

JERZY NAWROCKI, JERZY PAKLEZA
DUMITRU CONSTANTIN

WPLYW TYPU WĘGLA NA SKUTECZNOŚĆ PRZESIEWANIA

Streszczenie. Jedną z podstawowych operacji przerobczych mającą na zadanie rozdział materiału na klasy ziarnowe jest przesiewanie.

Wykładnikiem skuteczności przesiewania materiału jest ilość podziarna w klasie górnej.

Przedmiotem pracy jest przedstawienie zależności między ilością podziarna, a wilgocia, w zależności od typu węgla oraz od grubości warstw materiału na sicie. Badania przeprowadzono na przesiewaczu wahadłowym i wibracyjnym o ruchu kołowym dla typu węgla od 31-35.

Klasyfikacja granulometryczna

Operacją mającą w przeróbce mechanicznej istotne znaczenie jest rozdział ciał sypkich na zbiory ziarn według wielkości. Jest to tzw. klasyfikacja granulometryczna. Najbardziej powszechną jest klasyfikacja mechaniczna, czyli przesiewanie. Przesiewaniem nazywamy rozdzielanie na sicie materiału na zbiory o określonych granicach wielkości ziarn. Za sito uważa się przedmiot, w którym znajdują się otwory ściśle określone pod względem wymiarów liniowych.

Przesiewanie polega na umożliwieniu przejścia przez otwory sita ziarnem o wymiarach odpowiednio mniejszych od wymiarów otworów.

Maszyną umożliwiającą to przechodzenie jest przesiewacz.

Przy przesiewaniu na sicie o otworach wielkości \varnothing powinno się teoretycznie otrzymać:

- a) klasę górną, stanowiącą zbiór ziarn o wielkości $> \varnothing$,
- b) klasę dolną, stanowiącą zbiór ziarn o wielkości $< \varnothing$.

Jednak przesiewanie przebiega z pewną tylko skutecznością. Dlatego też w klasie górnej, która powinna zawierać ziarna

większe i równe wymiarowi θ , stwierdza się ziarna mniejsze od tego wymiaru, które nazywane są podziarnem. Obecność podziarna spowodowana jest mało skutecznym odprowadzaniem przez otwory sita ziarn właściwych w klasie dolnej, wskutek czego ziarna te schodzą z sita wraz z właściwymi ziarnami klasy górnej. Ilość podziarna w klasie górnej uzależniona jest przede wszystkim od wilgoci przesiewanego materiału, jego rodzaju, składu ziarnowego, jak również od rodzaju przesiewacza i od jego parametrów.

Przyczyny zawilgocenia nadawy kierowanej na przesiewacze

Wpływ wilgoci na efekty procesu przesiewania jest dość znaczny, szczególnie przy przesiewaniu węgla na sitach o otworach od 0-10 mm. W niektórych przypadkach przesiewanie jest możliwe jedynie przy okresowym oczyszczeniu sita, wilgotny bowiem materiał powoduje zaklejanie otworów. Oprócz zatykania otworów sit, woda zawarta w węglu powoduje przyczepianie się ziarn drobniejszych do ziarn o większych wymiarach. Dzięki temu tworzą się konglomeraty ziarn węgla, pozostające w klasie górnej. Problem mokrego przesiewania urobku coraz większego znaczenia w związku z wprowadzeniem na szeroką skalę mechanizacji robót górniczych. Ze wzrostem zaś mechanizacji wzrasta wychód drobnych klas oraz ilość pyłu.

W celu zapobieżenia wybuchom pyłu węglowego stosuje się zraszanie przodków oraz zraszanie urobku na przesypach. Przyczyną zawilgocenia urobku może być również woda pochodząca ze złoża, a także woda z podsadzki płynnej w przypadku niewłaściwego jej odprowadzania. Biorąc jeszcze pod uwagę hydrotransport, który coraz częściej stosuje się w niższych kopalniach można przyjąć, że nawilgocenie urobku jest zjawiskiem dość powszechnym.

Skuteczność przesiewania

O skuteczności przesiewania decyduje ilość podziarna w klasie górnej. Im więcej podziarna w klasie górnej, tym mniej korzystna jest ocena skuteczności przesiewania. Każdy przesiewacz przy

przesiewaniu tego samego materiału, w tych samych warunkach ma różną wydajność przy różnej skuteczności.

Skuteczną wydajność przesiewania danego materiału na przesiewaczu dostosowanym do podziału materiału na dane klasy wyznacza stosunek ilości przesiewanego materiału do ilości zużytego czasu, przy określonych ilościach podziarna w produktach przesiewania.

Inaczej mówiąc, skutecznością przesiewania nazwać można stopień z jakim wydzielono ziarna o pożądanym wymiarach z wszystkich innych podobnych ziarn możliwych do oddzielenia.

Skuteczność przesiewania zależy głównie od prawdopodobieństwa odsiania mieszaniny.

Prawdopodobieństwo odsiania ziarna sprowadza się do zbadania prawdopodobieństwa:

- ze względu na położenie ziarna w płaszczyźnie prostopadłej do sita $P_{\theta_x, \theta}(h)$ oraz
- ze względu na położenie ziarna w płaszczyźnie poziomej do płaszczyzny sita $P(\theta_x, \theta)$.

Ścisłe wyznaczenie prawdopodobieństwa $P_{\theta_x, \theta}(h)$ jest trudne i wymaga uwzględnienia wielu czynników.

Przyjmując za F. Michelinem wzór uproszczony

$$P_{\theta_x, \theta}(h) = \frac{\theta}{h}, \quad h \geq \theta$$

Za słusnością tego wzoru przemawia następujące rozumowanie. Dla ziarn znajdujących się w warstwie dolnej $h \approx \theta$ prawdopodobieństwo $P_{\theta_x, \theta}(h)$ jest oczywiście równe jedności.

Dla ziarn znajdujących się w warstwach bardziej oddalonych od sita $h > \theta$ prawdopodobieństwo to niewątpliwie maleje.

Prawdopodobieństwo odsiania ziarna określonego pewnym wynikiem liniowym θ_x przez otwór scharakteryzowany wymiarem θ uważa się za zależne od odległości ziarna od powierzchni sita i od wymiaru ziarna.

Przyjmuje się, iż prawdopodobieństwo odsiania P wyraża się zależnością

$$P = P(\theta_x, \theta) \cdot P_{\theta_x, \theta}(h)$$

Metoda badań

Do doświadczeń zastosowano typ węgla 31 o wilgoci higroskopijnej 10,2% 32 o wilgoci higroskopijnej 4,2%, 33 o wilgoci higroskopijnej 3,5%, 34 o wilgoci higroskopijnej 1,8%, 35 o wilgoci higroskopijnej 0,98%. Kolejność czynności przy wykonywanych badaniach była następująca: określonego typu węgiel przeznaczony do badań przesiewano ręcznie na sitach o otworach 30 mm. Do dalszych doświadczeń użyto węgla o granulacji 30-0 mm.

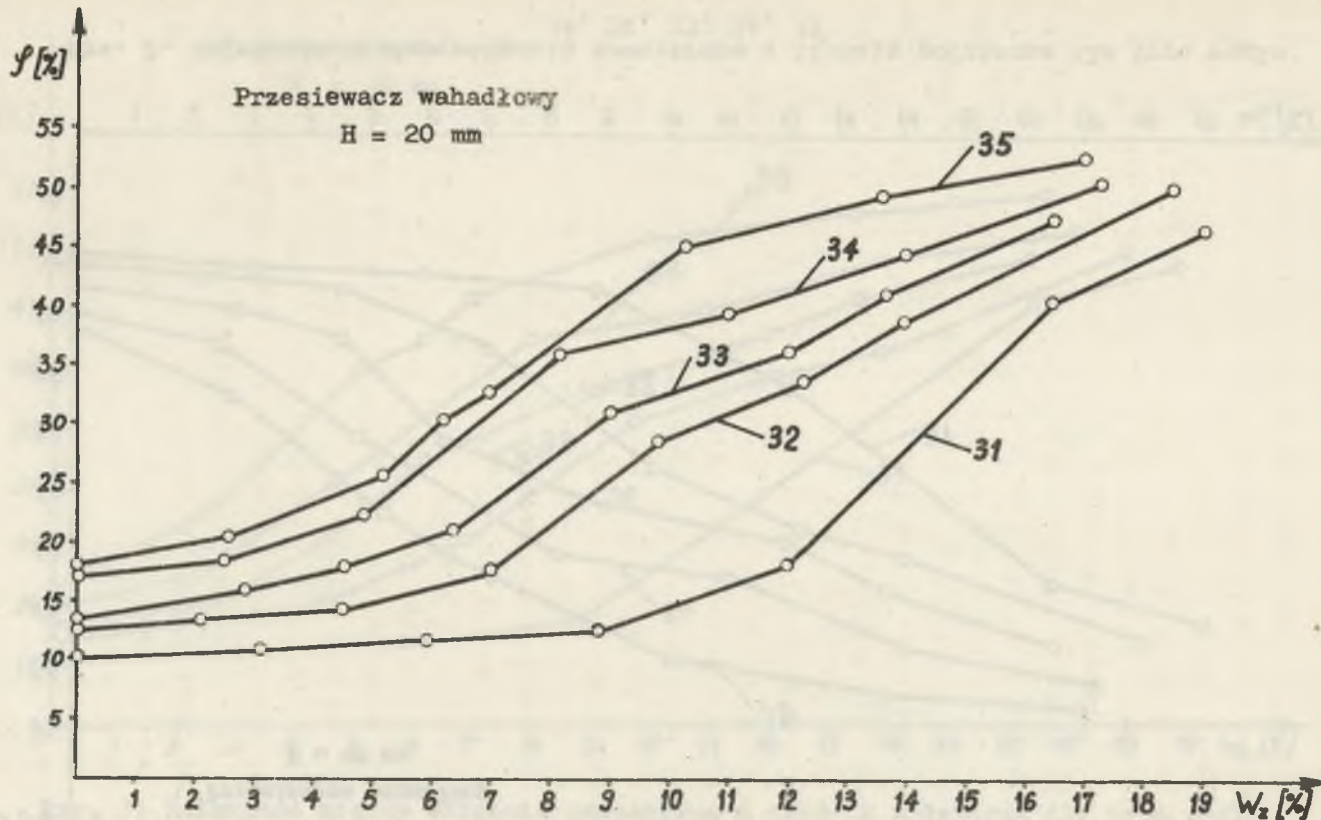
Przy stosowaniu szerokiej klasy ziarnowej, ziarna powyżej 30 mm ulegałyby szybszemu kruszeniu, co spowodowałoby znaczną zmianę składu ziarnowego badanego węgla. Dlatego celowym wydało się odrzucenie klasy powyżej 30 mm. Uśrednienie prowadzone było metodą usypywania stożka, a pomniejszenie przy pomocy pomniejszalnika Jonsa.

W ten sposób przygotowaną próbkę w ilości około 30 kg rozsypano cienką warstwą na betonowym podłożu i skrapiano przy pomocy specjalnie do tego przeznaczonej rurki z otworami, podłączonej węzłem gumowym do rurociągu. Stosując odpowiedni czas skrapiania otrzymano w przybliżeniu żadaną wilgoć.

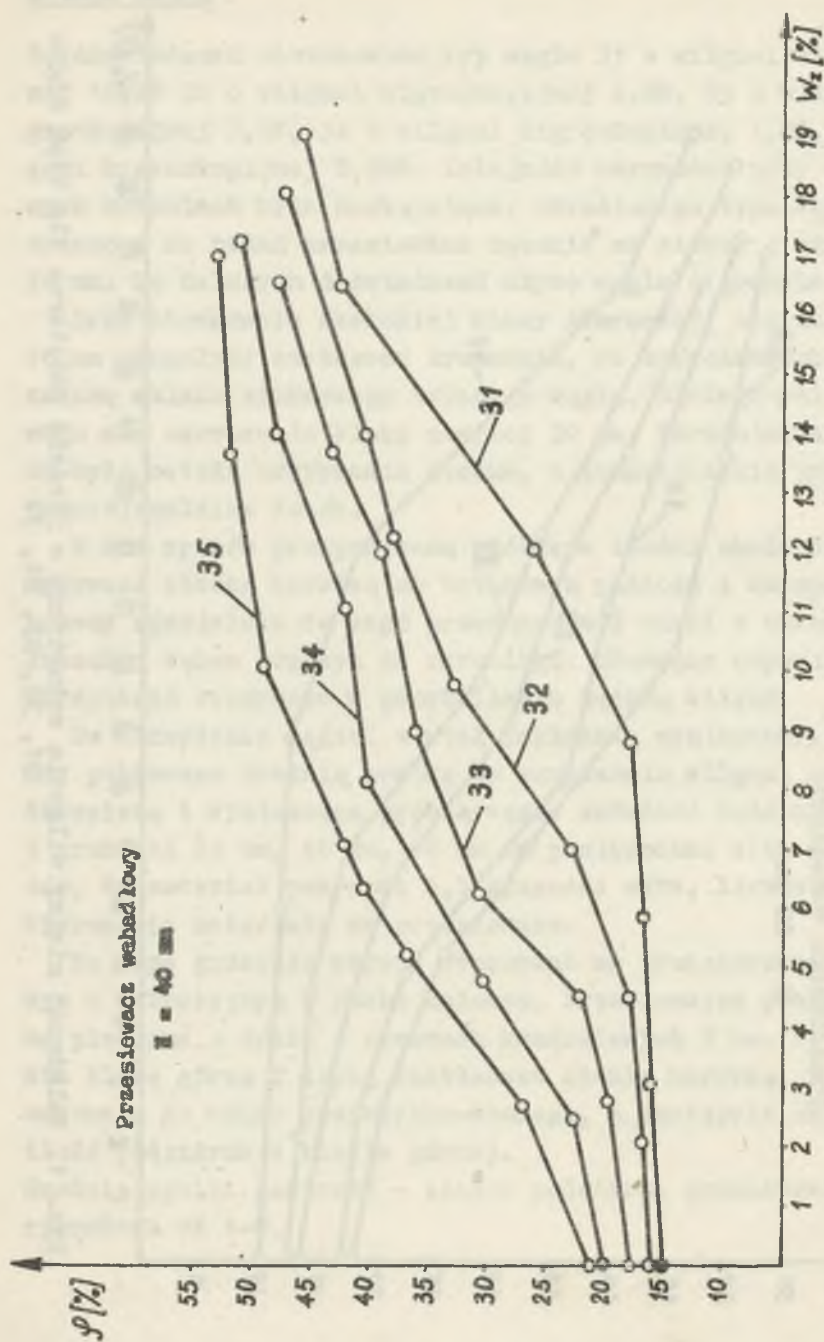
Po skropieniu węgiel został dokładnie wymieszany, a następnie pobierano średnią próbkę do oznaczania wilgoci zewnętrznej. Skropioną i wymieszaną próbkę węgla układano kolejno warstwami o grubości 20 mm, 40 mm, 60 mm na powierzchni sita w ten sposób, że materiał pokrywał 0,3 długości sita, licząc od miejsca kierowania materiału na przesiewacz.

Te same grubości warstw stosowano na przesiewaczu wahadłowym i wibracyjnym o ruchu kołowym. Przesiewacze posiadały sita plecione z drutu o otworach kwadratowych 5 mm. Po przesianiu klasę górną i dolną rozkładano cienką warstwą, w celu wysuszenia do stanu powietrzno-suchego, a następnie określano ilość podziarna w klasie górnej.

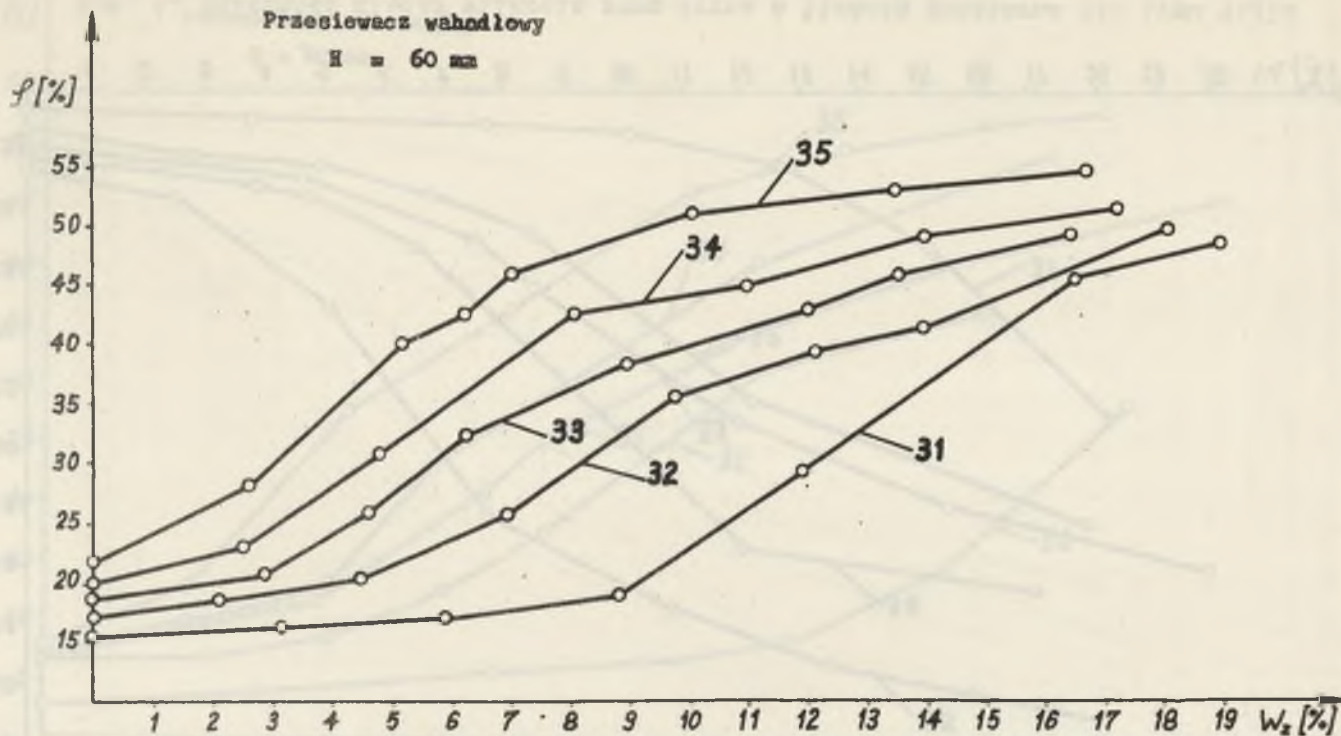
Średnie wyniki pomiarów - ilości podziarna przedstawiono na rysunkach od 1-8.



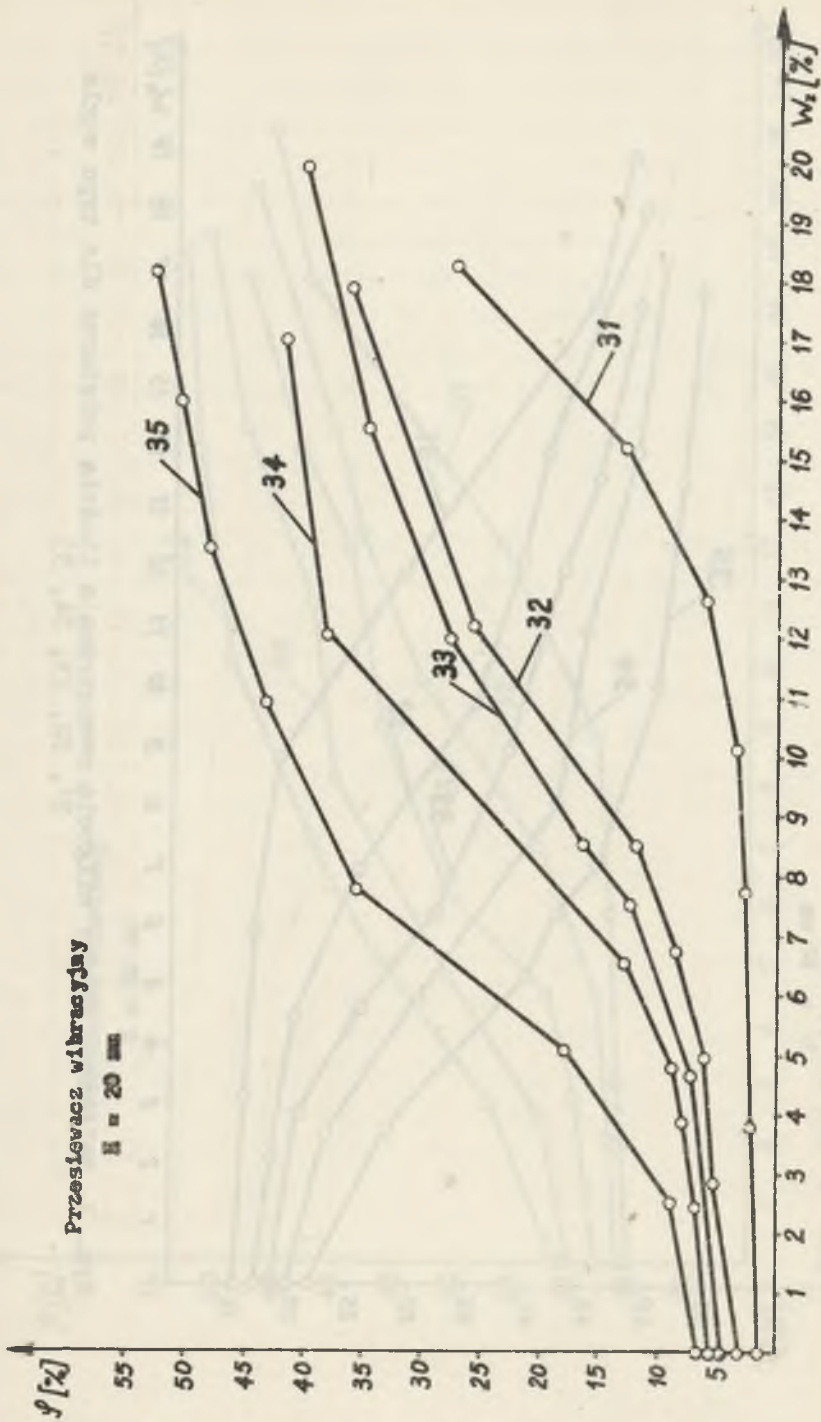
Rys. 1. Zależność między wilgotnością zewnętrzną a ilością podziarna dla typu węgla 31, 32, 33, 34, 35



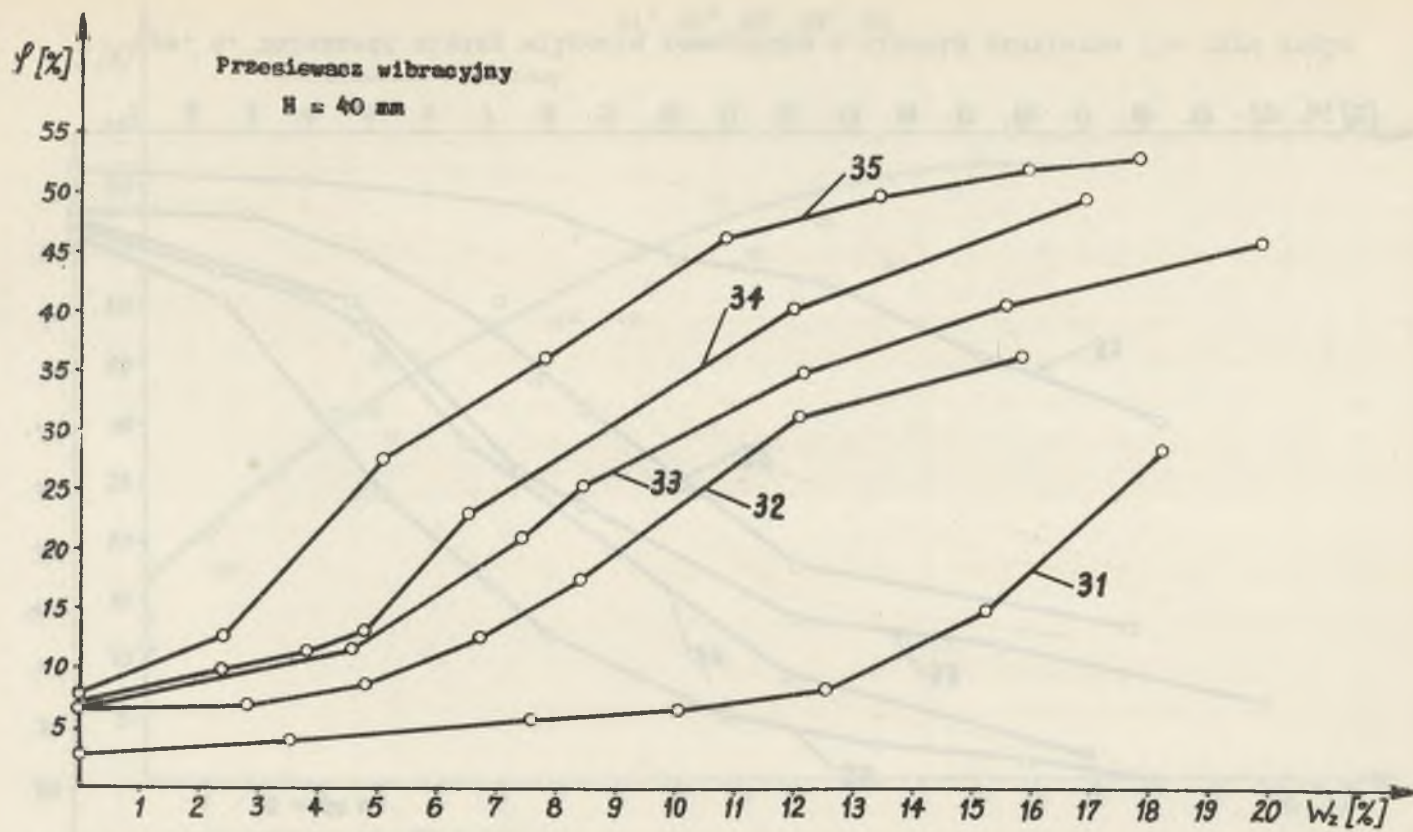
Rys. 2. Zależność między wilgotnością zewnętrzną a ilością podziarna dla typu węgla 31, 32, 33, 34, 35



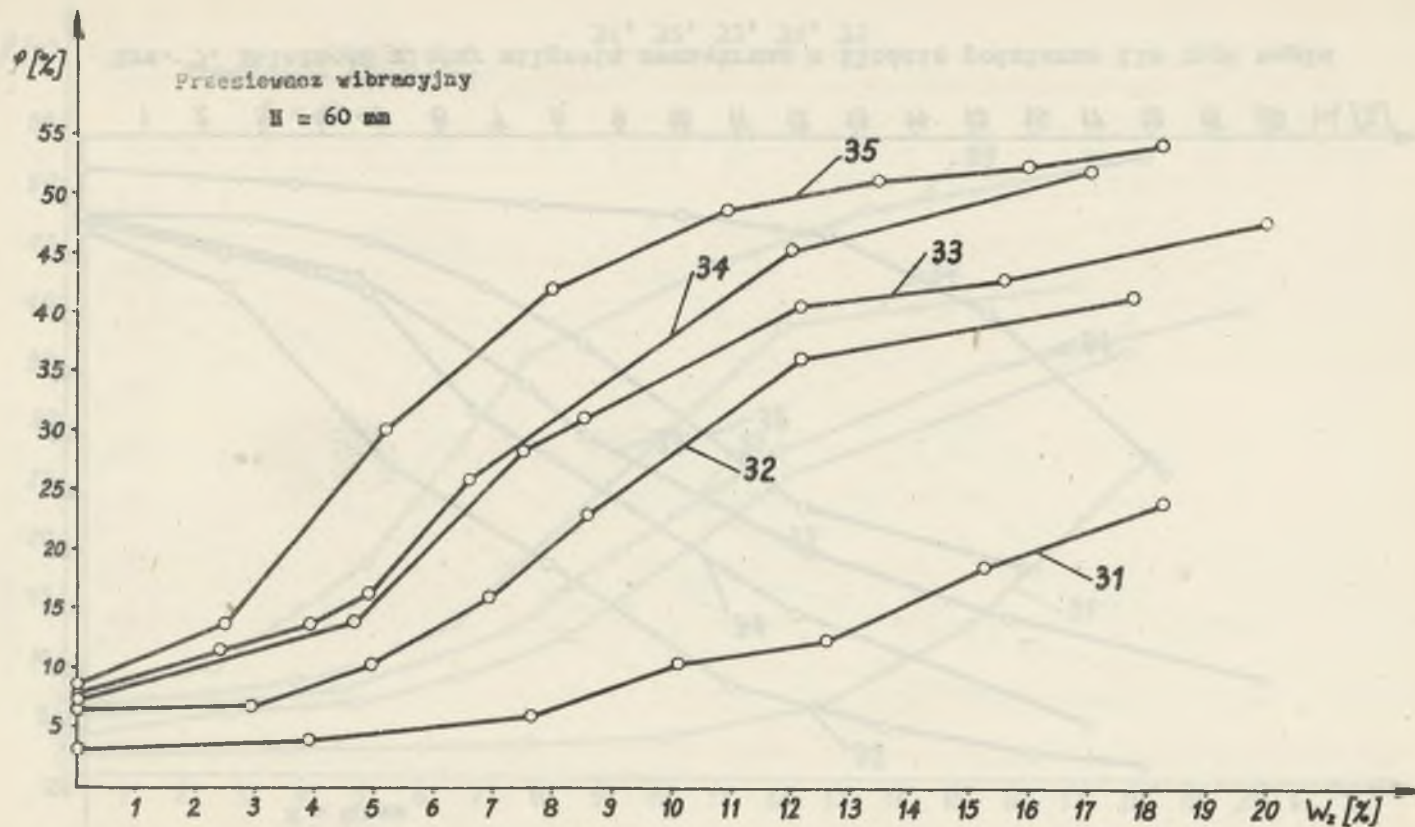
Rys. 3. Zależność między wilgocą zewnętrzną a ilością podziarna dla typu węgla 31, 32, 33, 34, 35



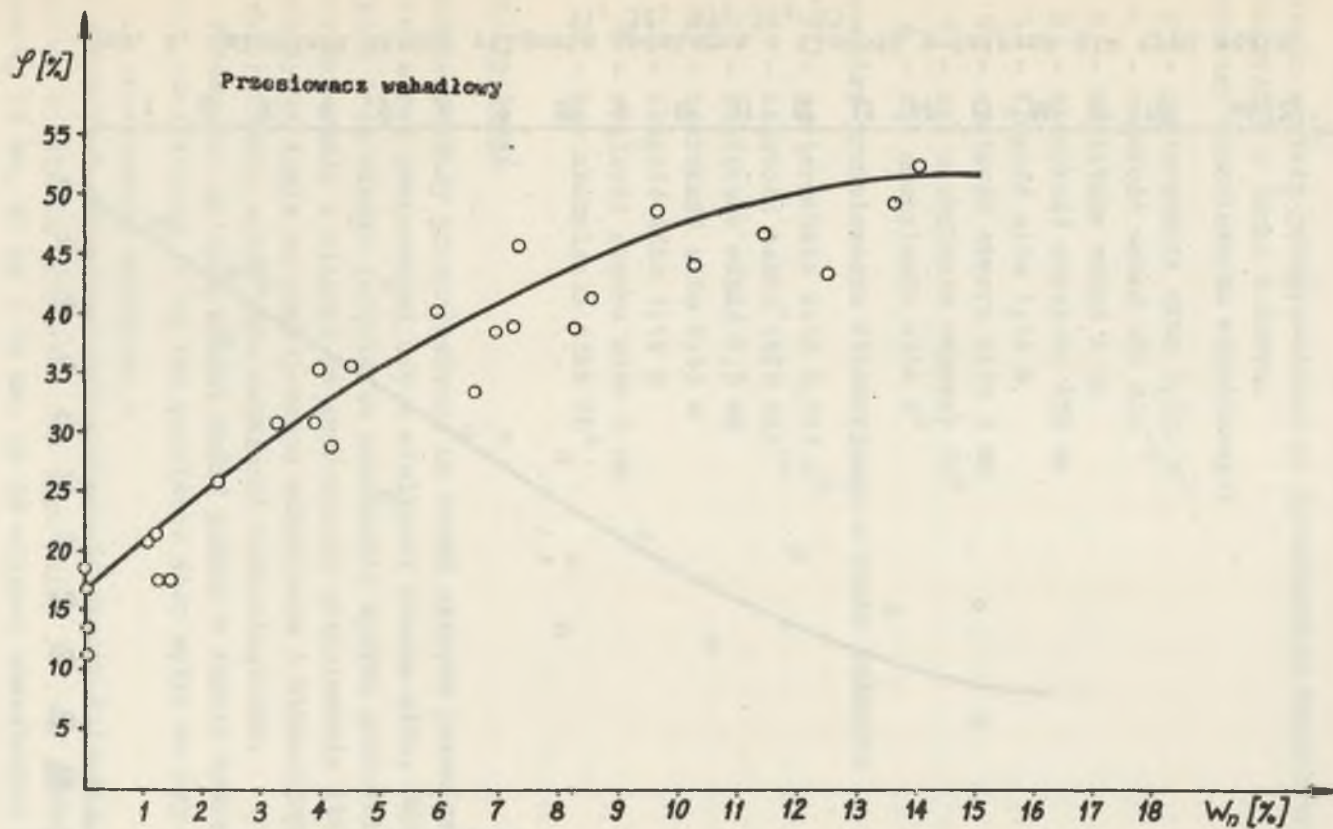
Rys. 4. Zależność między wilgotnością zewn trzną a ilością podziarna dla typu węgla 31, 32, 33, 34, 35



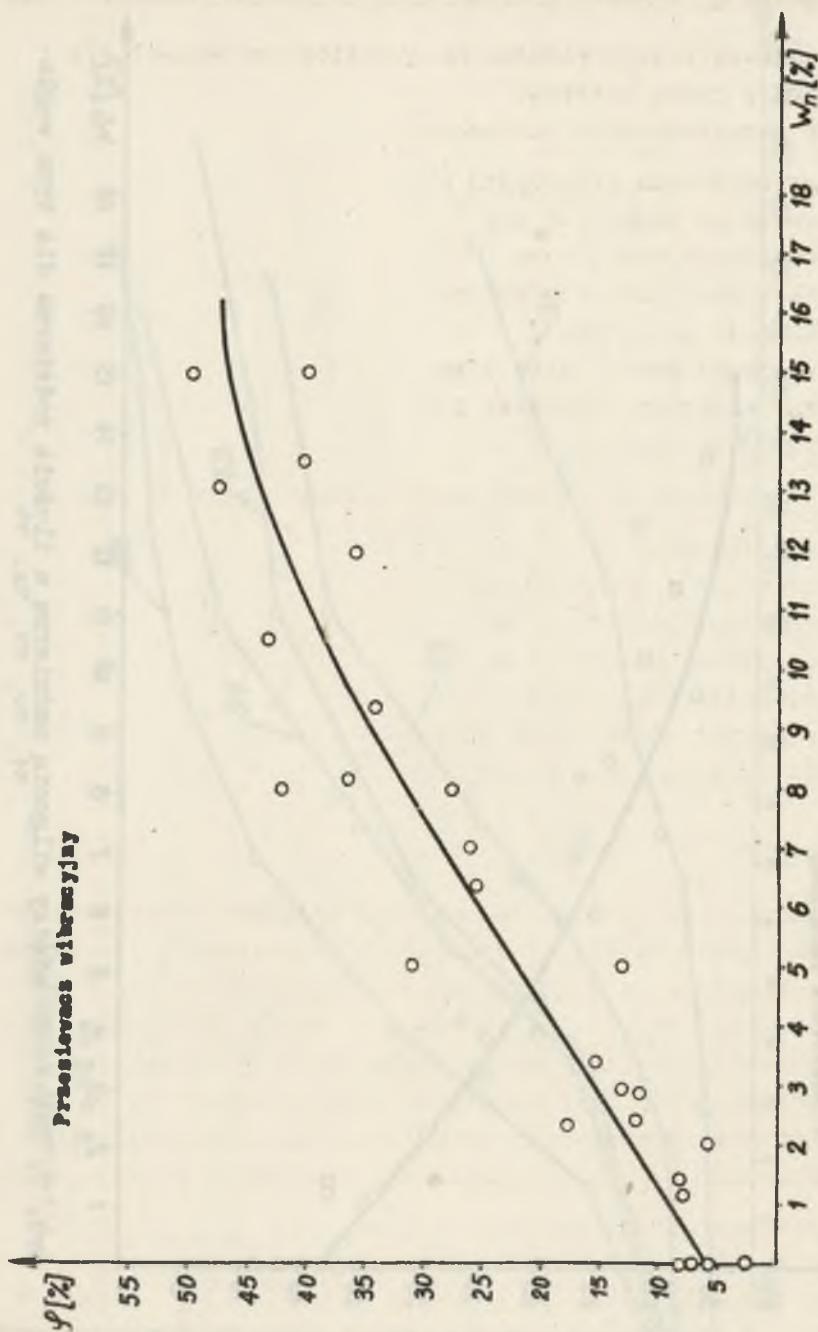
Rys. 5. Zależność między wilgotnością zewnętrzną a ilością podziarna dla typu węgla 31, 32, 33, 34, 35



Rys. 6. Zależność między wilgocią zewnętrzną a ilością podziarna dla typu węgla 31, 32, 33, 34, 35



Rys. 7. Zależność między wilgocią nadmierną a ilością podziarna dla typu węgla
31. 32. 33. 34. 35



Rys. 8. Zależność między wilgotnością nadmierną a ilością podziarna dla typu węgla 31, 32, 33, 34, 35

Opis urządzeń na których zostały przeprowadzone doświadczenia

Badania zostały przeprowadzone na przesiewaczu wahadłowym i wibracyjnym o ruchu kołowym.

Parametry przesiewacza wahadłowego:

- F - powierzchnia sita $0,513 \text{ m}^2$
- n - częstość wahań 568 min^{-1}
- S_0 - amplituda wahań 4 mm
- B - szerokość rzeszota 450 mm
- L - długość sita 1,14 m
- \varnothing - wielkość otworu sita 5 mm
- α - kąt nachylenia wahaczy 25°
- β - kąt nachylenia sita 0°

Parametry przesiewacza wibracyjnego o ruchu kołowym:

- F - powierzchnia sita $0,513 \text{ m}^2$
- n - częstość wahań 1420 min^{-1}
- S_0 - amplituda wahań 2,5 mm
- B - szerokość sita 0,45 m
- L - długość sita 1,14 m
- \varnothing - wielkość otworu sita 5 mm
- α - kąt nachylenia sita 20°

Analiza badań

Badania zostały przeprowadzone na dwóch różnych przesiewaczach o tej samej powierzchni sit i wielkości otworu sita. Otrzymane wyniki mają służyć jedynie za porównanie wpływu grubości warstwy materiału i wilgoci na skuteczność przesiewania dla różnych typów węgla na przesiewaczu wahadłowym i wibracyjnym o ruchu kołowym, a nie jako wskaźniki technologiczne.

Porównując ze sobą wyniki badań podane w formie wykresów można stwierdzić, że na ich podziarno duży wpływ ma typ węgla.

a) przesiewacz wahadłowy -

na wykresie 1.2.3 podana jest zależność między wilgocą zewnętrzną a ilością podziarna dla typu węgla 31 przy grubości warstwy 20 mm, 40 mm i 60 mm. Do 9% wilgoci zewnętrznej przy

grubości warstwy 20 mm ilość podziarna nieznacznie wzrasta, po przekroczeniu tej granicy ilość podziarna szybko rośnie.

Przy grubości warstwy 40 i 60 mm przebieg krzywej jest podobny jak przy grubości warstwy 20 mm, z tym, że ilość podziarna jest znacznie większa. Dla typu węgla 32 ilość podziarna wzrasta od 5% wilgoci zewnętrznej dla typu węgla 33 od 4%, dla typu węgla 34 od 3%, dla typu węgla 35 od 1,5%.

Porównując wykresy na rys. 1, 2, 3 można zauważyć, że dla wilgoci zewnętrznej równej 0, ilość podziarna dla wszystkich typów i grubości warstwy materiału waha się w granicach od 10 do 23%. Krzywą ograniczającą od dołu wszystkie wykresy jest krzywa dla typu węgla 31, zaś od góry ogranicza je krzywa dla typu węgla 35. Wszystkie pozostałe wykresy znajdują się wewnątrz tych dwóch skrajnych krzywych i wzajemnie się nie przecinają.

Przy wilgoci zewnętrznej od 4 do 14% występują największe różnice w ilości podziarna. Dla wilgoci zewnętrznej wynoszącej 9% różnica między krzywymi skrajnymi wynosi około 37% ilości podziarna.

b) przesiewacz wibracyjny o ruchu kołowym -
dla tego typu przesiewaczy ilość podziarna zaczyna znacznie rosnać od następujących wartości:

dla	typu	węgla	31	od	13%	wilgoci	zewnętrznej	(rys. 4,5,6)
"	"	"	32	od	5,5%	"	"	(rys. 4,5,6)
"	"	"	33	od	4%	"	"	(rys. 4,5,6)
"	"	"	34	od	3,5%	"	"	(rys. 4,5,6)
"	"	"	35	od	1%	"	"	(rys. 4,5,6)

W przedziale od 0 do 4% wilgoci zewnętrznej ilość podziarna można przyjąć za stałą dla węgla typu 32, 33, 34.

Po przekroczeniu tej wilgoci ilość podziarna rośnie, a maksymalna rozpiętość wynosi około 40%.

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń można stwierdzić, że wpływ wilgoci na skuteczność przesiewania w zależności od typu węgla jest bardzo duży. Najbardziej uwidacznia się w przedziale od 4 do 18% wilgoci zewnętrznej, w którym ilość podziarna ze wzrostem wilgoci gwałtownie rośnie dla wszystkich typów węgla.

Powyżej 18% wilgoci zewnętrznej przesiewanie prawie nie odbywa się (skuteczność przesiewania jest minimalna). Ziarna drobne w połączeniu z ziarnami większymi tworzą jednolitą masę, która przechodzi w całości do klasy górnej.

Przy przesiewaniu na tym samym przesiewaczu przy tej samej grubości warstwy materiału i tej samej wilgoci dla różnych typów węgla otrzymuje się różne ilości podziarna. Wynika to bowiem stąd, że siły przylegania przy tej samej wilgoci zewnętrznej rosną wraz ze wzrostem typu węgla.

Jednym z parametrów określającym siłę przylegania jest kąt którego wartość jest następująca:

$$\alpha = 2,95 \sqrt{2 \left\{ \left[W_o - (1,83 W_h + 2,2) \right] - 1 \right\}}$$

Jeżeli w powyższym wzorze wilgoć całkowita jest stała, a maleje wilgoć higroskopijna, to kąt α rośnie, a tym samym rosną siły przylegania. Wiemy bowiem, że wraz ze stopniem uwęglenia, tzn. ze wzrostem typu węgla maleje wilgoć higroskopijna.

Najlepiej uwidacznia się wpływ wilgoci na skuteczność przesiewania, jeżeli do omawianego zagadnienia wprowadzimy wilgoć nadmierną (wilgocią nadmierną nazywam wilgoć całkowitą pomniejszoną o wilgoć krytyczną), tak jak to pokazano na rys. 7, 8.

Przesiewacz wibracyjny ma większą skuteczność przesiewania niż przesiewacz wahadłowy przy niskich zawartościach wilgoci zewnętrznej, natomiast przy wyższych zawartościach różnice te są nieznaczące.

ВЛИЯНИЕ ТИПА УГЛЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОСЕИВАНИЯ

Р е з ю м е

Одной из основных операций обогащения является просеивание, способствующее разделу материала на зерновые классы.

Показателем эффективности просеивания продукта служит количество подрешётного продукта в надрешётном продукте.

Сущность работы - показать существующую зависимость между подрешётным продуктом и влажностью. Показатели этой зависимости будут разные, так как они обусловлены классом угля и толщиной слоя продукта, находящегося в решете.

Опыты проведены на качающемся грохоте, а также на вибрационном грохоте с круговым движением для типа угля 31-35.

COAL KIND AND ITS INFLUENCE ON THE EFFECTIVENESS OF SIEVING

S u m m a r y

Sieving is one of the basic processing operations that aim at the material distribution into grain classes.

The index of the material sieving effectiveness is the quantity of minus mesh in the upper class.

The paper tries to present the dependences between the quantity of minus mesh and the moisture depending on the kind of coal and the thickness of the material layers on the sieve.

The investigations have been carried out by means of an oscillating and shaking screen with a circular motion for the kinds of coal from 31 to 35.

27
34