

Remigiusz MODRZEWSKI, Piotr WODZIŃSKI

e-mail: modrzews@wipos.p.lodz.pl

Katedra Aparatury Procesowej, Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska, Politechnika Łódzka, Łódź

Zastosowanie przesiewaczy dwuczęstościowych w przemyśle spożywczym

Wstęp

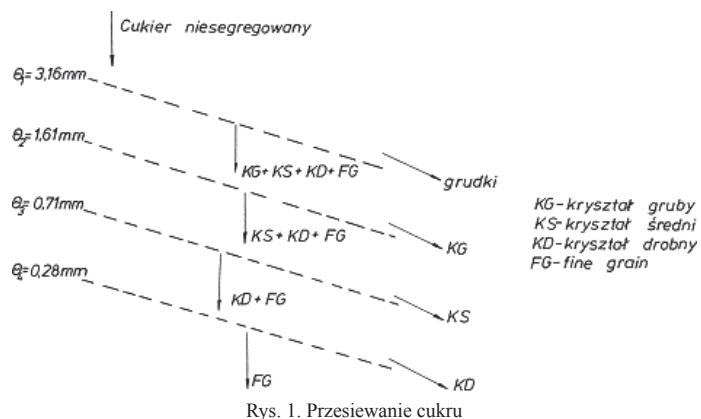
Jednym z najważniejszych parametrów pracy przesiewacza, mającym decydujące znaczenie dla uzyskania jak najlepszych efektów procesowych, jest kształt torów rzeszota w jego ruchu drgającym [1]. Zwykle skupiano się na osiąganiu odpowiedniej amplitudy lub częstotliwości drgań w przesiewaczach, pomijając tak ważny aspekt jakim jest sam kształt toru drgań. Dlatego autorzy niniejszej pracy od dawna poszukują takich torów ruchu drgającego, które będą prowadzić do intensywnej segregacji warstwy ziaren poruszającej się na sicie. Wydaje się, że jest to możliwe do uzyskania właśnie w przesiewaczu dwuczęstościowym. Do napędu takiego przesiewacza stosowane są dwa wibratory rotacyjne o jednakowych lub niejednakowych momentach statycznych [2]. Niezwykle ważnym parametrem charakteryzującym pracę przesiewacza dwuczęstościowego jest współczynnik przełożenia prędkości. Wielkość ta mówi nam, o ile różnią się od siebie prędkości kątowe (lub obroty) dwu wibratorów rotacyjnych. Niezwykle ważne są wymiary konstrukcyjne napędu przesiewacza dwuczęstościowego, rozumiane jako odległości osi wibratorów rotacyjnych od środka ciężkości rzeszota. Od nich zależy bowiem rodzaj ruchu przesiewacza, a także uzyskanie efektu samosynchronizacji dynamicznej pomiędzy wibratorami rotacyjnymi. Te i inne parametry były brane pod uwagę przy opracowywaniu koncepcji przesiewacza dwuczęstościowego. Zdaniem autorów przesiewacz dwuczęstościowy jest konstrukcją odpowiednią do zastosowania między innymi w przemyśle spożywczym.

Przesiewanie w przemyśle spożywczym

Proces przesiewania materiałów ziarnistych jest procesem często prowadzonym w przemyśle spożywczym w jego różnorodnych gałęziach. Występują przy tym istotne różnice w przesiewaniu materiałów ziarnistych będących surowcami lub produktami spożywczymi w porównaniu do typowego przesiewania np. kruszyw skalnych lub kopalin mineralnych. W przemyśle spożywczym przesiewa się głównie materiały drobno lub bardzo drobno uziarnione, trudno odsiewalne, łatwo blokujące otwory sitowe. Nie ma też najczęściej możliwości stosowania takich udogodnień jak natrysk wodny, czy mechanizmy oczyszczania sit, gdyż powodowałyby to pogorszenie jakości lub wręcz zniszczenie produktów. Do przesiewania rzadko stosuje się pojedyncze sito, albowiem najczęściej zachodzi konieczność rozdzielania materiału na kilka frakcji. Można powiedzieć, iż przesiewanie w przemyśle spożywczym stwarza o wiele więcej problemów niż zwykle, a ich pokonanie wymaga zastosowania szczególnych rozwiązań.

Dobrym przykładem może być przesiewanie cukru. Polski przemysł cukrowniczy stosował i używa nadal przesiewacze korbowe (tzw. kreisy), które są maszynami pochodzącymi jeszcze sprzed II wojny światowej. Po wojnie pojawiły się nieliczne konstrukcje nowych przesiewaczy do cukru, ale rozpowszechnienie znalazły jedynie przesiewacze jednopłaszczyznowe z napędami rotacyjnymi.

Schemat procesu przesiewania cukru został pokazany na rys. 1. Cukier niesegregowany jest podawany na sito tkane o oczku kwadratowym $\theta_1 = 3,16$ mm. Na tym sicie oddzielane są grudki od pozostałej masy cukru. Na drugim sicie oddzielamy kryształ gruby od średniego, drobnego i pudru. Wymiar oczka sita drugiego wynosi $\theta_2 = 1,61$ mm. Sito trzecie $\theta_3 = 0,71$ mm oddziela kryształ średni od drobnego i frakcji najdrobniejszej FG (*fine grain*). Ostatnie sito, czwarte $\theta_4 = 0,28$ mm oddziela kryształ drobny KD od FG.

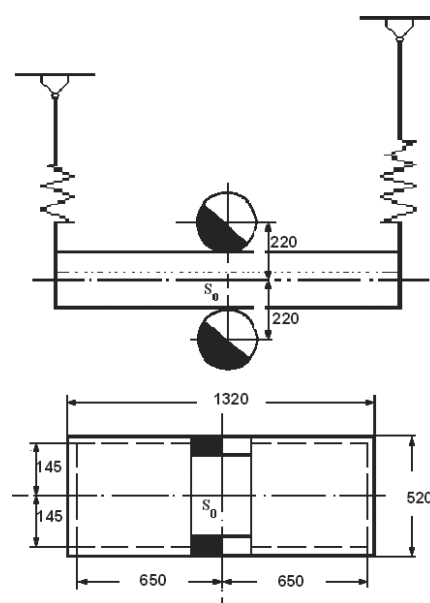


Rys. 1. Przesiewanie cukru

Dodatkowym utrudnieniem, oprócz uprzednio wymienionych jest fakt, iż przemysł cukrowniczy produkuje cukier periodycznie i każdy war (nawet z tej samej cukrowni) charakteryzuje się nieco innym składem granulometrycznym. Skutkowac to może różnym i nieprzewidywalnym obciążeniem poszczególnych sit, objawiającym się zbyt grubą warstwą cukru na danym sicie. W efekcie następuje spadek sprawności odsiewu [3]. W tak trudnych warunkach pracy zastosowanie znaleźć może zdaniem autorów przesiewacz dwuczęstościowy.

Przesiewacze dwuczęstościowe

Przesiewacz doświadczalny został zbudowany w laboratorium *Katedry Aparatury Procesowej Politechniki Łódzkiej*. Schemat tego przesiewacza przedstawiono na rys. 2. Jego konstrukcja umożliwia regulację (dla celów badawczych) wszystkich podstawowych parametrów pracy maszyny.



Rys. 2. Przesiewacz dwuczęstościowy

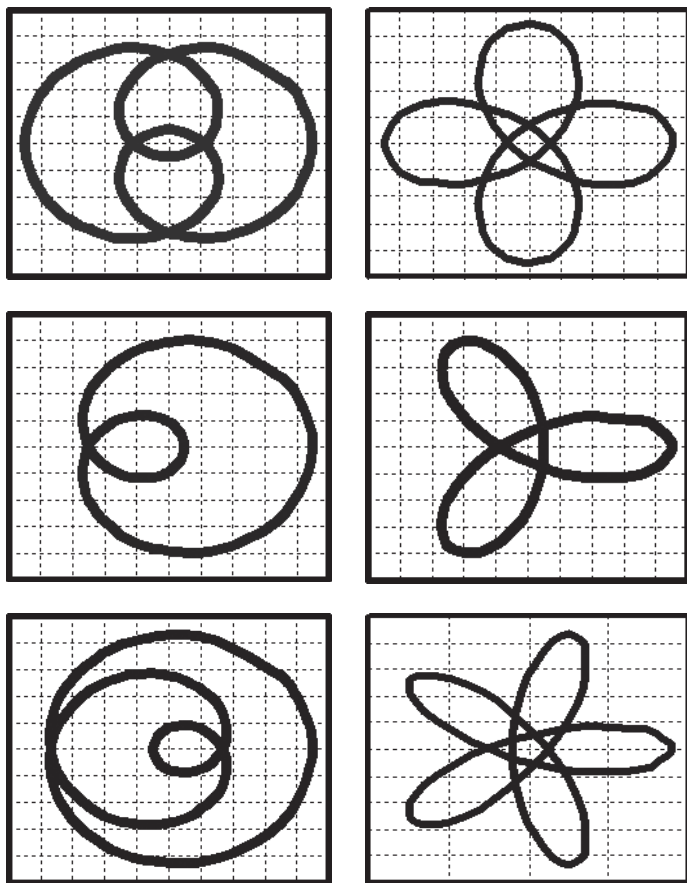
Badania były przeprowadzane dla czterech różnych ustawień silników tzn. ich rozsunęcia względem środka masy rzeszota. Zmiana rozstawienia wibratorów powoduje zmianę wartości kątów torów wahań

sita co ma bezpośredni wpływ na kształt torów ruchu rzeszota. Przesiewacz posiada również możliwość regulacji siły wymuszającej poszczególnych wibratorów napędowych. Badania były przeprowadzane dla trzech różnych wartości tej siły. Prędkości obrotowe wibratorów przyjęte do badań miały 4 różne wartości dla każdego z wibratorów, oraz różne kierunki obrotów. W sumie badanych było 28 różnych kombinacji prędkości i kierunku obrotów. Celem stosowania tylu różnych prędkości obrotowych silników było uzyskanie wielu odmiennych torów ruchu rzeszota.

Ruch przesiewacza dwuczęstościowego

Pomiary drgań rzeszota wykonano przy pomocy układu elektronicznego, w którym dzięki czterem czujnikom zamontowanym na rzeszocie zbierane były dane dotyczące wychYLENIA przesiewacza w obrębie środka ciężkości przesiewacza, oraz na początku i końcu sita.

Tory ruchu środka ciężkości rzeszota zostały też wyznaczone teoretycznie na drodze rozwiązywania równań ruchu i symulacji komputerowych (Rys. 3). Tak różnorodne kształty torów można uzyskać zmieniając prędkości i kierunku obrotów wibratorów. Wyniki przedstawionych symulacji pokrywały się z dużą dokładnością z wynikami zmierzonymi doświadczalnie.



Rys. 3. Przykładowe tory ruchu obliczone teoretycznie

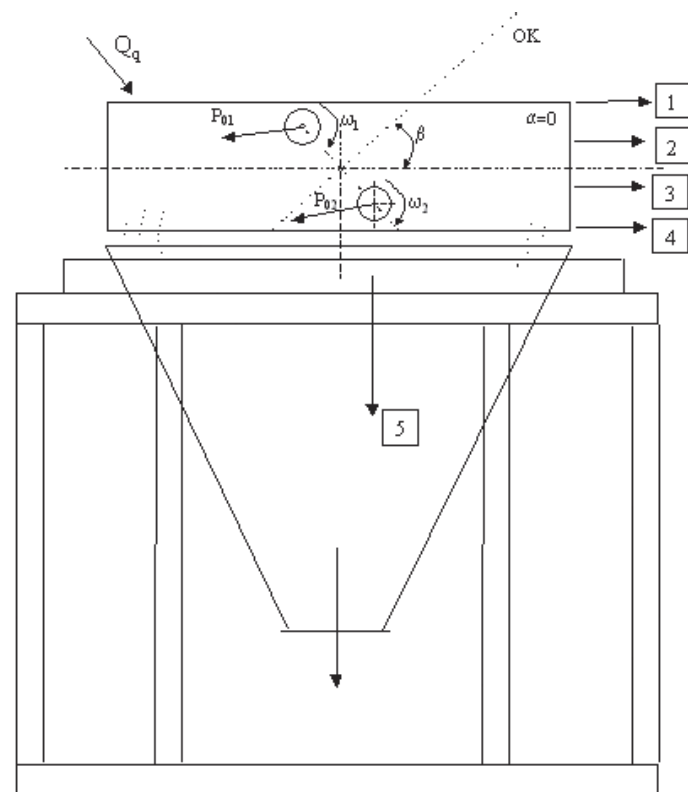
Uzyskane tory ruchu poddano analizie pod kątem wyboru do dalszych badań procesowych najlepiej rokujących przypadków.

Za główną cechę przesiewacza dwuczęstościowego należy uznać możliwość dowolnego konfigurowania napędu bezwładnościowego (ok. 500 wariantów), a więc i możliwość jego dostosowania od wymagań stawianych przez proces przesiewania konkretnego materiału ziarnistego. Jako kryterium oceny jakości pracy urządzenia przyjęto sprawność przesiewania i wydajność masową, które to parametry mają decydujące znaczenie z punktu widzenia ekonomii procesu. Badania procesowe stanowią jedyną drogę osiągnięcia celu, jakim jest optymalizacja układu napędowego, ponieważ nawet poprawna praca układów

mechanicznych nie oznacza jeszcze zapewnienia dostatecznie dobrych warunków przesiewania.

Przesiewacz w skali przemysłowej

Na podstawie wyników badań przesiewacza dwuczęstościowego w skali laboratoryjnej, opracowano koncepcję budowy przesiewacza przemysłowego (Rys. 4), który zainstalowany będzie w jednej z cukrowni w Polsce. Nie ogranicza to oczywiście możliwości zastosowania tej konstrukcji również w innych gałęziach gospodarki.



Rys. 4. Przesiewacz dwuczęstościowy w skali przemysłowej

Konstrukcja nośna ma być konstrukcją spawano-skręcaną wykonaną z typowych profili stalowych, walcowanych. Musi być ona złożona z takich elementów, aby możliwy był transport całego przesiewacza (rozmontowanego) transportem samochodowym. Konstrukcja nośna stanowi element wolnostojący, umieszczony na utwardzonym podłożu. Powinna ona zawierać pomosty dla obsługi oraz szafę sterowniczą w której zostaną umieszczone wszystkie elementy sterowania napędami maszyny. Konstrukcja nośna powinna także zapewnić możliwość zmiany kąta nachylenia sit $\alpha = 0 - 20^\circ$, poprzez pochylenie całego rzeszota przesiewacza.

Rzeszoto przesiewacza dwuczęstościowego będzie konstrukcją skrzyniową, spawano-skręcaną z możliwością zastosowania połączeń typu *Huck-Bolt*. Wymiary sita wynoszą $L = 4,0$ m; $B = 1,5$ m. Rzeszoto zawiera 4 pokłady sitowe, o wymaganych wymiarach oczek sit tkanych. Do napędu rzeszota zastosowane zostaną dwa rotacyjne wibratory modułowe umieszczone w (lub na) bocznych burtach rzeszota z możliwością zmiany położenia tych wibratorów. Prędkości obrotowe tych wibratorów powinny być regulowane w sposób płynny w zakresie do 1500 min^{-1} (falowniki częstości). Maksymalny wskaźnik podrzutu maszyny, tzn. po ustawieniu maksymalnej siły wymuszającej powinny wynosić ok. 6.

LITERATURA

- [1] P. Wodziński: Przesiewanie i przesiewacze, WPL, Łódź 1997.
- [2] T. Banaszewski: Przesiewacze, ŚWT, Katowice 1990.
- [3] K. Sztaba: Przesiewanie, ŚWT, Katowice 1993.