

Lucjusz ANDERS
Politechnika Śląska, Gliwice

BADANIA SKUTECZNOŚCI PRZESIEWANIA DROBNYCH ZIARN WĘGLI SUROWYCH

Streszczenie. Przedstawiono wyniki badań skuteczności przesiewania drobnych ziarn węgla surowych w zależności od zmian składu ziarnowego nadawy z uwzględnieniem typu węgla i jego wilgoci przemijającej. Określono możliwe do uzyskania efekty przesiewania w różnych uwarunkowaniach technologicznych tego procesu.

TESTING THE SCREENING EFFICIENCY OF THE FINE GRAINS OF RAW COALS

Summary. Testing the screening efficiency of the fine grains of the raw coals in relation to the changes of the feed grain size taking into consideration the type of the coal and its transitory moisture content was presented. The results of the screening process in a different technological conditions, that are possible to be obtained, were determined.

1. Wstęp

Współczesne metody urabiania węgla, postępująca mechanizacja, złożony system transportowo-wydobywczy i związany z tym wzrost długości dróg transportu powodują znaczny wzrost udziału ziarn drobnych w węglu surowym. Udział ten może dochodzić nawet do około 60%. W związku z tym współczesne układy technologiczne zakładów przerobczych przewidują wzbogacanie węgla o uziarnieniu do 0 mm, i to zarówno w przypadku węgla koksowych jak i energetycznych. To z kolei wymaga rozwiązania szeregu nowych problemów związanych z klasyfikacją ziarn drobnych (poniżej 20 mm), gdzie granicą rozdziału jest często wymiar kilku milimetrów.

Innym powodem zainteresowania przemysłu węglowego klasyfikacją ziarn drobnych jest zwiększenie wymagań ochrony środowiska dotyczących zawartości popiołu i siarki w koncentratkach węglowych, co wiąże się szczególnie ze wzbogacaniem klas drobnych.

Jednym z istotnych problemów przy klasyfikacji ziarn drobnych jest zawilgocenie materiału, które wynika z określonych warunków górnictwo-geologicznych, a także sposobu prowadzenia procesu urabiania i transportu, gdzie często stosowane jest zraszanie materiału wodą. Wzrost wilgotności materiału ma bardzo niekorzystny wpływ na proces klasyfikacji powodując sklejanie się ziarn i zaklejanie otworów sita, co pociąga za sobą znaczny spadek skuteczności przesiewania, która w pewnych granicach może obniżyć się niemal do 0. Dotyczy to zwłaszcza materiałów drobnouziarnionych.

Dlatego rozwiązanie tego problemu ma istotne znaczenie z punktu widzenia praktyki przemysłowej, w związku z czym celowe jest prowadzenie badań w tym kierunku, które to podjęto w niniejszej pracy.

Temat "Badania nad skutecznością przesiewania ziarn drobnych" jest zagadnieniem obszernym i przewidywanym do realizacji w kilku etapach.

Etap I ujęty w prezentowanym tu opracowaniu obejmuje badania skuteczności przesiewania drobnych ziarn węgla surowych w zależności od zmian składu ziarnowego nadawy z uwzględnieniem typu węgla i jego wilgotności przemijającej.

2. Założenia pracy i metodyka badań

Celem niniejszej pracy jest określenie efektywności przesiewania węgla na przesiewaczu wibracyjnym typu WK przy wydzielaniu z nadawy ziarn poniżej 3 mm dla różnych typów węgla i różnych wartości jego wilgotności przemijającej.

Chcąc objąć szeroki zakres różnorodności węgla do badań wytypowano węgle typu 31 z KWK "Jan Kanty" (31.2) i typu 35 z KWK "Gliwice" (35.2). Jako typ węgla należy tu rozumieć węgiel surowy wraz z towarzyszącym mu okruszczeniem. Badania prowadzono na przesiewaczu wibracyjnym WK z napędem bezwładnościowym przy następującym zestawie parametrów:

Parametry stałe:

- częstość drgań sita: $n = 1360 \text{ min}^{-2}$,
- amplituda drgań sita: $s_0 = 0,00175 \text{ m}$,

- kąt nachylenia sita: $\beta = 0,226 \text{ rad } (13^{\circ})$,
- wymiar otworu sita: $d = 0,0032 \text{ m}$,
- powierzchnia robocza sita: $F = 0,88 \text{ m} \times 0,18 \text{ m} = 0,1594 \text{ m}^2$,
- obciążenie sita: $Q_0 = 1,1 \text{ th}^{-1}$.

Parametry zmienne:

- rodzaje węgla surowego: typ 31 lub 35,
- wilgoć materiału: stan powietrznosuchy i wilgotny $W_{\text{ex}} = 15\%$,
- skład ziarnowy: $Z = 20, 40, 60, 80\%$ klasy 20 - 3,2 mm.

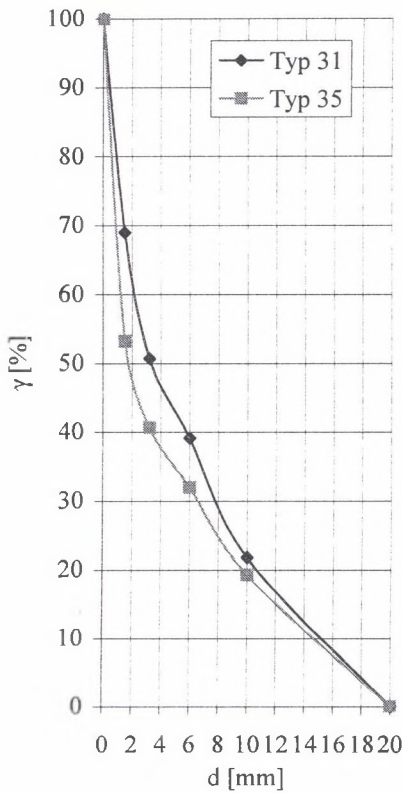
Przed przygotowaniem badawczych składów ziarnowych wykonano analizy sitowe materiałów wyjściowych oraz określono ich składy granulometryczne (rys 2.1.1) oraz zawartości wilgoci (tabl. 2.1.1). Założone cztery różne badawcze składy ziarnowe przygotowano z materiałów wyjściowych - węgla surowych na podstawie charakterystyk z rys. 2.1.2.

Taki zakres zmienności składu ziarnowego obejmuje praktycznie cały interwał zmian tego parametru w warunkach przemysłowych. Badania prowadzono na materiale w stanie powietrznosuchym oraz przy maksymalnym nasyceniu materiału wodą, co odpowiada $W_{\text{ex}} = 15\%$. Obejmuje to praktycznie cały zakres poziomów wilgoci przy przesiewaniu tych węgla w zakładach przeróbczych. Efekty przesiewania mierzono wskaźnikiem procentowej zawartości podziarna w produkcie górnym P%. Podane w zestawieniu wyników badań zawartości podziarna P% są wartościami średnimi z poszczególnych serii pomiarów dla danego zestawu parametrów przesiewania. Badania przeprowadzono na stanowisku badawczym w hali technologicznej Katedry Przeróbki Kopalini i Utylizacji Odpadów Politechniki Śląskiej w Gliwicach.

Tablica 2.1.1

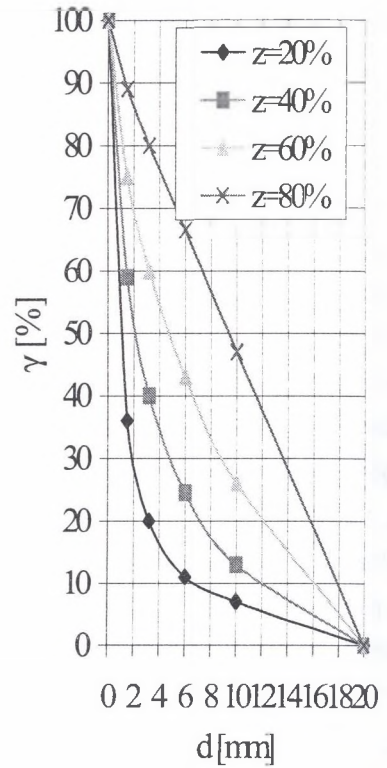
Charakterystyka węgla surowych typu 31 i 35

Zawartość wilgoci		
Typ węgla surowego	31	35
Wilgoć przemijająca W_{ex}	3,70%	0,90%
Wilgoć higroskopijna W_{h}	3,73%	0,61%
Wilgoć całkowita W_{t}	7,43%	1,51%



Rys.2.1.1. Składy ziarnowe węgla surowych typu 31 i 35

Fig 2.1.1. Grain sizes of the raw coals of the 31 and 35 types



Rys.2.1.2. Robocze składy ziarnowe materiałów użytych do badań

Fig. 2.1.2. Grain sizes of the feed material used for tests

3. Wyniki badań

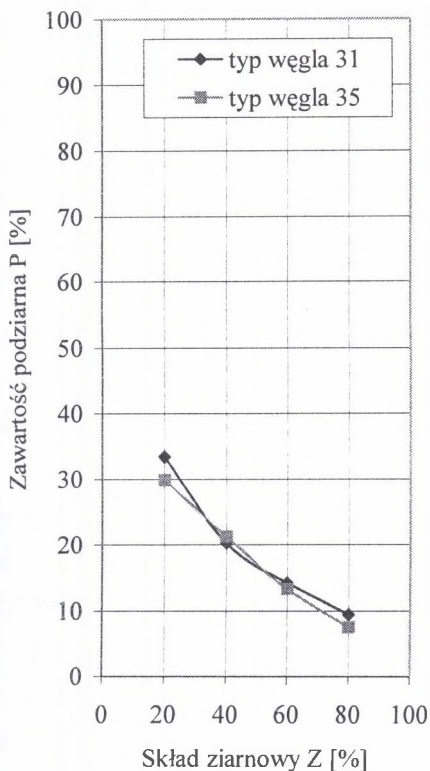
3.1. Zestawienie wyników badań

Tablica 3.1.1

Wpływ wilgotności materiału i typu węgla na zawartość podziarną w produkcie górnym

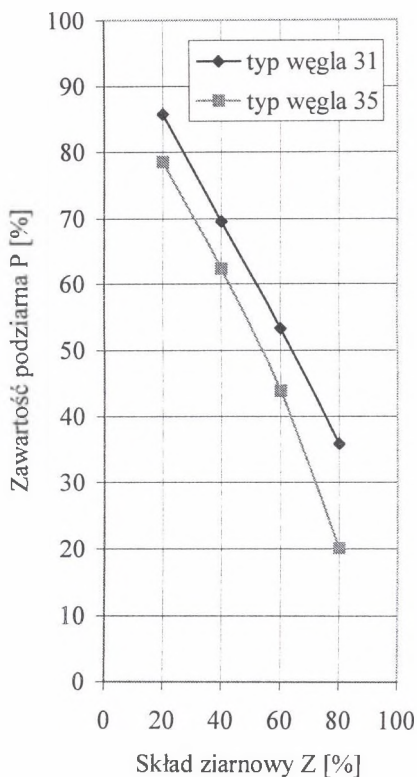
Wilgotność materiału	Zawartość podziarna w produkcie górnym P%			
	Stan powietrznosuchy		$W_{ex} = 15\%$	
Skład ziarnowy Z [%]	Typ węgla surowego			
	31	35	31	35
20	33,33	29,80	85,75	78,56
40	20,24	21,27	69,46	62,38
60	14,23	13,27	53,34	43,90
80	9,42	7,58	35,82	20,07

3.2. Skuteczność przesiewania w zależności od typu węgla



Rys.3.2.1. Wpływ składu ziarnowego Z na zawartość podziarna P w produkcie górnym przy stałych typach węgla w stanie powietrznosuchym

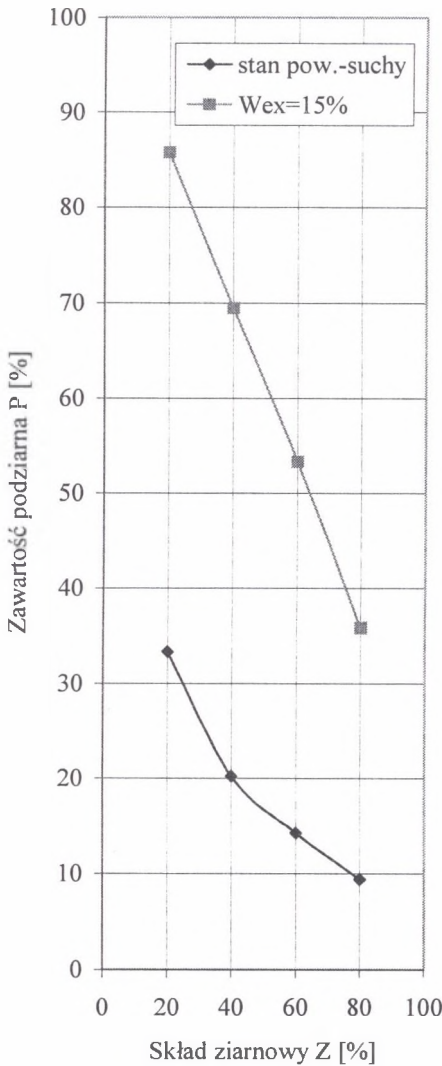
Fig. 3.2.1. The influence of the grain size Z on the undersize particles content P in the upper main product for the stable coal types being in the air-dry state



Rys.3.2.2. Wpływ składu ziarnowego Z na zawartość podziarna P w produkcie górnym przy stałych typach węgla i wilgoci materiału $W_{ex} = 15\%$

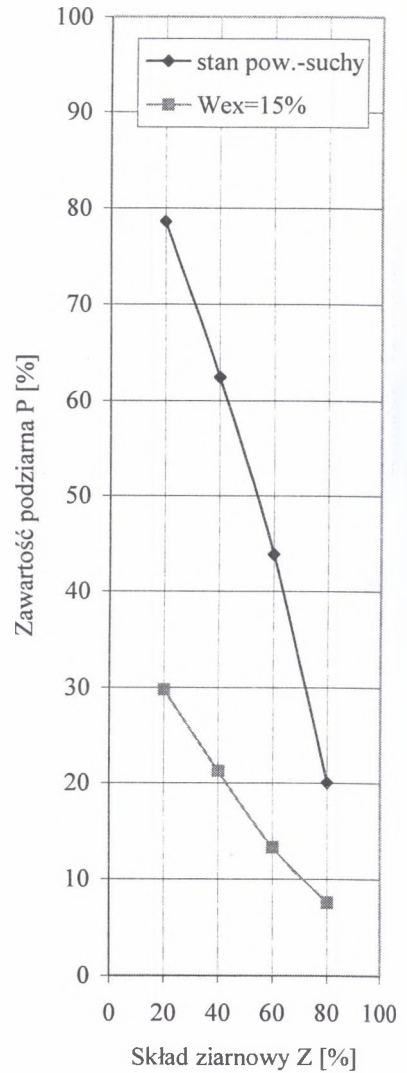
Fig. 3.2.2. The influence of the grain size Z on the undersize particles content P in the upper main product for the stable coal types with the moisture content $W_{ex} = 15\%$

3.3. Skuteczność przesiewania w zależności od wilgoci przemijającej węgla



Rys.3.3.1. Wpływ składu ziarnowego Z na zawartość podziarna P w produkcie górnym przy stałych wilgociach przemijających dla węgla surowego typu 31

Fig. 3.3.1. The influence of the grain size Z on the undersize particles content P in the upper main product with the constant transitory moisture content for the raw coal of the 31 type



Rys.3.3.2. Wpływ składu ziarnowego Z na zawartość podziarna P w produkcie górnym przy stałych wilgociach przemijających dla węgla surowego typu 35

Fig. 3.3.2. The influence of the grain size Z on the undersize particles content P in the upper main product with the constant transitory moisture content for the raw coal of the 35 type

4. Podsumowanie i wnioski

Istnieje wyraźny wpływ zmian składu ziarnowego nadawy Z na skuteczność przesiewania drobnych węgla (zawartość podziarna w produkcie górnym $P\%$).

Intensywność tego wpływu zależy najbardziej od zawartości wilgoci przemijającej w węglu surowym, w dużo mniejszym stopniu od typu węgla surowego.

Dla węgla surowego w stanie powietrznosuchym zmiana udziału klasy górnej w nadawie z $Z=20\%$ do $Z=80\%$ powoduje spadek zawartości podziarna $P\%$ z ok. 30% do ok. 10% zarówno dla węgla surowego typu 31, jak i dla typu 35. Przebieg zmian $P\%$ od Z jest tu praktycznie taki sam i daje bardzo zbliżone zawartości $P\%$ dla obu typów węgla. Nie stwierdza się więc wpływu typu węgla surowego na skuteczność przesiewania w stanie powietrznosuchym w całym interwale zmian składu ziarnowego.

Dla węgla surowego w stanie maksymalnego nasycenia wodą ($W_{ex} = 15\%$) wpływ zmiany składu ziarnowego Z na zawartość podziarna $P\%$ jest bardzo intensywny, a charakter zmienności jest tu prawie identyczny dla obu typów węgla. Zmiana składu ziarnowego z $Z=20\%$ do $Z=80\%$ dała spadek zawartości podziarna $P\%$ dla węgla surowego typu 31 z $P\sim 85\%$ do $P\sim 35\%$, a dla węgla typu 35 z $P\sim 78\%$ do $P\sim 20\%$. Lepsze wyniki uzyskano tu przy przesiewaniu węgla typu 35 (spadek zawartości $P\sim 10$ do 15%) w całym interwale zmian składu ziarnowego Z . Wyjaśnić to można różnicami składu mineralogicznego obu typów węgla surowych (większe zailenie węgla typu 31, co ma istotne znaczenie przy wzroście zawartości wilgoci tego węgla).

Wpływ wilgoci przemijającej na skuteczność przesiewania węgla surowych w odniesieniu do zmian składu ziarnowego Z jest podobny dla obu typów węgla. Najlepiej przesiewają się oba węgle w stanie powietrznosuchym i to z prawie identyczną skutecznością, najgorzej przy wilgotności $W_{ex} = 15\%$, przy nieco różnych, ale zbliżonych zawartościach podziarna $P\%$.

Wielkość różnic efektywności przesiewania przy różnej wilgotności materiału zależy tu w dużym stopniu od zmian składu ziarnowego węgla Z . Największe różnice występują przy $Z = 20\%$ (największa liczba ziarn drobnych w nadawie): $P\sim(80-30)\%$ dla obu typów węgla; najmniejsze przy $Z = 80\%$ i $P\sim(35-10)\%$ dla węgla typu 31 i $P\sim(20-8)\%$ dla węgla typu 35.

Najmniej efektywna przesiewalność dla obu węgla była przy wilgotności materiału $W_{ex}=15\%$, a najgorsze wyniki uzyskano przy składzie ziarnowym $Z=20\%$ (80% klasy drobnej, podsitowej): $P\sim 80\%$, co czyni taki materiał w tych warunkach przesiewania praktycznie nieprzesiewalnym.

Przedstawione tu wyniki badań wskazują na celowość prowadzenia dalszych prac zmierzających do znalezienia sposobów przesiewania tych węgli, dających lepszą skuteczność, szczególnie w tych trudnych technologicznie zakresach wilgoci i składu ziarnowego.

LITERATURA

1. Anders L.: Wpływ wybranych parametrów konstrukcyjno-ruchowych przesiewacza wibracyjnego o ruchu kołowym na skuteczność przesiewania. Praca doktorska. Politechnika Śląska, Gliwice 1979.
2. Anders L.: Badania nad poprawą efektywności klasyfikacji mechanicznej w procesach przeróbki kopalin stałych. CPBP 03.07.03.06. Instytut Przeróbki Kopalin, Politechnika Śląska.
3. Andrejew S.E., Zwerewič W.W., Perow W.A.: Drobleniye, izmieniye i grohoczenie poljeznych iskopajemych. Moskwa 1966.
4. Banaszewski T.: Przesiewacze. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1990.
5. Banaszewski T., Kobiałka R.: Badania skuteczności przesiewania wilgotnych węgli. Sympozjum II Podstawowe Problemy Procesów Przesiewania. Instytut Przeróbki Kopalin Politechniki Śląskiej, Gliwice 1983
6. Dietrych J.: Teoria i budowa przesiewaczy. WGH, Katowice 1962.
7. Nawrocki J.: Zależność między siłami przesiewania a przylegania w wilgotnym węglu. Przegląd Górniczy, nr 10, 1965.
8. Nawrocki J., Pakleza J., Constantin D.: Wpływ typu węgla na skuteczność przesiewania. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej s. Górnictwo, z. 21, 1967.
9. Nawrocki J., Sobieszczański B.: Wpływ zawartości wilgoci w nadawie i obciążenia przesiewaczy na skuteczność przesiewania. Przegląd Górniczy, nr 3, 1965.
10. Olszówka J., Paul B.: Zasady kontroli jakości węgla. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1972.
11. Poradnik Górnika t. 5. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1976.
12. Roga B., Wnękowska L.: Analiza węgla i koksu. WNT, Warszawa, 1966.
13. Sztaba K.: Przesiewanie. Śląskie Wydawnictwo Techniczne, Katowice 1993.

Recenzent: Dr hab. inż. Tadeusz Turnidajski, prof. nzw. AGH

Abstract

Testing of the screening efficiency of fine grains of the raw coals in relation to the changes of the feed grain size taking into consideration the type of the coal and its transitory

moisture content was presented in the paper. The problem of screening of these grains is more and more important in the state-of-the-art coal processing techniques. The tests were carried out on the vibratory screen of the WK type with the inertial drive, having a sieve with holes of the diameter $d = 0.0032$ m. Raw coals of the 31 and 35 types together with accompanying crumbles were the testing material. The tests were carried out on two levels of moisture content: air-dry state and maximal water content $W_{ex} = 15\%$. Also the coal grain size was changed in a wide range (20, 40, 60 and 80% part of upper class in the feed). The results of screening efficiency was measured by the percentage content of undersize particles in the upper main product P [%]. The result show the possible effects to be obtained in a screening process in the different technological conditions.