



Piotr PASIOWIEC<sup>1</sup>, Jerzy WAJS<sup>1</sup>, Klaudia BAŃCZYK<sup>1</sup>, Janusz BABCZYŃSKI<sup>2</sup>, Barbara TORA<sup>3</sup>

## Nowoczesne rozwiązania w układach klasyfikacji ziarnowej – zastosowanie przesiewaczy produkcji PROGRESS ECO

Streszczenie: W ostatnich latach KWK Budryk udostępniła poziom 1300 m, gdzie znajduje się około 160 mln ton węgla, w tym około 120 mln ton węgla koksowego typu 35. Podjęto zadanie kompleksowej modernizacji Zakładu Wzbogacania Węgla.

W artykule przedstawiono modernizację układów przesiewania, klasyfikacji i odwadniania węgla w Zakładzie Wzbogacania Węgla KWK Budryk i wdrożenie przesiewaczy firmy PROGRESS ECO sp. z o.o. sp.k.

W projekcie modernizacji określono następujące wymagania techniczne dotyczące wszystkich przesiewaczy w projekcie rozbudowy Zakładu Przerobczego KWK Budryk:

- przesiewacze wibracyjne o napędzie typu liniowego z jednostką napędową umieszczoną na belce napędowej przesiewacza w postaci generatorów drgań;
- napędy przesiewaczy wyposażone w urządzenie rozruchowo-hamujące;
- zastosowanie łożysk głównych napędu przesiewacza o nominalnym okresie eksploatacji wynoszącym co najmniej 40 000 roboczogodzin;
- wszystkie powierzchnie robocze wykonane z materiałów o wytrzymałości dla nadawy o uziarnieniu do 80 mm i odporności na ścieranie; listwy boczne oraz sita umocowane w sposób zapewniający bezawaryjną pracę, a jednocześnie łatwą i szybką wymianę;
- osłony z blachy nierdzewnej;
- burty boczne, belki oraz inne elementy do nich montowane połączone śrubami z zastosowaniem systemu zabezpieczającego przed korozją szczelinową oraz rozłączaniem się elementów;
- zastosowanie systemu monitorowania i wizualizacji parametrów pracy, tj.:
  - skoku rzeszota,
  - temperatury pracy łożysk i stanu ich zużycia.

Dostarczono trzy rodzaje przesiewaczy:

- przesiewacze PWP1-1Z-2,8x6,0 realizujące alternatywnie procesy odmulania lub odsiewania,
- przesiewacze PWP1-2,4x6,0 realizujące procesy odmulania,
- przesiewacze PWP1-2,0x6,0 realizujące proces klasyfikacji.

Słowa kluczowe: wzbogacanie węgla, KWK Budryk, przesiewacze, sita szczelinowe

<sup>1</sup> Progress Eco Sp. z o.o. sp.k.; e-mail: ppasiowiec@progresseco.pl

<sup>2</sup> JSW SA; KWK Budryk, Ormontowice.

<sup>3</sup> AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Kraków.

## **Modern solutions in the grain classification systems – the application of PROGRESS ECO screening machines**

Abstract: In recent years, the Budryk Coal Mine (KWK Budryk) reached the mining depth of 1300 m, where there is about 160 million tons of coal, including 120 million tons of coking coal (type 35). The task of the Coal Processing Plant complex modernization was undertaken. The article presents the modernization of coal screening, classification and dewatering systems at the KWK Budryk Processing Plant and the implementation of screening of PROGRESS ECO sp. z o.o. SK.

The modernization project defined the following technical requirements for all screens in the KWK Budryk Coal Processing Plant extension project:

- Vibrating screens with a linear type drive with a drive unit placed on the drive beam of the trommel screen in the form of vibration generators;
- Screen drives equipped with a starting-braking device;
- The use of main screen drive bearings with a nominal service life of at least 40,000 man-hours;
- All work surfaces made of materials with a strength of up to 80 mm grain and abrasion resistance; side strips and sieves fixed in a way ensuring trouble-free operation, and at the same time quick and easy replacement;
- Sheets made of stainless steel;
- Side walls, beams and other elements attached to them connected with screws using a system protecting against corrosion and elements separation;
- The use of a work parameters monitoring and visualization system, i.e.
  - pitch of the riddle,
  - bearing operating temperatures and the condition of their wear.

Three types of screens were provided:

- PWP1-1Z-2.8x6,0 screeners that alternatively perform sieving or desliming processes,
- PWP1-2.4x6.0 screening machines performing desliming processes,
- PWP1-2.0x6.0 screens performing the classification process.

Keywords: coal processing, Coal Mine Budryk, screening, slotted sieve

### **Wprowadzenie.**

#### **Przesiewacze jako urządzenia do klasyfikacji ziarnowej i odwadniania**

Przesiewacze mają wiele zastosowań – od rozdzielania, płukania do odwadniania. Efektywność przesiewania jest określana w różny sposób – w zależności od funkcji przesiewacza. Przesiewacze dzielą się na dwie główne kategorie: przesiewacze sortujące – są to przesiewacze, za pomocą których nadawa jest rozdzielana na klasy ziarnowe w zależności od wielkości ziaren, natomiast przesiewacze odwadniające są przesiewaczami, dzięki którym woda jest odprowadzana z produktu końcowego, aby umożliwić jego łatwe magazynowanie lub transport.

### **1. KWK Budryk**

Przedsiębiorstwo państwowe pod nazwą Kopalnia Węgla Kamiennego Budryk w budowie zostało utworzone w 1978 roku, które w 1994 zostało przekształcone w Jednoosobową Spółka Skarbu Państwa. Wydobycie węgla w Kopalni rozpoczęto w marcu 1994 r. Kopalnia Węgla Kamiennego Budryk została włączona w struktury Jastrzębskiej Spółki Węglowej SA w 2008 r.

Najmłodsza kopalnia w gronie JSW SA ponosi duże nakłady na dostosowanie Zakładu Mechanicznej Przeróbki Węgla do wzbogacania udostępnianych obecnie zasobów z poziomu 1300 m wysokojakościowego węgla ortokoksowego. Prace zmierzające do udostępnienia węgla z tego poziomu trwają już od kilku lat. Zasoby udostępnione z poziomu 1300 m wynoszą około 160 mln Mg, z czego 121 mln Mg to poszukiwany na rynku i osiągający wysokie ceny węgiel koksowy typu 35. Planowana jest eksploatacja kopalni do 2077 r. Celem modernizacji zakładu przerobczego jest przygotowanie do pełnego wzbogacania węgla koksowych. Koszty modernizacji i rozbudowy zakładu przerobczego szacowane są na około 150 mln zł.

Inwestycja obejmuje m.in. uruchomienie drugiego systemu technologicznego w stacji przygotowania węgla oraz przebudowę węzła wzbogacania węgla w ośrodku wodnym, a także modernizację pozostałych węzłów i układów technologiczno-maszynowych, pomiarowo-sterujących oraz systemów zabezpieczeń. Zaprojektowano instalacje odpylania, odkurzania przemysłowego oraz przewietrzania zbiorników, poprawiające bezpieczeństwo pracowników.

### *1.1. Rozbudowa i modernizacja Zakładu Przeróbki Mechanicznej Węgla (ZPMW) w KWK Budryk*

Zakres modernizacji obejmuje wykonanie projektów wykonawczych, budowę i przebudowę obiektów budowlanych, dostawę urządzeń mechanicznych (w tym m.in. pras filtracyjnych, wirówek, osadzarek, przesiewaczy, przenośników, pomp) oraz urządzeń elektrycznych wraz z wyposażeniem i instalacjami, montaż na miejscu budowy, uruchomienie, rozruch, przeprowadzenie inwentaryzacji, wykonanie dokumentacji powykonawczej i dokumentacji typu koncesyjnego dla całości ZPMW oraz świadczenie serwisu gwarancyjnego. Realizacja następuje etapowo na podstawie harmonogramu rzeczowo-finansowego.

W poprzednich latach w ZPMW:

- zbudowano obiekt odwadniania produktów flotacji, wyposażony m.in. w nowoczesne prasy filtracyjne Diemme Automat 1500 × 2000 dla odpadów,
- uzupełniono wirówki dla flotokoncentratu o 2 szt. Decanter DMI 44x132” Screenbowl,
- zabudowano hydrocyklony KREBS 26” dla klasyfikacji mułów,
- zabudowano nowoczesne analizatory i popiołomierze WILPO,
- zabudowano nowy układ ważenia samochodów,
- rozpoczęto budowę kompletnego drugiego systemu odstawy surowego urobku od skipu do zbiorników węgla surowego.

Realizowana obecnie rozbudowa i modernizacja ZPMW obejmuje:

- kontynuację budowy kompletnego drugiego systemu odstawy surowego urobku od skipu do zbiorników węgla surowego,
- budowę dwóch mostów przenośnikowych do obiektu kompleksowego,
- budowę nowych przesiewaczy klasyfikacyjnych i osadzarek jednokorytowych, maszyn do odwadniania produktów, instalacji i urządzeń towarzyszących, w tym zasilania i sterowania,
- budowę drugiego, niezależnego ciągu transportowego węgla na zwały.

## *1.2. Modernizacja układów klasyfikacji i odwadniania w Zakładzie Przeróbki Mechanicznej Węgla KWK Budryk*

W projekcie modernizacji określono następujące wymagania techniczne dotyczące wszystkich przesiewaczy w projekcie rozbudowy Zakładu Przeróbczego KWK Budryk:

1. Przesiewacze wibracyjne o napędzie typu liniowego z jednostką napędową umieszczoną na belce napędowej przesiewacza w postaci generatorów drgań.
2. Napędy przesiewaczy wyposażone w urządzenie rozruchowo-hamujące.
3. Zastosowanie łożysk głównych napędu przesiewacza o nominalnym okresie eksploatacji wynoszącym co najmniej 40 000 roboczogodzin.
4. Wszystkie powierzchnie robocze wykonane z materiałów o wytrzymałości dla nadawy o uziarnieniu do 80 mm i odporności na ścieranie; listwy boczne oraz sita umocowane w sposób zapewniający bezawaryjną pracę, a jednocześnie łatwą i szybką wymianę.
5. Osłony z blachy nierdzewnej.
6. Burty boczne, belki oraz inne elementy do nich montowane połączone śrubami z zastosowaniem systemu zabezpieczającego przed korozją szczelinową oraz rozłączaniem się elementów.
7. Zastosowanie systemu monitorowania i wizualizacji parametrów pracy, tj.:
  - skoku rzeszota,
  - temperatury pracy łożysk i stanu ich zużycia.

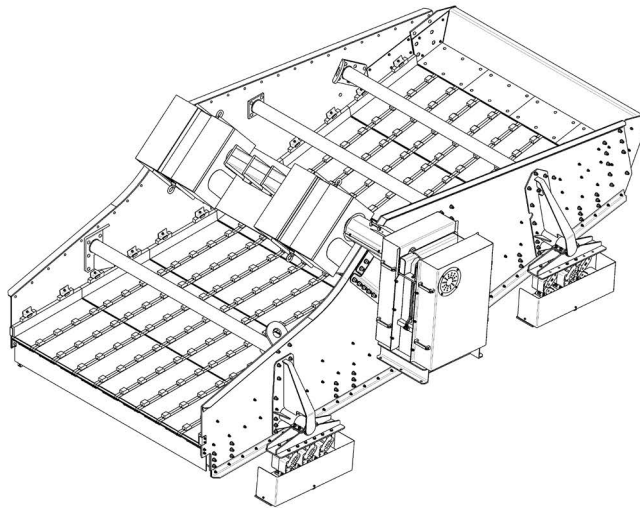
Przesiewacze przewidziane w projekcie modernizacji dostarcza firma PROGRESS ECO sp. z o.o. sp.k.

Dostarczono trzy rodzaje przesiewaczy, ich charakterystyki przedstawione są poniżej (rys. 1, 2, 3).

### *Charakterystyka przesiewaczy PWP1-1Z-2,8x6,0 realizujących alternatywnie procesy odmulania lub odsiewania*

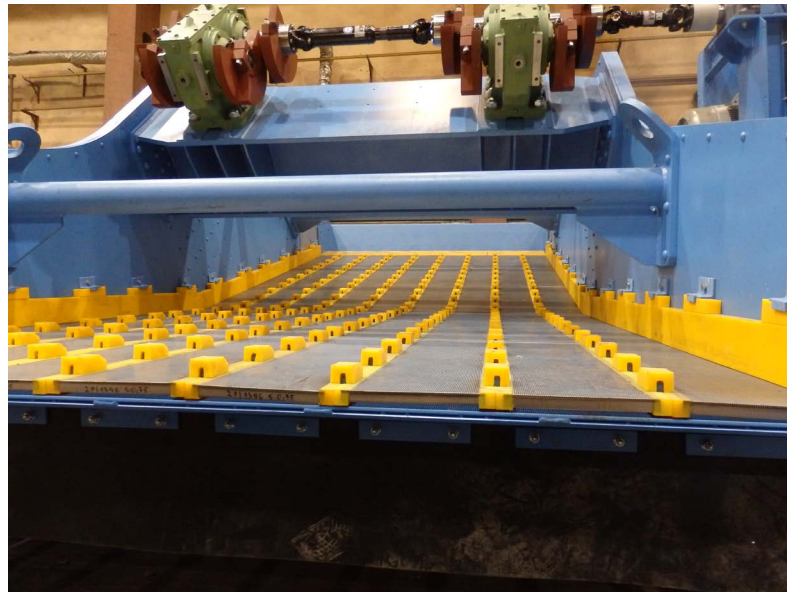
Przesiewacz realizujący w sposób alternatywny procesy odmulania lub odsiewania (urz. 4.503A-C, 4.603A-C): typ PWP1-1Z-2.8x6.0, producent PROGRESS ECO sp. z o.o. sp.k.

- nadawa – węgiel surowy 8–0 mm,
- wydajność nominalna maszyny – 250 do 300 Mg/h,
- szerokość pokładu sitowego – 2800 mm,
- długość pokładu sitowego – 6000 mm,
- grubość burt – min. 10 mm,
- konstrukcja przesiewacza umożliwiająca zastosowanie sit o szczelinie: – 0,75 mm (odmulanie); 12,00 mm (odsiewanie),
- moc – 37,0 kW,
- napięcie – 500 V /50 Hz,
- wykonanie stacjonarne, z zabezpieczeniem termistorowym,
- klasa izolacji; stopień ochrony silnika F – min. IP 54,
- masa – max. 12,0 Mg,
- przesiewacze wyposażone w 2 komplety sit roboczych (0,75 mm i 12,0 mm) obejmujących (każdy) całość pokładu sitowego.



CHARAKTERYSTYKA TECHNICZNA	
Przeznaczenie	odwadnianie
Wydajność	do 300 t/h
Uziarnienie nadawy	0 - 80 mm
Powierzchnia sita	16,8 m <sup>2</sup>
Sita pokładu o szczelinie	0,75 mm
Częstotliwość drgań	14,3 Hz
Skok rzeszota	9 ± 1 mm
Kąt pochylenia rzeszota	15° / 5°
Moc silnika	37 kW
Masa	11,7 Mg

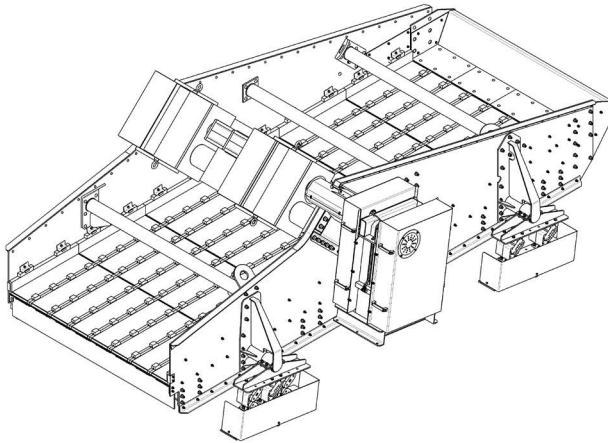
*PRZESIEWACZ WIBRACYJNY PWP1-1Z-2,8x6,0*



Rys. 1. Przesiewacz wibracyjny PWP1-1Z-2,8x6,0

Fig. 1. PWP1-1Z-2,8x6,0 vibrating screen

CHARAKTERYSTYKA TECHNICZNA	
Przeznaczenie	odwadnianie i klasyfikacja
Wydajność	do 200 t/h
Uziarnienie nadawy	0,75 – 80 mm
Powierzchnia sít	14,4 m <sup>2</sup>
Síta pokladu o szczelinie	20,0 mm
Częstotliwość drgań	14,3 Hz
Skok rzeszota	9 ± 1 mm
Kąt pachylenia rzeszota	8°
Moc silnika	30 kW
Masa	10,1 Mg

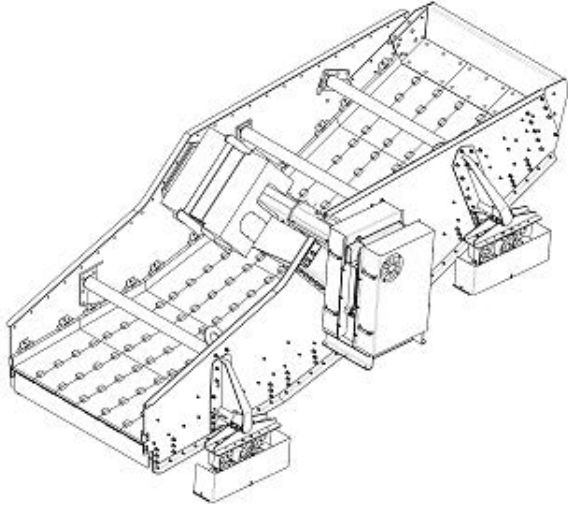


PRZESIEWACZ WIBRACYJNY PWP1-2,4x6,0



Rys. 2. Przesiewacz wibracyjny PWP1-2,4x6,0

Fig. 2. PWP1-2,4x6,0 vibrating screen

	CHARAKTERYSTYKA TECHNICZNA	
	Przeznaczenie	klasyfikacja
	Wydajność	do 450 t/h
	Uziarnienie nadaży	0,5 - 80 mm
	Powierzchnia sita	12,0 m <sup>2</sup>
	Sita pokładowe o szczelinie	12,0 mm
	Częstotliwość drgań	14,3 Hz
	Skok rzeszota	9 ± 1 mm
	Kąt pochylenia rzeszota	25° / 15° / 5°
	Moc silnika	22 kW
Masa	8,8 Mg	
<i>PRZESIEWACZ WIBRACYJNY PWP1-2Z-2,0x6,0</i>		



Rys. 3. Przesiewacz wibracyjny PWP1-2Z-2,0x6,0

Fig. 3. PWP1-2Z-2,0x6,0 vibrating screen

### *Charakterystyka przesiewaczy PWP1-2,4x6,0 realizujących procesy odmulania*

Przesiewacz odwadniający (urz. 4.507A-C, 4.607A-C) typ PWP1-2.4x6,0, producent PROGRESS ECO sp. z o.o. sp.k.

Ilość sztuk: 6;

- wydajność nominalna maszyny – 150 do 200 Mg/h,
- nadawa węgiel – 80–0,75 mm,
- szerokość pokładu sitowego – 2400 mm,
- długość pokładu sitowego – 6000 mm,
- grubość burt – min. 10 mm,
- masa – max. 10 Mg,
- szczelina – 20,0 mm,
- napięcie – 500 V; 50 Hz,
- moc silnika napędowego – max 30 KW,
- klasa izolacji; stopień ochrony silnika – F; min. IP 54.

### *Charakterystyka przesiewacza PWP1-2,0x6,0 realizującego proces klasyfikacji*

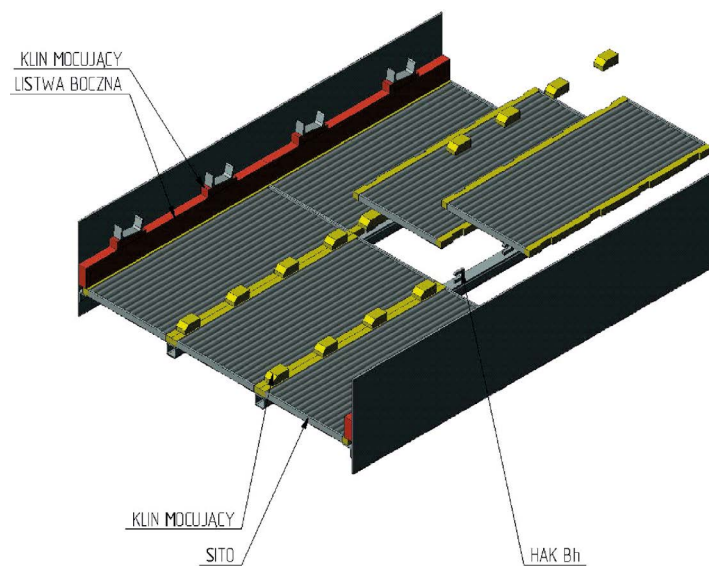
Przesiewacz wibracyjny sortujący (urz. 4.709): typ PWP1-2Z-2.0x6.0, producent PROGRESS ECO sp. z o.o. sp.k.

Ilość sztuk: 1;

- nadawa: przerost – 80–0,5 mm,
- wydajność nominalna – 450 Mg/h,
- szerokość pokładu sitowego – 2000 mm,
- długość pokładu sitowego – 6000 mm,
- szczelina – 12,0 mm,
- moc – 22 kW,
- napięcie – 500 V/50 Hz,
- napięcie sterujące – 230 V/50Hz.

Przesiewacze wibracyjne zastosowane w procesie modernizacji zakładu przerobczego KWK Budryk są wyposażone w sita mocowane w systemie PRO-CLIN (rys. 4). W procesie odmulania zastosowano sita szczelinowe zgrzewane o szczelinie 1 mm, w procesie klasyfikacji – sita zgrzewane typu PROGRESS-TYTAN oraz sita poliuretanowe. W systemie PRO-CLIN sito tworzy moduł, który mocowany jest do konstrukcji nośnej za pomocą haków i klinów. Oferowany system charakteryzuje się brakiem połączeń śrubowych, co znacznie przyspiesza wymianę zarówno pojedynczego sita, jak i całego pokładu. Zaletą zastosowania haków mocujących sita do konstrukcji przesiewacza jest rozpraszanie materiału znajdującego się na pokładzie sit, ograniczając wpływ tzw. martwej strefy. W miejsce klinów mocujących można stosować poprzeczne progi zwalniające, które dodatkowo zwiększają skuteczność procesów przesiewania i odwadniania. Ważną zaletą systemu jest niższa masa pokładu sit, co w znacznym stopniu zmniejsza jego oddziaływanie na konstrukcję przesiewacza. System mocowania sit PRO-CLIN doskonale sprawdza się w przesiewaczach o niskich pokładach.

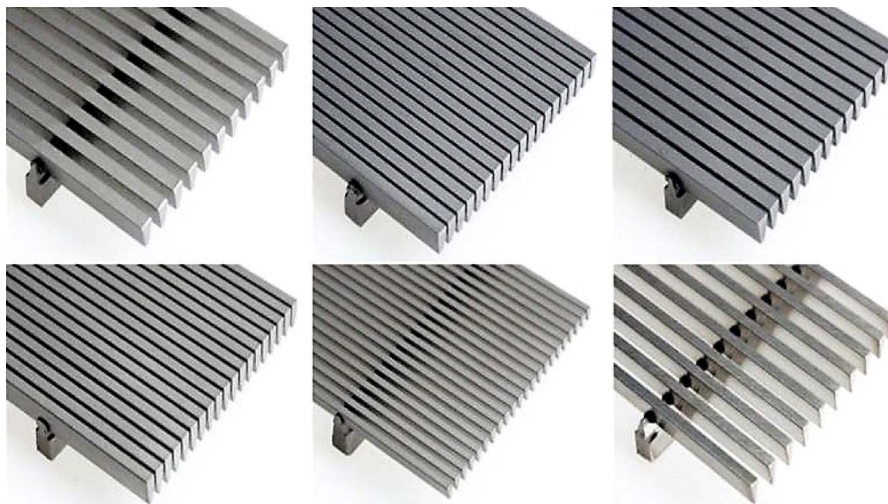




Rys. 4. Schemat mocowania sit w systemie PRO-CLIN

Fig. 4. The PRO-CLIN system fastening scheme

Sita szczelinowe zgrzewane produkowane są na podstawie metody zgrzewania elektrooporowego, która polega na zgrzewaniu profilowanych drutów roboczych do układu nośnych prętów. W wyniku tego powstają mocne sita zdolne do przenoszenia dużych obciążeń (rys. 5).



Rys. 5. Sita szczelinowe o różnych profilach i szczelinach  
(sita Pro-SLOT® firmy Progress Eco, [www.progresseco.pl](http://www.progresseco.pl))

Fig. 5. Slotted sieves with different profiles and slots

Sita szczelinowe zgrzewane charakteryzują się:

- zdolnością do przenoszenia dużych obciążeń,
- dużym współczynnikiem powierzchni otwartej,
- niską podatnością na zaślepienie,
- idealnie równą i gładką powierzchnią,
- dużą precyzją wykonania,
- zwiększoną skutecznością i dokładnością separacji i odwodnienia.

Druty profilowe wykorzystywane do produkcji sit szczelinowych dzielimy na dwie zasadnicze grupy. Pierwsza to profile powierzchniowe tworzące powierzchnię filtracyjną. Wykonuje się je z drutów profilowych typu Sb, Sbb oraz profili specjalnych. Druga to druty nośne (poprzeczki), które wykonuje się z drutów profilowych typu Q i Sb oraz profili specjalnych. Najczęściej stosowanym materiałem do wykonywania sit szczelinowych zgrzewanych jest stal nierdzewna i kwasoodporna (chromowa lub chromoniklowa z dodatkami m.in. molibdenu, tytanu i manganu). Zakres szczelin mieści się w przedziale od 0,02 do 20,0 mm.

### **Podsumowanie i wnioski**

1. Pomimo zmiennych warunków ekonomicznych funkcjonowania górnictwa, następuje dalszy rozwój i modernizacja zakładów przeróbki mechanicznej węgla w JSW SA.
2. Celem głównym realizowanych zadań jest zwiększenie produkcji i uzysku węgla do celów koksowniczych oraz efektywna poprawa jego jakości w parametrach, na które wpływ mają procesy technologiczne w ZPMW.
3. Wraz ze zmianami technicznymi w modernizowanych i budowanych obiektach wymiernie poprawiają się warunki higieny i bezpieczeństwa pracy załogi.
4. Dla sfinansowania inwestycji konieczne jest dostosowanie struktury funkcjonowania ZPMW do uwarunkowań zewnętrznych oraz prawnych, a także skoncentrowanie wysiłku na najefektywniejszych przedsięwzięciach.
5. Dalsza oczekiwana w branży koksowniczej poprawa jakości produkowanego węgla, a szczególnie stabilizacja istotnych parametrów koksu CRI i CSR – uwarunkowanych naturalnymi własnościami złoża, wymaga zaangażowania wszystkich uczestników procesów, stabilizacji wydobycia węgla z poszczególnych partii złóż oraz sporządzania mieszanek wsadu do baterii koksowniczych. Trzeba wykorzystać także możliwości retencjonowania i uśredniania węgla we wszelkich zbiornikach i na zwałach kopalni.
6. Dla precyzyjnego sterowania jakością produktów nie jest wystarczające bazowanie na gęstości rozdziału, a na parametrach rozliczeniowych węgla
7. Wynikiem procesu projektowania i konstruowania przesiewaczy poprzez ścisłą współpracę i wymianę doświadczeń pracowników PROGRESS ECO i KWK Budryk było dostarczenie przesiewaczy wibracyjnych, które w pełni realizują stawiane im wymagania w zakresie klasyfikacji oraz odwadniania.

## Literatura

- Banaszewski, T. 1990. *Przesiewacze*. Katowice: Wyd. Śląsk.
- Blaschke, S. i Blaschke, W. 1989. Maszyny i urządzenia w przeróbce kopalni. Sita. *Skrypt uczelniany* nr 1145. Kraków: Wyd. AGH.
- Hycnar i in. 2015 – Hycnar, J.J., Pasiowiec, P., Bańczyk, K., Wąjs, J. i Tora, B. 2015. Zwiększenie skuteczności odwadniania i klasyfikacji zawiesiny wody odciekowej w instalacjach odwadniania żużla przy zastosowaniu sit OSO. XXIX konferencja z cyklu: *Zagadnienia surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej pt. Paliwa dla energetyki – mix energetyczny*. Zakopane.
- Jonczak i in. 2004 – Jonczak, P., Pasiowiec, P. i Śmiejek, Z. 2004. Technologiczne i ekonomiczne racje istnienia nowych rozwiązań w obszarze stosowania sit produkcji Progress Eco S.A. Nowoczesne systemy przeróbce surowców mineralnych z uwzględnieniem problemów ochrony środowiska. KOMEKO 2004 Ustroń.
- Laskowski, J. i Łuszczkiewicz, A. 1989. *Przeróbka kopalni*. Wrocław: Wyd. Politechniki Wrocławskiej.
- Materiały reklamowe, prace badawcze i dokumentacje firmy Progress Eco sp. z o.o. sp. k. [Online] [www.progresseco.pl](http://www.progresseco.pl) [Dostęp: 2.08.2018].
- Pasiowiec i in. 2015 – Pasiowiec, P., Bańczyk, K., Wąjs, J., Gawlista, S., Tora, B. i Burek, A. 2015. Comparative analysis of dewatering efficiency and distribution of materials in centrifugal dewatering sieve with steel and polyurethane insert. *19th Conference on Environment and Mineral Processing*, VŠB – TU Ostrava.
- Pasiowiec i in. 2015 – Pasiowiec, P., Wąjs, J., Bańczyk, K., Borkowski, W., Bogusław, A. i Tora, B. 2015. *Rozbudowa układu klasyfikacji i odwadniania w Zakładzie Przeróbczym PG Silesia na bazie przesiewaczy wibracyjnych produkcji Progress Eco; Innowacyjne i przyjazne dla środowiska techniki i technologie przeróbki surowców mineralnych : bezpieczeństwo – jakość – efektywność*. Monografia, KOMAG.
- Pasiowiec i in. 2017 – Pasiowiec, P., Bańczyk, K., Tora, B., Brożyna, J. i Wąjs, J. 2017. Uniwersalne zastosowanie sit szczelinowych zgrzewanych w procesach wydobywania i przeróbki węgla kamiennego, ropy naftowej, gazu ziemnego oraz uranu. XXXI Konferencja Energetyczna, Zakopane.
- Sztaba, K. 1993. *Przesiewanie*. Katowice: Wyd. Śląsk.
- Tora i in. 2003 – Tora, B., Pasiowiec, P. i Śmiejek, Z. 2003. The possibilities of using the centrifugal dewatering sieve in the system of classification. 7th Conference on Environment and Mineral Processing, VŠB – TU Ostrava.

