

JACEK FELIKS

Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

Badania symulacyjne ruchu grudek w rynnowym grudkowniku wibracyjnym dla różnych średnic rynny

Wstęp

W Katedrze Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych AGH przeprowadzono badania grudkowania na rynnowym grudkowniku wibracyjnym (Rys. 1). Celem tych badań opisanych w pracy [1] było określenie zależności wytrzymałości wytworzonych grudek od wskaźnika podrzutu i średnicy rynny grudkownika. Badania polegały na grudkowaniu porcji materiału a następnie grudki po ok. 30 [min] od zakończenia grudkowania były ściskane na urządzeniu opisanym w pracy [3]. Dzięki tym badaniom uzyskano wartości wytrzymałości grudek na naciski statyczne.

Maksymalne wartości uzyskano przy wartości wskaźnika podrzutu leżącego w wąskim przedziale $u_2 = 5 \div 5,5$. Wąski przedział maksymalnych wartości sił ściskających i gwałtowne spadki tej siły są zgodne z rozważaniami teoretycznymi. Nie stwierdzono natomiast wyraźnego wpływu promienia rynny na wytrzymałość grudek (Tablica 1). Siła niszcząca grudki o średnicy 20 [mm] oscyluje wokół wartości 7,5 [N], a średnie odchylenie od tej wartości wynosi 8%.

Tablica 1

Wyniki badań grudek

| Promień rynny R [mm] | Stopień wypełnienia φ [%] | Średnica grudek [mm] | Średnia siła niszcząca grudki [N] | Średnia przeliczeniowa siła niszcząca grudki [N] |
|------------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|--|
| 75 | 10,8 | 8 | 2,5 | 8,2* |
| 75 | 14,3 | 15 | 5,0 | 7,3* |
| 100 | 10,8 | 10 | 3,5 | 8,6* |
| 100 | 14,3 | 20 | 7,3 | 7,3 |
| 125 | 10,8 | 20 | 8,2 | 8,2 |
| 125 | 14,3 | 20 | 7,6 | 7,6 |

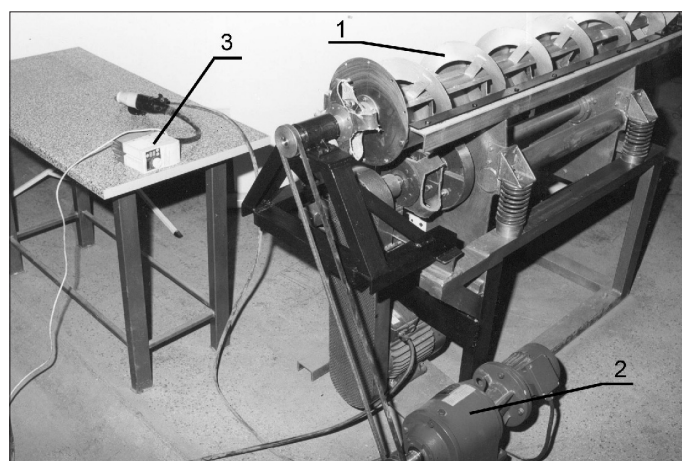
* Średnia przeliczeniowa siła niszcząca grudki przeliczona wg wzoru dla grudek o średnicy 20 [mm] [6].

Aby dokładniej przeanalizować ruch grudki w rynnowym grudkowniku wibracyjnym wykorzystano metodę symulacji. W symulacji tej uwzględniono półokrągły kształt rynny grudkownika jak również położenie początkowe grudki na ścianie rynny [5].

Drugim etapem było poszerzenie badań symulacyjnych, w których uwzględniono różne promienie rynny. Celem tych badań było określenie czy promień rynny ma wpływ na wytrzymałość grudek.

Opis programu

W badaniach symulacyjnych korzystano z programu wykorzystującego model pokazany na rys. 2. W modelu tym rynną



Rys. 1. Rynnowy grudkownik wibracyjny wyposażony w ślimak

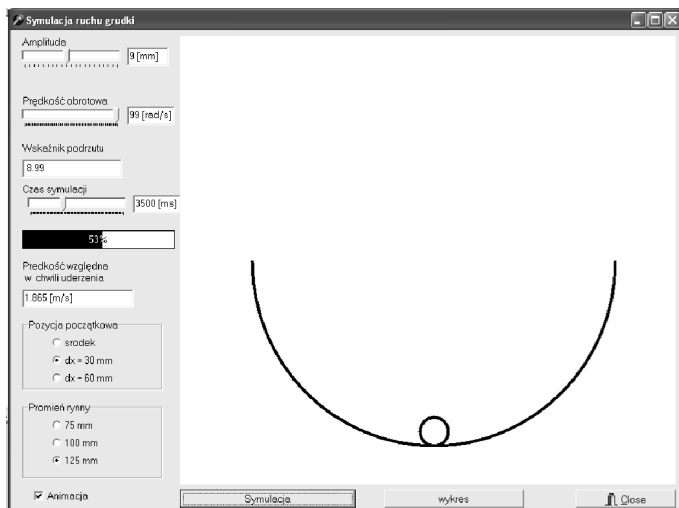


Rys. 2. Model podrzucania grudki w rynninie

o określonym promieniu wykonuje ruch obrotowy wokół własnej osi, w którym porusza się grudka o ustalonej średnicy. W modelu tym w porównaniu do modelu płaskiego uwzględniono zakrzywienie rynny jak i położenie początkowe grudki na ściankach grudkownika co jest zgodne z zaobserwowanym przesuwaniem się warstwy materiału w grudkowniku.

W programie przyjęto trzy promienie rynny 75, 100 i 125 [mm] czyli takie jakie miał grudkownik w trakcie badań. Średnicę grudki przyjęto jako równą 20 [mm], co jest zgodne z przeciętną wielkością grudek otrzymywanych w badaniach. Dokładność próbkowania ustawiono na 0,1 [ms], co stanowiło ok. 1/10000 cyklu drgań. Taka precyzja próbkowania dała wystarczającą dokładność symulacji, a sama symulacja nie trwa zbyt długo. Dokładny opis programu symulacyjnego przedstawiono w pracy [5]. Przykładowy zrzut z ekranu programu symulacyjnego pokazano na rys. 3.

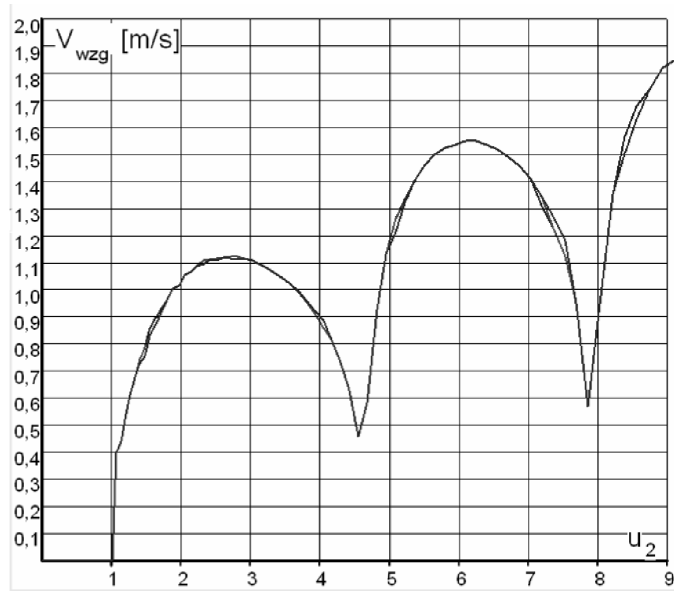
Program do symulacji umożliwiał ustawienie stałej amplitudy drgań rynny grudkownika, której regulacja jest możliwa



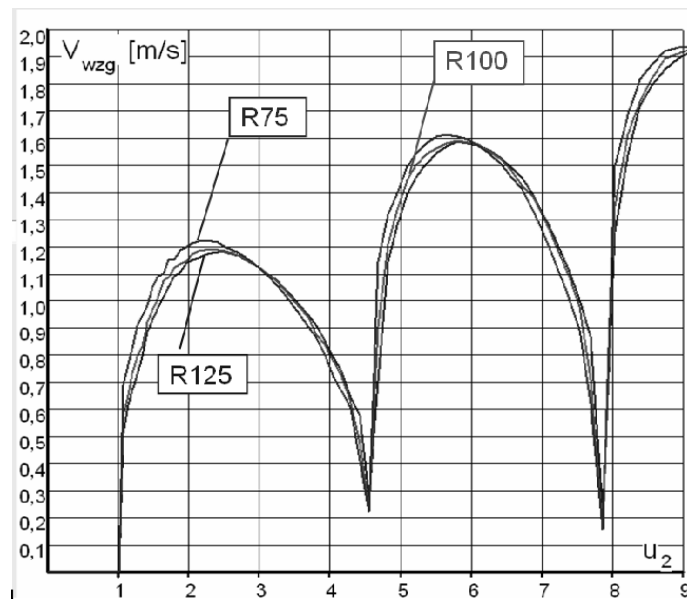
Rys. 3. Ekran programu symulacyjnego

w zakresie od 1 do 20 [mm] ze skokiem 1 [mm]. Określono również położenie początkowe grudki na dnie rynny lub na jej ściankach. Dodatkowo określano maksymalny czas trwania pojedynczego cyklu drgań. W trakcie jednej serii symulacji zmieniano płynnie częstotliwość drgań rynny w zakresie od 20 do 100 [rad/s] ze skokiem 1 [rad/s]. Dzięki takim parametrom można było uzyskać wskaźnik podrzutu w granicach od $u_2 = 0,5 \div 20$ (przy najwyższej amplitudzie).

Dla każdego badania program oblicza prędkość względną grudki i rynny w momencie zderzenia. Prędkość ta wraz ze wskaźnikiem podrzutu dla jakiegoś ta sytuacja wystąpiła zapisywane są w tabeli. Po zakończeniu całej serii symulacji możemy uzyskać wykres tych zależności.



Rys. 4. Wykres zależności prędkości względnej od wskaźnika podrzutu dla trzech promieni rynny i środkowego położenie grudki



Rys. 5. Wykres zależności prędkości względnej od wskaźnika podrzutu dla trzech promieni rynny i środkowego położenie grudki

Przeprowadzone symulacje i wnioski

Symulacje przeprowadzono dla pojedynczej grudki dla trzech różnych średnic rynny. Zależności otrzymane w trakcie badania rynny o promieniu 125, 100 i 75 mm pokazano na rys. 4 i 5. W pierwszym etapie grudka znajduje się w środkowym położeniu początkowym (Rys. 4).

Jak widać z przedstawionego wykresu dla środkowego położenia początkowego grudki krzywe się pokrywają. Wynika z tego, że w takim przypadku promień rynny nie ma większego wpływu na prędkość względną grudki i rynny w chwili zderzenia.

Drugi rozpatrywany przypadek dotyczy położenia na ściankach rynny $dx = 30$ mm (Rys. 5).

W tym przypadku możemy zauważyć pewne przesunięcie maksymalnych wartości prędkości. Przesunięcie to jest bardziej związane z tym że wartość dx wynosząca 30 mm, jest proporcjonalnie większa dla rynny o $R = 75$ mm niż dla rynny o promieniu $R = 125$ mm.

Na podstawie badań symulacyjnych można stwierdzić, że promień rynny w rynnowym grudkowniku wibracyjnym nie ma większego wpływu na wytrzymałość grudek. Symulacja potwierdza otrzymane wyniki eksperymentalne.

LITERATURA

1. Patent PL nr 197521. Wibracyjny grudkownik rynnowy.
2. T. Banaszewski, A. Filipowicz, J. Feliks: *Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej*, Nr 28, 17 (2000).
3. J. Feliks, A. Filipowicz: *Inż. Ap. Chem.*, 45, nr 4, 42 (2006).
4. J. Feliks: *Inż. Ap. Chem.*, 45, nr 4s, 40 (2006).
5. J. Feliks: *Chemik Miesięcznik Naukowo-Techniczny*, nr 9, 439 (2008).