

Intensyfikacja procesu przesiewania kruszyw mineralnych

Intensification of the screening process of mineral aggregates

Remigiusz Modrzewski^{1*}, Andrzej Obraniak¹, Katarzyna Ławińska², Roman Hejft³, Bogdan Derbiszewski⁴, Paweł Cwalina³

^{1*}Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska, Politechnika Łódzka,

²Łukasiewicz-Łódzki Instytut Technologiczny,

³Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku, Politechnika Białostocka

⁴Wydział Politechniczny, Akademia Kaliska

Abstrakt

Niniejsza praca przedstawia propozycje metod intensyfikacji procesu przesiewania przy założeniu, że dokonuje się możliwie niewielkich zmian w konstrukcji maszyny przesiewającej. Zamiany te na ogół mogą być wykonane siłami użytkownika przesiewacza, a polegają na dokonaniu, stosunkowo niewysokim kosztem, modyfikacji linii technologicznej w której pracuje przesiewacz, układu sit zamontowanych w rzeszocie lub zmiany sposobu podawania nadawy do przesiewacza.

Abstract

This work presents suggestions for methods of intensification of the screening process, assuming that as little changes as possible in the design of the screening machine are made. These replacements can usually be made by the user of the screen, and they involve, at a relatively low cost, modification of the technological line in which the screen is operated, a system of sieves mounted in the riddle or a change in the method of feeding the feed to the screen.

Słowa kluczowe: przesiewanie, kruszywa

Keywords: screening, aggregates

* autor korespondencyjny: Remigiusz Modrzewski: remigiusz.modrzewski@p.lodz.pl

DOI: 10.57636/67.2022.1.1

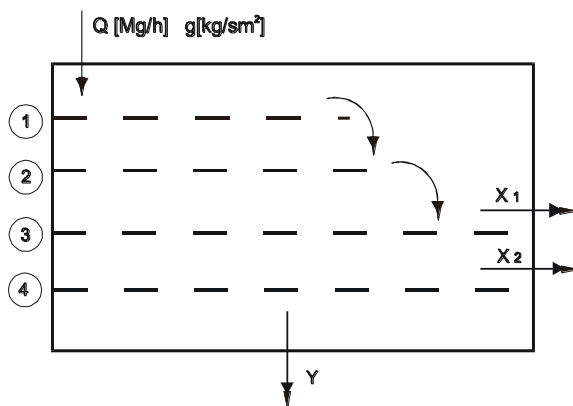
1. Wstęp

Proces przesiewania materiałów ziarnistych, mimo że jest uznany za opanowany, nastęrcza jednak wiele trudności. Użytkownicy maszyn przesiewających mają często problemy z uzyskaniem wymaganej wydajności procesowej. Czy w takiej sytuacji intensyfikacja procesu przesiewania może nastąpić tylko poprzez wymianę parku maszynowego? Nie zawsze jest to konieczne, gdyż istnieją proste możliwości udoskonalenia istniejących przesiewaczy i przebiegającego w nich procesu klasyfikacji materiałów ziarnistych. Możliwe jest np. użycie dodatkowych sit wstępnych przed sitami zasadniczymi bądź odpowiednie ustawienie całego zestawu sit. Niewielkim kosztem można też zapewnić lepsze warunki zasilania przesiewacza nadawą stosując odpowiednio dobrany podajnik. Istnieje też tzw. metoda powiększania otworu sitowego zapewniająca wzrost wydajności masowej przesiewacza. Ponieważ w procesie przesiewania duże znaczenie ma dynamika ruchu sit możliwa jest intensyfikacja procesu poprzez odpowiednią konfigurację wibratorów napędowych.

2. Stosowanie dodatkowych sit

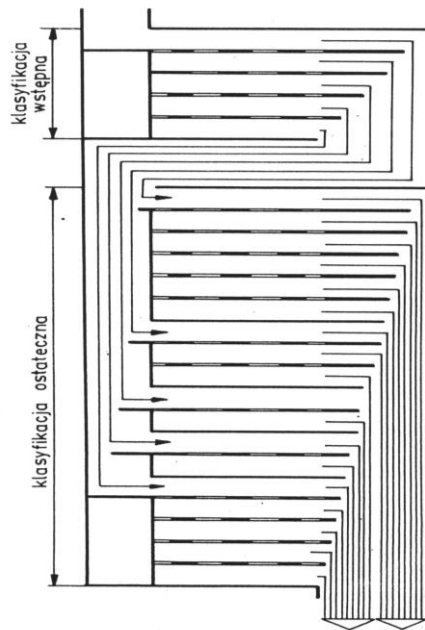
Na Rys. 1 przedstawiono przykład zastosowania sit dodatkowych w przesiewaczu wielopokładowym, w którym sita 1 i 2 są dodatkowe, zaś 3 i 4 to sita zasadnicze, wymagane przez technologię procesu. Sita 1 i 2 są odpowiednio dobrane (ze względu na wymiar charakterystyczny otworu sitowego) na podstawie wykresu składu ziarnowego nadawy. Skład ziarnowy materiału wyjściowego umożliwia określenie wielkości otworów sitowych, na których zostają zatrzymane ziarna znacznie większe od założonych granic podziałowych. Te ziarna bowiem będą hamowały proces segregacji warstwy i stanowiły przeszkodę dla poprawnego przebiegu procesu. Przesiewanie nadawy na sitach wstępnych przebiegać będzie

łatwo, ponieważ zasadnicza jej część to ziarna łatwo przesiewające się (dla sit dodatkowych).

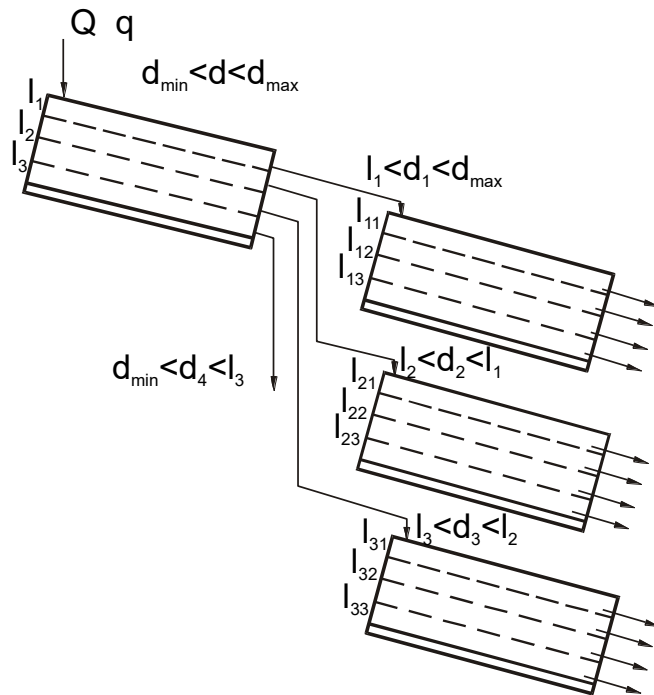


Rys. 1. Schemat przesiewania na dodatkowych sitach.

Innym sposobem intensyfikacji procesu przesiewania, polegającym na zastosowaniu sit dodatkowych, jest odpowiednie ustawienie całego zestawu sit (schematu przesiewania). Idea tej metody została pokazana na Rys. 2. Nadawa jest kierowana na pierwszy zestaw nadsobnych sit wstępnych, przy czym wielkości otworów tych sit (w odróżnieniu od metody opisanej powyżej) obejmują cały zakres granulacji materiału wyjściowego. Końcowe przesiewanie natomiast odbywa się na kilku pakietach sit nadsobnych tak, iż każdemu situ z pakietu wstępnego, odpowiada oddzielny zestaw sitowy z pakietu końcowego. Pomysł polega zatem na wydłużeniu czasu przebywania materiału ziarnistego na sitach, co wpływa na poprawę sprawności przesiewania. Na Rys. 3 pokazano tę metodę w zastosowaniu do nadsobno - podsobnego układu sit, umieszczonych w oddzielnych przesiewaczach.



Rys. 2. Schemat przesiewania etapowego.

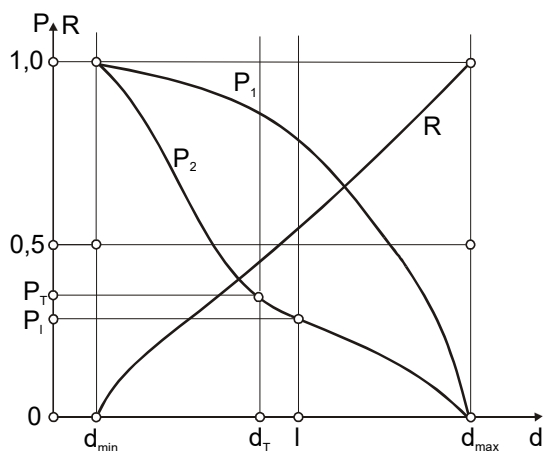


Rys. 3. Układ sit i przesiewaczy w przesiewaniu etapowym.

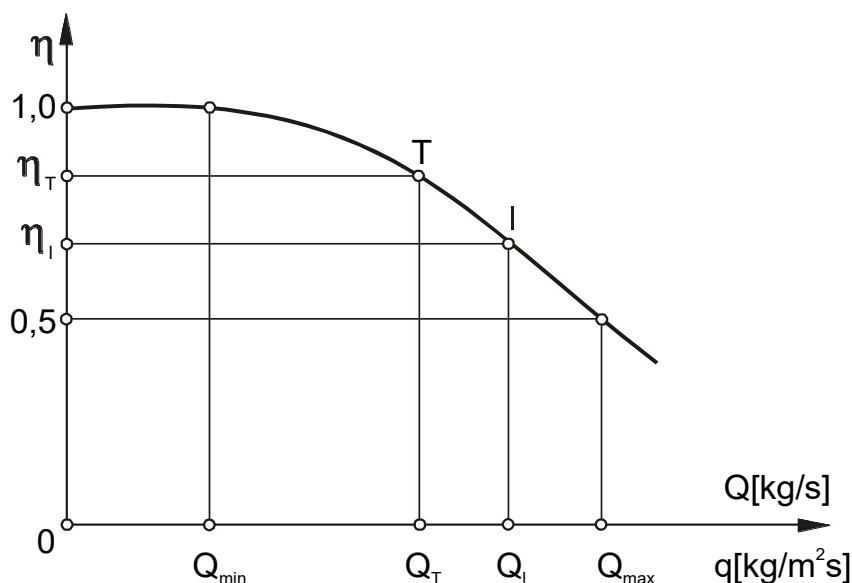
3. Metoda powiększonego otworu sitowego

Metoda powiększania otworu sitowego polega na zastosowaniu większych otworów sitowych, o wymiarze l , powiększonych w stosunku do założonej granicy podziałowej d_T . Na Rys. 4 przedstawiono typowe wykresy składu granulometrycznego pozostałości sitowych P_1 i P_2 oraz przesypów R [3]. Jeżeli założona granica podziałowa wynosi d_T , a powiększona l , to odpowiadają im określone pozostałości sitowe P_T i P_l . Jeżeli natomiast zobaczymy wykres wydajnościowo – sprawnościowy dla danego procesu (Rys. 5), to sprawnościom η_T (dla założonej granicy podziałowej) i η_l (dla otworu powiększonego), odpowiadają odpowiednio wydajności Q_T i Q_l . Otrzymujemy więc większą wydajność ale niższą sprawność.

Reasumując możemy powiedzieć, iż metoda powiększania otworu sitowego sprowadza się do konkluzji, że niekiedy warto nieznacznie stracić na sprawności przesiewania (po zastosowaniu nowego, powiększonego otworu sitowego l , w stosunku do założonego d_T), ale za to znacznie zyskać na wydajności. Im bardziej poziomy jest wykres wydajnościowo – sprawnościowy tym większy efekt procesowy uzyskamy stosując metodę powiększania otworu sitowego.



Rys. 4. Wykres składowy ziarnowy nadawy.

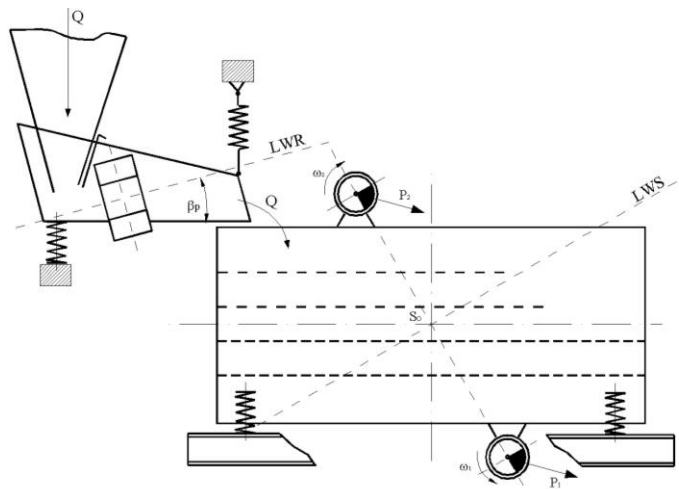


Rys. 5. Wykres wydajnościowo – sprawnościowy.

4. Zasilanie przesiewacza nadawą

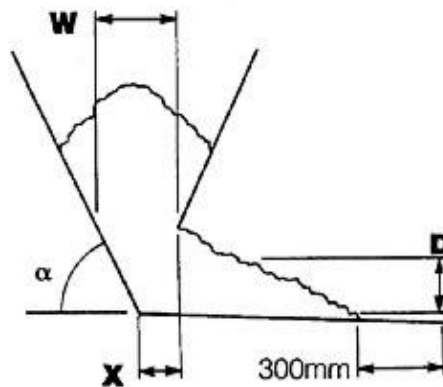
Niezwykle ważnym czynnikiem, zwiększającym skuteczną wydajność przesiewacza, a rzadko w praktyce przemysłowej stosowanym, jest zapewnienie określonych warunków zasilania nadawą [1,5]. Zasilany podajnikiem przesiewacz pokazano na Rys. 6, gdzie przedstawiono w przykładzie przesiewacz liniowo – eliptyczny.

Podajnik zasilający [6] powinien być zbudowany tak, aby jego szerokość na końcu rynny (w miejscu podawania) odpowiadała szerokości sita przesiewacza. Zapewni to wykorzystanie całej powierzchni sita. Ponadto podajnik zasilający powinien znajdować się możliwie najniżej nad najwyższym pokładem sitowym, co ustrzeże nas przed dynamicznymi obciążeniami sita, a więc zapewni jego trwałość.



Rys. 6. Przesiewacz z podajnikiem.

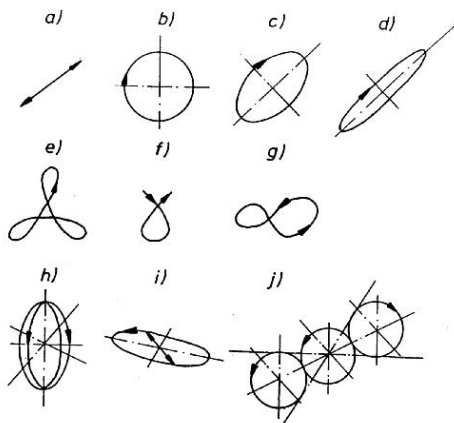
Na Rys. 7 pokazano praktyczne warunki, jaki powinny być spełnione, w gabarytach konstrukcyjnych podajnika, aby podawanie urobku (kopaliny) było prawidłowe. Zalecana wartość kąta nachylenia tylnej ściany leja zsykowego $\alpha = 45^{\circ} - 75^{\circ}$. Wielkość szczeliny $X \leq L \cdot 0,2$, gdzie L jest długością rynny, wielkość szczeliny $W = 2 \cdot X$. Podobne zalecenia geometryczne są stosowane dla podajników z napędem elektromagnetycznym.



Rys. 7. Podajnik zasilający.

5. Stosowanie nieliniowych torów ruchu sit

Wiadomo, że kształt toru sita ma duże znaczenie dla przebiegu procesu przesiewania nadawy na tym sicie [12,13]. Na Rys. 8 przedstawiono różne tory sit, które mogą mieć miejsce w maszynach przesiewających. Na Rys. 8 pokazano tory sit przesiewaczy jednopłaszczyznowych tzn. takich, drgania których wykonywane są w płaszczyźnie głównej maszyny. Są to więc tory płaskie. Natomiast tory g – j, są to tory przestrzenne, nieliniowe, będące efektem nałożenia się na siebie drgań elementarnych (składowych). Badania [4,5] wykazały znaczącą poprawę sprawności przesiewania po zastosowaniu tego typu przestrzennych torów sit.



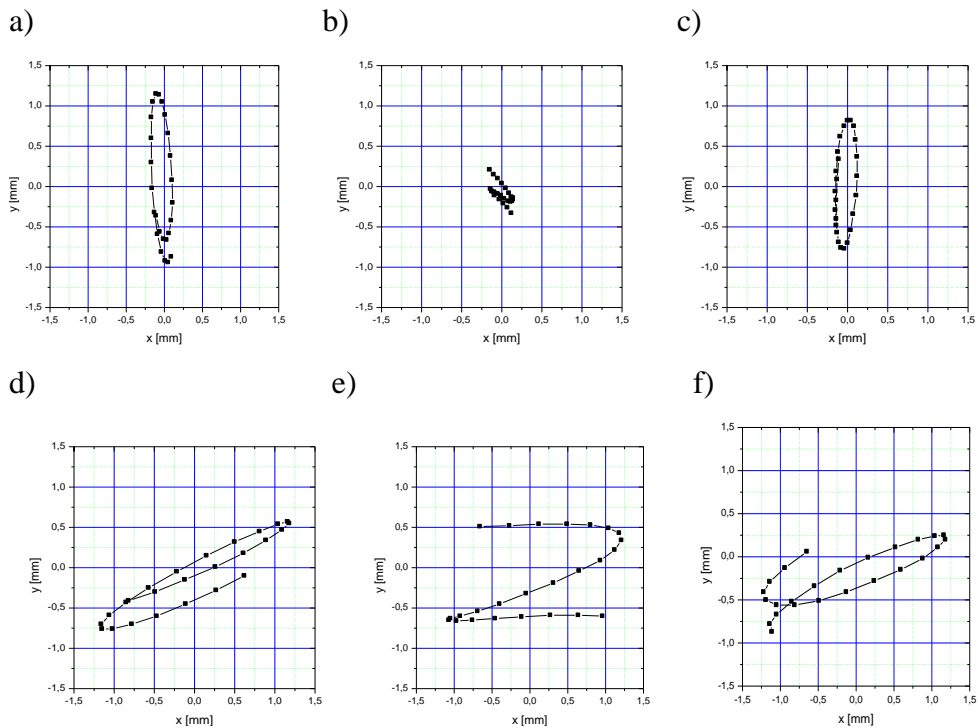
Rys. 8. Tory sit przesiewaczy wibracyjnych.

Aby uzyskać w przesiewaczu złożone, nieliniowe tory sit często wystarczy jedynie zamontować na rzeszocie dodatkowy wibrator, o ile pozwala na to konstrukcja i zawieszenie maszyny. Jako przykład podać można dwa typy przesiewaczy:

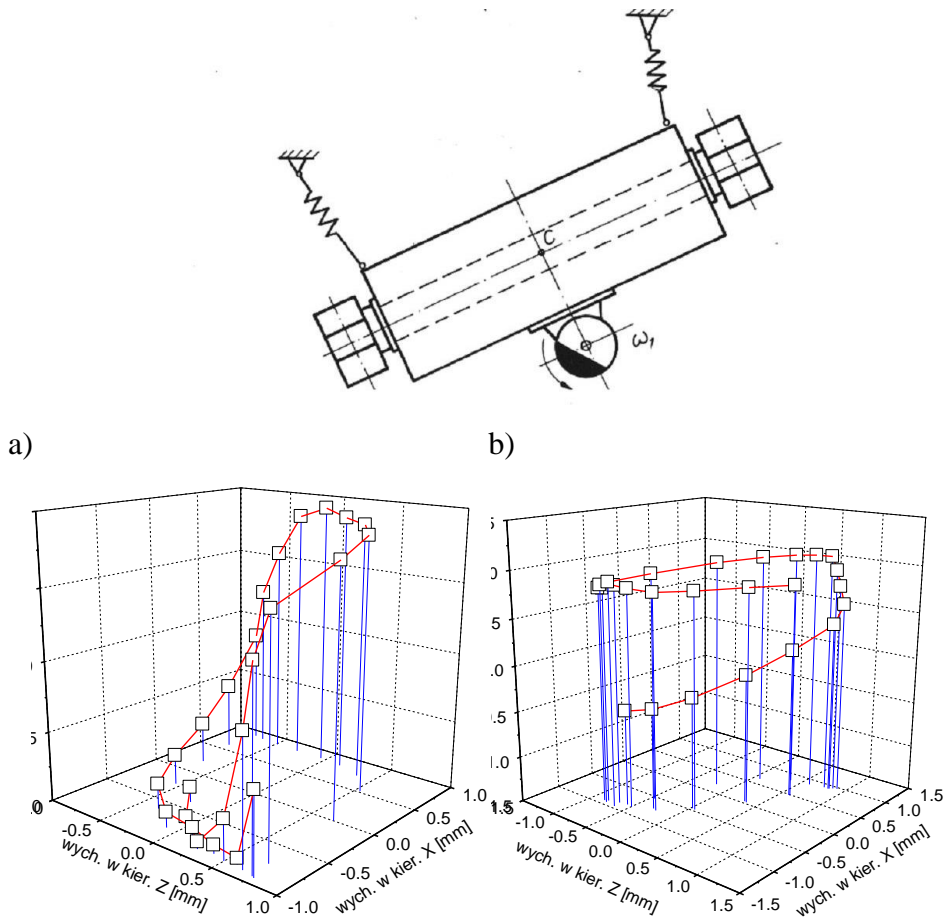
- przesiewacz liniowo – eliptyczny [5], który jest przesiewaczem jednopłaszczyznowym, podobnym konstrukcyjnie do obecnie budowanych przesiewaczy wibracyjnych, posiada jednak 2 a nie 1 wibrator napędowy. Na Rys. 6 przedstawiono ten przesiewacz, a na Rys. 9 niektóre ze

zmierzonych w badaniach laboratoryjnych torów drgań tej maszyny w płaszczyźnie prostopadłej do sita, dla obrotów zgodnych i przeciwnych obu wibratorów.

- przesiewacz zataczająco – krążący [4], należący do grupy maszyn o przestrzennym, nieliniowym ruchu sita został przedstawiony na Rys. 10. Napęd stanowią 3 wibratory zamontowane na końcach rzeszota i pod nim. Na tymże rysunku pokazano także tory ruchu drgającego sita tego przesiewacza w zapisie aksonometrycznym uzyskane w badaniach laboratoryjnych dla obrotów przeciwnych (a) i zgodnych (b) wibratorów na końcach rzeszota.



Rys. 9. Tory ruchu rzeszota: początku (a,d), środka (b,e) i końca (c,f), dla obrotów zgodnych (a,b,c) i przeciwnych (d,e,f) wibratorów napędowych.



Rys. 10. Przesiewacz zataczająco – krążący i tory ruchu jego środka masy.

Przesiewacz liniowo – eliptyczny jest maszyną opartą o podzespoły znanych maszyn przesiewających, co powoduje, że może być on stosunkowo łatwo wykonany [10,11]. Natomiast wykonanie przesiewacza zataczająco – krążącego [7,8,9] wymaga takiego zaprojektowania i zbudowania rzeszota, w którym sztywność bryły rzeszota we wszystkich kierunkach głównych jest znaczna i jednakowa. Zaznaczyć należy, iż rzeszota typowych przesiewaczy wibracyjnych mają właściwą sztywność w płaszczyźnie głównej (górną-dół), natomiast nie mają jej w kierunku bocznym. Dlatego dołączenie napędu przestrzennego do np.

istniejącego przesiewacza wibracyjnego jednopłaszczyznowego, bez jego wzmocnienia, może spowodować zniszczenie maszyny [14,15].

6. Podsumowanie

Celem niniejszego opracowania było zaprezentowanie niektórych rozwiązań, umożliwiających zwiększenie skutecznej wydajności procesowej maszyn przesiewających. Zauważyć należy, iż działania zmierzające do poprawy wskaźników pracy przesiewacza powinny być prowadzone wielotorowo, tzn. osiągnięcie tego celu wymaga na ogół zastosowania wielu różnych działań jednocześnie. Ponieważ prawidłowa eksploatacja przesiewaczy nie zawsze ma miejsce w praktyce przemysłowej, dlatego pojawia się konieczność podejmowania działań, zmierzających do usunięcia tych nieprawidłowości. Zazwyczaj problemem z jakim borykają się inżynierowie przemysłowi jest nieosiągnięcie zakładanej dostatecznej wydajności przepustowej przesiewacza. Maszyny przesiewające są często konstrukcyjnie i wytrzymałościowo przewymiarowane i podanie zwiększonego strumienia materiału ziarnistego na przesiewacz nie powoduje jego mechanicznych uszkodzeń, jednak fatalnie wpływa na jakość produktu. Nadawa „przepływa” przez przesiewacz, ale sprawność procesu jest niska i często nie do zaakceptowania. Wówczas konieczne jest podejmowanie działań, o których mowa w niniejszym opracowaniu.

Literatura

- [1] Banaszewski T.: *Przesiewacze*, Katowice, Wydawnictwo AGH, 1990.
- [2] Dietrych.: *Teoria i budowa przesiewaczy*, Katowice, Wydawnictwo WGH, 1962.
- [3] Sztaba K.: *Przesiewanie*, Katowice, Wydawnictwo AGH, 1993.
- [4] Wodziński P.: *Przesiewanie i przesiewacze*, Łódź, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, 1997.
- [5] Modrzewski R.: *Przesiewacze sitowe materiałów uziarnionych. Wpływ konstrukcji maszyn przesiewających na jakość produktów przesiewania*, Wydawnictwo Politechniki

Łódzkiej, 2020.

- [6] Wodziński P.: *Intensyfikacja procesu przesiewania*, Maszyny Górnicze, 20(2), 2002, str. 35-39.
- [7] Modrzewski R., Wodziński P.: *Research on a Circling-and-Revolving Screen*, Powder Handling a. Process., 7, 4, 1995, str. 297-301.
- [8] Modrzewski R., Wodziński P.: *Badanie procesu przesiewania na przesiewaczu zataczająco-krążącym*, Gospodarka surowcami mineralnymi, 15, 1999, str. 375-393.
- [9] Modrzewski R., Wodziński P.: *Design variants of circling-and-revolving screens*, Powder Handling a. Process., 11(3), 1999, str. 265-26.
- [10] Modrzewski R., Wodziński P.: *Przesiewacz liniowo-eliptyczny w różnych wariantach konstrukcyjnych*, Inż. Apar. Chem., 42(34), 2003, str. 123-125.
- [11] Modrzewski R., Wodziński P.: *A linear-elliptic screen*, Bulk Solids & Powder Science & Technology, 1(1), 2004, str. 52-70.
- [12] Wodziński P., Modrzewski R.: *Wydajność i sprawność przesiewaczy swobodnie drgających*, Inż. Chem. Proc., 25(3), 2004, str. 1807-1812.
- [13] Modrzewski R., Wodziński P.: *Przesiewacze wieloczęstościowe. Studium rozwoju*, Inż. Apar. Chem., 48(40), 2009, str. 85-86.
- [14] Modrzewski R., Wodziński P.: *Przesiewacze dwuczęstościowe w przemyśle surowców skalnych*, Surowce i maszyny budowlane, 2, 2010, str. 44-49.
- [15] Modrzewski R., Wodziński P.: *Ruch drgający rzeszota przesiewacza dwuczęstościowego*, Górnictwo i geoinżynieria, 34,(4), 2010, str. 193-202.