ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1967

Seria: GÓRNICTWO z. 22 Nr kol. 186

JERZY NAWROCKI, IRENA FAZAN, DUMITRU CONSTANTIN

WSTĘPNA KLASYFIKACJA UROBKU O OPTYMALNEJ SKUTECZNOŚCI

Streszczenie. Na jednej z kopalń Zagłębia Górnośląskiego przeprowadzono badania nad wpływem części ilastych i wilgoci na dokładność przesiewania na przesiewaczu rezonansowym. W wyniku przeprowadzonych badań podano proces technologiczny wstępnej klasyfikacji o optymalnej skuteczności.

Wstęp

Przystępując do analizy przyczyn mało skutecznego odsiewania klasy 20-0 mm opiszę system jej klasyfikacji oraz skład ziarnowy materiału.

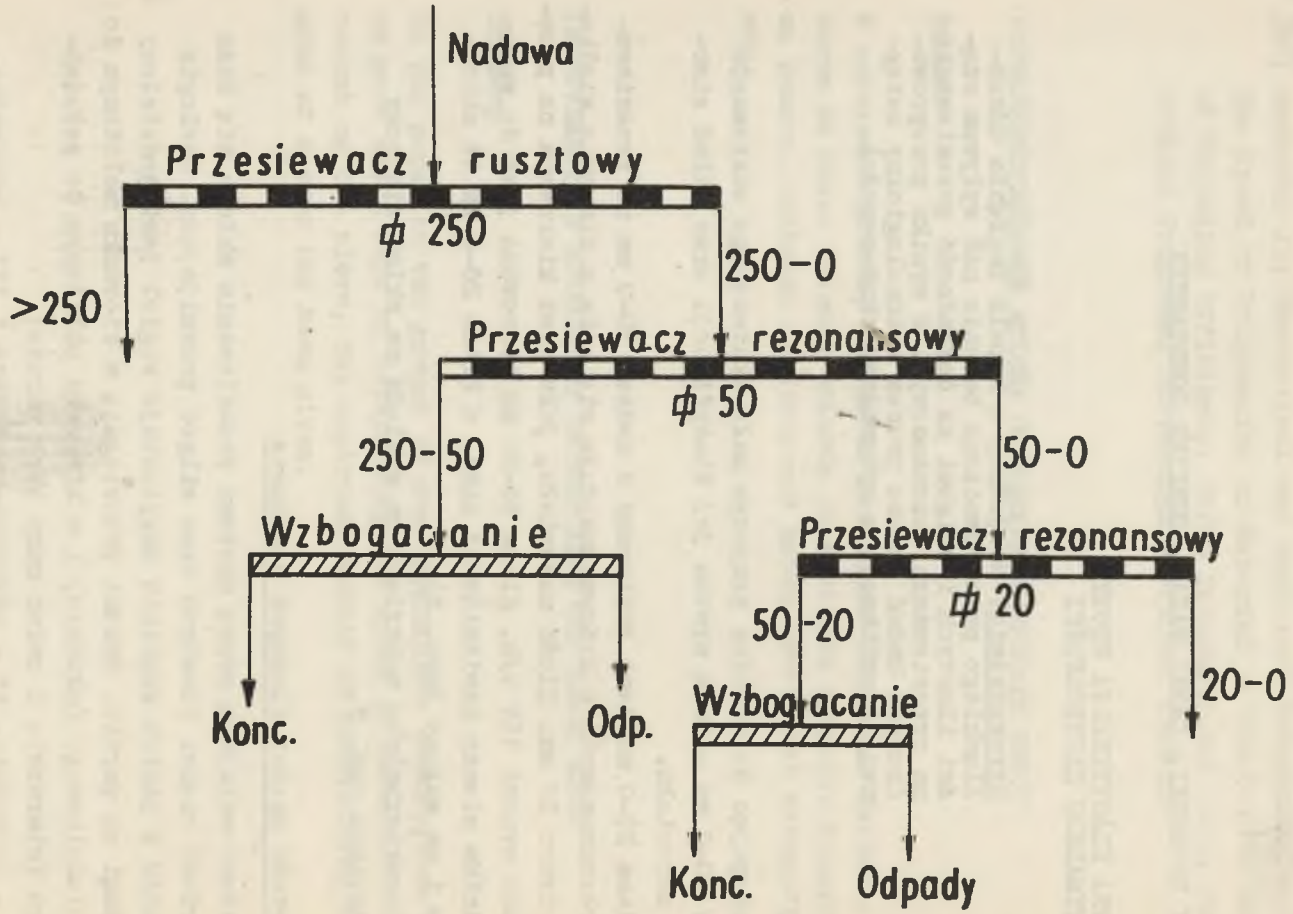
Klasa 20-0 mm jest odsiewana z nadawy 50-0 mm na przesiewaczu rezonansowym, w którym znajdują się sita z blachy o wielkości otworu 20 mm. Ilość materiału, jaka jest kierowana na przesiewacz wynosi 169 t/h. Klasa 50-20 mm kierowana jest do wzbogacalnika cieczy zawiesinowej Disa, a klasa 20-0 mm do zbiorników i na wagony (rys. 1).

Charakterystykę materiału ze względu na skład ziarnowy przedstawia rys. 2.

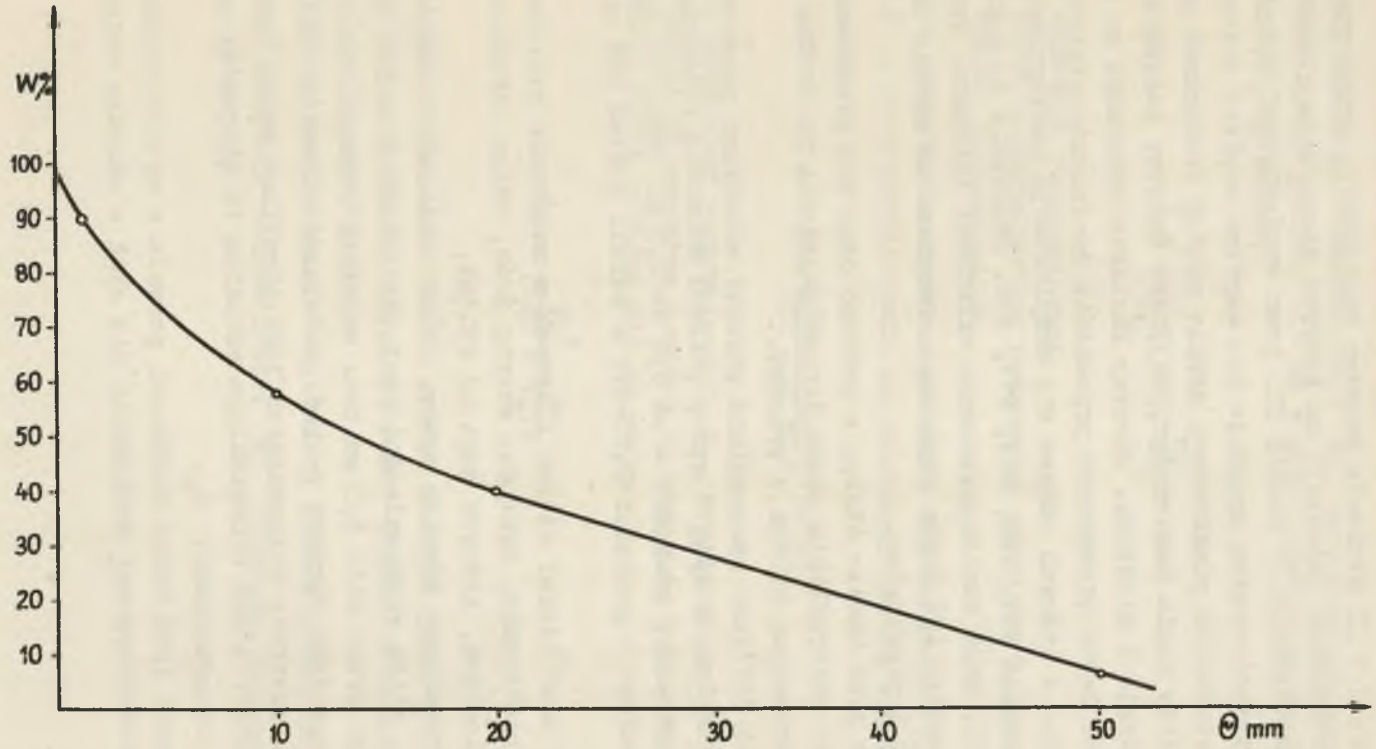
Zawartość części ilastych w nadawie

Na niezadowalającą pracę systemu przesiewania składa się duża zawartość części ilastych oraz wilgoć przemijająca. Geologia pokładów z jakich kopalnia eksploatuje węgiel jest podzielony uskokami na partie. Uskoki przebiegają w kierunku zbliżonym do równoleżnikowego (młodsze) i w kierunku zbliżonym do południkowego (starsze). A zatem mamy trzy partie:

I - zachodnia, II - północno-wschodnia i III - centralna.



Rys. 1. Schemat jakościowy zakładu (alternatywa I)



Rys. 2. Krzywa składu ziarnowego

Partię I i II stanowią warstwy karbońskie, przykryte iłami trzeciorzędowymi (miocen), na których spoczywają gliny i piaski pleistoceńskie. W partii III poza wymienionymi wyżej skałami pod trzeciorzędem znajduje się warstwa wapieni triasowych.

W karbońskich piaskowcach zwykle między iłołupkami znajdują się pokłady węgla kamiennego, najpierw warstwy łaziskie, orzeskie, rudzkie i siodłowe. Warstwy łaziskie zbudowane są głównie z grubych ławic piaskowców przeważnie średnioziarnistych, jasnoszarych, w których odbywa się eksploatacja następujących pokładów węgla: 207, 208, 209, 211, 212. Wszystkie te pokłady prócz 207, mają zanieczyszczenia wkładkami iłołupku, łupku ogniotrwałego lub łupku węglowego. Partiami na zmianę zalega iłołupek i piaskowiec.

Łupek jest bardzo słaby, a grubość jego nie przekracza 1,5 m. Po odstrzelaniu opada i rozbijając się na drobne kawałki zanieczyszcza urobek w przodku.

Pokład 212 jest szczególnie pocięty wkładkami piaskowca o grubości 1,2 m, a spąg i strop pokładu stanowią okładziny iłołupku o zmiennej grubości - od 0,2 do 2,0 m. Przerost łupku ogniotrwałego o grubości 0,05-0,2 m dzieli pokład 209 na dwie części.

Chcąc znać udział części ilastych w materiale przychodzącym na przesiewacz, wykonano szereg prób, celem określenia części ilastych, których jest od 25-59%.

Przeprowadzono również próby, celem oznaczenia rozmywalności skał. Miarą rozmywalności skał jest ilość produktu przechodzącego przez sito 0,5 mm tzw. wskaźnik rozmywalności R_2, charakteryzujący "gruby" rozpad. Podatność natomiast skał do tworzenia zawiesin koloidalnych jest określana przez oznaczenie ilości ziarn o nominalnym wymiarze 10 mikronów, tzw. wskaźnik rozmywalności R_4.

Znajomość tych dwóch wielkości pozwala w sposób wystarczający scharakteryzować zachowanie się skał w ośrodku wodnym.

Wartość wskaźnika rozmywalności R_2 wyrażającego procentową zawartość klasy poniżej 0,5 mm w przeliczeniu na suchą skałę oblicza się wg wzoru:

$$R = 100 - \frac{100\ Q_{sp}}{100 - W_h}$$

gdzie:

R - wskaźnik rozmywalności,

Q_{sp} - sucha pozostałość po rozmywaniu na sicie 0,5 mm,

W_h - wilgoć higroskopijna.

W wyniku rozmywania uzyskano na sicie 0,5 mm suchej pozostałości 18,9 G, co w przeliczeniu na substancję suchą wynosi:

$$R = 100 - \frac{100 \cdot 18,9}{100 - 1,52} = 80,9\%$$

Wartość wskaźnika rozmywalności R_4 wyrażający zawartość ziarn o nominalnym wymiarze poniżej 10 mikronów w przeliczeniu na substancję suchą oblicza się wg wzoru:

$$R_4 = \frac{10^7 \cdot M}{(100 - W_h)V}\ \%$$

gdzie:

M - ciężar suchy (105-110°C) części stałych zawartych w próbce o objętości 10 ml pobranej pipetą Andreasena,

W_h - wilgoć higroskopijna,

V - objętość zawiesiny, którą należy poddać rozcieńczeniu.

Obliczony wskaźnik rozmywalności R_4 obliczony podanym wzorem wynosi 21,3%.

Siły działające między cząstkami iłowymi

Wymienia się następujące siły o charakterze fizykochemicznym, działające między cząstkami iłowymi:

1. Siły przyciągania van Der Waalsa.
2. Siła odpychania warstw podwójnych.
3. Siła elektrostatycznego przyciągania sieci jonowej.
4. Siła elektrostatycznego przyciągania krawędzi do powierzchni.
5. Siły działające na dipol trwały i wzbudzony w polu elektrycznym.

ad 1. Siły van der Waalsa podane są wzorem:

$$P_A = \frac{A}{48} \frac{1}{d^3} + \frac{1}{(d+\ )^3} - \frac{2}{(d+\ /2)^3}$$

gdzie:

A – stała,
d – połowa odległości między równoległymi cząstkami iłu,
δ – grubość pojedynczej cząstki.

Stała A jest wartością obliczoną teoretycznie. Zależy ona od rodzaju oddziałujących na siebie atomów i od gęstości upakowania atomów danej substancji.

Według Hamakera (1937)

$$A = \pi^2 q^2 \lambda$$

gdzie:

q – liczba atomów na 1 cm^3 cząstki.

Zaś według Slater i Kirkwood (1931)

$$\lambda = 11{,}25 \times 10^{-24} \cdot n^{1/2} \alpha^{3/2}$$

gdzie:

n – liczba elektronów na zewnętrznej powłoce elektronowej,

α – polaryzowalność atomu.

ad 2. Wzajemne oddziaływanie warstw podwójnych, sąsiadujących ze sobą cząstek powoduje wystąpienie między nimi sił odpychania, których wielkość można obliczyć ze wzoru:

$$Pn = 2nkT\ (\cos h\ y_d - 1)$$

gdzie:

n – liczba jonów w 1 cm^3 cieczy porów z dala od powierzchni cząstki,

K – $1{,}38 \times 10^{-16}$ erg/jon,

T – temperatura w ^oK,

y_d – bezwymiarowa funkcja potencjału elektrycznego pośrodku między równoległymi cząstkami znajdującymi się w odległości 2d.

Według Langumira y_d wynosi:

$$d = 2 \ln \frac{\pi}{\Delta}$$

gdzie:

$$\Delta = K(d + x_o)\ \text{(Bolt i Miller 1955)}$$

oraz

$$K = \sqrt{\frac{8\pi n e^2 z^2}{\varepsilon K T}}$$

gdzie:

e – $4{,}803 \times 10^{-10}$ j. ES/jon – ładunek elementarny,

z – wartościowość jonu wymiennego, E = 80,5 – stała dielektryczna wody w temperaturze 20^oC,

T – 293^oK, d – połowa odległości między równoległymi cząstkami

$$X_o = \frac{4z\ Co}{K^2 \gamma}$$

Co – stężenie w cieczy porów z dala od powierzchni cząstki w mol/cm^3

γ – gęstość ładunku powierzchniowego.

ad 3. Siła elektrostatycznego przyciągania sieci jonowej. Potencjał przyciągania sieci jonowej jako kondensatora o wymiarach atomowych jest podany wzorem (Norrish 1954).

$$V = \frac{2\pi\sigma^2 d}{\varepsilon} \ (erg/cm^2)$$

Należy się spodziewać, że siły te działają tylko przy niewielkich odległościach między równoległymi cząstkami, zaś przy większych odległościach przekształcają się one w odpychanie warstw podwójnych.

ad 4. Przyciąganie elektrostatyczne krawędzi do powierzchni, występuje dzięki temu, że krawędź cząstki iłowej może (i zwykle jest) naładowana przeciwnie, niż powierzchnia płaska.

$$P_E = \frac{2\pi\sigma_+\sigma_-}{}$$

gdzie:

σ_- – ładunek powierzchniowy powierzchni,

σ_+ – ładunek powierzchniowy krawędzi

$$\sigma_- = \frac{CEC \times e \times N}{S\ (1-Se/S)}$$

CEC – pojemność wymiany jonowej,

e – ładunek elementarny,

N – liczba Avogadro,

S – powierzchnia właściwa,

Se/S – udział powierzchni krawędzi w całkowitej powierzchni właściwej.

ad 5. Siły działające na dipol indukowany w polu elektrycznym, ma jak przyjęto następującą wielkość:

$$P_{Di} = \frac{V_{Di}}{\Delta d} = \frac{1}{2}\frac{\alpha \Delta E_d^2}{\Delta d}$$

gdzie:

Ed - natężenie pola elektrycznego w odległości d od powierzchni cząstki,

α - polaryzowalność atomu.

Przyczyny nadmiernej wilgoci w urobku

Przyczyn zawilgocenia urobku należy szukać we wzroście mechanizacji, a zatem we wzroście wychodu klas drobnych i pyłu. Z tego względu, aby zapobiec wybuchom pyłu węglowego, stosuje się zraszanie przodków oraz zraszanie urobku na przesypach.

Oprócz tego przyczyną zawilgocenia urobku może być woda pochodząca ze złoża, a także woda z podsadzki płynnej.

W przypadku niewłaściwego jej prowadzenia w kopalni, w której przeprowadzono doświadczenia, zasadniczą przyczyną tak dużego zawilgocenia urobku jest woda pochodzenia złożonego, gdyż jej średni dopływ do wyrobisk wynosi około 21 m^3/min.

Zawilgocenie nadawy nie wykazuje żadnych regularności pod względem zmiany w czasie. Badania nad zmianami wilgoci zewnętrznej w nadawie kierowanej na przesiewacz CDR-73 prowadzono w dniach 2.05 - 9.05.1966 r.

Próbki pobierano codziennie przez kolejnych 6 dni w odstępach jednogodzinnych w czasie I zmiany. Wyniki prób podano w tablicy 1.

Przesiewacz rezonansowy na którym przeprowadzono doświadczenia

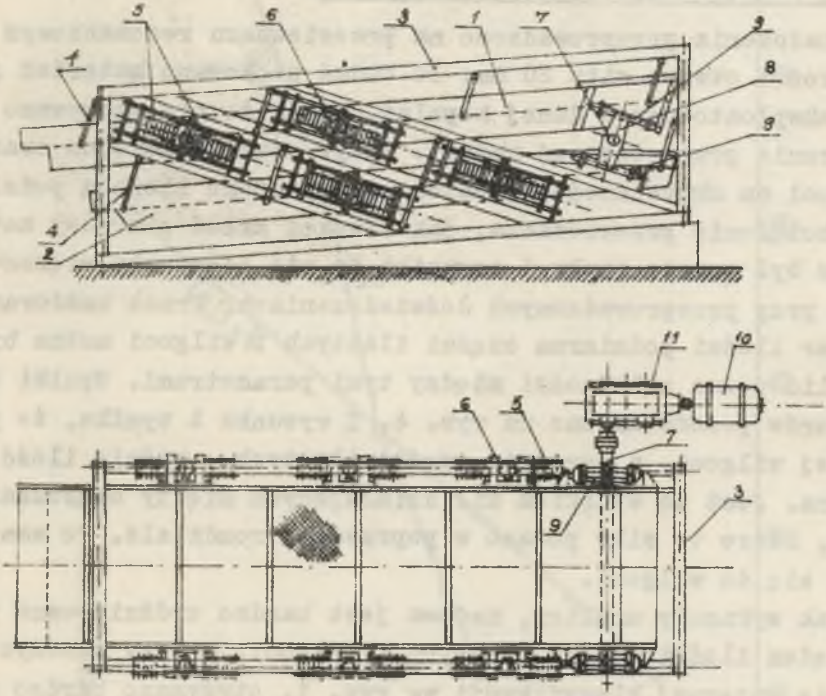
Przesiewacz CDR-73 należy do grupy przesiewaczy rezonansowych. Przesiewaczami rezonansowymi nazywamy przesiewacze, których ruch odbywa się przy występowaniu zjawiska współbrzmienia, czyli rezonansu. Każdy układ sprężysty ma pewną określoną charakterystyczną częstość drgań własnych. Wprawiany w ruch układ wykonuje zawsze tę samą ilość wahnień (drgań) na sekundę. O ile układ taki jest wprawiony w ruch zewnętrznie działającą siłą okresową i o ile częstość siły zewnętrznej jest ta sama, co częstość własna układu, to mówimy, że układ jest w rezonansie.

Tablica 1

Wilgoć zewnętrzna nadawy

Dzień / Godzina	Wilgoć zewnętrzna %					
	2.V	3.V	4.V	5.V	6.V	7.V
7,00	5,8	6,0	4,5	4,2	4,4	8,3
8,00	7,6	7,5	6,1	6,6	4,6	9,5
9,00	6,2	6,5	5,0	8,4	5,2	8,7
10,00	7,7	8,0	4,7	8,2	6,8	9,3
11,00	9,8	7,6	7,0	7,7	6,0	10,2
12,00	10,4	8,7	7,3	7,0	6,6	11,0
13,00	11,2	10,2	8,6	9,0	7,4	9,5

Podstawowy układ przesiewacza rezonansowego przedstawia rys. 3. Skrzynie siłowe 1 i 2 zawieszone są na konstrukcji nośnej 3 za pomocą wahaczy 4. Prostopadle do osi wahaczy biegnie oś zespołów elastycznych 5 i zderzaków wypukłych 6.



Rys. 3. Przesiewacz rezonansowy

Ruch wahadłowy przenosi z wału 7 na skrzynie siłowe dźwignia dwuramienna 8, połączona z elastycznymi lamelami gumowymi 9. Ruch obrotowy silnika 10 zamienia na ruch wahadłowy przekładnia 11.

Parametry przesiewacza:

częstość wahań	- 400 min^{-1}
amplituda	- 20 mm
kąt nachylenia wahaczy	- 20°
kąt nachylenia sita	- 5°

szerokość rzeszota - 1800 mm
długość rzeszota - 3830 mm

Ustalenie zależności między zawartością części ilastych, wilgocią zewnętrzną, a ilością podziarna

Doświadczenia przeprowadzono na przesiewaczu rezonansowym o wielkości otworu sita 20 mm. Do badań stosowano materiał jaki był eksploatowany w danej kopalni, tzn., że nie stosowano sztucznie przygotowanej nadawy. Wpływ części ilastych oraz wilgoci na skuteczność przesiewania wyrażono ilością podziarna.

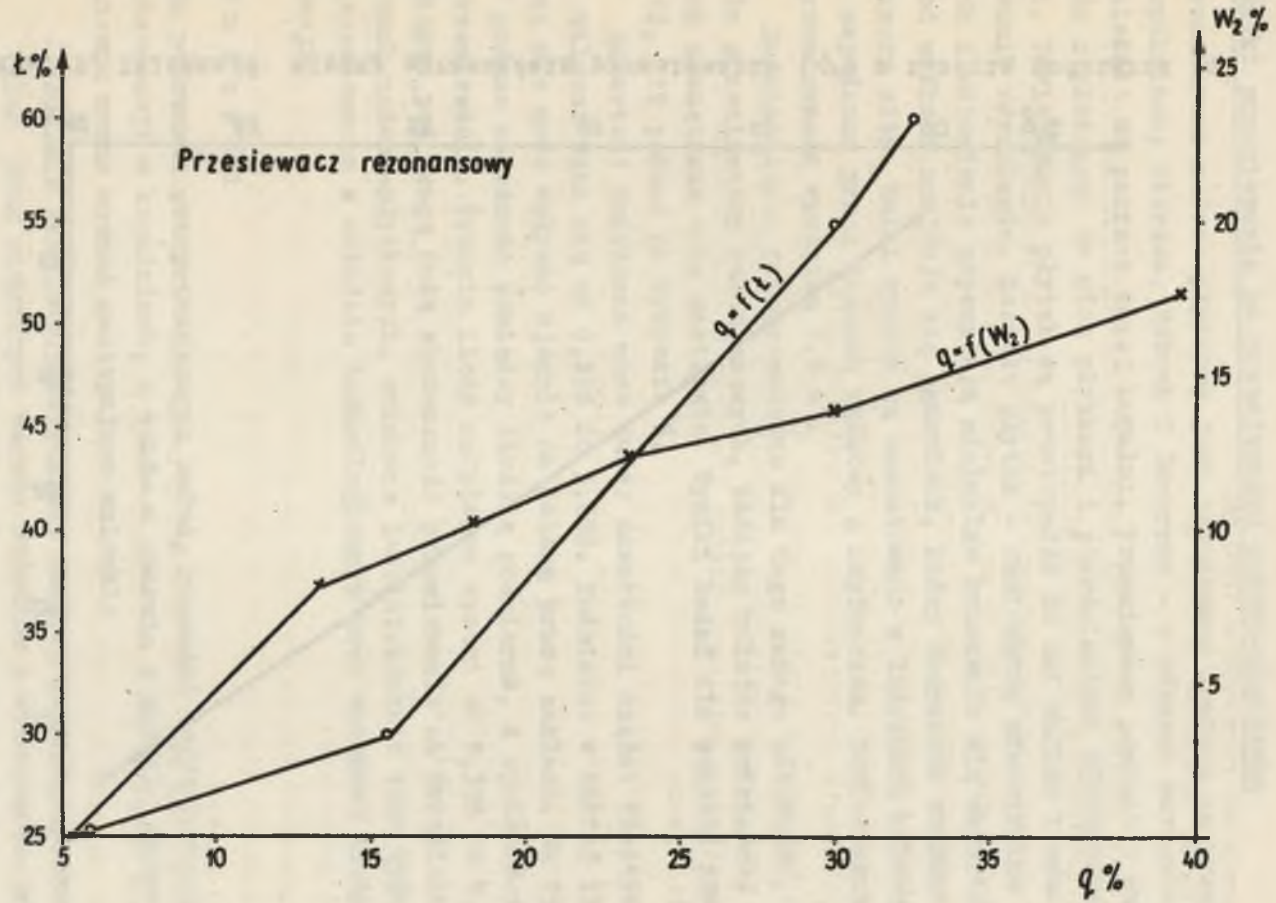
Obciążenie przesiewacza, jak również skład ziarnowy materiału był prawie stały i czynniki te nie odgrywały większej roli przy przeprowadzonych doświadczeniach. Przez każdorazowy pomiar ilości podziarna części ilastych i wilgoci można było ustalić pewne zależności między tymi parametrami. Wyniki tych pomiarów przedstawiono na rys. 4. Z rysunku 4 wynika, że przy stałej wilgoci, a wzroście części ilastych - rośnie ilość podziarna. Jest to wynikiem sił działających między cząstkami iłowymi, które to siły podano w poprzednim rozdziale. To samo odnosi się do wilgoci.

Jak wykazały analizy, nadawa jest bardzo zróżnicowana pod względem ilości części ilastych i wilgoci, a przy obecnym systemie wstępnej klasyfikacji wg rys. 1, otrzymano bardzo dużą ilość podziarna.

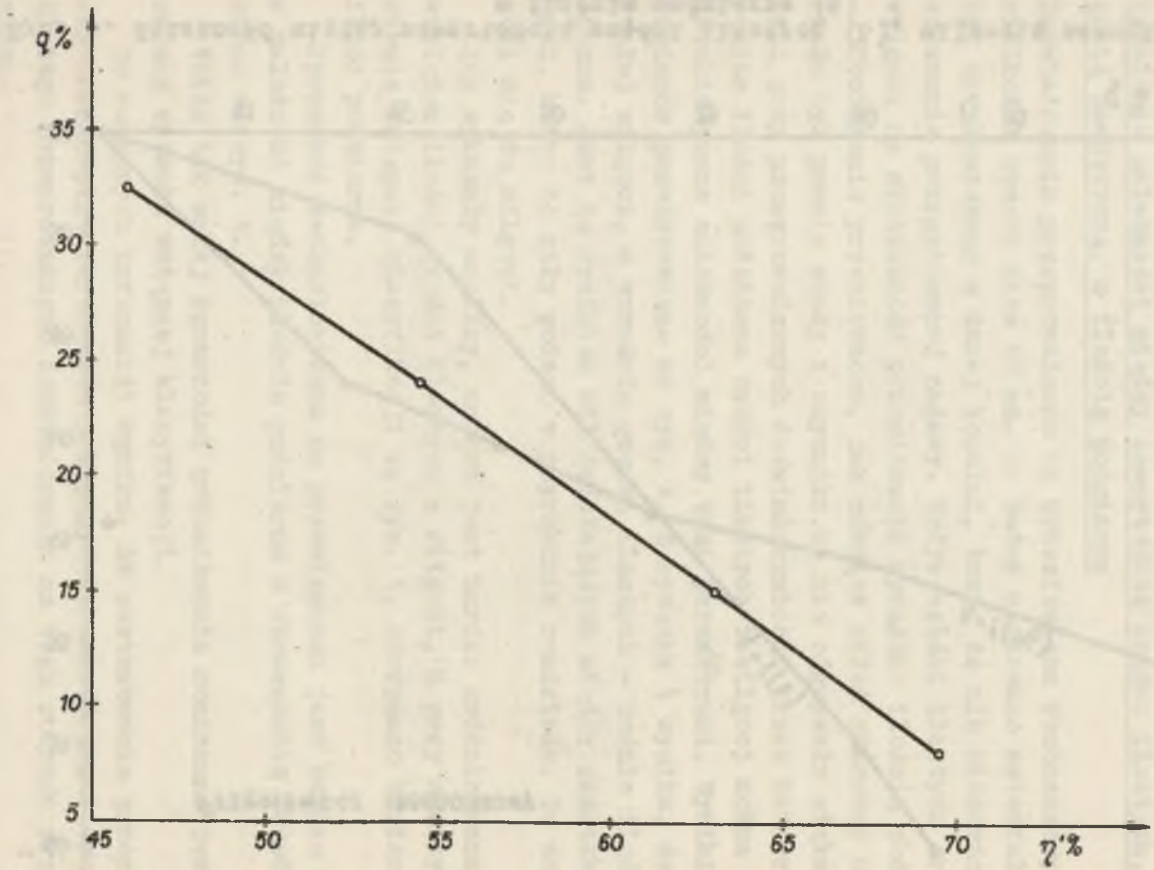
Sprawność technologiczna na przesiewaczu jest bardzo mała, a zależność między ilością podziarna a sprawnością przedstawiono na rys. 5.

Wobec tak małej sprawności przesiewania konieczna jest zmiana sposobu wstępnej klasyfikacji.

Ze wstępnych informacji wynika, że zastosowanie przesiewaczy nożowo-płytkowych może polepszyć sprawność przesiewania i dlatego przeprowadzono doświadczenia na tego rodzaju przesiewaczu.



Rys. 4. Zależność między zawartością części ilastych (Ł), wilgocią zewnętrzną (W_2) a ilością podziarna (q)



Rys. 5. Zależność między sprawnością przesiewania (η') a ilością podziarna (q)

Wyniki przesiewania na przesiewaczu nożowo-płytkowym

Przesiewacz nożowo-płytkowy jest zabudowany dopiero na trzech kopalniach; Siersza, Bobrek i Jaworzno - o różnych wariantach zależnie od potrzeb danej kopalni. Przesiewacz posiada 9 wałków z ułożonymi na nich płytkami i pierścieniami dystansowymi. Powierzchnie płytek są prostopadłe do osi wałków i wzajemnie równoległe. Kształt płytek - ośmiokątny sferoidalne jak i ustawienie zapewniają minimalne kruszenie się materiału. Pod wałkami znajduje się zgarniacz, który oczyszcza zatkane otwory sita. Wałki rusztu są zamontowane w łożyskach kulkowych, a napędzane przez łańcuch rolkowy z napinaczem. Powierzchnia przesiewacza wynosiła 7,5 m^2.

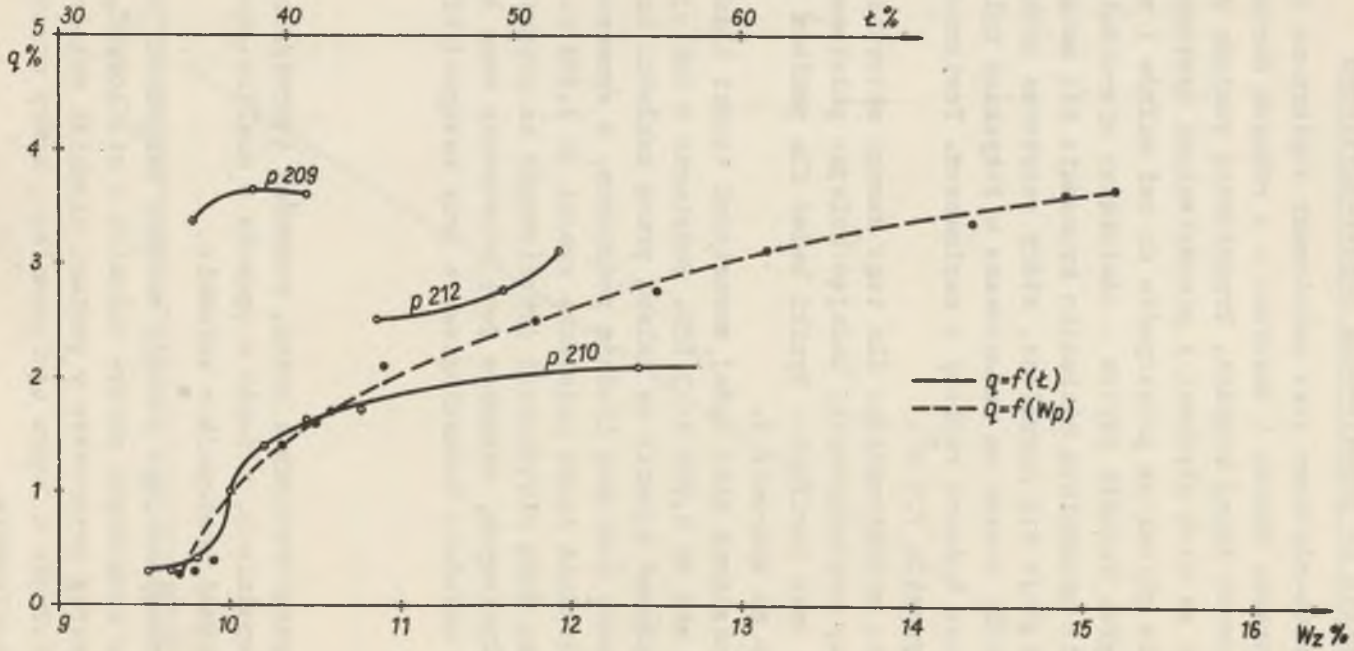
Doświadczenia przeprowadzono dla tego samego materiału, jak dla przesiewaczy rezonansowych, badając kolejno podziarno, wilgoć zewnętrzną oraz zasilenie. Wyniki badań dla pokładu 209, 210, 212 podano na wykresie 6.

Zawartość podziarna mimo dużej zawartości części ilastych i wilgoci waha się od 0,29% do 3,65%. Podziarno w takiej ilości nie może wpływać ujemnie na dalszą pracę zakładu. Na rys. 7 podano zależność pomiędzy ilością podziarna, a sprawnością przesiewania. Średnia ilość nadziarna wynosi od 0,35% do 0,92%. Biorąc pod uwagę dużą skuteczność przesiewania na przesiewaczach nożowo-płytkowych, wskazane jest stosowanie tego typu przesiewacza w układzie technologicznym przy wstępnej klasyfikacji.

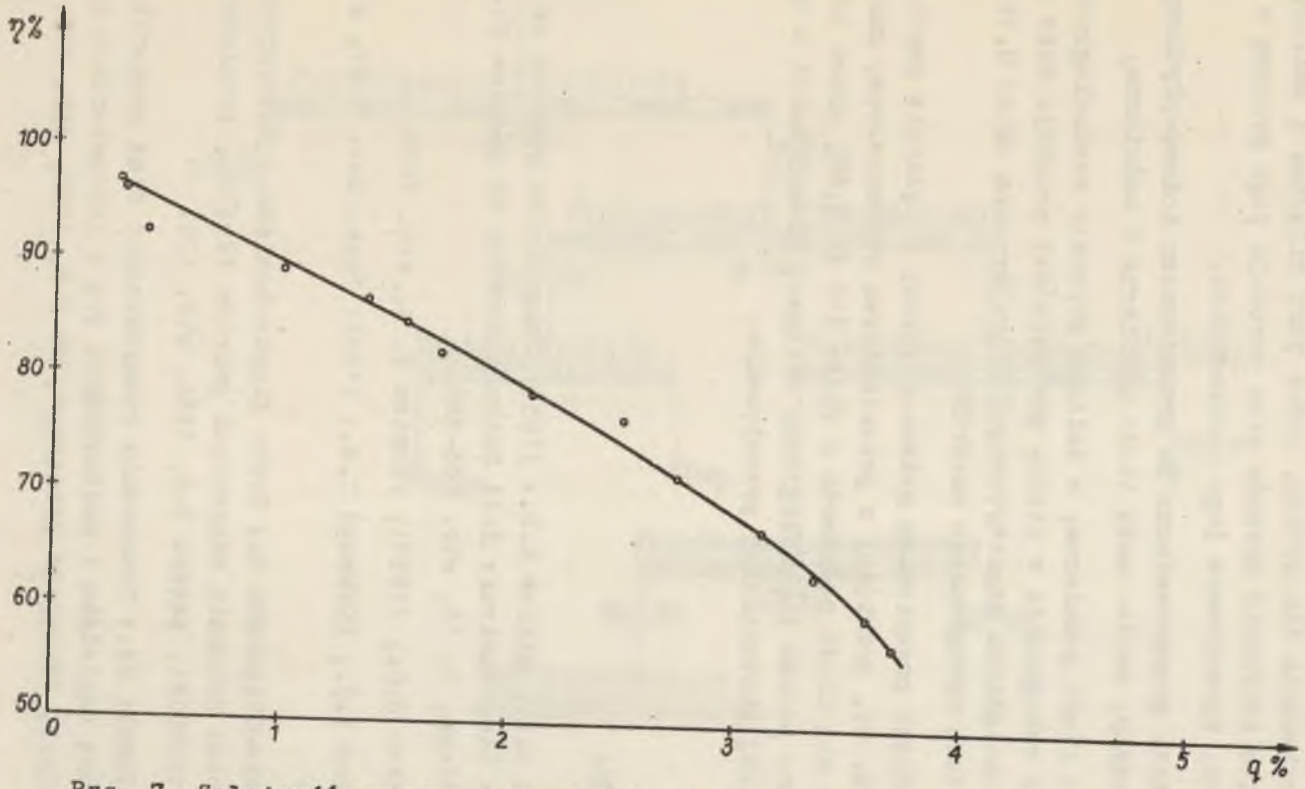
W n i o s k i

Na podstawie przeprowadzonych badań, rozważań teoretycznych, obserwacji w kopalniach, a także w oparciu o analizę ekonomiczną można wysnuć następujące wnioski:

- kopalnie eksploatujące pokłady warstw; łaziskach, orzeskich oraz niektórych warstw rudzkich i siodłowych, posiadają szereg przerostów w postaci cienkich wkładek głównie iłołupku i łupku ogniotrwałego, który utrudnia proces przesiewania,



Rys. 6. Zależność między zawartością części ilastych (Ł), wilgocią zewnętrzną (W_z) a ilością podziarna (q)



Rys. 7. Zależność między sprawnością przesiewań (η) a ilością podziarna (q)

- przesiewacze rezonansowe mają bardzo małą skuteczność przesiewania dla urobku, który jest wilgotny i zailony. Częste zatykanie otworów sita powoduje jego przerwę w pracy, spowodowane jego czyszczeniem,
- badania przeprowadzone na przesiewaczu nożowo-płytkowym wykazały, bardzo małą ilość podziarna i nadziarna,
- duża ilość podziarna, w dalszym procesie technologicznym przy wzbogacaniu w cieczy zawiesinowej powoduje duże straty obciążnika magnetytowego, które wynoszą około 0,76 kg na tonę wzbogacanego materiału,
- stosując przesiewacz nożowo-płytkowy w układzie posobnym (rys. 8), pracujący z przesiewaczem rezonansowym, zmniejsza się ilość podziarna z około 31% do 3,6%, przez co uzyskano proces technologiczny wstępnej klasyfikacji o optymalnej skuteczności przesiewania.

LITERATURA

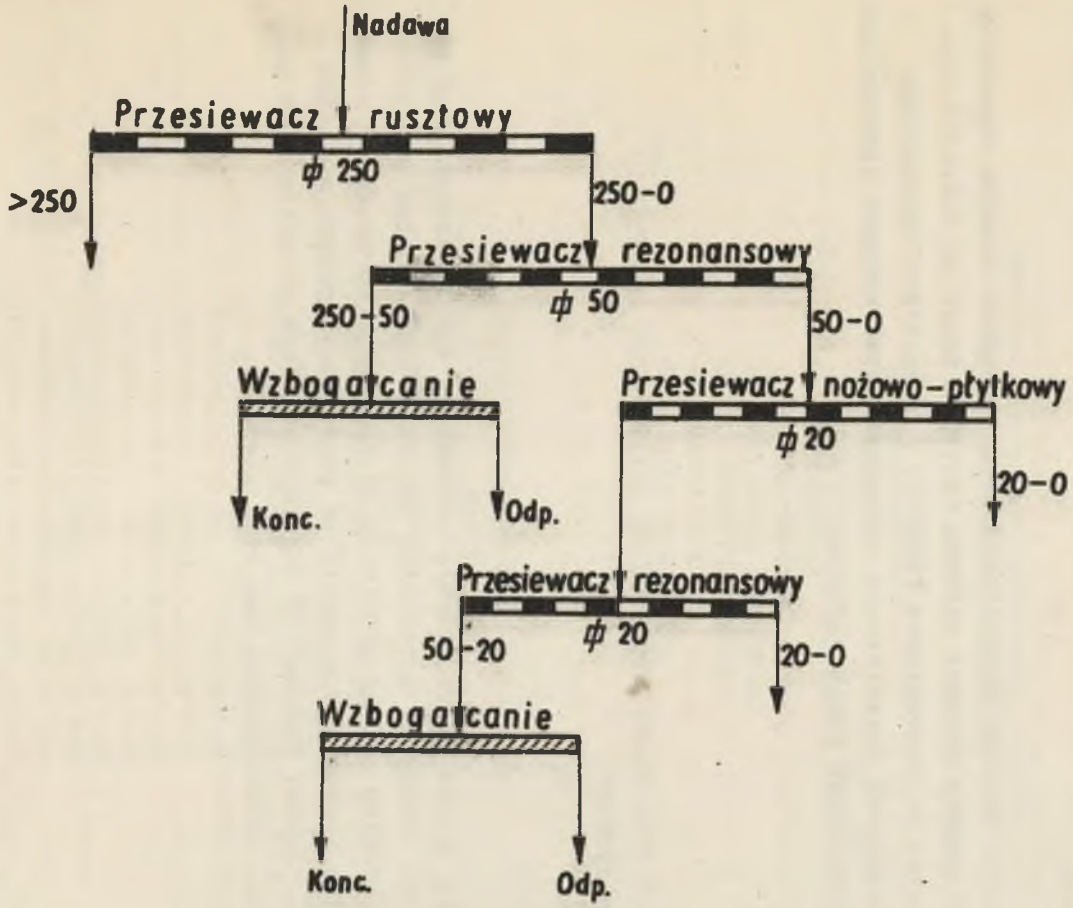
[1] Bolt G.H., Miller R.D.: (1955) Compression Studies of Illite Susprensions: Soil Science Society of America Proceedings, V. 19, str. 285-288.

[2] Hamaker H.C., (1937), Physica V. 4, str. 1058.

[3] Slater I.C., Kirkwood I.G.: (1931) Phys. Rev. V 37, str. 682.

[4] Paszyc-Stępowska E.: Próba fizykochemicznej interpretacji procesu ścinania nasyconych gruntów iłowych, Archiwum Hydrotechniki, zeszyt 3-4, 1966, str. 479.

[5] Kozłowski Cz.: Oznaczenie rozmywalności ciał zmodyfikowaną metodą angielską i zastosowanie jej w laboratoriach kopalnianych, "Przegląd Górniczy", Nr 7-8, 1966, str. 333.



Rys. 8. Schemat jakościowy zakładu (alternatywa II)

ПРОСЕИВАНИЕ ДОБЫЧИ С ОПТИМАЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ

Резюме

На одной из шахт Верхнесилезского угольного басейна проведены исследования влияния илистых частиц и влаги на точность просеивания на резонансном грохоте. В результате проведенных исследований представлено технологический процесс просеивания с оптимальной эффектовностью.

THE INITIAL CLASSIFICATION OF OUTPUT WITH AN OPTIMAL EFFECTIVENESS

Summary

In one of the Upper Silesia coal-mines the investigations have been conducted concerning the influence of clay particles and humidity on the precision of screening by means of a resonance screen. As a result of conducted research work the technological process of the initial classification with an optimal effectiveness has been given.

POLITECHNIKA ŚLĄSKA BIBLIOTEKA GŁÓWNA w Gliwicach