

Waldemar WYPYCH\*, Bożena ŚLIWIŃSKA\*\*

### ***Tworzenie nowych produktów nowymi technikami i technologiami w KWK „Ziemowit”***

Streszczenie: KWK „Ziemowit” jest kopalnią jednoruchową eksploatującą w pokładach orzeskich i łaziskich, na poziomach 500 i 650, węgiel kamienny o średniej wartości opałowej 20 470 kJ/kg. Zakład przeróbczy wzbogaca węgiel o uziarnieniu powyżej 20 mm produkując następujące sortymenty: kostka, orzech, groszek, miał. Rozwijając swoją ofertę handlową w ostatnich latach kopalnia przystosowała zakład przeróbczy do wytwarzania nowych produktów:

- miał surowy o uziarnieniu 6–0 mm o wartości opałowej 18 000 kJ/kg,
- miał surowy o uziarnieniu 20–6 mm o wartości opałowej 21 000 kJ/kg,
- muł węglowy o uziarnieniu 1–0 mm i wartości opałowej około 14 000 kJ/kg.

Do wytwarzania wyżej wymienionych produktów wykorzystano proces klasyfikacji, uzyskując wzbogacenie górnego produktu, tj. klasę 20–6 mm oraz odwodniony produkt z wirówki. Taki efekt otrzymano w wyniku przejścia najdrobniejszych ziaren skały płonnej do dolnego produktu procesu przesiewania, co jest charakterystyczne dla węgla eksploatowanego przez kopalnię „Ziemowit”.

Sprzedaż nowych produktów, przy stosunkowo niskich nakładach inwestycyjnych na ich wytworzenie, przynosi dodatkowy znaczny efekt ekonomiczny.

Słowa kluczowe: węgiel kamienny, paliwo do kotłów fluidalnych, wirówka, odwadnianie, przesiewanie

### ***Creating new products with new techniques and technologies in the Coal Mine “Ziemowit”***

Abstract: KWK “Ziemowit” is a coal-mine exploiting hard-coal of an average calorific value of 23 726 kJ/kg from the Orzesze and Łaziska coal beds on the mining levels 500 m and 650 m. The processing plant enriches coal of graining above 20 mm, and thus produces coal sizes as follows: cobble, nut coal, pea coal and culm. To develop its market offer, in recent years the coal-mine adapted its processing plant so as to produce new assortments, namely:

\* Mgr inż., Główny Inżynier Przeróbki Mechanicznej KW S.A. Oddział KWK „Ziemowit”, e-mail: w.wypych@kwsa.pl

\*\* Mgr inż., Kierownik Działu Jakości KW S.A. Oddział KWK „Ziemowit”, e-mail: b.sliwinska@kwsa.pl

- crude culm of graining of 6–0 mm and calorific value of 18 000 kJ/kg,
- crude culm of graining of 20–6 mm and calorific value of 21 000 kJ/kg,
- coal slurry of graining of 1–0 mm and calorific value of about 14 000 kJ/kg.

To produce the above mentioned assortments, the process of classification has been made use of, what resulted in enrichment of the upper product, namely class 6–20 mm and dehydrated product of centrifuge. The effect was achieved as a result of the passing of the smallest gangue grains into the lower product of the sifting process, which is characteristic for the coal exploited by the coal-mine "Ziemowit".

The sale of new products with a relatively low capital expenditure for their production yields additional remarkable economic profits.

Key words: hard-coal, fuel into fluidized furnaces, centrifuge, dehydration, screening

## **Wprowadzenie**

Poszukiwanie nowych rozwiązań w dziedzinie wytwarzania energii elektrycznej oraz zaostrożenie przepisów ekologicznych zmusza producentów paliw do przystosowania swojej oferty handlowej do nowych wymogów. Wychodząc naprzeciwko oczekiwaniom rynku kopalnia „Ziemowit” w latach 2008–2010 rozszerzyła swoją ofertę handlową o produkcję paliwa do kotłów fluidalnych dla energetyki zawodowej oraz wzbogaconego miazgu klasy ziarnowej 6–20 mm przeznaczonego do spalania w kotłach retortowych o mocy do 1 MW dla odbiorców indywidualnych. W celu zrealizowania powyższych zadań kopalnia wykorzystwała możliwości techniczne istniejących ciągów technologicznych po ich inwestycyjnych adaptacjach i modernizacjach.

### **1. Krótka prezentacja KWK „Ziemowit”**

Kopalnia „Ziemowit” położona jest w południowo-wschodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Wydobywa węgiel kamienny na obszarze górniczym „Lędziny I” o powierzchni 63,58 km<sup>2</sup> zlokalizowanym w obrębach administracyjnych miast: Lędziny, Bieruń, Myslowice, Tychy, Katowice oraz gmin Imielin i Chełm Śląski. Teren górniczy kopalni obejmuje powierzchnię około 71,15 km<sup>2</sup>.

Eksploatacja węgla energetycznego typu 31.2 systemem ścianowym z zawalem stropu odbywa się w pokładach warstw łaziskich (grupy 200) i orzeskich (grupy 300) na dwóch poziomach wydobywczych:

- na poziomie 500 m – pokłady 308, 206/I,
- na poziomie 650 m – pokłady 207, 209.

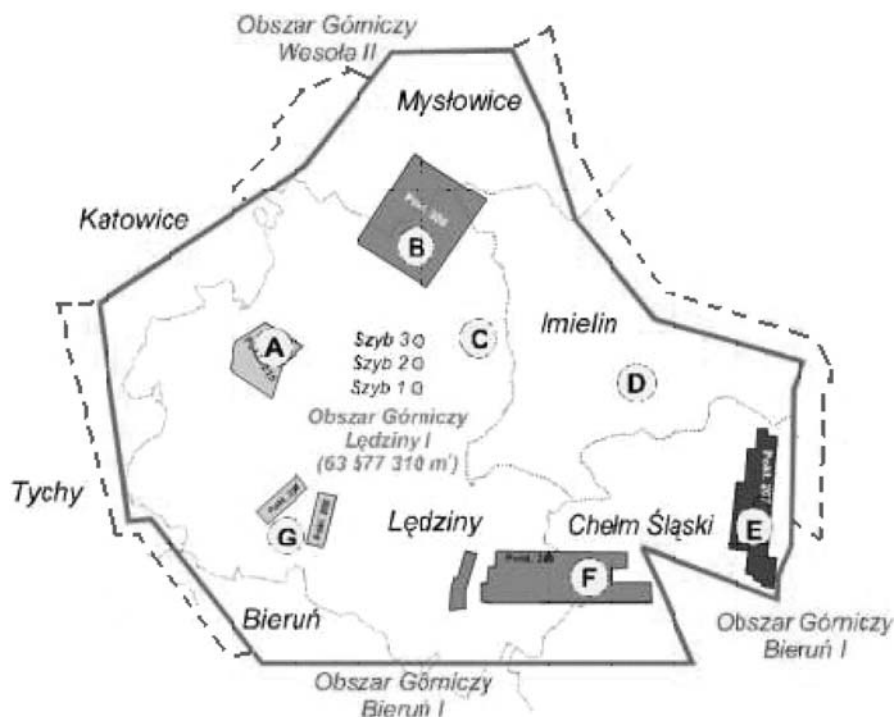
W zależności od potrzeb odbiorców kopalnia prowadzi selektywne wydobywanie ze ścian pokładu 308.

Charakterystyczne parametry węgla, średnia jakość w pokładach w 2009 r.:

- średnia wartość opałowa – 23 726 kJ/kg,
- średnia zawartość popiołu – 9,53%,
- średnia zawartość siarki – 1,21%,
- średnia zawartości wilgoci – 11,78%.

Kopalnia zbudowana jest w systemie jednoruchowym, posiadającym 6 szybów:

- 1 szyb wydobywczy – nr III,



Rys. 1. Obszar górniczy KWK „Ziemowit”

Fig. 1. The mining area KWK „ Ziemowit ”

- 3 szyby wentylacyjne – W-I, W-II, Szewczyk,
- 2 szyby zjazdowo – materiałowe – nr I i nr II.

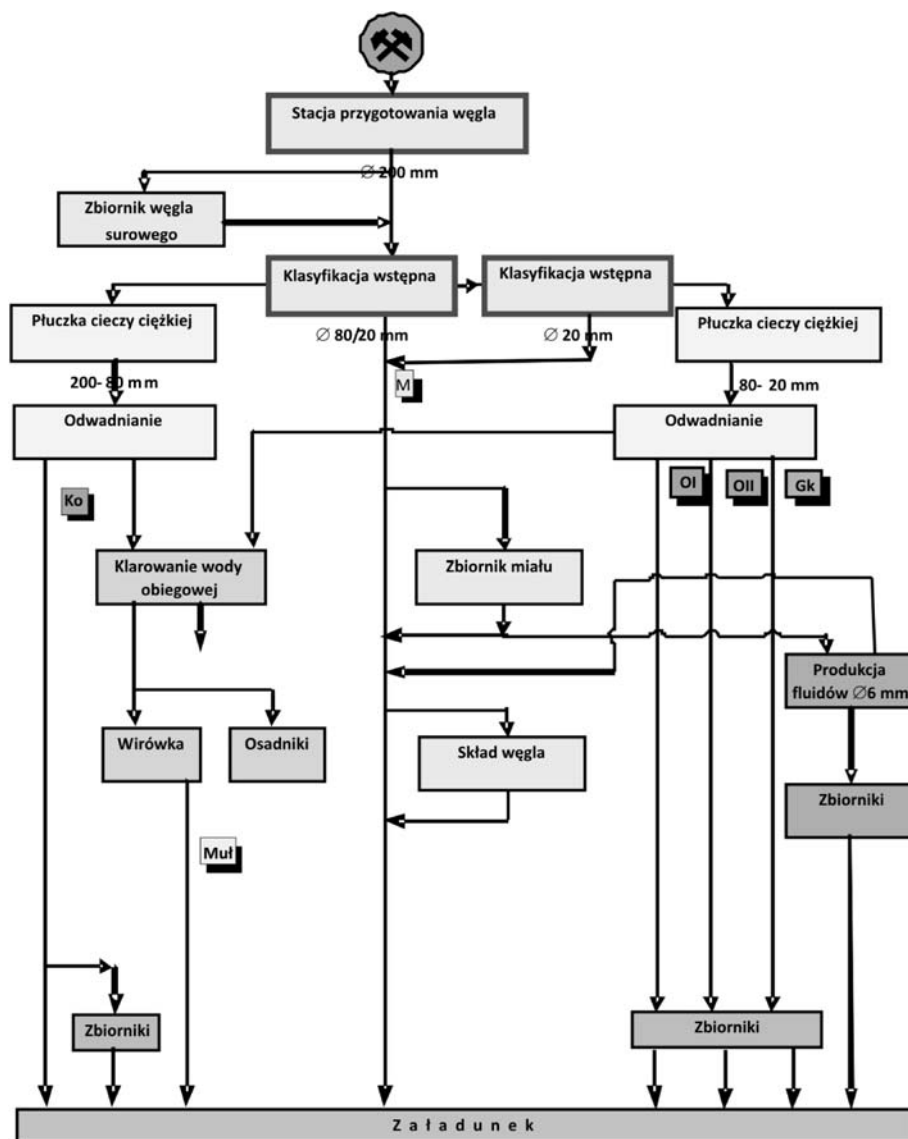
Szeroko rozumiany proces technologiczny oparty jest na ciągle doskonalonym Zintegrowanym Systemie Zarządzania zgodnie z wymogami norm ISO 9001:2000 i ISO 14001:2004.

W roku 2009 Kopalnia Węgla Kamiennego „Ziemowit” w konkursie „Bezpieczna Kopalnia” została wybrana najbezpieczniejszym zakładem górniczym spośród 30 funkcjonujących obecnie zakładów górniczych wydobywających węgiel kamienny.

## **2. Zarys technologii i schemat zakładu przeróbki mechanicznej węgla KWK „Ziemowit”**

Urobek z szybu transportowany jest do stacji przygotowania przenośnikami taśmowymi na przesiewacze wibracyjne w celu rozklasyfikowania na klasę ziarnową +200 mm i 200–0 mm. Klasa ziarnowa +200 mm po ręcznym wybraniu z niej na taśmie przebiegającej ciał obcych, kruszona jest w kruszarce szczękowej i łączona z klasą 200–0 mm. Ze stacji przygotowania nadawa kierowana jest przenośnikami taśmowymi do Płuczki II, gdzie węgiel surowy poddawany jest klasyfikacji wstępnej. Klasyfikacja wstępna to sześć równoległych systemów składających się z podajników i przesiewaczy wibracyjnych, które

wydzielają klasę 200–80 mm oraz 20–0 mm. Klasa ziarnowa 200–80 mm wzbogacana jest we wzbogacalniku DISA w cieczy ciężkiej magnetytovej. Odwadnianie koncentratu oraz odpadów prowadzone jest na przesiewaczach wibracyjnych. Koncentrat 200–80 mm (kostka) ładowany jest do wagonów. Odpady wydzielone w procesie wzbogacania klasy 200–80 mm transportowane są przenośnikami do zbiorników kamienia zlokalizowanych w obrębie Płuczki I i po połączeniu z odpadami z niej kierowane są do wykorzystania przy budowie obiektu widokowo-rekreacyjnego.



Rys. 2. Schemat blokowy ZPMW KWK „Ziemowit”

Fig. 2. The block diagram of ZPMW KWK „Ziemowit”

Urobek o uziarnieniu 80–0 mm wydzielony w Płuczce II transportowany jest ciągiem przenośników taśmowych na Płuczkę I, gdzie następuje wydzielenie resztek miazła na trzech równoległych systemach przesiewaczy wibracyjnych. Klasa ziarnowa 80–20 mm wzbogacana jest we wzbogacalnikach DISA. Koncentrat po spłukaniu i odwodnieniu na przesiewaczach wibracyjnych poddawany jest klasyfikacji końcowej. Otrzymane sortymenty orzech i groszek ładowane są przenośnikami do wagonów i lub poprzez zbiorniki obmiarowe na pojazdy samochodowe. Odwodnione odpady kierowane są do zbiornika retencyjnego.

Wydzielony na przesiewaczach miazł może być skierowany do wagonów przez szybki załadunek, do produkcji paliwa do kotłów fluidalnych w klasie ziarnowej 6–0 mm lub do magazynowania na kopalnianym składzie węgla.

Skład węgla wyposażony jest w urządzenia do składowania i podejmowania węgla oraz niezależne mobilne układy: sortujący i kruszący.

Zakład przeróbczy posiada automatyczny układ regulacji gęstości cieczy ciężkiej magnetytowej.

Wody popłuczkowe kierowane są do odmulnika promieniowego. Odwadnianie zagęszczonych mułów odbywa się poprzez wirówkę sedymentacyjną lub w sytuacjach awaryjnych poprzez osadniki wód popłuczkowych.

Zdolność produkcyjna zakładu wynosi 1 000 t/h i jest realizowana przy wykorzystaniu:

- wzbogacalników DISA – 4 szt.,
- przenośników taśmowych – o łącznej długości transportowej 5,0 km,
- przesiewaczy – 48 szt. o łącznej powierzchni roboczej 436 m<sup>2</sup>.

### **3. Ogólny opis nowych produktów**

W celu zwiększenia efektu ekonomicznego kopalni oraz przystosowania oferty do wymagań zmieniającego się rynku energetyki zawodowej i indywidualnych odbiorców kopalnia „Ziemowit” przemodelowała zakład przeróbczy uzyskując nowe produkty handlowe, którymi są:

- 1) miazł surowy o uziarnieniu 6–0 mm o wartości opałowej powyżej 18 000 kJ/kg,
- 2) miazł surowy o uziarnieniu 20–6 mm o wartości opałowej powyżej 21 000 kJ/kg,
- 3) miazł wzbogacony o uziarnieniu 20–6 mm o wartości opałowej powyżej 24 000 kJ/kg,
- 4) muł węglowy o uziarnieniu 1–0 mm i wartości opałowej około 14 000 kJ/kg.

Produkowany miazł w klasie ziarnowej 6–0 mm przeznaczony jest do spalania w nowoczesnych kotłach fluidalnych stosowanych w energetyce zawodowej. Miazły klasy ziarnowej 20–6 mm zarówno o  $Q_{ir}$  21 i 24 MJ/kg przeznaczone są dla indywidualnych odbiorców użytkujących kotły retortowe o mocy do 1 MW.

### **4. Omówienie technik i technologii powstawania nowych produktów**

#### **1. Paliwo do kotłów fluidalnych**

W latach 2007–2008 został wykonany ciąg technologiczny do produkcji paliwa do kotłów fluidalnych. W tym celu wykorzystano obiekty nieczynnej stacji przygotowania III

oraz niefunkcjonującego szybkiego załadunku. Nadawę na ten ciąg stanowi miał surowy o wartości opałowej 19 000 kJ/kg uzyskiwany podczas wstępnego odsiewania w Płuczce II. Proces jest realizowany na dwóch systemach przesiewaczy wibracyjnych z pokładami strunowymi. Odsianą klasę 6–0 mm poprzez zbiornik o pojemności 700 t ładuje się do wagonów na niezależnym szybkim załadunku. Produkt górny odsiewania – klasę 20–6 mm – można skierować do załadunku wraz z miałami surowymi 20–0 mm uzyskanymi na Płuczce II lub do selektywnego magazynowania na kopalnianym składzie węgla. Zaprojektowany układ został całkowicie zautomatyzowany i przystosowany do centralnego sterowania z dyspozytorni ZPMW.

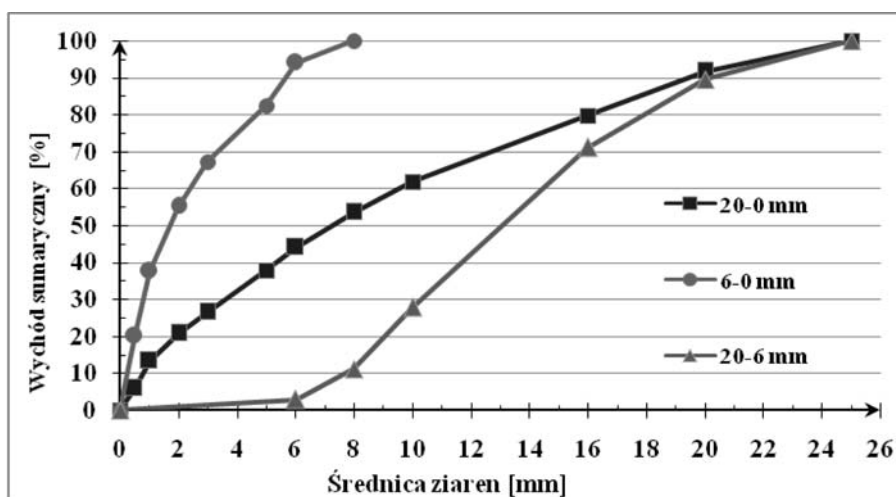
Zbiornik mialu 700 t i szybki załadunek może być wykorzystany alternatywnie do gromadzenia i załadunku mialów o uziarnieniu 20–0 mm podjętych ze składu węgla lub skierowanych z zakładu przerobczego. Układ został zaprojektowany, by pracować z wydajnością około 5 tys. t na dobę.

W procesie klasyfikacji ziarnowej na przesiewaczach strunowych o szczeliny 6 mm powstają dwa produkty w proporcji: 60% produktu dolnego oraz 40% produktu górnego.

W wyniku przesiewania mialów surowych o średniej wartości opałowej 19 000 kJ/kg następuje rozdział na klasy 20–6 mm o  $Q_{ir}$  21 000 kJ/kg oraz klasę ziarnową 6–0 mm o  $Q_{ir}$  18 000 kJ/kg. Jest to charakterystyczne zjawisko dla węgla eksploatowanych w KWK „Ziemowit”.

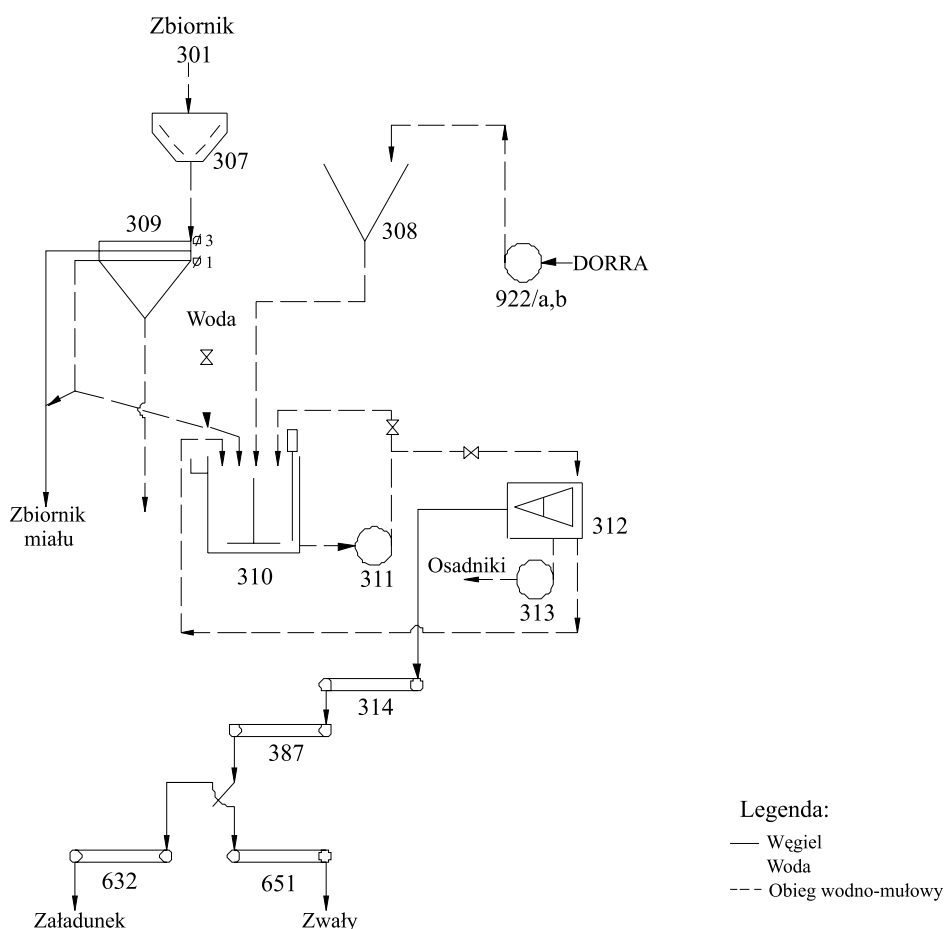
Rysunek 3 przedstawia krzywe składu ziarnowego dla podawanej do ciągu technologicznego nadawy oraz uzyskanych produktów przesiewania. Produkt dolny klasyfikacji spełnia wysokie wymagania paliwa energetycznego, po spaleniu którego powstały żużel może być wtórnie wykorzystany nie stanowiąc jednocześnie odpadu.

Produkowane paliwo do kotłów fluidalnych o kaloryczności około 18 000 kJ/kg doskonale spełnia wymagania głównego odbiorcy, Elektrociepłowni Chorzów „Elcho”.



Rys. 3. Analiza składu ziarnowego paliwa do kotłów fluidalnych

Fig. 3. Analysis of grain composition of fuel for fluid furnaces



Rys. 4. Ciąg technologiczny do odwadniania mułów węglowych na bazie wirówki sedymentacyjnej

Fig. 4. Technological line for coal sludge draining on the basis of the settling centrifuge

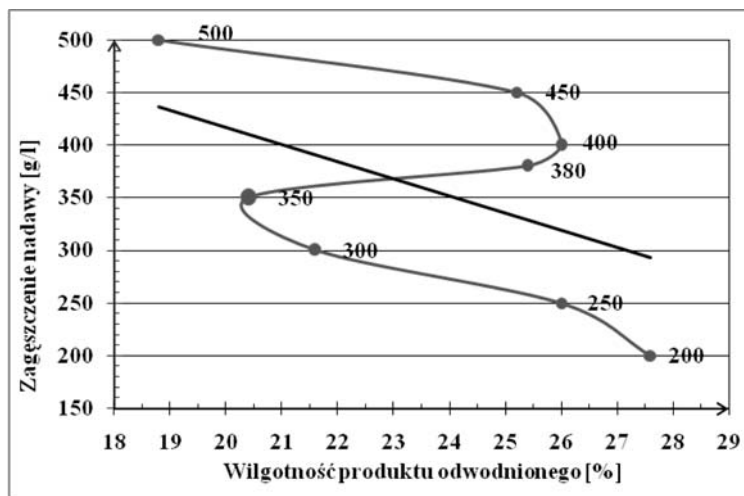
## II. Odzysk węgla z mułów popłuczkowych

W roku 2009 został oddany do ruchu ciąg technologiczny do odwadniania mułów węglowych na bazie wirówki sedymentacyjnej sitowo-bezsitowej. Do procesu odwadniania skierowany jest zagęszczony muł popłuczkowy z odmulnika promieniowego typu Dorr.

Optymalna wydajność odwadniania – tj. niskie zawilgocenie produktu odwodnionego oraz korzystne zagęszczenie filtratu – uzyskuje się przy zagęszczeniu nadawy około 350 g/l, co przedstawiają poniższe wykresy (rys. 5 i 6).

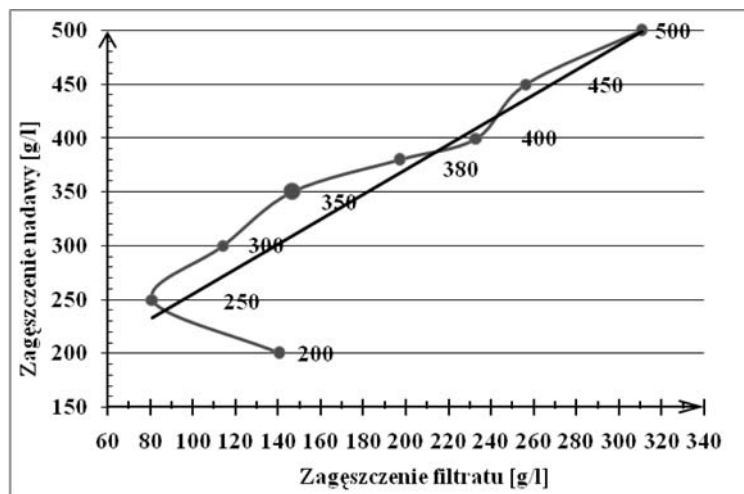
Uzysk części stałych w produkcie odwodnionym w stosunku do ilości części stałych w nadawie wynosi do 75%.

W czasie wirowania zachodzą równolegle, poza samym odwodnieniem, jeszcze dwa procesy: klasyfikacja ziarnowa i wzbogacenie. Wyniki tych procesów zostały przedstawione w formie wykresu na rysunku 7.



Rys. 5. Zawartość wilgoci w produkcie odwodnionym w zależności od zagęszczenia nadawy

Fig. 5. Moisture content in the drained product depending on feed density



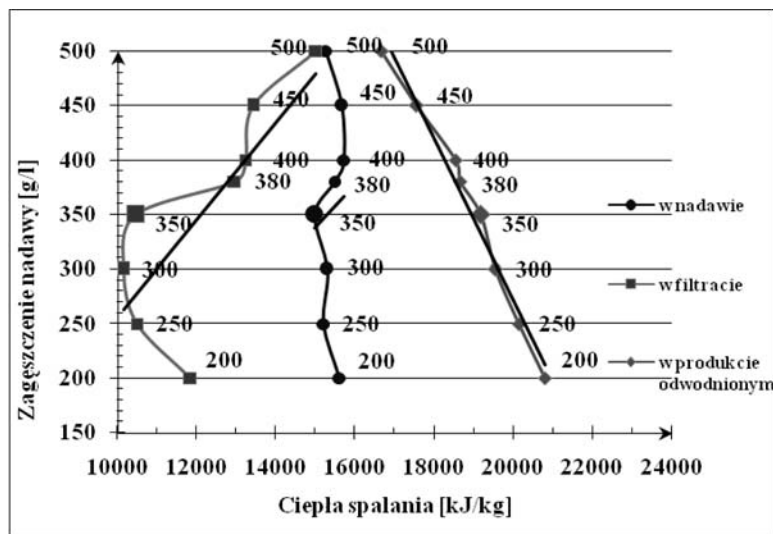
Rys. 6. Zagęszczenie filtratu w zależności od zagęszczenia nadawy

Fig. 6. Density of filtrate depending on feed density

W efekcie drobne ziarna skały płonnej o wymiarze poniżej 0,063 mm przechodzą do filtratu powodując wzrost wartości ciepła spalania odwodnionego mułu. Obserwuje się również koncentrację siarki w filtracie w stosunku do jej zawartości w nadawie.

Muły popłuczkowe – klasyfikowane wcześniej jako odpadowe – w wyniku procesu odwadniania uzyskują wartość opałową powyżej 14 000 kJ/kg. Powstały w ten sposób produkt dodaje się do strugi mialu ładowanej do wagonów o wartości opałowej 19 000 kJ/kg. Duże rozproszenie mułu w miale nie powoduje pogorszenia parametrów energetycznych gotowego produktu handlowego.





Rys. 7. Wartości ciepła spalania w nadawie, produkcie odwodnionym oraz filtracie w zależności od zagęszczenia nadawy

Fig. 7. Gross calorific value of feed, drained product and filtrate depending on feed density

### III. Produkcja paliwa do kotłów retortowych

Na składzie węgla zainstalowano dwa mobilne urządzenia: kruszarkę i zestaw sortujący.

Każda z tych maszyn pełni na co dzień niezależne funkcje technologiczne związane z ruchem zakładu przerobczego. Zestaw sortujący wykorzystany jest do klasyfikacji końcowej sortymentów grubych magazynowanych na składzie węgla w trakcie załadunku na samochody.

Kruszarka wykorzystywana jest do kruszenia na miął nadmiaru węgla w sortymencie groszek oraz sortymentów grubych o dużej zawartości przerostów. Obie maszyny zestawiono ze sobą w ten sposób, że produkt z kruszenia skierowano na zestaw sortujący. Celem działania było uzyskanie produktu o uziarnieniu od 20 do 6 mm z przeznaczeniem do pieców retortowych. Jako produkt wyjściowy wykorzystano nadwyżkę wzbogaconego węgla sortymentu groszek. Przebrojono pokłady sitowe przesiewacza na sита o oczkach 6 i 20 mm oraz doświadczalnie dobrano obroty wirnika kruszarki udarowej zestawu mobilnego. Takie zestawienie maszyn pozwoliło na bieżącą kontrolę ilości nadziarna i podziarna w gotowym produkcie handlowym. Uzyskano produkcję klasy od 20–6 mm w ilości 52 % w stosunku do produktu wyjściowego, przy ciągłym zawracaniu klasy powyżej 20 mm do powtórnego kruszenia. Kopalnia jest na etapie uzyskania certyfikatu dla produktu górnego jako paliwa kwalifikowanego.

## 5. Efekty ekonomiczne

Podstawowym celem wprowadzenia nowych produktów do oferty handlowej jest zawsze spodziewany dodatkowy przychód z ich sprzedaży.



Fot. 1. Mobilny zestaw do produkcji paliwa do pieców retortowych

Photo 1. Mobile set for the production of fuel to retort furnaces

1. Produkcja paliwa o uziarnieniu od 6–0 mm do kotłów fluidalnych dla energetyki zawodowej.  
Materiałem wejściowym jest miał surowy, energetyczny, o wartości opałowej 19 000 kJ/kg.  
Produktami końcowymi klasyfikacji są:
  - Ms 6–0 mm stanowiący 60% nadawy o wartości opałowej 18 000 kJ/kg,
  - Ms 20–6 mm stanowiący 40% nadawy o wartości opałowej 21 000 kJ/kg.Efekt ekonomiczny uzyskano na skutek rozklasyfikowania 1 Mg mialu surowego na sitach strunowych o szczelinie 6 mm i stworzeniu dwóch produktów handlowych.
2. Produkcja paliwa do kotłów retortowych.  
Materiałem wejściowym jest nadwyżka sortymentu groszek w klasie ziarnowej 8–31,5 mm, który byłby w całości skruszony i sprzedany jako miał węglowy wzbogacony o wartości opałowej 23 000 kJ/kg.  
Produktami końcowymi operacji są:
  - paliwo do kotłów retortowych od 20–6 mm o wartości opałowej 24 000 kJ/kg,
  - miał 6–0 mm o wartości opałowej 23 000 kJ/kg.Efekt ekonomiczny określono na podstawie różnicy między sprzedażą 1 Mg mialu o wartości opałowej 24 MJ/kg a sprzedażą otrzymanych produktów z selektywnego kruszenia i rozklasyfikowania.
3. Odwadnianie mułów popłuczkowych.  
Materiałem wejściowym jest zagęszczony muł odpadowy o wartości opałowej około 9 500 kJ/kg.  
Produktami końcowymi są:
  - odwodniony muł węglowy o uziarnieniu 1–0 mm i wartości opałowej około  $Q_{ir}$  14 000 kJ/kg w ilości około 120 Mg /dobę,

— filtrat o zagęszczeniu około 140 g/l i wielkości ziarna poniżej 0,063 mm w ilości około 300 m<sup>3</sup>/dobę.

Znaczny efekt ekonomiczny jest możliwy dzięki sprzedaży 75% odwodnionego mułu popłuczkowego w formie mieszanki z miałem węglowym o wartości opałowej  $Q_{ir}$  19 000 kJ/kg przy jednoczesnym obniżeniu do 75% kosztu wywozu mułu na zewnętrzne składowisko odpadów, wykorzystując część takiego materiału do prewencji ppoż. magazynowanego węgla na składzie kopalnianym.

### **Podsumowanie**

Autorzy artykułu zaprezentowali zastosowane w przemyśle naukowe zasady wzbogacania i klasyfikacji, które przy poniesieniu stosunkowo niskich nakładów finansowych dają wymierne efekty ekonomiczne. Każde z omówionych i zastosowanych w Zakładzie Przeróbki Mechanicznej Węgla kopalni „Ziemowit” rozwiązań było poprzedzone badaniami przeprowadzonymi przez GIG Katowice lub kontrolę jakości i laboratorium własne kopalni.

