

Metody oczyszczania sit przesiewaczy przemysłowych

Methods of cleaning industrial screens sieves

Katarzyna Ławińska^{1*}, Remigiusz Modrzewski²

¹Instytut Przemysłu Skórzanego w Łodzi, ul. Zgierska 73, 91 – 462 Łódź, *e-mail: k.lawinska@ips.lodz.pl

²Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska, Politechnika Łódzka, ul. Wólczańska 175, 90-924 Łódź

Streszczenie

Niniejsza praca jest poświęcona metodom i urządzeniom służącym do oczyszczania sit w maszynach przesiewających. Podczas przesiewania różnych materiałów ziarnistych, w szczególności drobno i bardzo drobno uziarnionych, dochodzi do zatykania otworów sit przez tzw. ziarna trudne, których wymiar charakterystyczny jest zbliżony do wymiaru otworu sitowego. Ziarna takie grzęzną w otworach sitowych powodując ich wyłączenie z aktywnej powierzchni sitowej. W ten sposób powierzchnia odsiewu może ulegać niekiedy znacznemu zmniejszeniu. Oznaczać to będzie istotny spadek skutecznej wydajności procesu przesiewania. Dlatego zostały opracowane i nadal są rozwijane różne metody oczyszczania sit oraz urządzenia służące do tego celu, które instaluje się w maszynach przesiewających. Praca stanowi przegląd obecnie stosowanych metod i urządzeń, służących do usuwania zablokowanych ziaren z otworów sitowych.

Summary

The present paper is dedicated to methods and devices used to clean sieves in screening machines. During screening of various granular materials, especially fine and very fine particles, mesh get blocked by the so called difficult particles, with characteristic size similar to the mesh size. Such particles get stuck in the mesh causing its elimination from the active sieve surface. In this way screening surface can be greatly reduced. This would mean a significant decrease of screening efficiency. So, various methods were and are still developed to clean sieves and devices used for this purpose which are installed in screening machines. The paper provides a review of methods and devices used presently to remove particles blocked in the mesh.

Słowa kluczowe: sito, przesiewacz, materiał ziarnisty, oczyszczanie sit.

Key words: sieve, screening machine, granular material, clean sieves.

1. Wstęp

Zadaniem klasyfikacji mechanicznej (przesiewania) jest podział materiału ziarnistego na określone wymiarami grupy ziaren [1, 2]. Dokonuje się jej na przesiewaczach wyposażonych w jedno lub kilka sit. Przesiewanie jest najbardziej rozpowszechnioną klasyfikacją mechaniczną [3]. Podczas procesu przesiewania mamy do czynienia z szeregiem parametrów, które wymagają monitorowania i kontrolowania [4, 5].

Jednym z wielu problemów występujących w procesie przesiewania jest blokowanie się otworów sitowych. Obserwując ten proces w warunkach przemysłowych można zauważyć, iż w niektórych przypadkach dochodzi do znacznego (niekiedy powyżej połowy) zablokowania otworów sitowych. Tak istotne zmniejszenie aktywnej powierzchni sita [6, 7, 8] wymaga podjęcia działań, zmierzających do uwolnienia zablokowanych ziaren z otworów sita. Jedną z metod, które mogą (przynajmniej częściowo) doprowadzić do

oczyszczenia sita, jest zastosowanie odpowiednich sit wstępnych, oddzielających ziarna grube od średnich i całego wyjściowego strumienia nadawy. Zastosowanie odpowiednio dużego kąta nachylenia sita do poziomu spowoduje, że ziarna blokujące łatwiej będą wypadać z otworów sitowych, w porównaniu do sit poziomych lub nieznacznie nachylonych.

W chwili obecnej stosowanych jest kilka podstawowych sposobów – metod i urządzeń służących do oczyszczania sit m.in.:

- a) gumowe kule;
- b) szczotki obrotowe;
- c) oczyszczanie pneumatyczne;
- d) urządzenia zgrzeblowe.

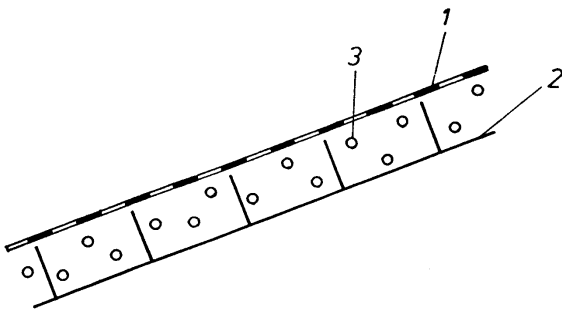
Za najskuteczniejsze uznaje się gumowe kule umieszczone pod oczyszczanym sitem. W trakcie pracy maszyny opukują one sito od dołu, doprowadzając tym samym do wypadania zablokowanych ziaren. Innym rozwiązaniem jest zastosowanie szczotek obrotowych

umieszczonych na specjalnej obrotowej dźwigni pod powierzchnią sita. Kolejnym sposobem oczyszczania sit może być użycie podwójnego urządzenia oczyszczającego, złożonego z dysz powietrznych odmuchujących sito od dołu i szczotek obrotowych. Oczyszczanie pneumatyczne realizowane jest dzięki dyszom wykonanym w postaci krzyżaka obracającego się pod sitem. Zgrzeblowe urządzenia oczyszczające, mogą poruszać się ruchem obrotowym zarówno pod jak i nad sitem.

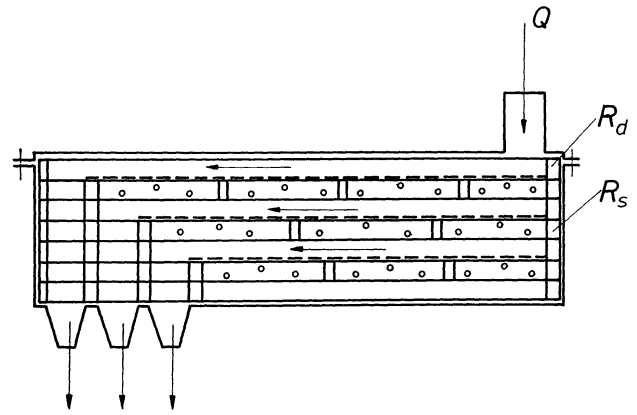
W dalszej treści niniejszego opracowania zostaną omówione zarówno podstawowe metody oczyszczania sit, jak i inne sposoby oraz urządzenia, służące do usuwania ziaren, pozostających w otworach sitowych sit przesiewaczy. Przedstawione rozwiązania dedykowane są do zastosowania m.in. w przemyśle wydobywczym, chemicznym, zbożowo-młynarskim, spożywczym, skórzanym i w innych gałęziach gospodarki wykorzystujących bezpośrednio lub pośrednio proces przesiewania materiałów ziarnistych, czy analizy sitowej np. w granulacji [9, 10].

2. Gumowe elementy oczyszczające

Niezwykle popularne jest stosowanie w różnych maszynach przesiewających gumowych elementów oczyszczających (Rys.1), którymi są zazwyczaj elastomerowe kule [11]. Kule (3) umieszczone są pod sitem (1), w specjalnych kasetonach, dnem których jest siatka (2) o dużych wymiarach oczek. Siatka ta nie stanowi oporu dla przepływu produktu podsitowego, ale utrzymuje kule gumowe w kasetonach pod sitem. Rzeszoto takiego przesiewacza pokazano na rysunku 2. W swojej konstrukcji posiada ramy sitowe R_s oraz umieszczone pomiędzy nimi ramy dystansowe R_d . Całość jest zamykana szybko zdejmowaną pokrywą, co umożliwia sprawną wymianę sit.



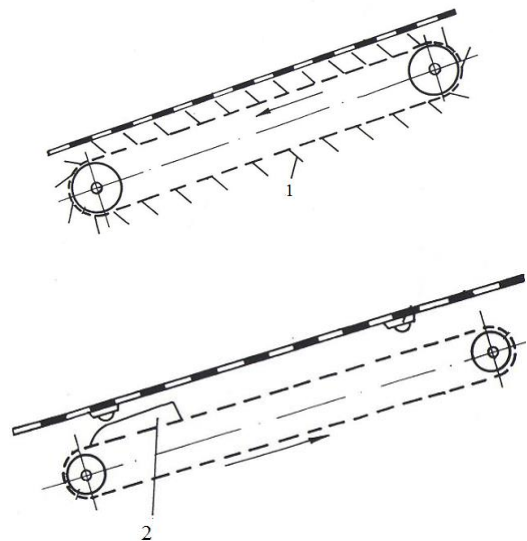
Rysunek 1. Gumowe elementy oczyszczające sito.



Rysunek 2. Rzeszoto z ramami sitowymi.

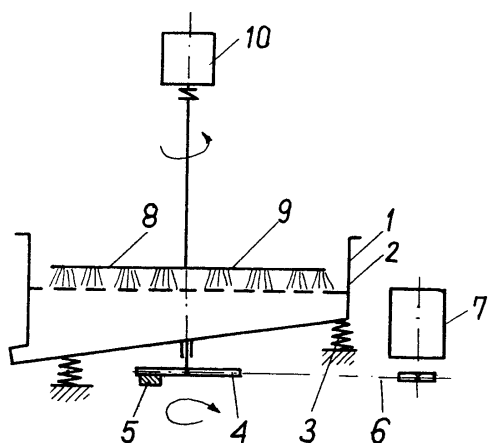
3. Urządzenia z napędem autonomicznym

Kolejna grupa urządzeń do oczyszczenia sit przesiewaczy to urządzenia z niezależnym od ruchu przesiewacza napędem. Zaletą urządzeń zaopatrzonych w autonomiczny układ napędu jest wysoka skuteczność ich działania. Przykładami tej grupy mogą być urządzenia taśmowe (Rys.3), na taśmach których zamocowane są zgrzebła (1) lub bijaki (2). Zgrzebła wygarniają zakleszczone w otworach sitowych ziarna, zaś bijaki powodują „wybijanie” tych ziaren z otworów sitowych.

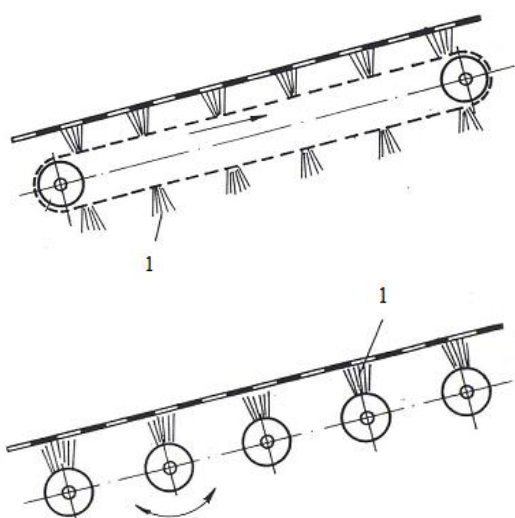


Rysunek 3. Urządzenia taśmowe do oczyszczania sit.

Ciekawym rozwiązaniem jest przesiewacz zataczający (Rys.4) o sicie (rzeszocie) okrągłym, wprawianym w ruch zataczający napędem bezwładnościowym (4, 5). Nad sitem umieszczona jest obrotowa szczotka, która uzyskuje ruch od silnika (10). Przesiewacz taki stosuje się m.in. w przemyśle farmaceutycznym do przecierania granulatów leków przez sito.



Rysunek 4. Przesiewacz zataczający.

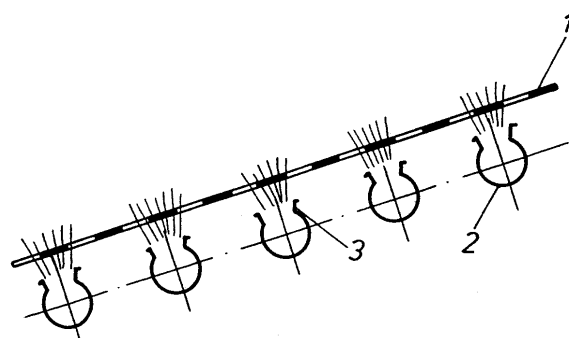


Rysunek 5. Szczotkowe urządzenia oczyszczające.

Szerokie zastosowanie w walce z zatykaniem się otworów sitowych mają różnego rodzaju szczotki, wykorzystywane w wielu rozwiązaniach konstrukcyjnych. Dwa z nich pokazano na rysunku 5. W pierwszym przypadku mamy do czynienia z podajnikiem taśmowym zaopatrzone w szczotki (1), jako elementy oczyszczające sito. W drugim wypadku pod sitem umieszczone są wahliwe wały ze szczotkami (1), które przesuwając się od dołu po sicie powodują jego oczyszczanie.

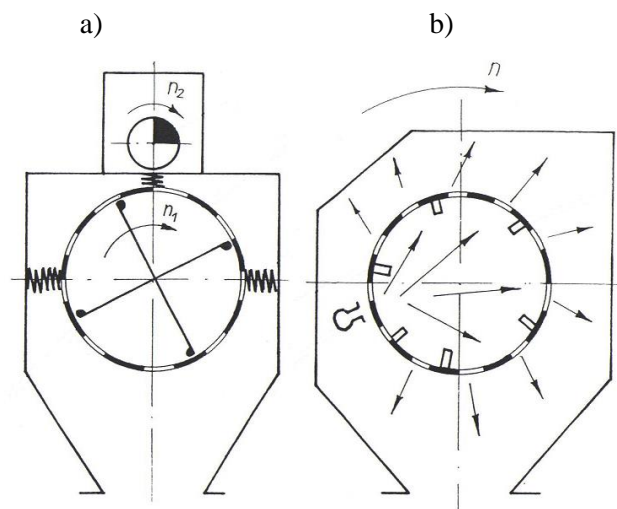
4. Urządzenia pneumatyczne

Stosunkowo niedawno zaczęto stosować pneumatyczne urządzenia oczyszczające. Zasada działania takiego urządzenia jest prosta i polega na skierowaniu nadmuchu sprężonego powietrza (2–6 bar) na sito, od strony nie obciążonej materiałem przesiewanym (Rys.6). Pod sitem (1) umieszczone są poprzeczne dysze (2), z których wypływa strumień sprężonego powietrza (3) oczyszczający otwory sitowe z ziaren blokujących.



Rysunek 6. Pneumatyczne urządzenie oczyszczające sito.

Metoda pneumatycznego oczyszczania sit jest stosowana w przesiewaczach bębnowych (Rys.7). Częstym rozwiązaniem technologicznym jest zastosowanie wewnątrz sita bębnowego krzyżaka oczyszczającego, który wprawiany jest w ruch synchroniczny za pomocą wibratora rotacyjnego (Rys.7a). Inną metodą jest zastosowanie wewnątrz bębna strumienia powietrza powodującego wypadanie zakleszczonych ziaren (Rys.7b).



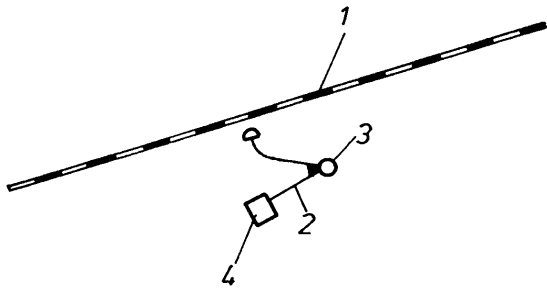
Rysunek 7. Przesiewacz bębnowy z pneumatycznym urządzeniem oczyszczającym.

5. Mechaniczne urządzenia bezwładnościowe

W różnych gałęziach gospodarki pracują przesiewacze, zaopatrzone w mechaniczne urządzenia bezwładnościowe, przeznaczone do oczyszczania otworów sitowych. Cechą charakterystyczną tych urządzeń jest brak oddzielnego napędu, a one same są wprawiane w ruch drgający na skutek sił bezwładności, pochodzących od ruchu przesiewacza. Jest szereg wersji konstrukcyjnych tych urządzeń.

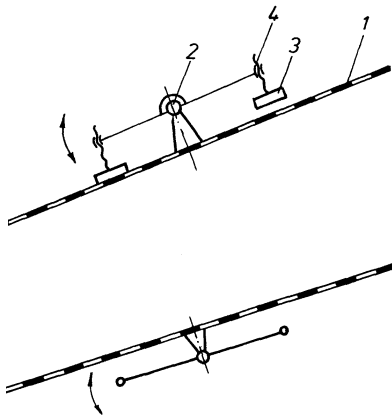
Na rysunku 8 pokazano proste urządzenie bezwładnościowe, którego zasada działania opiera się na uderzaniu bijaka w sito (1). Istotny jest ciężar (4),

mogący zmieniać swoje położenie na dźwigni, co umożliwia regulację momentu bezwładności części ruchomej.



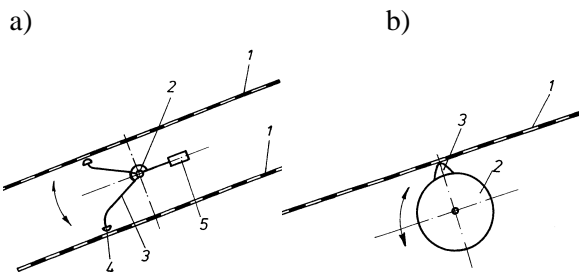
Rysunek 8. Regulowane urządzenie oczyszczające sito.

Inne urządzenia bezwładnościowe pokazano na rysunku 9. Urządzenia te są dwustronnego działania i mogą „opukiwać” sito od dołu lub do góry.



Rysunek 9. Urządzenia do uderzeniowego oczyszczania sita.

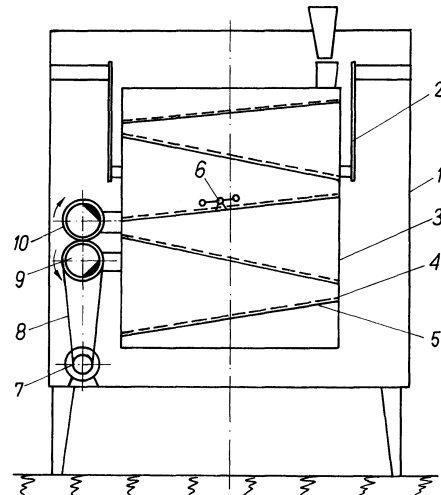
Natomiast na rysunku 10a pokazano urządzenie dwustronnego działania z regulatorem (5). Rysunek 10b przedstawia urządzenie wahliwe, uderzające specjalnym zębem w powierzchnię sita, powodując wypadanie ziaren zablokowanych z otworów sitowych.



Rysunek 10. Wahliwe urządzenia do oczyszczania sita.

Na rysunku 11 przedstawiono przesiewacz wibracyjny o podwieszonym rzeszocie wielopokładowym, w

którym zastosowano bezwładnościowe urządzenie oczyszczające otwory sitowe (6). Ponieważ praca bezwładnościowych urządzeń oczyszczających związana jest ze zwiększonym hałasem, dlatego cała maszyna znajduje się w szafie (1), która oprócz tłumienia hałasu zapewnia pyłoszczelność całego układu.

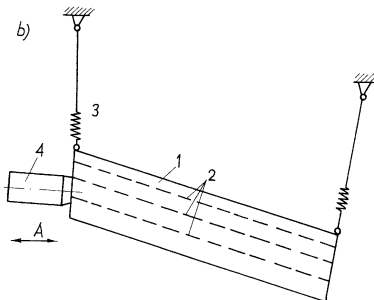
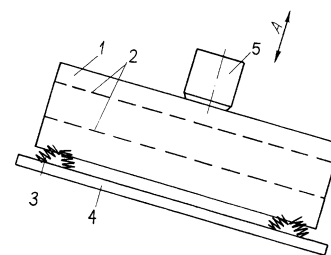


Rysunek 11. Wielositowy przesiewacz wibracyjny z bezwładnościowym urządzeniem do oczyszczania sita.

6. Przesiewacze elektromagnetyczne

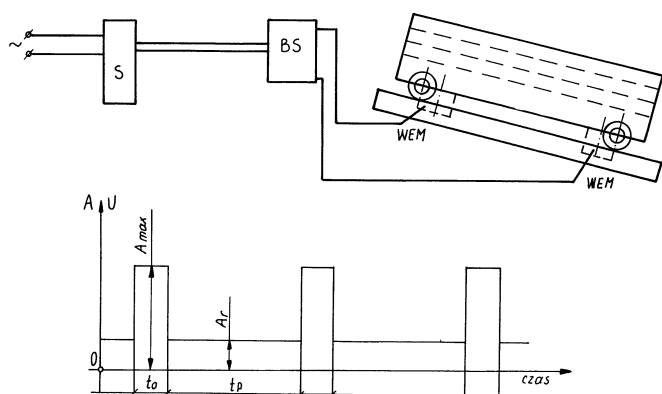
Jedną z metod oczyszczania sit jest zastosowanie napędu elektromagnetycznego w maszynach przesiewających. Rysunek 12 obrazuje dwa różne przesiewacze (podparty i podwieszony) napędzane za pomocą wibratorów elektromagnetycznych. W każdym z przesiewaczy elektromagnetycznych możemy zastosować urządzenie sterujące chwilowym, krótkotrwałym wzrostem amplitudy drgań sita, do wartości maksymalnej (Rys.13).

a)



Rysunek 12. Przesiewacze elektromagnetyczne.

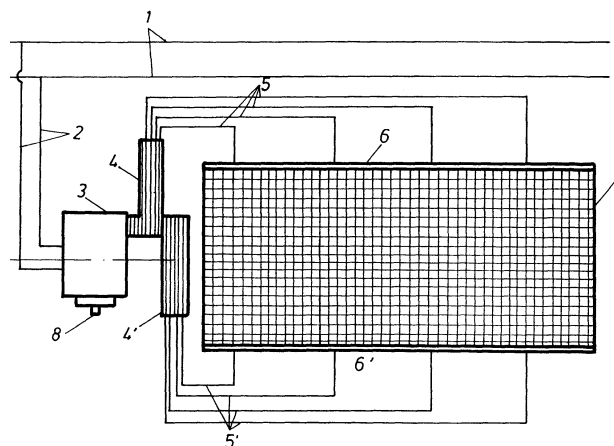
Tak, więc praca przesiewacza złożona jest z krótkich impulsów o amplitudzie A_{max} , o czasie trwania t_0 i długich okresów amplitudy roboczej A_r o czasie pracy t_p . Całość sterowana jest automatycznie, przy czym wartość t_p i t_0 są ustalane empirycznie każdorazowo dla danego układu. Impuls maksymalnej amplitudy powoduje intensywny wstrząs sita i odblokowywanie całej powierzchni sita przesiewacza. Autorzy niniejszego opracowania mają świadomość ograniczonego zastosowania napędu elektromagnetycznego w przesiewaczach. Biorąc pod uwagę, iż wibratory elektromagnetyczne mogą napędzać przesiewacze przeznaczone głównie do przesiewania drobno i bardzo drobno uziarnionego materiału, ich stosowanie jest zasadne, bowiem w tych warunkach najczęściej dochodzi do zatykania się otworów sitowych.



Rysunek 13. Schemat oczyszczania sit w przesiewaczu elektromagnetycznym.

7. Podgrzewanie sit

W przemyśle chemicznym, spożywczym i farmaceutycznych często przesiewane są materiały ziarniste (np. granulowane nawozy sztuczne) o właściwościach, które powodują zalepianie otworów sitowych. Mówimy wtedy o „zarastaniu” sit. Jedną z metod walki z tym zjawiskiem jest oporowe podgrzewanie sit. Dotyczy to sit metalowych (najczęściej siatek), które w odpowiedni sposób zamocowane są w rzeszocie przesiewacza. Schemat elektryczny takiego (rzeszota) przesiewacza przedstawiono na rysunku 14. Sito rozpięte jest pomiędzy elektrodami (6) i (6'), które jednocześnie spełniają funkcję mocującą. Rzeszota takiego przesiewacza jest skomplikowane konstrukcyjnie, ale jest to niekiedy jedyny, skuteczny sposób przeciwdziałania zlepieniu się sit.



Rysunek 14. Oporowe podgrzewanie sit.

9. Podsumowanie

Zjawisko blokowania się sit przesiewaczy jest zagadnieniem mającym duży wpływ na odsiewanie materiałów ziarnistych. Niekiedy zablokowane otwory sitowe stanowią znaczną część wszystkich otworów w sicie. Takie sytuacje powodują poważny spadek sprawności procesu przesiewania. Konieczne jest, zatem podjęcie odpowiednich działań mających na celu zminimalizowanie lub zahamowanie procesu blokowania się oczek sitowych. Należy jednak mieć świadomość, że nie ma uniwersalnych rozwiązań, które można by stosować do każdego układu materiał-sito, a urządzenia oczyszczające powodują często znaczne obciążenia maszyny przesiewającej. Wpływ na proces blokowania otworów sitowych mają głównie kształt przesiewanych ziaren oraz relacje wymiarowe: materiał przesiewany i wymiar otworu sitowego [12]. Autorzy niniejszej pracy opracowali innowacyjną metodę wyznaczania wartości średniego współczynnika zablokowania otworów sitowych umożliwiającą ocenę skali procesu blokowania [13, 14, 15]. Wyznaczona wartość współczynnika zablokowania otworów sitowych umożliwi uwzględnienie tego negatywnego zjawiska już na etapie projektowania instalacji przesiewających.

10. Literatura

1. F.G. Akhmadiev, R.F. Gizzajatov: Separation Processes of Granular Materials by Sizes at the Sieve Classifiers. Journal of Chemistry and Chemical Engineering. 2013, 7, 56-63.
2. K. Liu: Some factors affecting sieving performance and efficiency. Powder Technology. 2019, 193, 208-213.
3. J. Drzymala: Podstawy mineralurgii. Wydanie II zmienione. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław, 2009.
4. W. Pocwiardowski, P. Wodzinski, J. Kaniewska: The concept of the scientific standpoint of the rolling-screw screen. Partial automation of the screening process.

- Physicochemical Problems of Mineral Processing. 2014, 50, 1, 97–105.
5. D. Foszcz, M. Duchnowska, T. Niedoba, T. Tumidajski: Accuracy of separation parameters resulting from errors of chemical analysis, experimental results and data approximation. *Physicochemical Problems of Mineral Processing*. 2016, 52, 1, 98–111.
 6. T. Banaszewski: *Przesiewacze*. Katowice, 1990.
 7. K. Sztaba: *Identyfikacja i ocena wybranych właściwości surowców mineralnych oraz procesów ich przeróbki*. Wyd. Sigmoid PAN Kraków, 2003.
 8. P. Wodziński: *Przesiewanie i przesiewacze*. Łódź, 1997.
 9. A. Obraniak, T. Gluba: A model of granule porosity changes during drum granulation. *Physicochemical Problems of Mineral Processing*. 2011, 46, 219-228.
 10. A. Obraniak, T. Gluba: Model of energy consumption in the range of nucleation and granule growth in drum granulation of bentonite. *Physicochemical Problems of Mineral Processing*. 2012, 48, 1, 121-128.
 11. K. Ławińska, P. Wodziński: *Oczyszczanie sit przesiewaczy. Surowce i maszyny budowlane*. 2011, 2, 46-50.
 12. K. Ławińska, R. Modrzewski: *Przesiewanie i maszyny przesiewające z uwzględnieniem procesu blokowania otworów sitowych*. Monografia IPS, 2016.
 13. K. Lawinska, R. Modrzewski, P. Wodzinski: Mathematical and empirical description of screen blocking. *Granular Matter*. 2016, 18, 13.
 14. K. Lawinska, P. Wodzinski, R. Modrzewski: A method for determining sieve holes blocking degree. *Physicochemical Problems of Mineral Processing*. 2015, 51, 1, 15-22.
 15. K. Lawinska, P. Wodzinski, R. Modrzewski: Verification of the mathematical model of the screen blocking process. *Powder Technology*. 2014, 256, 506–511.