

WPLYW KĄTA USTAWIENIA MOTOWIBRATORÓW NA AMPLITUDE DRGAŃ POKŁADÓW SITOWYCH PRZESIEWACZA WIBRACYJNEGO DO NASION*

Wojciech Poćwiardowski, Joanna Kaniewska
Katedra Technologii i Aparatury Przemysłu Chemicznego i Spożywczego
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

Streszczenie. Niniejsza praca dotyczy przesiewacza wibracyjnego do nasion. Autorzy opracowania zajmują się przesiewaczami napędzanymi dwoma symetrycznymi, zsynchronizowanymi motowibratorami rotacyjnymi. Napęd ten jest stosunkowo prosty i pozwala na osiągnięcie dobrych właściwości procesowych maszyny przesiewającej. Badania tego przesiewacza są wykonywane z użyciem Systemu PULSE firmy Brüel&Kjær. Celem pracy było zbadanie amplitudy drgań poszczególnych pokładów sitowych, przy różnych ustawieniach motowibratorów bocznych w stosunku do osi pionowej przesiewacza wibracyjnego do nasion. Badania amplitudy drgań na poszczególnych pokładach sitowych dały pogląd o ruchu sit przesiewacza.

Słowa kluczowe: przesiewanie, przesiewacze wibracyjne do nasion

Wstęp

W przemyśle nasiennym problemem jest precyzyjna separacja nasion tej samej wielkości na lekkie i ciężkie, gdyż nasiona ciężkie wykazują zasadniczo lepsze parametry jakościowe [Grochowicz 1994]. Panuje częściowo słuszne przekonanie, że rośliny większe wydają dorodniejsze nasiona. W przypadku roślin baldaszkowatych, wielkość nasion zależy od gęstości roślin w rzędzie i rozstawu rzędów roślin w polu oraz pory zbierania nasion. Zanieczyszczenie zbioru nasionami niedojrzałymi i słabo kiełkującymi (nasiona najdrobniejsze) pogarsza jakość całej partii nasion. Wielkość pozyskiwanych w uprawie roślin kapustnych zależy zwykle od wielkości wysiewanych nasion. Ponadto nasiona jednorodne

* *Niniejsza praca jest fragmentem badań w ramach grantu rozwojowego finansowanego przez MNiSW zgłoszonego w ramach X konkursu projektów rozwojowych pt.: Dostosowanie przesiewacza wibracyjnego wg P-191474 do kalibracji nasion (nr rejestracyjny N R12 0005 10).*

dają zbiór wyrównany pod względem wielkości. Dotyczy to szczególnie rzodkiewki, kapusty, kalafiora i brokuła.

Podział nasion na frakcje upraszcza procesy technologiczne przygotowania nasion do siewu tak jak suszenie fluidalne, powlekanie i otoczkowanie nasion [Pabis i in. 1984].

Negatywnym efektem kalibracji może być rozproszenie w partii nasion zakażeń mikrobiologicznych oraz zwiększenie ceny nasion o koszt kalibracji i eliminację części nasion uznanych za nieodpowiadające wymaganiom jakościowym [Domoradzki i in. 2002; Poćwiardowski i in. 2010; Woyke i in. 1990].

W przemyśle nasiennym brak jest wydajnych maszyn kalibrujących, w których możliwe byłoby prowadzenie precyzyjnej klasyfikacji nasion na poszczególne frakcje jako proces przedsięwziętej obróbki nasion. Urządzenia takie powinny charakteryzować się dokładnym rozdziałem, który rośnie wraz z drogą nasion na sicie. Stąd wymagane jest opracowanie takiej konstrukcji, która zrealizuje ten postulat w stosunkowo małym urządzeniu. Drugim wymogiem jest brak podrzutu na sicie. Wynika to z budowy ziaren podłużnych, które powinno się rozdzielać według największego wymiaru. Proponowane rozwiązanie przesiewacza wibracyjnego z obiegiem kołowym nasion na sicie umożliwia zainstalowanie do 7 sit jednorazowo. Urządzenie pozwala na minimalizację wymiarów przesiewacza z zachowaniem długiej drogi nasion na sicie. Charakterystyczny napęd dwoma motowibratorami bocznymi umożliwia regulację parametrów amplitudy drgań sit przesiewacza (zmiana kąta ustawienia motowibratorów bocznych). Poznanie charakterystyki amplitudy drgań tego przesiewacza było celem niniejszej pracy.

Cel i zakres pracy

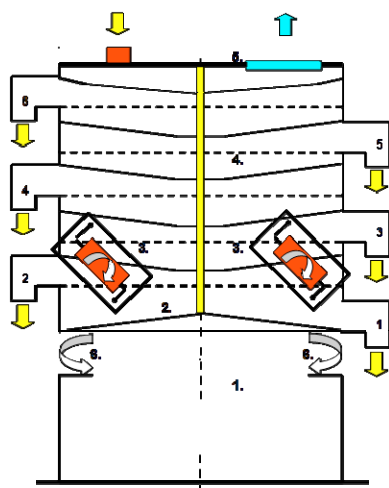
Niniejsza praca sprowadza się do badania amplitudy drgań poszczególnych pokładów sitowych, przy różnych ustawieniach kąta motowibratorów bocznych w stosunku do osi pionowej przesiewacza wibracyjnego do nasion. Badania mają na celu ustalenie odpowiedniego kąta ustawienia tych motowibratorów bocznych, wymaganego w przemyśle nasiennym do przedsięwziętej obróbki nasion, który spowoduje wyeliminowanie zbyt dużego podrzutu.

Budowa przesiewacza wibracyjnego do nasion

Kolumnę montuje się z sześciu segmentów, między którymi są umieszczane sita i urządzenia do ich czyszczenia. Z powierzchni sita wysypy odprowadzają materiał do króćców przesypowych i dalej do odbieralników frakcji. Na podstawie spoczywa pierwszy segment dolny z lejem stożkowym. Kolumnę zakrywa płaska pokrywa dozownikiem nasion. Schemat przesiewacza przedstawiono na rys. 1 [Poćwiardowski i in. 2011].

Model kinematyczny przesiewacza wibracyjnego pokazano w formie walca o masie M i momentach bezwładności I_x , I_y i I_z – względem osi układu współrzędnych $Oxyz$ (układ kartezjański jest umieszczony tak, iż środek ciężkości bryły drgającej przesiewacza pokrywa się z środkiem O układu odniesienia) [Blechnan 1971]. Ruch rzeszota przesiewacza rotacyjnego, składa się z dwóch drgań:

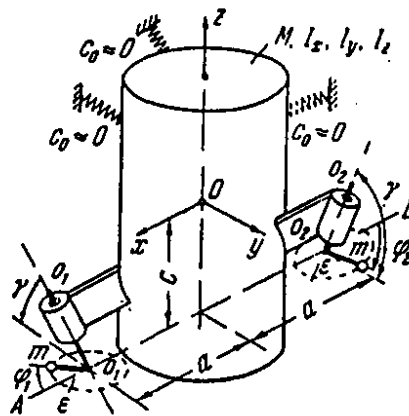
- drgań skrętnych wokół osi Oz ,
- drgań pionowych w osi Oz (rys. 2.).



Źródło: Poćwiardowski i in. 2011

Rys. 1. Schemat modelu przesiewacza rotacyjnego (1 – podstawa przesiewacza, 2 – podstawa kolumny sitowej, 3 – motowibratory boczne, 4 – rzeszota kolumny sitowej, 5 – pokrywa, 6 – zawieszenie sprężynowe)

Fig. 1. Schematic representation of a rotary screening machine (1 – base of a screening machine, 2 – base of a perforated-plate column, 3 – side motovibrators, 4 – riddles of a perforated-plate column, 5 – cover, 6 – spring suspension)

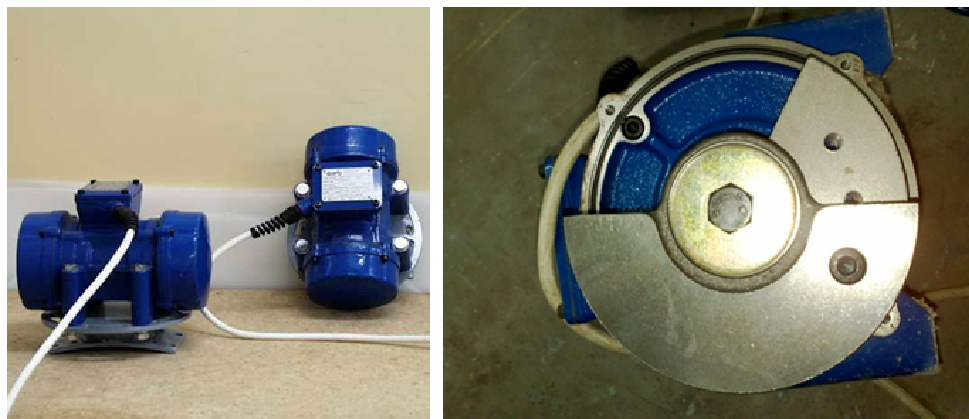


Rys. 2. Schemat kinematyczny przesiewacza doświadczalnego

Fig. 2. Kinematic scheme of an experimental screen

Źródło: Blechman 1971

Do napędu maszyny zastosowano dwa motowibratory rotacyjne, które są elektrycznymi silnikami z masami niewyważonymi (rys. 3). Pracują one w warunkach samosynchronizacji dynamicznej i są urządzeniami doczepnymi. Na wale, symetrycznie po obu stronach silnika, znajdują się po dwie masy, które umożliwiają regulację ich wzajemnego położenia i masy.

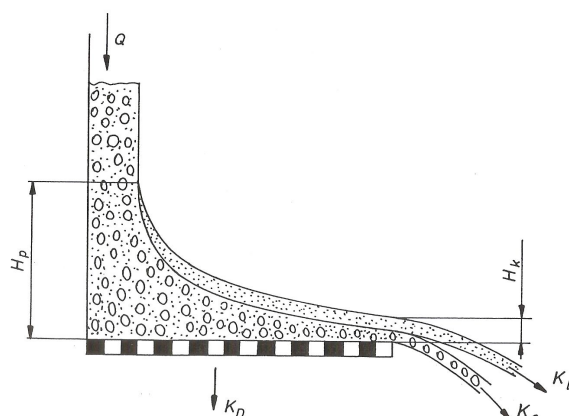


Źródło: fotografia własna

Rys. 3. Motowibratory elektryczne rotacyjne, sposób regulacji sił
 Fig. 3. Electric rotary motovibrators, method of power regulation

Rys. 4. Warstwa ziarnista na przesiewaczu wibracyjnym (Q – nadawa, H_p – wysokość początkowa warstwy ziarnistej, H_k – wysokość końcowa warstwy ziarnistej, K_D – klasa dolna, K_G – klasa górna)

Fig. 4. A seed layer on the oscillating screen (Q - feed, H_p – initial height of a seed layer, H_k – final height of a seed layer, K_D – bottom class, K_G – top class)



Źródło: Wodziński 1997

Na rysunku 4 przedstawiono przekrój przez warstwę ziarnistą na długości połowy sita (promienia sita), przesianą na kołowym sicie zataczającym. Nadawa o nadłożeniu Q dopływa do sita centralnie od góry i porusza się wzdłuż sita ruchem spiralnym, w kierunku promieniowym, tzn. od środka do obrzeża sita. Jeżeli założymy, że w nadawie są ziarna duże (staczająca się klasa górna) i małe (klasa dolna), to z sita spada cała klasa górna i część klasy dolnej, która pozostała w produkcie nadsitowym, co stanowi o sprawności przesiewania [Poćwiardowski i in. 2011].

Metodyka pomiarowa

Amplitudę drgań pokładów sitowych przesiewacza wibracyjnego do nasion badano za pomocą Systemu PULSE firmy Brüel&Kjær (rys. 5.) przy różnych kątach ustawienia motowibratorów względem osi pionowej urządzenia do klasyfikacji. Jest to system zawierający czujnik (akcelerometr) mierzący amplitudę drgań w trzech płaszczyznach osi XYZ. Czujnik i schemat jego mocowania przedstawiono na rysunku 6. Ustalono również prędkość obrotową motowibratorów na wartość $1500 \text{ obr}\cdot\text{min}^{-1}$.

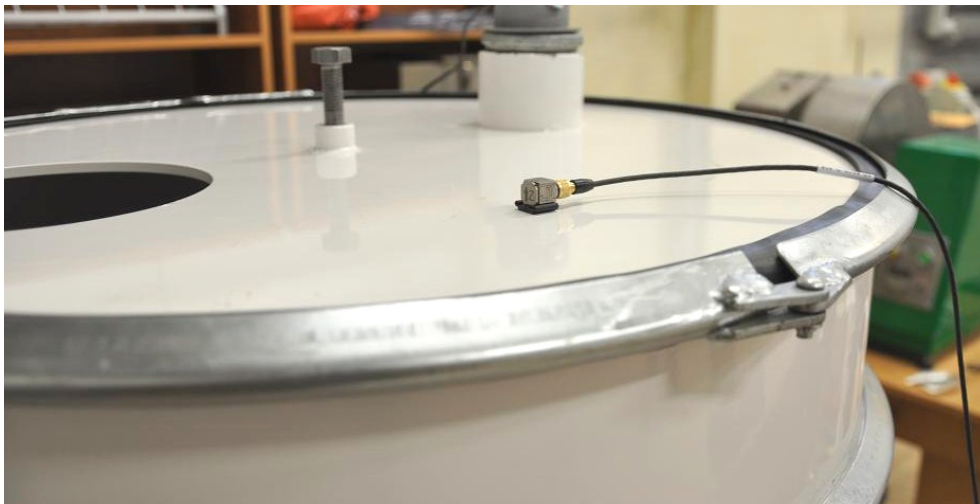
Do badań wybrano kąty: $20, 30, 45, 50^\circ$. Kąt 20° do badań z ruchem rotacyjnym bez drgań pionowych i kąty $30, 45, 50^\circ$ do badań z ruchem rotacyjnym z drganiami pionowymi (30° – dla niskiej amplitudy drgań, 45° – dla średniej amplitudy drgań i 50° – dla wysokiej amplitudy drgań). Akcelerometr mocowano na każdym z sześciu pokładów sitowych i mierzono amplitudę drgań w trzech płaszczyznach osi X, Y i Z (rys. 7).



Źródło: fotografia własna

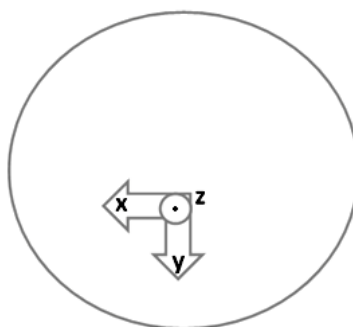
Rys. 5. System PULSE firmy Brüel&Kjær – stanowisko badawcze (po lewej na dole – akcelerometr i u góry – czujnik pomiaru prędkości obrotowej, po prawej kasetę pomiarową)

Fig. 5. PULSE System by Brüel&Kjær – a research stand (on the bottom left side – an accelerometer and at the top – a sensor for measuring rotational speed, at the right – a measuring cassette)



Źródło: fotografia własna

Rys. 6. Schemat mocowania akcelerometru firmy Brüel&Kjær do pomiaru amplitudy drgań
Fig. 6. Schematic representation of the accelerometer by Brüel&Kjær for measuring the amplitude of vibrations

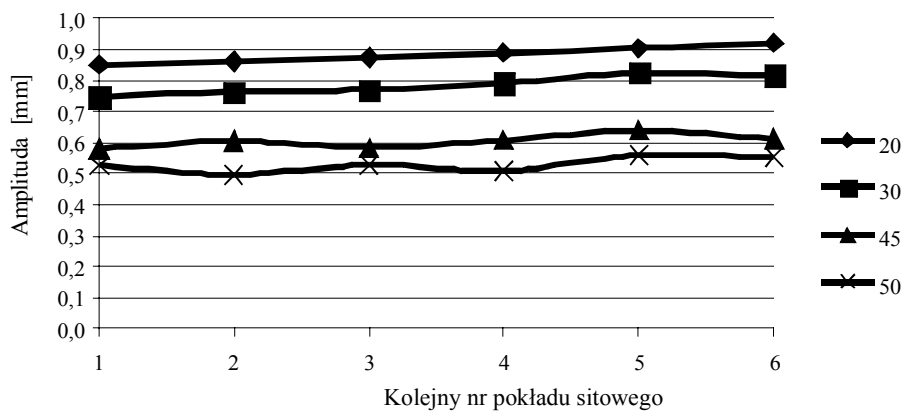


Źródło: rysunek własny

Rys. 7. Oznaczenia osi X, Y i Z
Fig. 7. Symbols of axis X, Y and Z

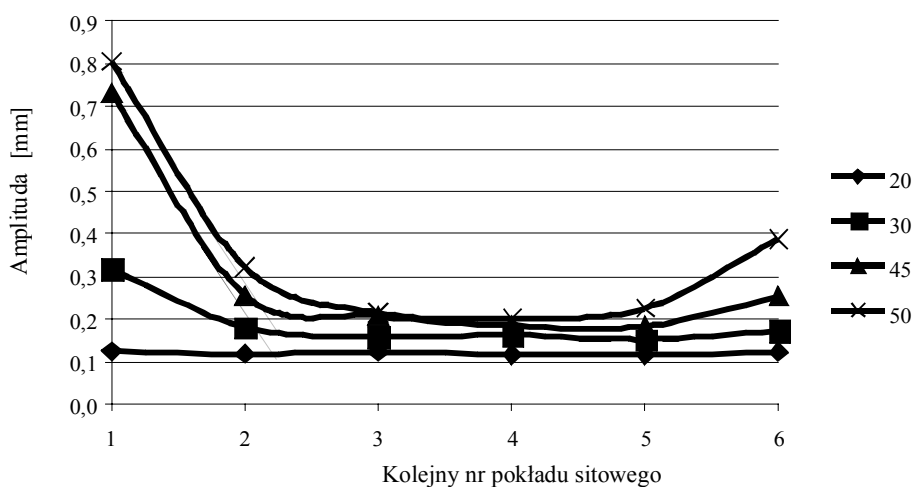
Wyniki badań

W celu lepszego poznania ruchu materiału na sicie przeprowadzono analizę amplitudy w kierunku osi X, Y oraz Z na wszystkich pokładach sitowych przesiewacza rotacyjnego. Akcelerometr mierzył wychylenia w kierunku osi jak na rysunku 7. Badano zachowanie się pokładów sitowych przy 4 ustawieniach motowibratorów – o kątach nachylenia 20, 30, 45 i 50°. Niżej przedstawiono wyniki tych badań.



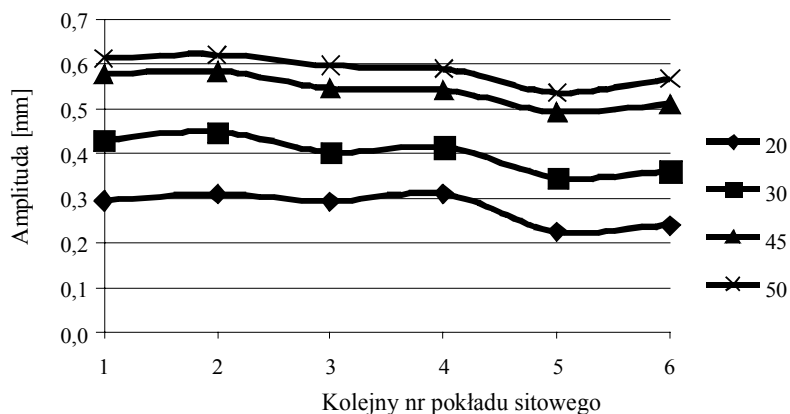
Źródło: obliczenia własne

Rys. 8. Amplitudy drgań w kierunku osi X sit w przesiewaczu przy różnych kątach nachylenia monowibratorów
 Fig. 8. Amplitudes of vibrations in the direction of the X axis of sieves in a screen at different angle of deviation of motovibrators



Źródło: obliczenia własne

Rys. 9. Amplitudy drgań w kierunku osi Y sit w przesiewaczu przy różnych kątach nachylenia motowibratorów
 Fig. 9. Amplitudes of vibrations in the direction of the Y axis of sieves in a screen at different angle of deviation of motovibrators

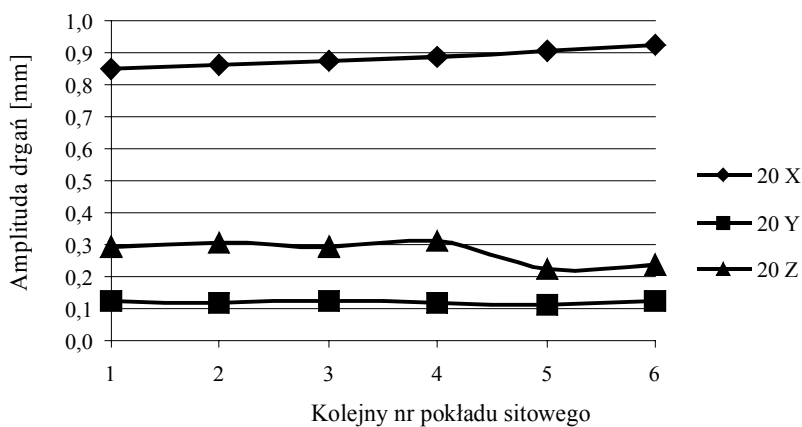


Źródło: obliczenia własne

Rys. 10. Amplitudy drgań w kierunku osi Z sit w przesiewaczu przy różnych kątach nachylenia monowibratorów

Fig. 10. Amplitudes of vibrations in the direction of the Z axis of sieves in a screen at different angle of deviation of motovibrators

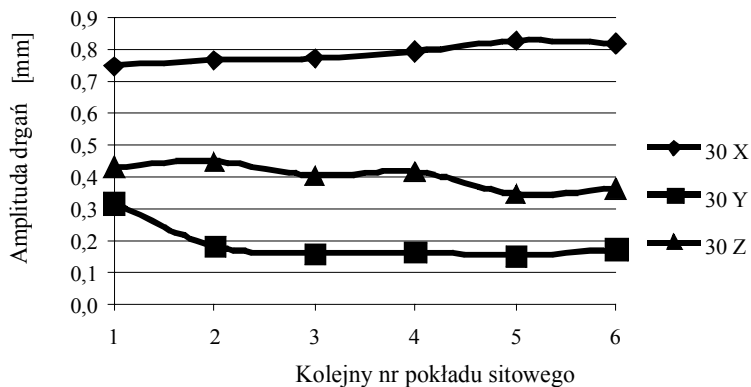
Poniżej przedstawiono wyniki amplitudy drgań w trzech płaszczyznach osi X, Y, Z poszczególnych pokładów sitowych przy różnych ustawieniach kąta pochylenia motowibratorów.



Źródło: obliczenia własne

Rys. 11. Amplitudy drgań poszczególnych pokładów sitowych przesiewacza z motowibratorami ustawionymi pod kątem 20°

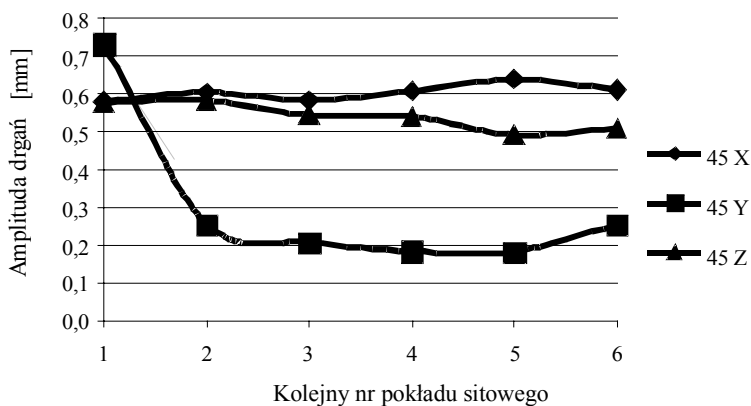
Fig. 11. Amplitudes of vibrations of particular open grid plates of a screen with motovibrators set at the angle of 20°



Źródło: obliczenia własne

Rys. 12. Amplitudy drgań poszczególnych pokładów sitowych przesiewacza z motowibratorami ustawionymi pod kątem 30°

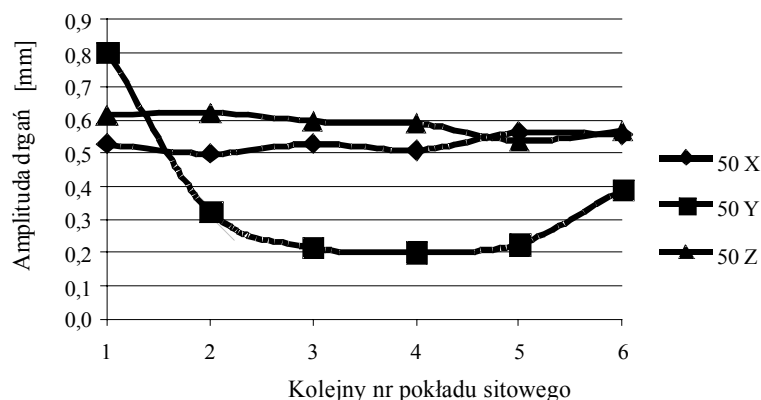
Fig. 12. Amplitudes of vibrations of particular open grid plates of a screen with motovibratos set at the angle of 30°



Źródło: obliczenia własne

Rys. 13. Amplitudy drgań poszczególnych pokładów sitowych przesiewacza z motowibratorami ustawionymi pod kątem 45°

Fig. 13. Amplitudes of vibrations of particular open grid plates of a screen with motovibratos set at the angle of 45°



Źródło: obliczenia własne

Rys. 14. Amplitudy drgań poszczególnych pokładów sitowych przesiewacza z motowibratorami ustawionymi pod kątem 50°

Fig. 14. Amplitudes of vibrations of particular open grid plates of a screen with motovibratos set at the angle of 50°

Wnioski

Wraz ze wzrostem kąta nachylenia motowibratorów rośnie amplituda drgań pionowych (oś Z). Gdy motowibratory są nachylone pod kątem 20° względem pionu drgania w kierunku osi Z wynoszą średnio 0,278 mm i są one 4-krotnie mniejsze niż drgania poziome w kierunku osi X (rys. 11). Podczas pracy przesiewacza przy kącie nachylenia motowibratorów 45 i 50° amplituda drgań pionowych jest równa średnim amplitudom drgań poziomych na osi X i Y (rys. 11. i 12.).

W nasiennictwie wymagany jest rozdział nasion wedle największego rozmiaru, stąd amplitudy drgań pionowych i poziomych powinny mieć wartości zbliżone (wyeliminowanie zbyt dużego podrzutu). Na podstawie przeprowadzonych badań wynika, że najbardziej odpowiednim kątem ustawienia motowibratorów bocznych jest kąt 45° i 50°, co wykazały również badania procesowe przedstawione w pracy naukowej Poćwiardowskiego i współpracowników [2012].

Bibliografia

- Banaszewski T.** (1990): Przesiewacze. Wydawnictwo Śląsk, Katowice, ISBN 83-216-0848-5.
Blechman I.I. (1971): Synchronization of Dynamical Systems, Nauka (in Russian), Moscow, 852.
Domoradzki M., Korpala W., Weiner W. (2002): Badania kalibracji nasion warzyw. Inżynieria Rolnicza, 9 (42), 75-82.
Grochowicz J. (1994): Maszyny do czyszczenia i sortowania nasion. WAR, Lublin, ISBN 83-901612-9-X.

- Pabis S., Pabis J.** (1984): Technologia suszenia i czyszczenia nasion. PWRiL, Warszawa, ISBN 8309008031.
- Poćwiardowski W., Korpala W.** (2010): Analiza przesiewania nasion marchwi przez sita przesiewacza wibracyjnego, Inżynieria Rolnicza, 4(122), 179-187.
- Poćwiardowski W., Wodziński P.** (2011): Przesiewanie surowców mineralnych na przesiewaczu zataczającym. Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej, 132, 225-236, ISSN 0370-0798.
- Poćwiardowski W., Wodziński P.** (2011): Przesiewanie materiałów biologicznych w przesiewaczach rotacyjnych, Rocznik Ochrony Środowiska, 13, 1115-1131.
- Poćwiardowski W., Wodziński P., Kaniewska J.** (2012): Przesiewanie kruszywa wapiennego na przesiewaczu zataczającym – śrubowym, Górnictwo i geologia XVII – Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej, 134.
- Wodziński P.** (1997): Przesiewanie i przesiewacze. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź, ISBN 83-87198-06-4.
- Woyke H., Sokołowska A., Szafirowska A.** (1990): Zależność między zdolnością kiełkowania a wschodami warzyw w polu, Biuletyn Warzywniczy XXXV, 5-19, ISSN 0509-6839.

INFLUENCE OF A MOTOVIBRATORS SETTING ANGLE ON THE AMPLITUDE OF VIBRATIONS OF OPEN GRID PLATES OF A SEED GRADER

Abstract. The work herein concerns a seed grader. The authors of the study are occupied with seed graders which are powered by two symmetric, synchronised rotational motovibrators. This drive is quite simple and allows for obtaining good process properties of the screen. Research on this screen are carried out with the use of PULSE System by Brüel&Kjær. The purpose of the work was to examine the amplitude of vibrations of particular open grid plates at different settings of side motovibrators compared to a vertical axis of a seed grader. Research on the amplitude of vibrations on particular open grid plates gave some information on the movement of sieves of the seed grader.

Key words: screening, seed graders

Adres do korespondencji:

Wojciech Poćwiardowski, e-mail: wojciech.pocwiardowski@utp.edu.pl
Katedra Technologii i Aparatury Przemysłu Chemicznego i Spożywczego
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy
ul. Seminaryjna 3
85-326 Bydgoszcz