

Walter KRAUS, Jerzy NAWROCKI

ANALIZA EFEKTÓW PRZESIEWANIA
NA PODSTAWIE NOMOGRAMU

Streszczenie. W oparciu o wskaźnik skuteczności przesiewania wykreślono nomogram, na podstawie którego oceniono efekt klasyfikacji granulometrycznej

1. Wstęp

Jedną z podstawowych operacji przerobczych jest klasyfikacja granulometryczna, polegająca na rozdzieleniu ciał sypkich na zbiory ziarn według wielkości. Klasyfikację granulometryczną możemy realizować przez:

- klasyfikację hydrauliczną,
- klasyfikację aerodynamiczną (powietrzną),
- klasyfikację mechaniczną.

W niniejszym artykule zajęto się klasyfikacją mechaniczną, inaczej zwaną przesiewaniem, polegającą na rozdzieleniu materiału wyjściowego (nadawy) na klasy ziarnowe (produkty przesiewania) o wymiarach uwarunkowanych wielkością otworu sita.

Przesiewanie, jak wiele procesów (operacji), przebiega z pewną skutecznością oraz sprawnością. Prawidłowa ocena tego procesu polega na wyborze właściwego wskaźnika oraz odpowiedniej jego interpretacji.

Istnieje szereg współczynników skuteczności przesiewania, stosowanych we wzorach określających wydajność czy powierzchnię sita przesiewacza [1] [2].

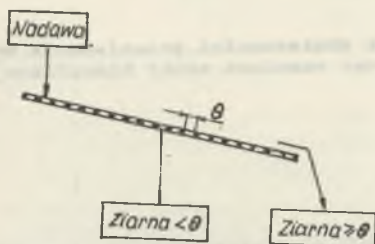
Współczynniki te uwarunkowane są właściwościami fizycznymi przesiewanego materiału, jak też produktów przesiewania. Stosowanie ich natomiast ogranicza się jedynie do odpowiednich wzorów.

Wielkościami w większym stopniu charakteryzującymi skuteczność oraz sprawność przesiewania są wskaźniki liczbowe. Mają one dość powszechne zastosowanie. Autor podjął się próby oceny procesu przesiewania pod kątem skuteczności oraz sprawności, traktując je łącznie.

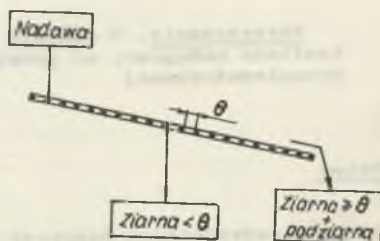
W oparciu o wskaźnik skuteczności opracowano nomogram, na podstawie którego można w wystarczającym stopniu ocenić przesiewanie pod względem sprawności procesu oraz jakości jego produktów.

2. Zagadnienie skuteczności przesiewania

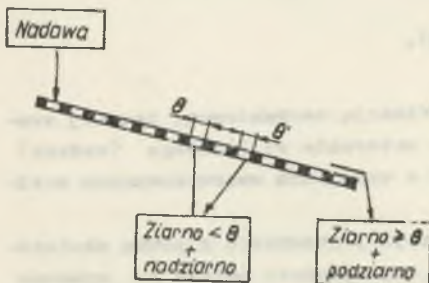
Na rysunku 1 przedstawiono schemat przesiewania idealnego. W praktyce jednak mamy do czynienia jedynie z przesiewaniem rzeczywistym (rys. 2), lub przesiewaniem w przypadku uszkodzenia lub zużycia sit (rys. 3) [2]. Oprócz przesiewania idealnego w pozostałych przypadkach napotykamy na obecność podziarna w klasie górnej oraz w przypadku przesiewania (rys. 3) na obecność nadziarna w klasie dolnej.



Rys. 1. Przesiewanie idealne



Rys. 2. Przesiewanie rzeczywiste



Rys. 3. Przesiewanie w przypadku uszkodzenia bądź zużycia sit

Obecność podziarna wskazuje na fakt nieodsiewalności pewnej części ziarn właściwych klasie dolnej. Jest to wynikiem ograniczonej sprawności przesiewania. Jednym ze wskaźników określających sprawność przesiewania jest wskaźnik "sprawności przesiewania".

Wyraża się on wzorem [1]:

$$\eta_o = \eta_d + \eta_g - 1 \quad (1)$$

gdzie:

$$\eta_d = \frac{100 (q_d - Z)}{q_d (100 - Z)} \quad (2)$$

$$\eta_g = \frac{q_{gn}}{q_g} \quad (3)$$

Oznaczenia:

η_d - sprawność przesiewania na nowych sitach,

η_g - wsp. obniżenia sprawności przesiewania w przypadku pracy na sitach uszkodzonych,

- q_d - natężenie przepływu klasy dolnej zawartej w nadawie (%),
 Z - zawartość podziarna w klasie górnej (%),
 q_{gn} - natężenie przepływu ziarn > θ zawartych w klasie górnej w odniesieniu do nadawy w (%),
 q_g - natężenie przepływu klasy górnej zawartej w nadawie w (%).

Przesiewanie nie powinno się realizować na sitach uszkodzonych oraz nadmiernie zużytych. Przyjmując, że przesiewanie odbywa się na sitach nowych, otrzymamy:

$$\eta_g = 1 \quad (4)$$

$$\eta_g - 1 = 0 \quad (5)$$

$$\eta_c = \eta_d \quad (6)$$

W niniejszym artykule opracowano nomogram w oparciu o wskaźnik sprawności przesiewania na sitach nowych.

3. Konstrukcja nomogramu

Łatwo zauważyć, że η_d jest funkcją dwóch zmiennych: procentowego udziału klasy dolnej w nadawie (q_d) oraz zawartości podziarna w klasie dolnej (Z)

$$\eta_d = f(q_d, Z) \quad (7)$$

Poszczególne wartości η_d obliczono w następujący sposób: przyjmowano kolejno pewne wartości wychodów klasy dolnej w nadawie za stałe, dla których następnie zmieniano kolejno wartości podziarna. Wszystkie wartości wstawiono do wzoru (2) i obliczono kolejne wartości współczynnika sprawności η_d . Otrzymane wyniki zestawiono w tablicy 1. Na podstawie wyników obliczeń wykreślono nomogram (rys. 4). Dla odpowiednich udziałów klasy dolnej w nadawie przedstawiono graficznie ujęcie wskaźnika sprawności (η_d) jako funkcji zawartości podziarna (Z). $\eta_d = f(Z)$.

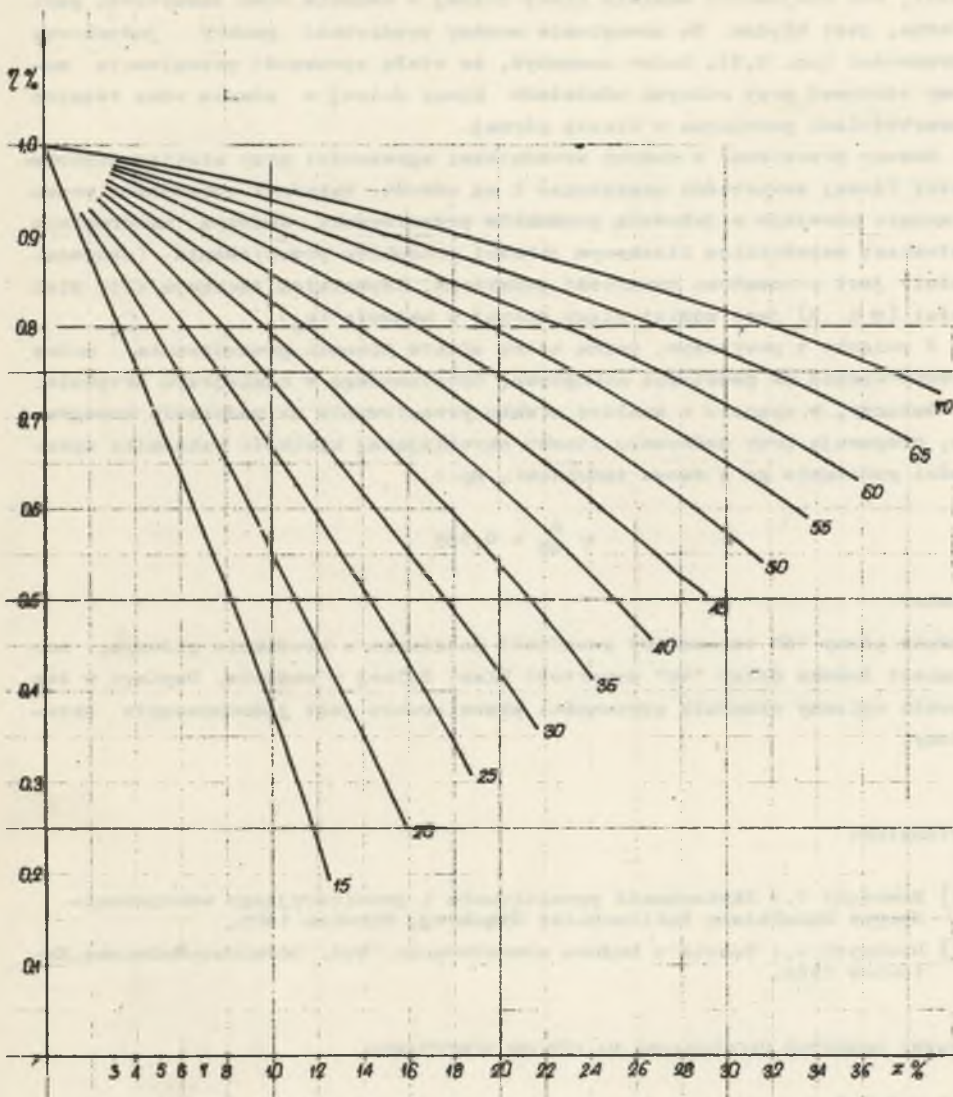
4. Analiza i wnioski

We wszystkich przypadkach wzrost zawartości podziarna w produktach przesiewania powoduje obniżenie sprawności przesiewania. Sprawność ta jest tym mniejsza, im mniejszy jest udział klasy dolnej w nadawie. Dla udziałów powyżej 50% klasy dolnej w nadawie wzrost zawartości podziarna nawet do 10% powoduje nieznaczny spadek wskaźnika sprawności od 0,98 - 0,90. Natomiast ten sam wzrost zawartości podziarna przy przesiewaniu materiału zawierającego od 50% - 20% klasy dolnej powoduje gwałtowny spadek wskaźnika sprawności od ok. 0,88 - 0,55.

Tablica 1

Tablica wartości wskaźnika sprawności η_d

η_d	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
15	0,82	0,76	0,70	0,64	0,51	0,37	0,22												
20	0,87	0,83	0,79	0,74	0,65	0,55	0,45	0,35	0,24										
25	0,90	0,87	0,84	0,81	0,77	0,74	0,66	0,59	0,51	0,43	0,34	0,25							
30	0,93	0,90	0,88	0,85	0,82	0,80	0,74	0,68	0,62	0,55	0,49	0,42	0,34	0,26					
35	0,94	0,92	0,90	0,88	0,86	0,84	0,79	0,75	0,70	0,65	0,59	0,53	0,48	0,41	0,35	0,28			
40	0,95	0,94	0,92	0,90	0,88	0,87	0,83	0,79	0,75	0,71	0,67	0,62	0,57	0,53	0,47	0,42	0,36		
45	0,96	0,95	0,93	0,92	0,90	0,89	0,86	0,83	0,80	0,77	0,73	0,69	0,65	0,61	0,54	0,52	0,48	0,42	
50	0,97	0,96	0,95	0,94	0,92	0,91	0,89	0,86	0,84	0,81	0,78	0,75	0,72	0,68	0,65	0,61	0,57	0,53	
55	0,97	0,96	0,96	0,95	0,94	0,94	0,93	0,90	0,89	0,87	0,84	0,82	0,79	0,77	0,74	0,71	0,68	0,65	0,61
60	0,98	0,97	0,96	0,96	0,95	0,94	0,94	0,92	0,91	0,89	0,87	0,85	0,83	0,81	0,79	0,76	0,74	0,71	0,69
65		0,98	0,97	0,96	0,96	0,96	0,95	0,94	0,93	0,91	0,90	0,88	0,86	0,85	0,83	0,81	0,79	0,77	0,75
70			0,98	0,97	0,97	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,90	0,89	0,88	0,86	0,85	0,83	0,82	0,80
75				0,98	0,98	0,97	0,97	0,96	0,95	0,94	0,94	0,92	0,91	0,90	0,88	0,88	0,87	0,86	0,84



Rys. 4. Wykres zależności $\eta = f(z)$

Zawartość podziarna w produktach handlowych, przeznaczonych na rynek zbytu jest ściśle określona i wynosi 5%. Przy tej zawartości podziarna możemy, jak widać z nomogramu, przesiewać ze sprawnością od 0,70 - 0,98 przy udziale klasy dolnej w nadawie nawet do 15%. Wartość wskaźnika sprawności nie charakteryzuje nam jednoznacznie procesu przesiewania. Dlatego też ocena efektu przesiewania, z punktu widzenia samej wartości wskaźnika sprawności, bez znajomości udziału klasy dolnej w nadawie oraz zawartości podziarna, jest błędem. Na nomogramie możemy wyodrębnić punkty jednakowej sprawności (np. 0,8). Łatwo zauważyć, że stałą sprawność przesiewania możemy otrzymać przy różnych udziałach klasy dolnej w nadawie oraz różnych zawartościach podziarna w klasie górnej.

Możemy przesiewać z dużymi wskaźnikami sprawności przy niskiej skuteczności (dużej zawartości podziarna) i na odwrót. Wskaźnik sprawności przesiewania koreluje z jakością produktów przesiewania. Jedynym zmierzalnym natomiast wskaźnikiem liczbowym jakości produktów przesiewania (skuteczności) jest procentowa zawartość podziarna. Czynnikiem łączącym obie wielkości (η i Z) jest udział klasy dolnej w nadawie (q_d).

W związku z powyższym, pełną ocenę efektu procesu przesiewania można przeprowadzić na podstawie nomogramu, opracowanego w niniejszym artykule.

Autorzy, w oparciu o analizę efektu przesiewania na podstawie nomogramu, proponują przy podawaniu liczby określającej wielkość wskaźnika sprawności podawanie go z dwoma indeksami, np.:

$$\eta_{40}^6 = 0,935$$

gdzie:

indeks górny "6" oznaczałby zawartość podziarna w produkcie głównym, natomiast indeks dolny "40" zawartość klasy dolnej w nadawie. Dopiero w ten sposób opisany wskaźnik sprawności przesiewania jest jednoznacznie określony.

LITERATURA

- [1] Nawrocki J.: Skuteczność przesiewania i grawitacyjnego wzbogacania. Skrypt Uczelniany Politechniki Śląskiej, Gliwice 1975.
- [2] Dietrych J.: Teoria i budowa przesiewaczy. Wyd. Górniczo-Hutnicze, Katowice 1962.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТОВ ПРОСЕИВАНИЯ НА ОСНОВЕ НОМОГРАММЫ

Резюме

Опираясь на показатель эффективности просеивания вычерчено номограмму на основе которой произведено оценку эффекта гранулометрической классификации.

NOMOGRAM SIEVE EFFECTS ANALYSIS

Summary

A nomogram has been drawn on the basis of an efficiency indicator to allow for the assessment of the granulometric classification effect.

Wskazywanie wpływu przesiewania na efektywność klasyfikacji granulometrycznej. Wskazywanie wpływu przesiewania na efektywność klasyfikacji granulometrycznej.

Wskazywanie wpływu przesiewania na efektywność klasyfikacji granulometrycznej. Wskazywanie wpływu przesiewania na efektywność klasyfikacji granulometrycznej.

Wskazywanie

Wskazywanie wpływu przesiewania na efektywność klasyfikacji granulometrycznej. Wskazywanie wpływu przesiewania na efektywność klasyfikacji granulometrycznej.

Wskazywanie wpływu przesiewania na efektywność klasyfikacji granulometrycznej. Wskazywanie wpływu przesiewania na efektywność klasyfikacji granulometrycznej.

Wskazywanie wpływu przesiewania na efektywność klasyfikacji granulometrycznej. Wskazywanie wpływu przesiewania na efektywność klasyfikacji granulometrycznej.

Wskazywanie wpływu przesiewania na efektywność klasyfikacji granulometrycznej. Wskazywanie wpływu przesiewania na efektywność klasyfikacji granulometrycznej.

Wskazywanie wpływu przesiewania na efektywność klasyfikacji granulometrycznej.

Wskazywanie wpływu przesiewania na efektywność klasyfikacji granulometrycznej. Wskazywanie wpływu przesiewania na efektywność klasyfikacji granulometrycznej.

Wskazywanie wpływu przesiewania na efektywność klasyfikacji granulometrycznej. Wskazywanie wpływu przesiewania na efektywność klasyfikacji granulometrycznej.

Wskazywanie wpływu przesiewania na efektywność klasyfikacji granulometrycznej. Wskazywanie wpływu przesiewania na efektywność klasyfikacji granulometrycznej.

Wskazywanie wpływu przesiewania na efektywność klasyfikacji granulometrycznej. Wskazywanie wpływu przesiewania na efektywność klasyfikacji granulometrycznej.