

Piotr ANDRZEJCZAK, Piotr WODZIŃSKI
Politechnika Łódzka, Łódź

O PEWNYCH WŁASNOŚCIACH FUNKCJI WYPŁYWU KLASY DOLNEJ W PROCESIE PRZESIEWANIA

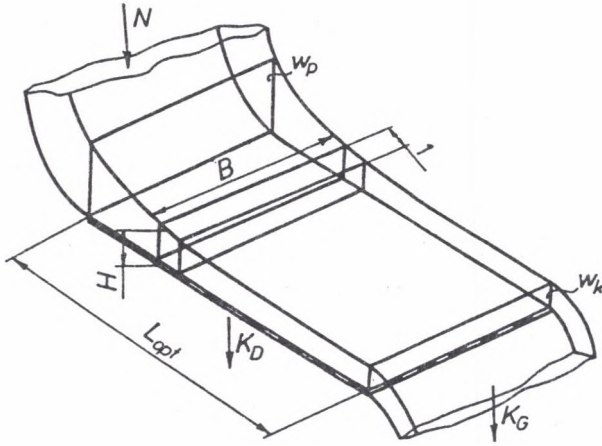
Streszczenie. Niniejsza praca dotyczy procesu przesiewania materiałów ziarnistych na wibracyjnych sitach przesiewaczy. Celem pracy było empiryczne sprawdzenie liniowego charakteru zależności pomiędzy czasem przesiewania a wydajnością liczoną na nadawę, czyli masowym lub objętościowym natężeniem dopływu materiału do przesiewacza.

ON SOME PROPERTIES OF THE DISCHARGE FUNCTION OF LOWER CLASS IN THE SCREENING PROCESS

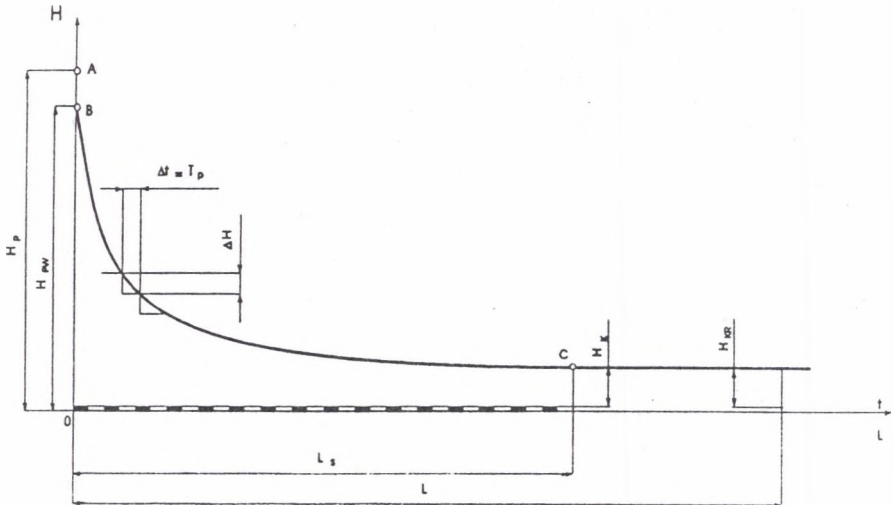
Summary. The study deals with the process of screening of granular materials on vibrating sieves. The aim of the study was to verify experimentally a linear character of the dependence of screening duration on the yield per feed, i.e. on the mass or volumetric flow rate of material to the screen.

1. Wstęp

Praca niniejsza dotyczy procesu przesiewania wibracyjnego materiałów ziarnistych na sitach przesiewaczy, o ruchu liniowym lub prawie liniowym materiału ziarnistego (warstwy na sicie). Obejmuje to zdecydowaną większość (ponad 95%) pracujących maszyn przesiewających. Na rys. 1 pokazana została schematycznie warstwa ziarnista na sicie przesiewacza w ruchu prostoliniowym. Nadawa N jest kierowana strumieniem na sito tworząc przekrój początkowy strugi W_p . W rezultacie procesu przesiewania zostaje ona rozsziana na klasę dolną K_D i klasę górną K_G , która na końcu sita tworzy przekrój końcowy W_k . Wszystko to odbywa się na długości sita L_{opt} , zwanej optymalną długością sita. Na rysunku tym zaznaczono zarys górnej powierzchni warstwy, przy czym linia krzywa, będąca tym zarysem,



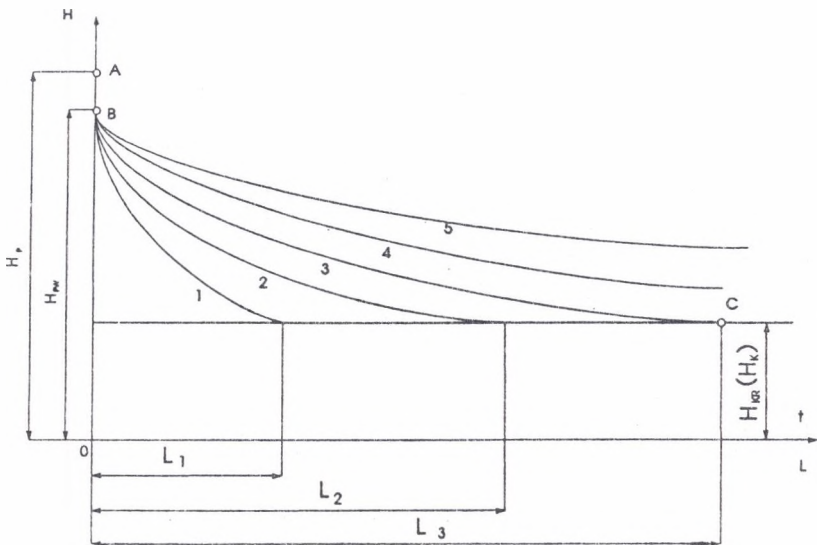
Rys.1. Warstwa na sicie
Fig.1. Material layer on the sieve



Rys.2. Funkcja wypływu w procesie przesiewania
Fig. 2. Discharge function in the process of screening

jest graficznym obrazem tzw. funkcji wysypu. Funkcja wysypu (rys. 2) jest to zależność pomiędzy wysokością warstwy ziarnistej na sicie a czasem przesiewania lub odpowiadającą mu długością sita. Proces przesiewania (w sensie modelowym), możemy przedstawić jako

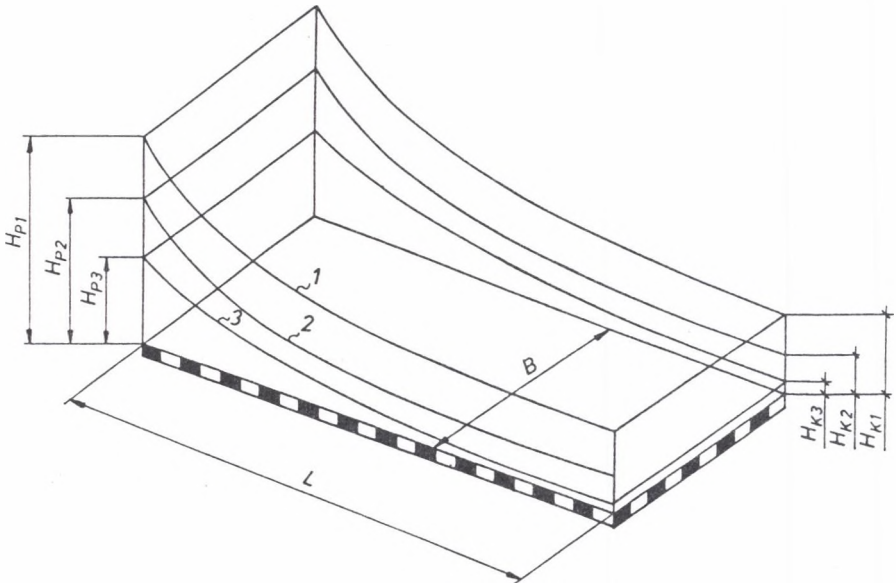
okresowy, co pokazano w postaci „schodkowego” przebiegu krzywej wysypu. Funkcja wysypu jest doskonałą charakterystyką procesu przesiewania, albowiem zawiera ona w sobie znaczenie wszystkich istotnych dla procesu parametrów. Na rys. 3 pokazane zostały różne funkcje wysypu, dla różnych procesów przesiewania. Są one charakterystyczne dla procesu i tak: krzywa 1 obrazuje przesiewanie łatwe wymagające zastosowania sita o długości L_1 (najmniejszej), natomiast krzywa 5 wymaga użycia sita o długości L_5 , nie mieszczącej się na wymienionym rysunku. Krzywa taka jest opisywana równaniem funkcji wykładniczej o podstawie „e”, a charakteryzują ją dwa współczynniki, których wyznaczenie jest możliwe w procesie przesiewania laboratoryjnego.



Rys.3. Różne funkcje wypływu charakteryzujące przesiewanie
Fig. 3. Discharge functions characterizing the process of screening

Niniejsza praca została poświęcona pewnym osobliwościom funkcji wypływu, które zaobserwowano podczas analiz wykresów tej funkcji, uzyskanych na drodze doświadczalnej w Katedrze Aparatury Procesowej Politechniki Łódzkiej. Na rys. 4 przedstawione zostały graficznie różne funkcje wypływu w postaci zewnętrznego ograniczenia warstwy na sicie, przy różnych wysokościach początkowych tej warstwy, a więc przy różnym masowym (lub objętościowym) natężeniu dopływu nadawy do przesiewacza. Poszukuje się odpowiedzi na następujące pytanie: jak zmieni się długość sita L niezbędna do przeprowadzenia odsiewu z tą samą sprawnością, jeżeli np. dwukrotnie zwiększymy masowe natężenie podawania materiału

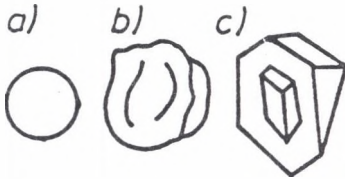
na sito, co oznaczać będzie dwukrotnie większą wysokość warstwy ziarnistej H_p , na początku sita? Inne wielkości charakteryzujące proces przesiewania (w tym szerokość sita B) pozostają niezmiennie. Czy oznaczać to będzie dwukrotne zwiększenie wymaganej długości sita, a więc czasu przesiewania? Niniejsza praca stanowi próbę znalezienia odpowiedzi na to, tak ważne, pytanie. Gdyby bowiem udało się ustalić prostą korelację pomiędzy H_p i L , wówczas można by znacznie uprościć procedury projektowe maszyn przesiewających.



Rys.4. Różne warstwy materiału na sicie
Fig.4. Different material layers on the sieve

2. Badania funkcji wypływu

Celem niniejszej pracy jest empiryczne określenie osobliwości funkcji wypływu, polegającej na stwierdzeniu zależności pomiędzy czasem przesiewania a wysokością początkowej warstwy materiału na sicie, która określa (przy ustalonych innych zmiennych) przepustowość wydajność przesiewacza, liczoną na nadawę.

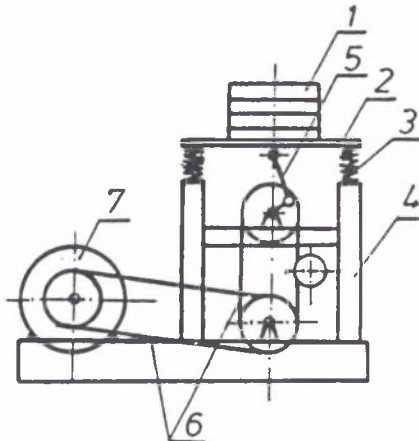


Rys.5. Modelowe kształty ziaren
Fig. 5. Model shapes of grains

nieregularnych (piasek kwarcowy) i mieszaniny ziaren ostrokrawędziowych (marmur kruszony). Oba materiały posiadały uziarnienie w zakresie 0-5 mm, były wolne od zanieczyszczeń i suche (bez wilgoci przemijającej). Badania wykonano z użyciem znormalizowanych sit laboratoryjnych o średnicy roboczej $D_s = 0,195$ m. Były to sita tkane o otworach kwadratowych, przy czym w przypadku kruszywa marmurowego przesiewanie prowadzono na sicie o oczku $l = 0,4$ mm, a badania przesiewania piasku wykonano na sicie $l = 1,0$ mm.

Do badań użyto dwóch wstrząsarek:

- badania przesiewania piasku wykonano na wstrząsarce z napędem korbowym (rys. 6), o pionowym ruchu stolika przedmiotowego;
- badania przesiewania kruszywa marmurowego wykonano na wstrząsarce elektromagnetycznej, również o pionowym ruchu stolika maszyny.



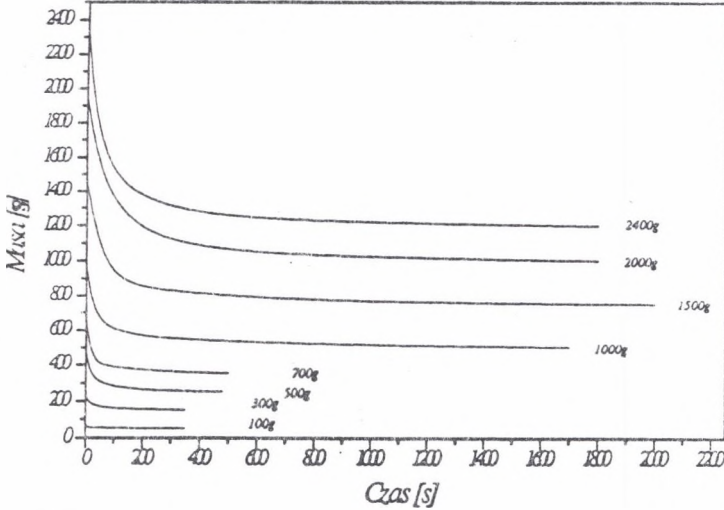
Rys.6. Wstrząsarka laboratoryjna
Fig. 6. Laboratory shaker

W obu przypadkach wskaźnik podrzutu wynosił $K = 3,6$. Wydaje się, że opis szczegółowy metodyki pomiarowej jest zbędny, bowiem jest ona powszechnie znana. Wyniki

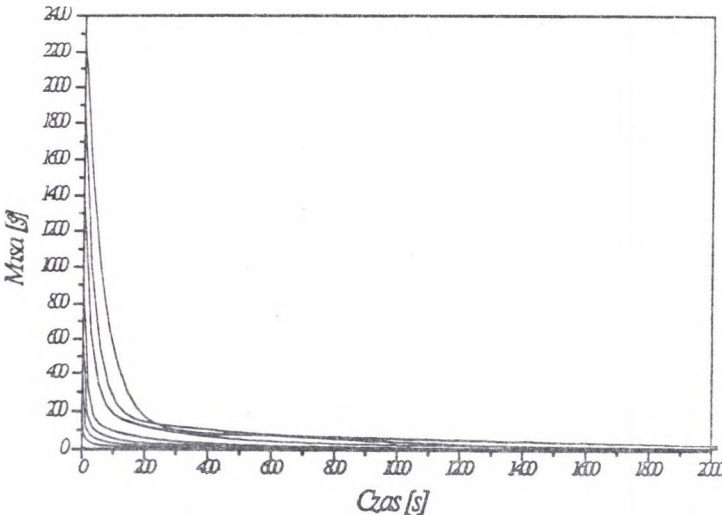
badń opracowano w postaci funkcji wypływu (wykresy).

2.1. Wyniki badań przesiewania piasku

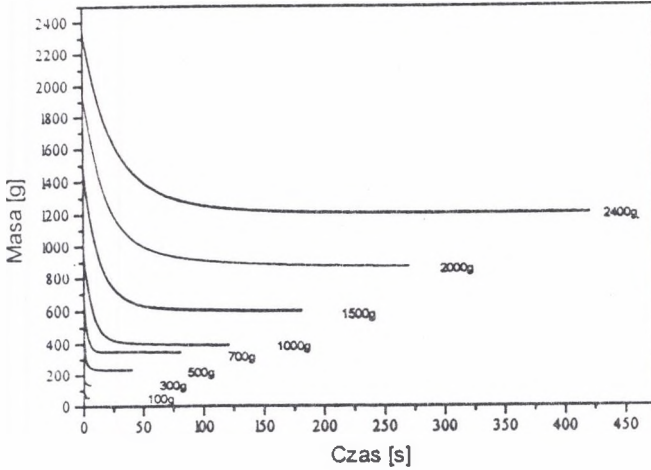
Do badań procesu przesiewania użyto 3 różnych mieszanin nadawy (nr 1, 2 i 3). Mieszanina nr 1 zawierała 50% klasy dolnej: 50% klasy górnej z tym, że zawierała ona 40% ziaren trudno odsiewalnych. Mieszanina nr 2 nie zawierała klasy górnej w ogóle, a mieszanina nr 3 zawierała po 50% klasy dolnej i górnej, ale nie było w niej ziaren trudno odsiewalnych.



Rys. 7. Funkcja wypływu dla piasku
Fig. 7. Discharge function for sand

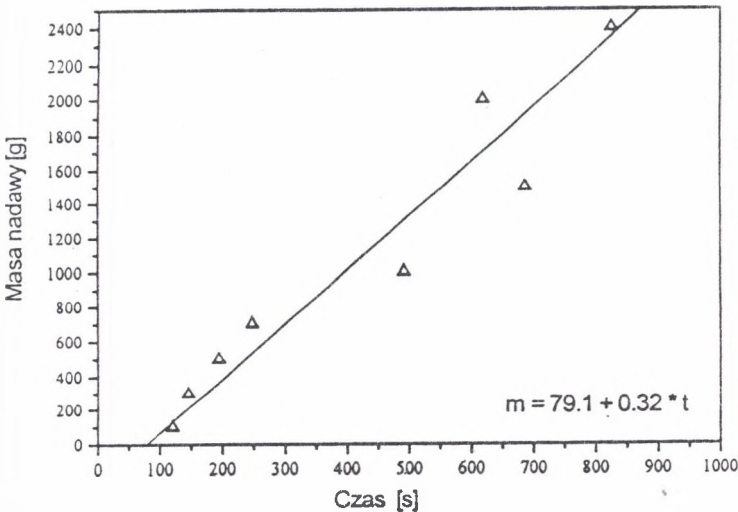


Rys. 8. Funkcja wypływu dla piasku
Fig. 8. Discharge function for sand

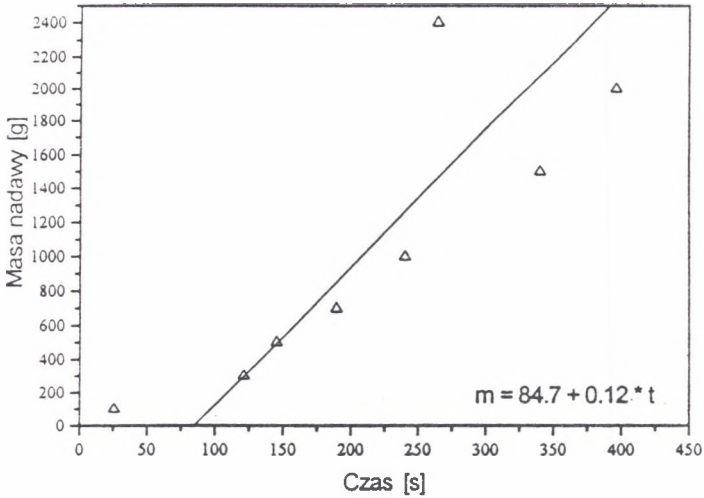
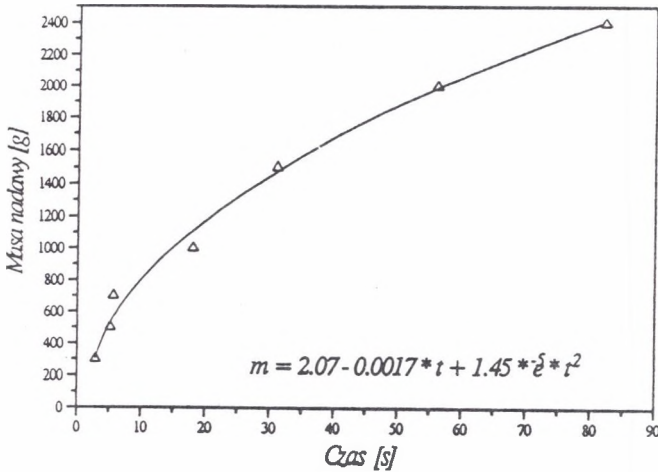


Rys. 9. Funkcja wypływu dla piasku
 Fig. 9. Discharge function for sand

Na rys. 7, 8 i 9 pokazane zostały funkcje wypływu dla mieszanin 1, 2 i 3. Natomiast rysunki 10, 11 i 12 pokazują zależności pomiędzy masą nadawy (wydajnością procesu, wysokością warstwy początkowej na sicie) a czasem przesiewania. Uzyskane zależności opisano analitycznie.

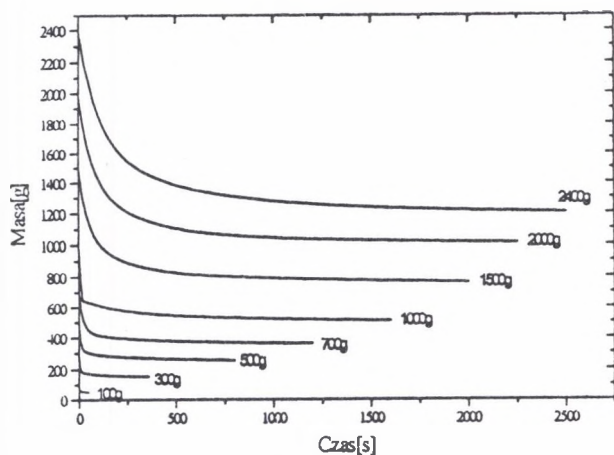


Rys. 10. Zależność $\Delta m = \Delta m(t)$ dla piasku
 Fig. 10. Relation $\Delta m = \Delta m(t)$ for sand

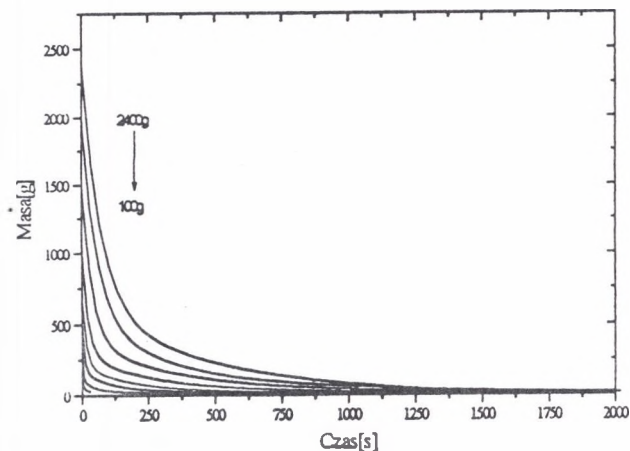
Rys.11. Zależność $\Delta m = \Delta m(t)$ dla piaskuFig. 11. Relation $\Delta m = \Delta m(t)$ for sandRys.12. Zależność $\Delta m = \Delta m(t)$ dla piaskuFig.12. Relation $\Delta m = \Delta m(t)$ for sand

2.2. Wyniki badań przesiewania kruszywa

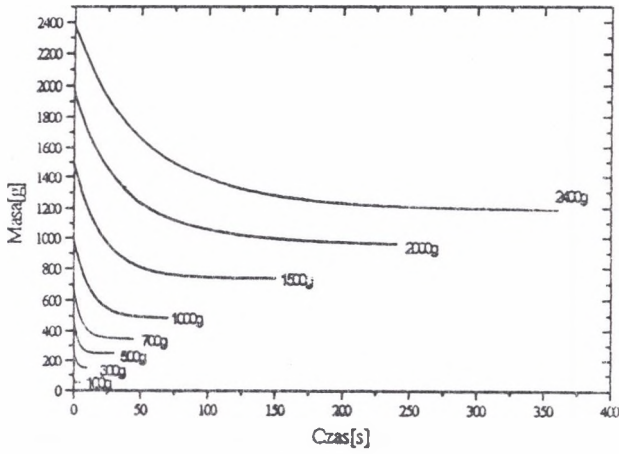
Badano również trzy mieszanki materiału przesiewanego, zachowując takie same zasady odnośnie do składu ziarnowego, jak w przypadku piasku. Funkcje wypływu dla mieszanin 1, 2 i 3 pokazano na rys. 13, 14 i 15, a zależności $\Delta m = \Delta m(t)$ na rys. 16, 17 i 18.



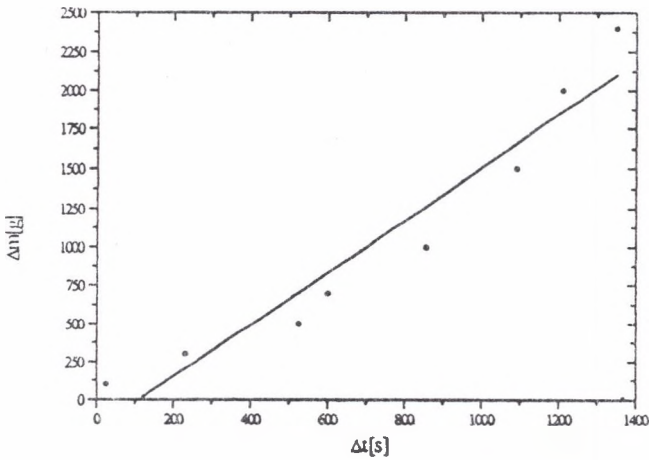
Rys.13. Funkcja wypływu dla kruszywa
Fig.13. Discharge function for aggregate



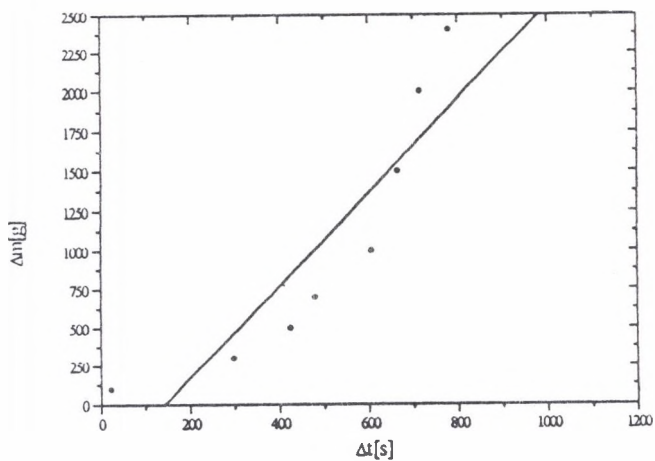
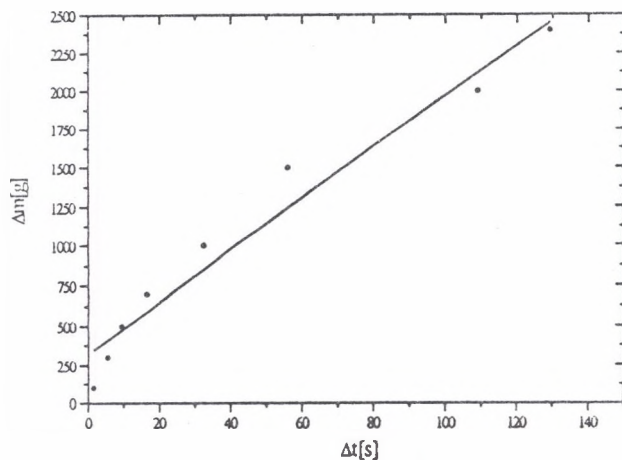
Rys.14. Funkcja wypływu dla kruszywa
Fig. 14. Discharge function for aggregate



Rys.15. Funkcja wypływu dla kruszywa
 Fig. 15. Discharge function for aggregate



Rys.16. Zależność $\Delta m = \Delta m(t)$ dla kruszywa
 Fig. 16. Relation $\Delta m = \Delta m(t)$ for aggregate

Rys. 17. Zależność $\Delta m = \Delta m(t)$ dla kruszywaFig. 17. Relation $\Delta m = \Delta m(t)$ for aggregateRys. 18. Zależność $\Delta m = \Delta m(t)$ dla kruszywaFig. 18. Relation $\Delta m = \Delta m(t)$ for aggregate

3. Zakończenie

Przeprowadzone doświadczenia polegające na określeniu funkcji wypływu dla poszczególnych przypadków procesu przesiewania wykazały, że z dostateczną dla celów praktycznych dokładnością, można uznać liniową zależność pomiędzy wzrostem (lub zmniejszeniem) wysokości warstwy początkowej na sicie a czasem trwania procesu. Oznacza to, iż np. trzykrotny wzrost grubości warstwy początkowej materiału na sicie, uwarunkowany trzykrotnym zwiększeniem natężenia dopływu strumienia nadawy na przesiewacz, oznacza około trzykrotne wydłużenie czasu przesiewania. Wniosek ten nie jest, wbrew pozorom, oczywisty, ponieważ wiadomo, iż grubość warstwy na sicie ma zasadnicze znaczenie dla segregacji ziaren w tej warstwie i to warunkuje przebieg procesu.

Badania wykonano dla dwóch często spotykanych w praktyce kształtów ziaren, z których złożona jest nadawa kierowana na przesiewacz. Zauważono ponadto, iż zasadniczy wpływ na kształt (przebieg) funkcji wypływu ma zawartość ziaren trudno odsiewalnych w nadawie. W niniejszej pracy zakres pomiarowy tych ziaren definiowano następująco: $\min = 0,8l$, $\max = 1,2l$.

LITERATURA

1. Banaszewski T.: Przesiewacze, Wyd. Śląsk, Katowice 1990.
2. Dietrych J.: Teoria i budowa przesiewaczy, WGH, Katowice 1962.
3. Sztaba K.: Przesiewanie, Śląsk. Wyd. Techn., Katowice 1993.
4. Schmidt P.: Das Siebklassieren, Chem. Ing. Techn. 12, 897, 1984
5. Andrzejczak P., Wodziński P.: Model of screening in the layer, Powd. Handl. & Proc. 3, 1994.

Abstract

A discharge function that characterizes the screening of granular material is discussed in the present study. The function describes the discharge of undersize fraction from the granular

layer on the sieve in time. This is an exponential function e^x relating the granular layer thickness on the sieve to the screening duration or sieve length. The form of this function was investigated with reference to the initial layer thickness on the sieve, which is practically the yield of screening per feed. It was confirmed that there was a relationship between changes of the initial layer thickness and a related change of the sieve length or screening duration required for a given yield. In general, this relationship is proportional, i.e. when the initial layer thickness H_p on the sieve is doubled, the sieve length is increased by half which is necessary to screen off the same amount of undersize material from the feed, i.e. to reach the same process efficiency. Process investigations were carried out in a laboratory shaker using woven metal sieves. Model granular materials with characteristic grain shapes: irregular – sand, and sharp-edged – crushed marble, were used. The materials tested were dry, i.e. free of moisture. The results of measurements are presented in a graphical and analytical form.