



# Oszczędne i innowacyjne urządzenia oraz systemy stosowane w zakładach przeróbki mechanicznej kopalini – wybór

**Piotr MYSZKOWSKI**

mgr inż.; PRO-INDUSTRY Sp. z o.o. Sp.k., email: piotr.myszkowski@pro-industry.pl

DOI: 10.29227/IIM-2017-02-8

## Abstrakt

*W niniejszej pracy zaprezentowano wybór różnych urządzeń i systemów stosowanych w zakładach przeróbki mechanicznej kopalini. Za wyjątkiem nowatorskiego systemu odwadniania opartego na filtracji ciągłej z wykorzystaniem pary wodnej, wszystkie inne wymienione produkty są sprawdzonymi od wielu lat rozwiązaniami, z powodzeniem stosowanymi w światowym górnictwie. W pracy przedstawiono możliwości zastosowania omawianych produktów, ich najważniejsze cechy charakterystyczne oraz wpływ na ekonomikę pracy zakładu górnictwa. Omówiono zastosowanie hydrocyklonów firmy KREBS do klasyfikacji, zagęszczania, oczyszczania i wzbogacania z cieczą ciężką, pompy wirowe firmy KREBS do hydrotransportu z hybrydowym systemem uszczelnienia na ssaniu, a także współpracę pomp wirowych z hydrocyklonami. Ponadto, przedstawiono rozwiązanie problemu zasilania pras filtracyjnych poprzez zastosowanie hybrydowego systemu składającego się z pomp wirowych i wporowych pomp membranowych firmy ABEL, który jest tani w eksploatacji, niezwykle energooszczędny, o małych potrzebach obsługi. Przedstawiono również nową wersję, dużo sprawniejszej wirówki sedymentacyjno-filtracyjnej firmy ANDRITZ, stosowanej do odwadniania koncentratu węgla oraz zaprezentowano możliwości stosowania sprawdzonych pras filtracyjnych również firmy ANDRITZ. Na koniec omówiono system do filtracji ciągłej z wykorzystaniem pary wodnej firmy BOKELA, który umożliwia uzyskanie niskich wilgoci produktu odwodnionego i eliminację suszenia termicznego.*

*Słowa kluczowe: przeróbka mechaniczna, zawiesina, szlam, hydrocyklon, pompa, filtr, prasa filtracyjna, wirówka, zasilanie pras filtracyjnych, odwadnianie, hydrotransport, klasyfikacja, zagęszczanie, oczyszczanie*

## Wstęp

Niezwykle konkurencyjny rynek w branży górnictwa, a szczególnie węgla, powoduje konieczność zmiany dotychczasowych sposobów działania, również w zakładach przeróbki mechanicznej kopalini. W chwili obecnej, w Polsce, są realizowane lub znajdują się w fazie koncepcyjnej, projekty modernizacji zakładów przeróbki mechanicznej węgla. Wydaje się, że proste unowocześnianie parku maszynowego, tzn. zastępowanie urządzeń starszej generacji, nowszymi, bardziej wydajnymi, czy też bardziej oszczędnymi w eksploatacji, nie umożliwi poprawy rentowności zakładu górnictwa, w taki sposób, aby był on konkurencyjny i przynosił maksymalny dochód. Oczywiście należy zawsze pamiętać, aby w procesie modernizacji parku maszynowego utrzymać lub polepszyć jakość produktu. Jednak największe zyski uzyskuje się poprzez zastosowanie zupełnie nowych, do tej pory w danym zakładzie, niestosowanych układów technologicznych, które umożliwiają produkcję z większą rentownością. Podstawową kwestią przy prowadzeniu ruchu zakładu górnictwa jest uzyskanie produktu o pożądanych przez klientów własnościach, przy maksymalizacji przychodów. Bardzo ważnym elementem jest również uzyskiwanie wysokich parametrów wydajnościowo-jakościowych przy niskich wymaganiach dotyczących kwalifikacji obsługi. Istotnym czynnikiem jest

także brak miejsca pod zabudowę nowych urządzeń.

Węgiel kamienny w Polsce w perspektywie najbliższych 15 lat będzie najbardziej wykorzystywanym surowcem do produkcji energii elektrycznej i ciepłej. Decyduje o tym konkurencyjna cena w stosunku do innych surowców energetycznych, odnawialnych źródeł energii i rozbudowana sieć dystrybucyjna ułatwiająca dostęp. Własne złoża i wydobywanie decyduje o bezpieczeństwie energetycznym Polski oraz zwiększa konkurencyjność polskiej gospodarki na świecie. Jednak czy będzie to wyłącznie węgiel pochodzący z polskich zakładów górnictwa?

Polskie zakłady górnictwa działają na niezwykle konkurencyjnym rynku, na którym popyt oraz ceny są ustalane w sposób rynkowy. Dla zakładów górnictwa oznacza to konieczność zwiększenia rentowności produkcji przy niezmiętej lub nawet spadającej jakości węgla surowego.

W jaki sposób można zwiększyć rentowność zakładu górnictwa? W zależności od sytuacji danego zakładu można to osiągnąć poprzez zastosowanie bardziej wydajnych, mniej energochłonnych maszyn lub poprzez zastosowanie nowatorskich rozwiązań technologicznych. PRO-INDUSTRY specjalizuje się w dostawach nowatorskich maszyn, urządzeń i systemów stosowanych w zakładach przeróbki mechanicznej kopalini.



Rys. 1. Hydrocyklon gMAX



Rys. 2. Hydrocyklon z cieczą ciężką

Poniżej omówiono, w skrócie, niektóre, innowacyjne, produkty oferowane przez PRO-INDUSTRY:

- hydrocyklony klasyfikująco-zagęszczające nowej generacji typu gMAX
- wzbogacające hydrocyklony z cieczą ciężką
- pompy wirowe i wyporowe
- wirówki osuszające i dekantacyjne
- filtry: prasy filtracyjne i filtry do pracy ciągłej z wykorzystaniem pary wodnej.

### Hydrocyklony klasyfikująco-zagęszczające nowej generacji typu gMAX

Hydrocyklony znajdują coraz szersze zastosowanie w nowoczesnych zakładach przeróbki mechanicznej kopalin ze względu na prostotę budowy (brak części ruchomych), uproszczenie układów klasyfikacji, a także z powodu ciągłego zaostrzania wymagań dotyczących jakości rozdziału produktów klasyfikacji.

Hydrocyklony jako urządzenie klasyfikujące stosuje się w zakładach wzbogacania surowców mineralnych, w układach mielenia w celu uzyskania odpowiedniego uziarnienia materiału kierowanego do flotacji. Oprócz tego, stosowane są one z powodzeniem do oczyszczania nadawy z niepożądanych drobnych frakcji, zaburzających proces produkcji w dalszych etapach, jak również do zagęszczania ciał stałych w strumieniu.

Hydrocyklon gMAX jest przedstawicielem całkowicie nowej generacji hydrocyklonów firmy Krebs o zmienionej konstrukcji, począwszy od dyszy wylotowej do tulei przelewu. Umożliwia to uzyskanie dokładniejszej i doskonalszej separacji cząstek na hydrocyklonach o większych rozmiarach przy wyższej wydajności jednostkowej. Oznacza to, że, aby uzyskać podobną separację i wydajność należało zastosować dużą ilość hydrocyklonów o mniejszej średnicy, co wiązało by się z większymi nakładami inwestycyjnymi.

Główne zalety wykorzystania cyklonu gMAX:

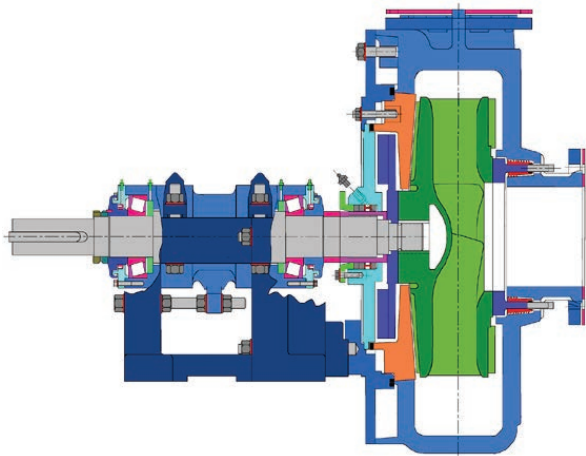
- Wymienne wykładziny jako standard
- Mniejsza ilość cyklonów zapewnia optymalne ziałanie
- Klasyfikacja przy większym zagęszczeniu ciał stałych.
- Wymagają niższych ciśnień zasilania
- Możliwość pracy w istniejących instalacjach
- Cyklon gMAX gwarantuje osiągnięcie parametrów rozdziału uzyskiwanych do tej pory w małych cyklonach, pracując na niższym ciśnieniu

### Hydrocyklony z cieczą ciężką w układach wzbogacania węgla kamiennego

Zastosowanie hydrocyklonów z cieczą ciężką do wzbogacania węgla (energetycznego oraz koksującego) jest bardzo ekonomicznym rozwiązaniem. W porównaniu do powszechnie stosowanych w Polsce osadzarek jest to rozwiązanie, które oferuje uzyskanie znacznych, dodatkowych dochodów. Bardzo ważne jest także uproszczenie schematu technologicznego zakładu, jego obsługa nie wymaga wysokich kwalifikacji, a sam system jest kompaktowy.

Układ technologiczny oparty na hydrocyklonie z cieczą ciężką pracuje w sposób w pełni automatyczny, nie jest wymagana jakakolwiek ingerencja operatora, oprócz nastawy gęstości separacji. Praktycznie nie istnieje inny system do płukania węgla, który byłby tak niewrażliwy na zmiany wielkości ziaren, zmiany w zagęszczeniu ciał stałych w nadawie oraz oferował tak wysoki stopień odzysku. Na przykład, jeśli zakład jest zaprojektowany do wydajności 100t/h, otrzymamy w efekcie, praktycznie tą samą jakość produktu w zakresie 115 t/h do 20 t/h. Separacja jest równie wysoka dla różnorodnych frakcji wymiarowych

Hydrocyklony stosowane są powszechnie dla węgla o różnych właściwościach fizykochemicznych. Zwięk-



Rys. 3. Pompa typu millMAX



Rys. 4. Pompa membranowa ABEL

szenie przychodów zakładu obserwuje się nie tylko przy węglach trudno wzbogacalnych, ale również dla węgla łatwo wzbogacalnych. Przykładowo, dla węgla trudno wzbogacalnych, przy wydajności 700 t/h i popiele w produkcie 13,8–17,1%, wzrost przychodów z tytułu zastosowania płuczki na hydrocyklonie z cieczą ciężką, to ok. 10–14 mln USD rocznie, natomiast dla węgla łatwo wzbogacalnych odpowiedni wzrost przychodów wynosi 2 mln USD (popiół w produkcie 5,9%).

Typowe współczynniki rozproszenia prawdopodobnego uzyskiwane przy eksploatacji hydrocyklonów z cieczą ciężką to  $E_p = 0,02 \div 0,06$ , podczas, gdy te współczynniki dla osadzarek to  $E_p = 0,08 \div 0,24$ . Współczynnik rozproszenia prawdopodobnego wpływa wprost na ilość odzyskanego węgla. We wszystkich przypadkach, ilość odzyskanego węgla na hydrocyklonie jest większa niż w najlepiej nawet pracującej osadzarce. Wzrost sprzedaży węgla handlowego z tym związany liczy się w milionach dolarów na rok. Biorąc pod uwagę fakt, że w przyszłości należy spodziewać się coraz bardziej konkurencyjnego rynku sprzedaży węgla, na którym popyt i podaż będą regulowane jedynie mechanizmami rynkowymi, jedyną logiczną alternatywą jest eksploatacja płuczki opartej na hydrocyklonach z cieczą ciężką.

Zastosowanie hydrocyklonu z cieczą ciężką w zakładzie przeróbczym węgla kamiennego, umożliwi znacznie uproszczenie schematu technologicznego, redukcję kosztów eksploatacyjnych, większy odzysk węgla, znacznie zredukowaną obsługę samego układu, jak również ograniczenie kosztów remontowych.

W hydrocyklonach z cieczą ciężką wzbogaca się w zasadzie klasy urobku węglowego o wymiarach od 0,5 do 90 mm. Wydajność dla jednego hydrocyklonu, w praktyce, wynosi od 50 t/h do nawet 900 t/h.

Zatem niekwestionowaną korzyścią z zastosowania cyklonów z cieczą ciężką jest większa dokładność

wzbogacania, czyli większy odzysk węgla z nadawy! W warunkach przemysłowych przejawia się to uzyskaniem wyższych wychodów koncentratu z jednostki nadawy przy tych samych parametrach jakościowych. Oznacza to, że z tej samej ilości urobku, dzięki wysokiej dokładności wzbogacania, otrzymuje się większą ilość produktu handlowego. Przekłada się to na wyższe wpływy z jego sprzedaży poprawiając efekty ekonomiczne zakładu przeróbczego (zakładu górniczego).

Zastosowanie hydrocyklonów z cieczą ciężką do wzbogacania węgla (energetycznego oraz koksującego) jest bardzo ekonomicznym rozwiązaniem. W porównaniu do powszechnie stosowanych osadzarek jest to rozwiązanie, które oferuje uzyskanie bardzo znacznych, dodatkowych dochodów. Generalnie można stwierdzić, że płuczki oparte na hydrocyklonach z cieczą ciężką charakteryzują się następującymi właściwościami:

- Zwiększenie przychodów ze sprzedaży
- Bardzo wysoka efektywność separacji
- Dokładna kontrola gęstości separacji
- Szybka odpowiedź na zmianę punktu gęstości separacji
- Prosty schemat technologiczny, w większości przypadków potrzebujemy jedynie 1 hydrocyklon, 2 pompy, 2 przesiewacze, rekuperator, gęstościomierz
- Niewrażliwość na zmiany w ilości oraz zagęszczeniu węgla surowego
- Ich obsługa nie wymaga szczególnych umiejętności
- Kompaktowy budynek

Biorąc pod uwagę fakt, że w przyszłości należy spodziewać się coraz bardziej konkurencyjnego rynku sprzedaży węgla, na którym popyt i podaż będą regulowane jedynie mechanizmami rynkowymi, jedyną logiczną alternatywą jest eksploatacja płuczki opartej na hydrocyklonach z cieczą ciężką. Układy takie są sprawdzone w większości zakładów przeróbczych

Tabela 1. Porównanie układu przed i po modernizacji.

	Przed modernizacją 2 pompy wirowe	Po modernizacji 1 wirowa 1 wporowa
Czas pracy w ciągu roku	280 dni	280 dni
Czas pracy pompy wirowej	20 h/dobę	10 h/dobę
Czas pracy pompy membranowej	-	10 h/dobę
Zużycie energii na pompę	50kW ( $\Sigma$ 100kW)	50 kW / 10 kW
Zużycie energii całkowite	560 000 kW	168 000kW
Oszczędności energetyczne		117 000zł
Koszty remontów – pompy wirowe	120 000zł	30 000zł
Koszty remontów – pompa wporowa	-	1 000zł
Sumaryczne oszczędności	-	207 000zł

w świecie. W setkach przypadków udowodniły swoje właściwości, umożliwiając uzyskanie rentownej produkcji węgla. Płuczki z hydrocyklonami z cieczą ciężką są logiczną i bezpieczną alternatywą dla rozwiązań opartych na osadzarkach.

### Pompa KREBS typu MAX

Dodatkowym urządzeniem uzupełniającym hydrocyklony jest pompa je zasilająca. Pompa KREBS typu MAX jest nowatorskim rozwiązaniem w konstrukcji pomp wirowych. Zastosowano specjalny system doszczelniania, który składa się z dwóch podstawowych elementów: szerokie łopaty odrzutnika po stronie ssania oraz opatentowany, regulowany pierścień dociskowy, co w praktyce eliminuje recyrkulację wewnętrzną i znacznie wydłuża żywotność pompy oraz zmniejsza zużycie energii.

Oczywiście, niezbędna jest cykliczna regulacja pierścienia uszczelniającego (co kilka tygodni) poprzez łatwe dokręcenie śrub. Regulacja odbywa się z zewnątrz, podczas pracy pompy (brak konieczności postoju), a elementem przesuwany jest pierścień uszczelniający (nie wirnik). Dlatego szczelina pomiędzy płytą tylną po stronie napędu a wirnikiem, która odpowiada za utrzymanie szczelności na wale, pozostaje niezmienna. Regulacja tej szczeliny następuje jednokrotnie podczas montażu pompy.

Poprzez eliminację recyrkulacji szlamu, sprawność działania pompy pozostaje niezmienna w długim okresie użytkowania. Pompy te gwarantują stabilność parametrów po stronie ciśnieniowej przez cały okres eksploatacji komory roboczej. Nie zachodzi tutaj zjawisko pogarszania się parametrów wraz ze zużywaniem się ściernym podzespołów pompy (wirnik i wykładzina po stronie ssania). Dlatego pompy KREBS millMAX współpracujące z np. hydrocyklonami klasyfikującymi, zdecydowanie zmniejszają straty powodowane przez spadek ciśnienia na wlocie do hydrocyklonu (mniejsze ciśnienie na wlocie do hydrocyklonu powoduje pojawienie się większej ilości części stałych w przelewie).

Wszystkie dotychczasowe referencje zebrane z eksploatacji pomp KREBS typu MAX udowadniają, że zu-

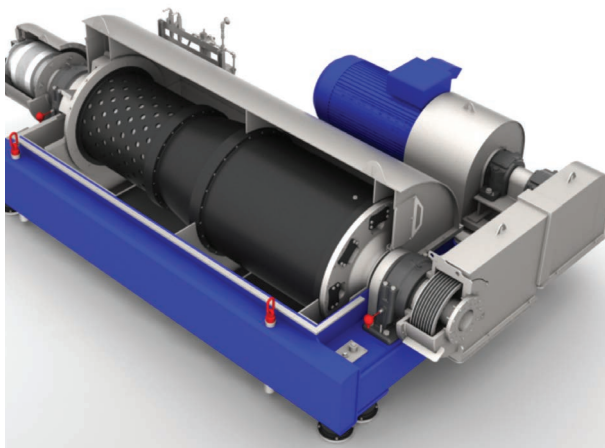
życie energii jest o ok. 10–20% niższe, a żywotność części komory roboczej jest dłuższa o przynajmniej 50%.

Połączenie pomp KREBS typu MAX i hydrocyklonów gMAX, gwarantuje podawanie do baterii hydrocyklonów, przez cały okres eksploatacji, jednakowej nadawy, powoduje, że system taki jest bardziej stabilny, a eliminacja strat ciśnienia na pompie i wymiana wykładzin hydrocyklonu o właściwym czasie powodują, że efektywność układu klasyfikacji jest w całym okresie eksploatacji stabilna i wysoka.

### Zasilanie pras filtracyjnych pompą membranową

Poniżej omówiono nowatorski sposób zasilania zestawu pras filtracyjnych przy wykorzystaniu pompy wporowej (membranowej) firmy ABEL. Układ został zabudowany oraz uruchomiony w ZPMW KWK „Pniówek” w lutym 2013 r. jako modernizacja istniejącego układu, opartego na jednej pompie wirowej. Głównymi powodami wykonania modernizacji układu, był zamiar znacznego wydłużenia okresu międzyremontowego układu zasilania pras, ograniczenie zużycia energii elektrycznej podczas procesu filtracji oraz przystosowanie układu zasilania pras filtracyjnych do planowanej wymiany pras i pracy przy ciśnieniu filtracji 1,5MPa. Układ pracuje w sposób pewny, bezobsługowo, cicho, nie zużywa w ogóle wody dławnicowej, a konstrukcja pompy membranowej gwarantuje długą żywotność podzespołów wewnętrznych. Jednak największą korzyścią z zastosowania tej pompy jest kilkukrotne zmniejszenie zużycia energii elektrycznej podczas procesu filtracji oraz zmniejszenie kosztów remontowych! Zastosowano układ hybrydowy, na który składa się pompa wirowa, której zadaniem jest wstępne napełnienie prasy filtracyjnej oraz pompa wporowa ABEL, której zadaniem jest „dobijanie prasy filtracyjnej” w długim okresie czasu.

W ZPMW KWK „Pniówek” eksploatowanych jest 9 komorowych pras filtracyjnych o powierzchni filtracji 570 m<sup>2</sup> każda. Zasilanie pras przed modernizacją było realizowane przy użyciu 2 pomp wirowych, których zużycie energii wynosiło około 560 000 kWh/rok.



Rys. 5. Wirówka sedymentacyjno-filtracyjna ANDRITZ AS11-3



Rys 6. Prasa filtracyjna typu ME

Do tego dochodziły koszty remontów pomp wirowych na poziomie ok. 120 000 PLN rocznie.

Zabudowa pompy ABEL typ HMD-G-50-0500 spełniła z nadmiarem wszystkie wymagania postawione przez inwestora - uzyskano skrócenie cyklu filtracji o ok. 0,5 godz., wydłużono okres międzyremontowy pomp wirowych, ograniczono zużycie wody dławnicowej powodującej rozrzedzenie nadawy, znaczną redukcję hałasu w pompowni, nadzwyczajne zmniejszenie zużycia energii. Ponadto, sflokulowana struktura filtrowanego materiału przestała być rozbijana. Skrócenie filtracji spowodowało możliwość odstawienia z eksploatacji jednej pompy wirowej.

Od rozruchu w lutym 2013 pompa ABEL działa bardzo niezawodnie – oprócz wymiany oleju w przekładni nie wymagała żadnej obsługi. Po 4 latach eksploatacji wymieniono jedynie jedną kulę zaworu o nieznacnej wartości.

Dzięki wykonanej modernizacji - łączne roczne zużycie energii ograniczono do poziomu 170 000 kWh/rok, co stanowi oszczędność ok. 117 000 PLN. Do tego dochodzą mocno obniżone koszty remontów pompy wirowej, wynoszące obecnie zaledwie około 30 000 PLN rocznie, co wynika ze znacznie niższego obciążenia pozostałej pompy wirowej. Sumarycznie można zatem mówić o obniżeniu kosztów na poziomie 207 000 PLN rocznie, wyłącznie poprzez optymalizację układu zasilania pras filtracyjnych komorowych.

#### **Nowoczesne wirówki sedymentacyjno-filtracyjne do odwadniania koncentratu węgla**

W porównaniu z innymi metodami odwadniania, użycie wirówek charakteryzuje się niskimi kosztami utrzymania, brakiem konieczności stosowania tkanin filtracyjnych lub specjalnych filtrów, bezobsługową, ciągłą pracą urządzenia, wysoką wydajnością przy małym zapotrzebowaniu na powierzchnię zabudowy, stosunkowo niską wilgotnością produktu odwodnionego, brakiem

konieczności dozowania odczynników. Ponadto, wirówki uruchamia się w sposób szybki, a ich obsługa jest prosta.

Firma ANDRITZ wdrożyła z powodzeniem w KWK Sośnica nowy model wirówki AS11-3, który charakteryzuje się następującymi zmianami i usprawnieniami w stosunku do dotychczas produkowanych wirówek typu SB6400 i SVS1100x3300:

- Zmniejszenie ogólnej wagi maszyny do 18.900 kg (z ok. 24t w przypadku wirówki SB6400), przy czym wirnik z przekładnią waży 7.173 kg. Łatwiejszy jest transport maszyny do użytkownika, jak również wszelkie prace transportowe związane z zabudową. Ponadto, łatwiejszy jest transport pionowy zespołu wirującego wybudowanego do remontu.
- Polepszone zabezpieczenie przeciwścierne poprzez wyłożenie płytkami ceramicznymi całego bębna oraz całej części sitowej, wydłużając okresy między remontowe.
- Odseparowano ramę podstawy silnika od ramy wirówki, co umożliwi dużo łatwiejszy transport maszyny, zarówno drogowy, jak i pionowy na miejsce zabudowy. Eliminuje się także wzajemny wpływ wibracji zespołu silnik/maszyna, wydłużając żywotność.
- Zastosowano nowy system smarowania olejowego łożysk przenośnika ślimakowego. Uzyskano wydłużenie okresu wymiany oleju, na co 4000 godz. pracy lub 6 miesięcy, znacznie ułatwiono obsługę.
- Zwiększono średnicę rury nadawy do DN200mm oraz zmieniono geometrię części sitowej, co przyczynia się do wzrostu wydajności.
- Zoptymalizowano konstrukcję przenośnika ślimakowego oraz zmieniono geometrię komory nadawy wraz z dyszami, uzyskując wzrost wydajności oraz większe przyspieszenie materiału po wlocie do wirówki.
- Zoptymalizowano część sitową zwiększając powierzchnię czynną sita, co przyczyni się do zmniejszenia zawilgocenia produktu odwodnionego.

Tabela 2. Dane porównawcze wirówek

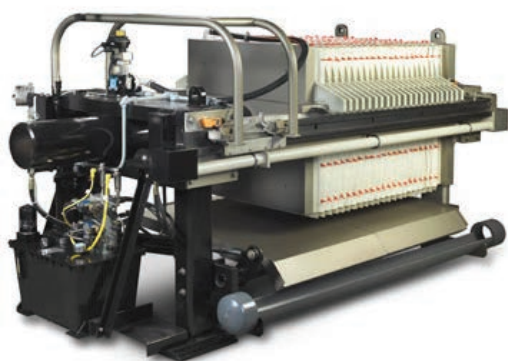
Typ wirówki:	BIRD SB6400 SVS1100x3300	AS11-3
Nadawa: zagęszczenie	220 – 350 g/l	430 g/l
Produkt odwodniony wilgoć Wt <sup>r</sup>	13-20%	11-19%
Wydajność	25-50 t/h	>50 t/h
Przepływ	80-120 m <sup>3</sup> /h	ok. 200 m <sup>3</sup> /h
Prędkość robocza	800-1000 obr <sup>-1</sup>	1000 obr <sup>-1</sup>
Liczba wirowania	450-600	600
Zainstalowana moc	315 kW	315 kW
Waga maszyny	24.000 kg	18.900 kg
Waga wimika z przekładnią	8.900 kg	7.173 kg
Średnica rury nadawy	150 mm	200 mm



Rys. 7. Prasa filtracyjna typ A4



Rys. 8. Prasa filtracyjna typ SE



Rys. 9. Prasa filtracyjna w wykonaniu górniczym



Rys. 10. Jednostka pilotowa BOKELA Steam HiBar

• W końcowej części łopat przenośnika ślimakowego (strona mokra) wykonano specjalne otwory przelewowe umożliwiające wzrost wydajności.

Poniżej znajduje się tabela, w której zamieszczone są dane porównawcze.

#### Prasy filtracyjne oferowane przez grupę ANDRITZ

Grupa ANDRITZ produkuje nowoczesne, a przede wszystkim sprawdzone w praktyce przemysłowej prasy filtracyjne różnych typów.

- Prasy filtracyjne o konstrukcji z belką górną i belkami bocznymi:
- Konstrukcja z belką górną: Zamykanie w wyniku docisku, wielkość płyt do 2000 x 2000 mm, ciśnienie do 15 bar.

- Konstrukcja z belką górną: zamykanie w wyniku ciągnięcia, wielkość płyt do 2600 x 2600 mm, ciśnienie do 25 bar
- Konstrukcja z belkami bocznymi: zamykanie w wyniku docisku, wielkość płyt do 2000 x 2000 mm, ciśnienie do 15 bar
- Prasa filtracyjna dla górnictwa (konstrukcja z belkami bocznymi)
- Szybko działająca.
- Produkowane do pracy przy ciśnieniach do 60 bar.
- Przykłady typowych zastosowań: odpady z rud Cu, odpady z rud Pb, Ti, Sn, Ni, Au i Ag

Wszystkie konstrukcje mogą być dostarczone z au-

tomatycznym urządzeniem do mycia tkanin i innym wyposażeniem oraz szerokim zakresem konfiguracji płyt filtracyjnych.

### **Filtracja parowo-ciśnieniowa drobnych klas ziarnowych węgla na filtrach bokela steam HiBar**

Filtracja HiBar jest najnowocześniejszą technologią rozwoju ciągłej filtracji ciśnieniowej, zwaną również jako filtracja hiperbaryczna. W przypadku materiałów, które są uważane jako trudne w procesach filtracji, filtry HiBar umożliwiają uzyskanie niskiej zawartości wilgoci w produkcie, wysoką wydajność jednostkową oraz efektywne płukanie placka filtracyjnego, nawet w przypadku najdrobniejszych ziaren. Najniższe zawartości wilgoci w placku filtracyjnym są osiągnięte na filtrach HiBar przy jednoczesnym zastosowaniu pary wodnej i wysokiego ciśnienia. W takim hybrydowym procesie separacji, do placka filtracyjnego jest podawana para wodna bezpośrednio po jego uformowaniu z zawiesiny. Proces ten zachodzi w specjalnie zaprojektowanej i opatentowanej kabinie parowej obejmującej niewielką część powierzchni filtracji, dlatego tylko taka część placka filtracyjnego podlega parowaniu, które przyspiesza i intensyfikuje proces odwadniania. W efekcie, w przypadku wielu odwadnianych materiałów uzyskiwana niska wilgoć placka filtracyjnego znacznie zwiększa jakość oraz właściwości transportowe produktu odwodnionego. Filtracja parowo - ciśnieniowa HiBar umożliwia produkcję najdrobniejszych klas ziarnowych o niezwykle niskiej wilgoci, poniżej 10% wagowo, pozwalając na znaczne korekty w schemacie technologicznym zakładu.

W październiku 2017 roku, jednostka pilotowa Bokela Steam HiBar była eksploatowana w KWK Pniówek, przy obecności wielu ekspertów przeróbki kopaliny z Polski. To było trzecie światowe zastosowanie tej technologii w praktyce przemysłowej, podczas której osiągnięto wilgoć produktu poniżej 9% ww (nadawę stanowiła zawiesina koncentratu flotacyjnego). Okazało się, że tak niską wilgoć uzyskano przy zużyciu pary wodnej w ilości zaledwie 50–70 kilogramów na tonę suchej masy. Należy zaznaczyć, że produkcja drobnych klas węgla przy wilgoci poniżej 10%, eliminuje wcześniejsze ograniczenia i zapewnia nowe możliwości dalszych operacji technologicznych, takich jak:

- Mieszanie grubych i drobnych klas ziarnowych w dowolnym stosunku
- Przekształcenie odpadów w produkt, tzn. umożliwienie jego sprzedaży zamiast wysyłanie na składowisko odpadów
- Zmniejszenie kosztów transportowych w wyniku zmniejszania zawartości wody
- Polepszenie zachowania produktu przy rozładunku wagonów kolejowych
- Niższe koszty energii lub nawet całkowite wyeliminowanie suszenia termicznego
- Większa zyskowość z każdej tony wydobywanego węgla

Zastosowanie urządzeń i systemów oferowanych przez PRO-INDUSTRY umożliwia osiągnięcie dodatkowych, wymiernych korzyści w zakładach mechanicznej przeróbki kopaliny. Są to sprawdzone i cenione na całym świecie rozwiązania.

## Literatura – References

1. Materiały własne PRO-INDUSTRY
2. Materiały własne KREBS
3. Materiały własne ABEL
4. Materiały własne ANDRITZ
5. Materiały własne BOKELA

### *Money-saving and innovative products and systems used in minerals processing – selection*

*In this elaboration there are presented a selection of various equipment and systems used in mechanical minerals processing plants. With the exception of the innovative dewatering system based on continuous steam filtration, all other listed products are proven solutions that have been successfully used in the global mining industry for many years. The paper presents the possibilities of applying the discussed products, their most important characteristics and their impact on the economics of the mining plant. The use of KREBS hydrocyclones for the classification, thickening, purification and enrichment with dense media, KREBS centrifugal pumps for hydro transport with a hybrid suction seal system, and the cooperation of centrifugal pumps with hydrocyclones are discussed. In addition, the solution to the problem of feeding the filter presses through the use of a hybrid system consisting of centrifugal and ABEL's displacement diaphragm pumps, which is cost-effective, extremely energy-efficient, low-maintenance. Moreover it was shown a new version, a much more efficient ANDRITZ screen bowl centrifuge used for dewatering of coal concentrate and the possibility of using ANDRITZ proven filter presses is also presented. Lastly, BOKELA's continuous-water filtration system, which enables low moisture content of the dewatered product and eliminates thermal drying, is discussed.*

*Keywords: minerals processing, slurry, hydrocyclone, pump, filter, filter press, centrifuge, filter press feeding, dewatering, hydro transport, classification, thickening, desliming*