Z . Drugi ruch stanowią drgania skrętne o amplitudzie kątowej A_s na płaszczyźnie XY . Ten złożony ruch, powoduje spiralny ruch materiału na sicie. Materiał podawany jest lejem na środek sita i przesuwa się od osi sita w kierunku do obrzeża sita a następnie jest odprowadzany na zewnątrz. Osie wibratorów są nachylone pod kątem γ . Blok sit jest zawieszony na sprężynach.

Silniki wibracyjne w przesiewaczu pracują we wzajemnej samo-synchronizacji współbieżnej (Rys. 3). Zjawisko to polega na samorzutnym wpadaniu w obroty synchroniczne dwóch lub dowolnej ilości wałów niewyważonych, które są osadzone w jednym ciele sztywnym [Poćwiardowski i Wodziński, 2011; Poćwiardowski i Wodziński, 2012].

Omawiane przesiewacze znajdują zastosowanie do przesiewania materiałów ziarnistych drobno i bardzo drobno uziarnionych takich jak np. nasiona.



Rys. 3. Ruch wirników wibratorów zsynchronizowanych współbieżnie (widok z góry) [źródło własne]

Cel pracy

Celem pracy było zbudowanie ciągłego wielopokładowego przesiewacza wibracyjnego zataczająco-śrubowego do przesiewania nasion warzyw, ziół i kwiatów i poznanie charakterystyki pracy urządzenia. Przyjęto rozdział na frakcje nasion roślin baldaszkowych na sitach od 0,8 do 4,0 mm co 0,2 mm. Z analiz laboratoryjnych wiadomo że większość badanych nasion wymaga dla rozdziału na frakcje ok. 7 sit. Dla siedmiopokładowego kalibratora do nasion badano wpływ kąta położenia wibratorów na dynamikę przesiewacza przy stałej sile wymuszającej wibracje.

Opis badań

Stanowisko badawcze i materiały

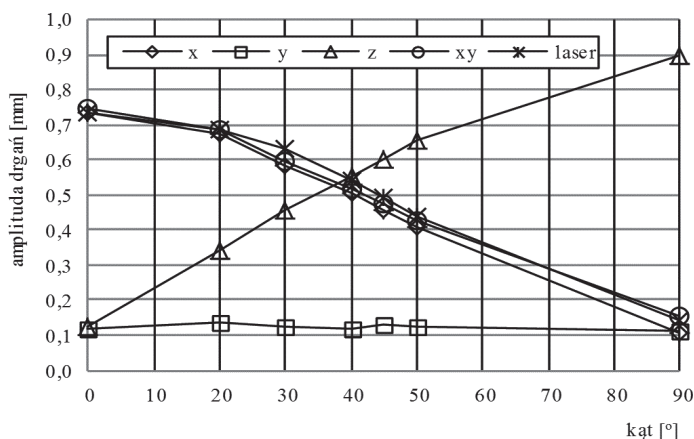
Siedmiopokładowy kalibrator o średnicy 600 mm, został wyposażony w dwa elektrowibratory ustawione na maksymalną siłę wymuszającą wibracje równą 2030N dla jednego wibratora (100% siły), dla 2 wibratorów 4060N. Zmieniano kąt ustawienia wibratorów w stosunku do osi pionowej od 0 do 90° . Na górnym pokładzie umieszczono 1 kg nasion marchwi dla obserwacji ruchu nasion po sicie.



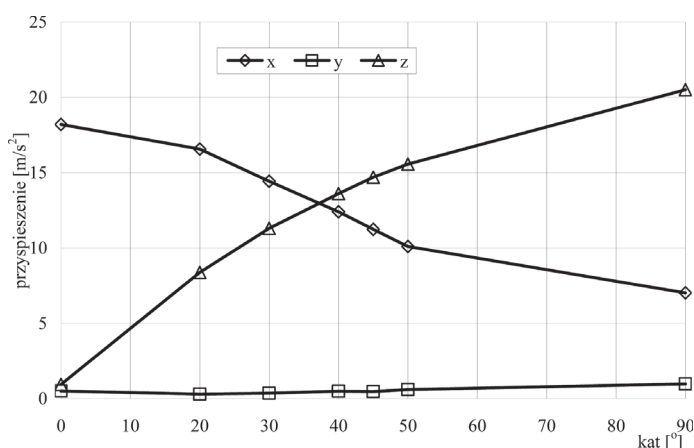
Rys. 4. Widok prototypów kalibratorów przemysłowych [źródło własne]

Pomiar amplitudy drgań kalibratora

Do pomiaru amplitudy drgań i przyspieszeń względem osi XYZ oraz częstości drgań kalibratora zastosowano miernik z firmy *Brüel & Kjaer*. Akcelerometr umieszczono na ścianie kolumny sitowej i na pokrywie kalibratora w odległości $\frac{1}{4}$ średnicy od krawędzi. Do krawędzi przesiewacza przymocowano laser kierujący promień światła na ekran w odległości 3,2 m. Wektor drgań XY akcelerometr wyliczał z twierdzenia *Pitagorasa* i dodatkowo mierzono ślad promienia lasera na ekranie. Wyniki pomiarów przedstawiono na rys. 5, a wielkość przyspieszeń na osiach XYZ przedstawiono na rys. 6.



Rys. 5. Zależność amplitudy na osi XYZ od kąta położenia wibratorów [źródło własne]



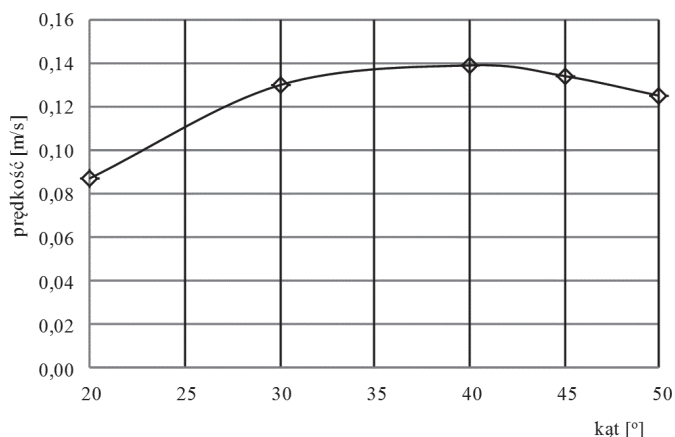
Rys. 6. Zależność przyspieszenia na osi XYZ od kąta położenia wibratorów [źródło własne]

Zarówno amplituda drgań kalibratora, jak i przyspieszenie rośnie wzdłuż osi Z. Amplituda drgań pionowych Z zmienia się od 0,1 mm dla kąta 0° , do 0,9 mm dla kąta 90° . Amplituda pozioma na osi X maleje od wartości 0,73 mm dla kąta 0° do wartości 0,1 mm dla kąta 90° , a dla osi Y na płaszczyźnie poziomej jest stała i wynosi ok. 0,1 mm i nie zależy od kąta pochylenia wibratorów. Wektor wypadkowy, czyli amplituda drgań skłonnych As, jak i pomiary wielkości śladu promienia lasera na ekranie, pokrywają się z amplitudą na osi X oraz wywołują ruch okrężny nasion po sicie.

Pomiar ruchu nasion po sicie

Amplituda drgań skłonnych, As wywołuje w kalibratorze ruch okrężny nasion po sicie, który jest wykorzystywany do transportu nasion od środka sita do krawędzi zewnętrznej, dalej do wysypu i do odbieralników frakcji.

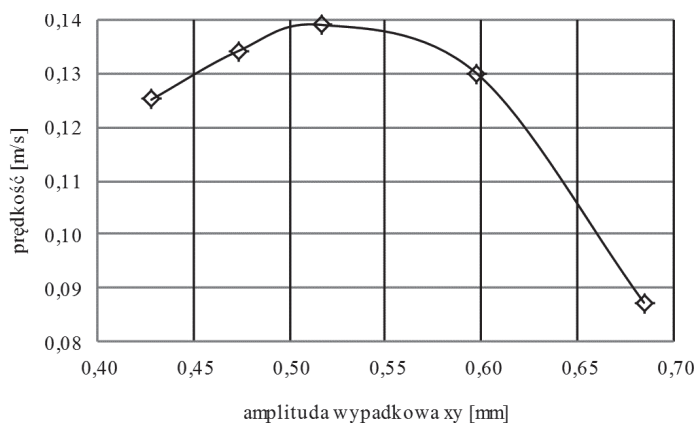
Prędkość nasion po obwodzie mierzono przy zewnętrznej krawędzi sita. Mierzono czas obiegu krążka papieru wraz z nasionami po obwodzie kalibratora. Na rys. 7 przedstawiono zależność prędkości obwodowej nasion po sicie od kąta położenia wibratorów, dla stałej siły wymuszającej wibracje dwu wibratorów równej 4060N.



Rys. 7. Zależność prędkości na sicie od kąta położenia wibratorów [źródło własne]

Prędkość obwodowa nasion do kąta 20° praktycznie nie występuje, następnie rośnie od kąta 20 do 40° i dalej maleje do kąta 80° . Największa prędkość obwodowa nasion po sicie występuje dla kąta od 35° do 45° .

Zależność prędkości obwodowej nasion po sicie od amplitudy drgań skłonnych posiada maksimum w zakresie $0,55 \pm 0,60$ mm (Rys. 8).



Rys. 8. Zależność prędkości na sicie od wektora XY amplitudy [źródło własne]

Wnioski

Przebadany zakres zmian dynamiki 7 pokładowego kalibratora dla zmiennego kąta zamocowania wibratorów pozwolił na sformułowanie założeń do budowy przemysłowego, ciągłego kalibratora do nasion.

Największe prędkości nasion na sicie uzyskuje się dla kąta położenia wibratorów w zakresie od 35° do 45° . Założono, że kąt pochylenia wibratorów dla kalibratora przemysłowego winien wynosić 45° .

Średnia droga nasion po sicie o średnicy 0,6 m, została oszacowana na: 5 do 10 m licząc od środka sita do wysypu.

LITERATURA

- Banaszewski T., 1990. *Przesiewacze*. Wyd. Śląsk, Katowice
- Blechman I.I., 1971. *Synchronization of Dynamical System*. Nauka (in Russian), Moscow
- Poćwiardowski W., Wodziński P., 2011. Przesiewanie surowców mineralnych na przesiewaczu zataczającym. *Pr. Nauk. Inst. Gór. Pol. Wrocław*. nr 132, 225-236
- Poćwiardowski W., Korpala W., 2010. Analiza przesiewania nasion marchwi przez sita przesiewacza wibracyjnego. *Inż. Roln.* 4 (122), 179-187
- Poćwiardowski W., Wodziński P., 2011. Przesiewanie materiałów biologicznych w przesiewaczach rotacyjnych. *Rocznik Ochrona Środowiska*. 13, 1115-1131
- Poćwiardowski W., Wodziński P., Kaniewska J., 2012. Przesiewanie kruszywa wapiennego na przesiewaczu zataczającym-śrubowym. *Pr. Nauk. Inst. Gór. Pol. Wrocław*. nr 134, Studia i Materiały nr 41, 221-233
- Wodziński P., 1997. *Przesiewanie i przesiewacze*. Wyd. Politechniki Łódzkiej, Łódź (ISBN 83-87198-06-4)