

Opracowanie na podstawie artykułu autorstwa: G. Schnabel i T. Raaff z firmy ANDRITZ AG opublikowanego w Word Coal z lipca 2007r.

## **Nowy system odwadniania mialu węglowego - wyzwanie dotychczasowym procesom odwadniania poprzez zastosowanie kombinacji wirówek sedymentacyjno-sitowych i filtrów nadciśnieniowych**

**Konieczność wzrostu wydajności i nawarstwiający się problemy ekologiczne wymuszają obecnie wprowadzanie nowatorskich rozwiązań w systemach odwadniania mialu węglowego. Mająca swą siedzibę w Austrii, firma Andritz, opracowała nowy sposób odwadniania, wykorzystujący połączenie dwóch różnorodnych urządzeń w jednym systemie, które oddzielnie są produkowane i dostarczane od wielu lat. Niniejszy artykuł stanowi krótkie opracowanie dotyczące korzyści płynących z zastosowania procesu, w którym wykorzystane jest połączenie wirówki sedymentacyjno-sitowej i filtra nadciśnieniowego, nazywanego czasami hiperbarycznym. Przedstawia ono również podstawowe zasady działania poszczególnych urządzeń.**

Połączenie dwóch różnych technologii w jednym procesie mogło nastąpić w wyniku serii przejęć producentów innych urządzeń, jakich firma ANDRITZ dokonała w ciągu ostatnich trzech - czterech lat.

Firma Andritz przejęła Bird Machinery, posiadającą w swoich zasobach wirówki Bird Humboldt oraz prasy filtracyjne Ritterhaus & Blecher, poza tym, innymi nabytkami firmy były filtry ciśnieniowe Netzsch oraz technologia produkcji płyt filtracyjnych Lenser. Dlatego, w chwili obecnej, ANDRITZ oferuje szeroki asortyment wyrobów, oprócz dotychczasowych filtrów nadciśnieniowych (hyperbaric filter - HBF), filtrów taśmowych oraz wirówek dekantacyjnych Guinard w ofercie znajdują się również wirówki sedymentacyjno-filtracyjne, spiralno-sitowe, wibracyjne, a także ciśnieniowe prasy filtracyjne. Dzięki temu firma może w swojej ofercie zaproponować najszerszy asortyment oraz kompletne rozwiązania systemowe odwadniania dla przemysłu węglowego.

### **DLACZEGO NALEŻY PODDAWAĆ ODWADNIANIU MIAŁ WĘGLOWY**

Proces przerobu węgla uległ znaczącym zmianom w ciągu ostatnich kilku lat. Miał węglowy stał się cennym surowcem jako składnik mieszanin lub produkt wyjściowy do produkcji pelletu lub brykietów. Pomijając zyski finansowe - przemysł musi postępować zgodnie z ustalonymi standardami, szczególnie ochrony środowiska. Należy zauważyć, że w przeszłości „produkty odpadowe”, m.in. mial, były wyrzucane na składowiska.

Ważnym czynnikiem jest także fakt, że w ostatnich latach, na rynkach światowych, zapotrzebowanie na czysty węgiel jako źródło energii znacznie wzrosło.

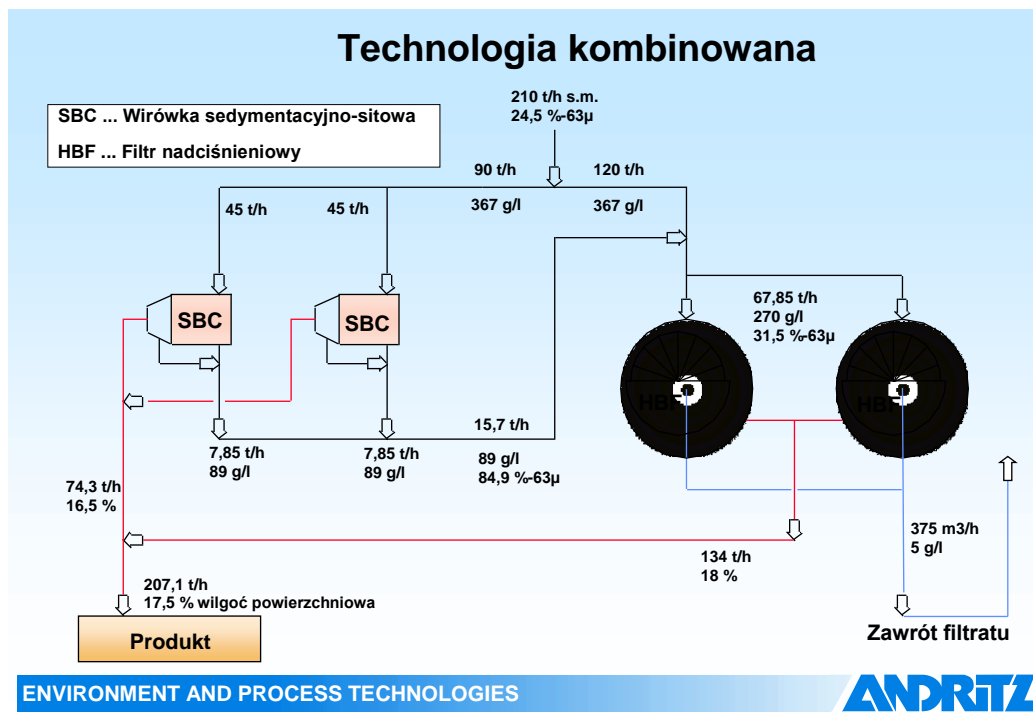
W przeszłości miał węglowy (poniżej 0,15 mm) był wyrzucany na składowiska odpadów głównie z powodu wysokich kosztów wzbogacania, jak również trudności związanych z odwadnianiem. Ponieważ materiał ten zazwyczaj stanowi 6-8% wydobywanego węgla, stało się oczywiste, że należy opracować technologię przeróbki również tej frakcji.

Dodatkową korzyścią ze wzbogacania miału węglowego jest to, że odpowiednie techniki odwadniania mechanicznego dają możliwość wyeliminowania suszarni oraz osadników szlamowych bezpośrednio wpływając na ochronę środowiska naturalnego.

W przeszłości stosowano powszechnie filtry taśmowe, jednak zostały one zastąpione przez nowoczesne wirówki sedymentacyjno-sitowe, które są dużo bardziej oszczędne i skuteczne w eksploatacji. Jednak pewnym ograniczeniem stosowania tych urządzeń jest fakt, iż najdrobniejsze cząstki węgla, które przedostają się obiegu wodno szlamowego, tworzą bardzo drobny osad zamulający zagęszczacz. Tradycyjnie, w procesach odwadniania drobnego miału węglowego wykorzystywano filtry próżniowe lub prasy taśmowe, na których powstawał jednak produkt o wysokiej zawartości wilgoci uniemożliwiający tworzenie mieszanek lub ograniczając jego przydatność do innych procesów technologicznych.

Poniższe, krótkie opracowanie pokazuje korzyści wynikające z zastosowania systemu, który jest sprawdzonym rozwiązaniem w technologii odwadniania miału węglowego.

## FILTR NADCIŚNIENIOWY I WIRÓWKA SEDYMENTACYJNO-SITOWA



Powyższa ilustracja stanowi przykład instalacji technologii kombinowanej. Pokazane są różne, przykładowe parametry eksploatacyjne elementów składowych. Parametry mogą się znacznie różnić w zależności od wymagań procesowych danej instalacji.

Nowa kombinacja dwóch technologii do ciągłego odwadniania, tj. wirówek sedymentacyjno-sitowych i filtrów nadciśnieniowych w znaczącym stopniu poprawia jakość otrzymanej części stałej i filtratu oraz zdecydowanie upraszcza węzeł odwadniania. Zagęszczenie nadawy może odbywać się w hydrocyklonach dlatego nie ma potrzeby budowania kosztownych, zajmujących duże powierzchnie zagęszczaczy promieniowych.

Dla porównania, instalacja złożona wyłącznie z dwóch wirówek sedymentacyjno-sitowych przerabiała by zagęszczoną mieszaninę flotokonzentratu z dodatkiem grubszej klasy w ilości ok. 90-100 t/h, podczas gdy możliwości przerobu wyżej wymienionego systemu kombinowanego wynoszą 210 t/h. Na wirówkach wskaźnik odzysku ciał stałych kształtuje się na poziomie 95%, podczas, gdy dzięki systemowi kombinowanemu można odzyskać ponad 99% materiału!

Powyższy typowy układ uwzględnia podział strugi materiału wsadowego na część wirówkową i filtrów HBF. 43% mialu węglowego przekazywane jest na dwie wirówki sedymentacyjno-sitowe, 57% wytwarzanego mialu węglowego jest dzielone na dwa filtry nadciśnieniowe.

Ok. 7,5% całkowitej ilości mialu jest oddzielane na wirówkach (produkt z części sitowej i filtrat) i wprowadzane do głównego strumienia, który kierowany jest na filtry nadciśnieniowe.

Główny strumień materiału, kierowany na filtry nadciśnieniowe składa się z mieszaniny grubych i drobnych frakcji węgla. Połączony, przefiltrowany produkt z filtrów nadciśnieniowych kierowany jest produktu końcowego.

Filtrat powstający na filtrach, zawiera mniej niż 1% drobnoziarnistych frakcji węgla, dlatego też może być wykorzystany jako woda przemysłowa lub woda do przemywania w instalacjach technologicznych.

Produkt powstający w wirówce sedymentacyjno-sitowej i filtrze nadciśnieniowym jest następnie transportowany przenośnikiem do miejsca składowania lub do dalszych procesów technologicznych.

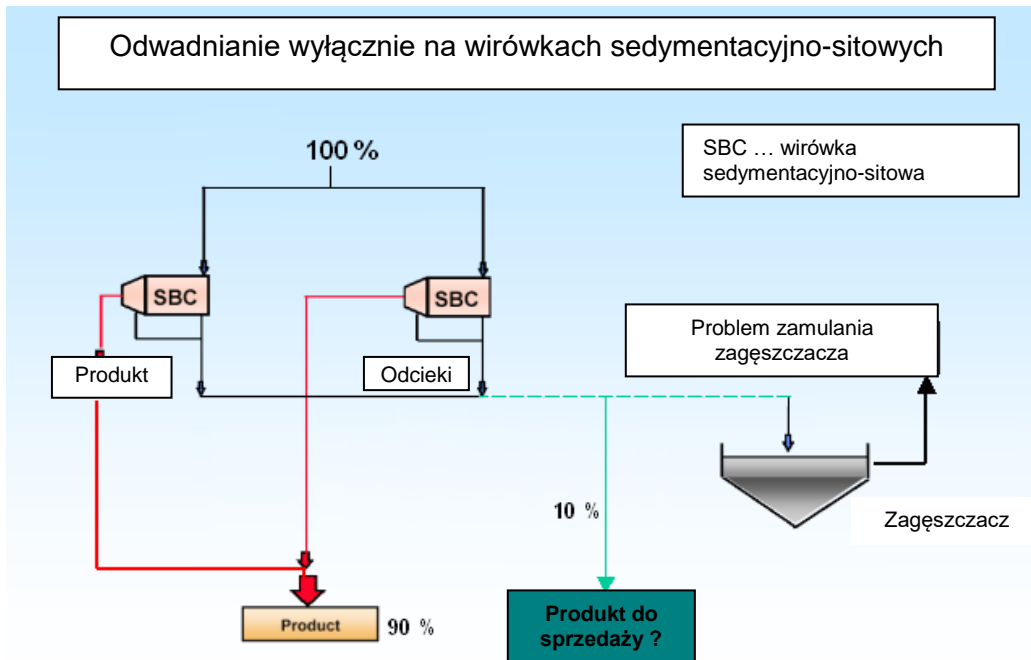
## **DLACZEGO NALEŻY STOSOWAĆ TECHNOLOGIE KOMBINOWANE**

Poniższy schemat obrazuje straty, jakie mogą mieć miejsce, jeśli system nie obejmuje filtra nadciśnieniowego. Systemy działające z zastosowaniem technologii sedymentacyjno-sitowej można w znaczący sposób udoskonalić poprzez dodanie jednego lub większej liczby filtrów nadciśnieniowych.

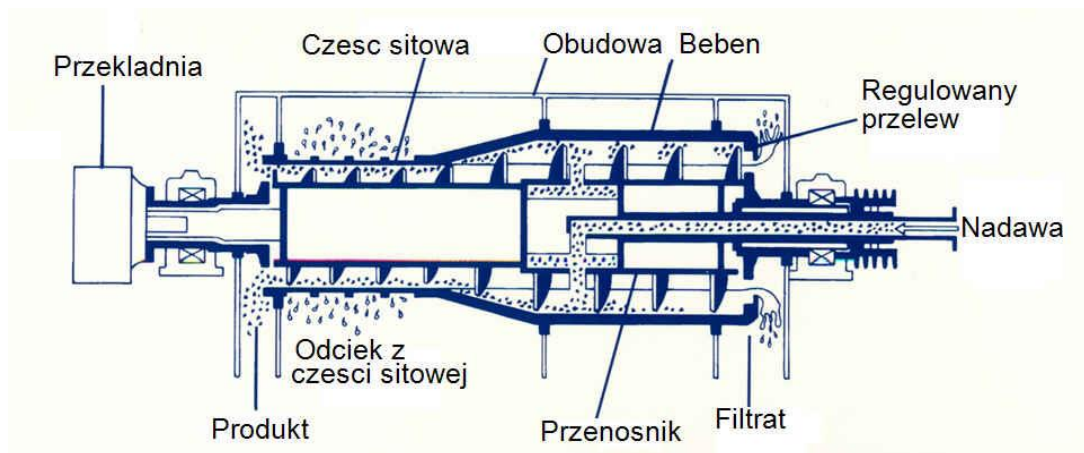
Jeśli produkcja węgla ma zostać zwiększona, a mial węglowy może być przeznaczony do sprzedaży, zamiast dodatkowych wirówek sedymentacyjno-sitowych należy dodać filtr nadciśnieniowy. Spowoduje to przerobienie dodatkowej ilości produkcji oraz zmniejszenie strat poprzez zwiększony stopień odzysku mialu.

Jednak, jeśli zakład nie będzie wytwarzał produktu przeznaczonego na sprzedaż, preferowane jest wykorzystanie samodzielnej wirówki sedymentacyjno-sitowej (zob. ilustrację poniżej), a części stałe znajdujące się w odcieku i filtracie przekazywane są na składowisko odpadów.

## TECHNOLOGIA Z ZASTOSOWANIEM WYŁĄCZNIE WIRÓWKI SEDMYMENTACYJNO-SITOWEJ



### Przekrój przez wirówkę sedymentacyjno-sitową



Z zasady, układ wirówki sedymentacyjno-sitowej łączy korzystne cechy sedymentacji i filtracji w jednym zespole. Układ jest kompaktowy i pozwala na osiągnięcie wyższej wydajności przy mniejszym wykorzystaniu miejsca niż w przypadku innych systemów.

Szlam węglowy jest wprowadzany przez stacjonarną rurę nadawy do czaszy cylindrycznego bębna, gdzie ma miejsce wstępny rozdział ziarna węgla - woda. Części stałe są następnie

przenoszone do komory filtracyjnej (część sitowa) przenośnikiem ślimakowym, co pozwala na dalsze odwadnianie za pomocą siły odśrodkowej i odprowadzanie wody.

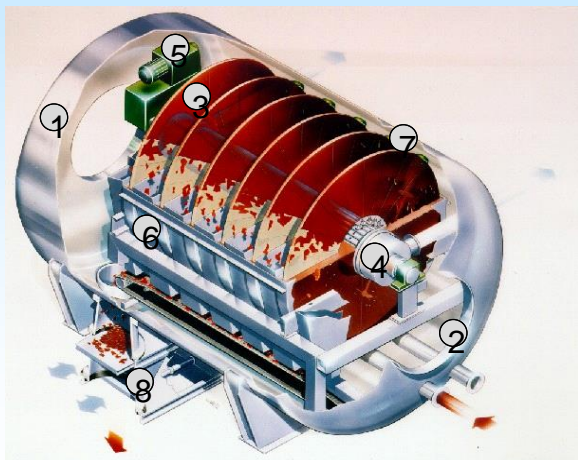
Zaletą tego systemu jest to, że ciała stałe można przemywać w części sitowej wirówki, chociaż przemywanie węgla nie jest istotne przy stosowaniu technologii kombinowanej.

Odciek z części sitowej musi zostać wprowadzony do strumienia materiału kierowanego do filtra naciśnieniowego, w ten sposób odzyskuje się cenny materiał i ogranicza straty produktu.

W wirówce sedymentacyjno-sitowej zachodzi odwodnianie drobnoziarnistych materiałów. Jednak pewna część materiału drobnoziarnistego zostaje oddzielona od węgla grubego i przedostaje się do odcieków. W takim przypadku można zastosować filtr naciśnieniowy, na którym odbywa się dalsze odwodnianie miazgi i wytworzenie placka filtracyjnego.

## FILTRACJA NACIŚNIENIOWA

### Filtr dyskowy



- 1 - Zbiornik ciś.
- 2 - Właz
- 3 - Filtr dyskowy
- 4 - Głowica ster.
- 5 - Napęd filtra
- 6 - Koryto filtra
- 7 - Mieszadła
- 8 - Rozładunek

ENVIRONMENT AND PROCESS TECHNOLOGIES

ANDRITZ

## TECHNOLOGIA FILTRÓW NACIŚNIENIOWYCH (HIPERBARYCZNYCH - HBF)

Działanie i funkcje filtra naciśnieniowego są przedstawione poniżej.

Przy wytworzonym ciśnieniu w komorze ciśnieniowej do 6 barów, filtry naciśnieniowe odwadniają bardzo drobnoziarniste zawiesiny o wysokim oporze filtracji, dając produkt o niskim poziomie wilgotności utrzymując przy tym wysoką wydajność produkcji. W porównaniu z filtrem próżniowym lub systemem cyklicznym (np. prasy filtracyjne), wymagany jest tylko ułamek powierzchni filtracyjnej dla otrzymania porównywalnych parametrów eksploatacyjnych.

Jedną z pozytywnych cech jest także to, że jednostka ta jest zwarta i wymaga małej powierzchni zabudowy. Liczba komór filtracyjnych na dysk zależy od wielkości urządzenia. Komory są zanurzone do 50% głębokości zbiornika filtracyjnego. Wyładowanie „wydmuchowe” zapewnia całkowite usunięcie placka filtracyjnego. W zbiorniku filtracyjnym, wykonanym ze stali

nierdzewnej, znajdują się łatwe do wymiany rurki filtracyjne, wykonane również ze stali nierdzewnej. Cała operacja jest w pełni zautomatyzowana dzięki sterownikowi PLC.

## **SPOSÓB DZIAŁANIA**

Zasada tworzenia placka filtracyjnego, na której oparte jest działanie filtra ciśnieniowego, jest najpowszechniej wykorzystywaną metodą inżynierii procesowej. Gdy element filtrujący jest zanurzony w zawieszynie, między obiema częściami przegrody tworzy się różnica ciśnień. Powoduje to odpływ cieczy przez materiał filtracyjny, podczas gdy części stałe są zatrzymywane i tworzą placek filtracyjny o stale rosnącej objętości.

Po utworzeniu placka filtracyjnego ma miejsce kolejny etap filtracji - usunięcie z niego wilgoci. Na tym etapie ciecz z przestrzeni kapilarnych jest wypierana przez powietrze. Dzięki zastosowaniu zbiornika ciśnieniowego efektywna różnica ciśnień może wynosić nawet 6 bar. Tak więc, bez zmiany innych warunków pracy, zmniejsza się znacząco zawartość wilgoci rezydualnej w produkcie. Dzięki dużej różnicy ciśnień, oprócz poprawy jakości procesu tworzenia placka, jednocześnie uzyskiwana jest wysoka wydajność tego procesu.

Taki układ umożliwia maksymalnie równomierne formowanie placka, dzięki czemu zapewnia izotropowy rozkład wilgotności rezydualnej i równomierny przepływ powietrza poprzez cały dysk filtracyjny.

## **FILTRACJA NA FILTRZE DYSKOWYM**

Odwodnienie zawiesziny odbywa się na filtrze dyskowym, znajdującym się w zbiorniku ciśnieniowym. Dyski filtracyjne zamocowane są na wspólnym wale filtra. Dyski są zanurzone do 50% w zbiorniku zawierającym zawieszinę. Cechą charakterystyczną jest to, że można utrzymać stałą grubość placka między krawędzią wewnętrzną (promień) a zewnętrzną (promień) dysku.

Równomierna grubość placka stanowi jedno z wymagań, których spełnienie jest konieczne dla otrzymania niskiej zawartości wilgoci, a w szczególności dla utrzymania niskiego poziomu przepływu powietrza przez placek filtracyjny podczas jego odwadniania.

Wewnętrzna objętość każdego segmentu filtracyjnego jest zaprojektowana tak, aby odpływ filtratu mógł się odbywać bez ograniczeń. Poza tym zoptymalizowana geometria sektora filtracyjnego gwarantuje, że placek zostanie odpowiednio usunięty za pomocą przepływu wstecznego sprężonego powietrza.

Filtrat jest odprowadzany z obszaru tworzenia placka filtracyjnego, a mieszanina powietrze/woda - z obszaru odwadniania do rozdzielacza filtratu. Filtrat pod działaniem siły grawitacji przechodzi do pompy odcieku, a powietrze jest wydmuchiwane do środowiska.

Dzięki automatycznemu systemowi przemywania tkaniny filtracyjnej jest ona myta regularnie przy minimalnym czasie przestojów i jak najmniejszej ingerencji operatora. Dla osiągnięcia skutecznego przemywania i jak najdłuższego czasu użytkowania tkaniny, stosowane jest ciśnienie wody dochodzące do 100 barów.

## SYSTEM WYŁADOWYWANIA

Ze względu na złożoność systemu, poniżej przedstawiono szczegółowy opis układu wyładowywania placka.

Układ podwójnych komór usuwa plackę filtracyjną ze zbiornika ciśnieniowego na przenośnik do transportu produktu. Urządzenie wyładowcze jest przymocowane za pomocą kołnierza do zbiornika ciśnieniowego i stanowi integralną część filtra nadciśnieniowego.

Układ komór składa się z:

- ◆ Komory odbiorczej produktu
- ◆ Klapy górnej
- ◆ Komory składowej (wyrównywania) produktu
- ◆ Klapy dolnej
- ◆ Dwóch cylindrów hydraulicznych uruchamiających klapy

## ZASADA DZIAŁANIA

Cel układu wyładowującego jest dwojaki:

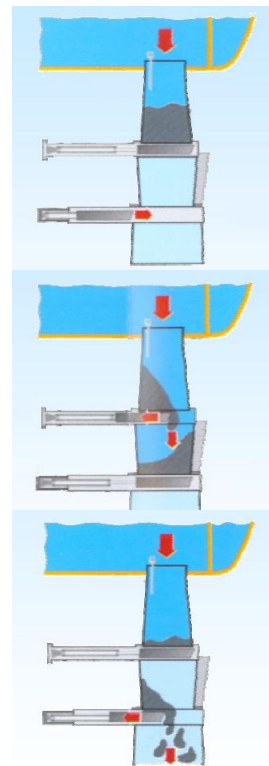
- 1) Pewne usunięcie odwodnionego placka filtracyjnego
- 2) Szczelne odizolowanie zbiornika ciśnieniowego od środowiska

Układ zamknięcia z podwójną pułapką działa w pełni automatycznie w cyklach opisanych poniżej:

- ◆ Na początku każdego cyklu obie klapy są zamknięte.
- ◆ Komora odbiorcza produktu jest przymocowana za pomocą kołnierza do leja samowyładowawczego zbiornika ciśnieniowego. Jest ona wypełniana produktem z przenośnika służącego do rozładowywania produktu (placka). Ciśnienie w komorze odbiorczej jest takie samo jak w zbiorniku.
- ◆ Ciśnienie w komorze składowej (wyrównywania) produktu jest zwiększane do momentu osiągnięcia ciśnienia równowagi.
- ◆ Następnie otwierana jest klapa górna i produkt opada do komory składowej.
- ◆ Ciśnienie w komorze składowej jest obniżane do wartości ciśnienia atmosferycznego.
- ◆ Następnie otwierana jest klapa dolna i plackę jest wyładowywany.
- ◆ Cykl jest zakończony po zamknięciu dolnej klapy, a ciśnienie w komorze składowej jest wyrównywane do ciśnienia w zbiorniku.

Układ zamknięcia z podwójną komorą wyposażony jest w automatyczne urządzenia sterujące, pozwalające na regulację czasu trwania cyklu, napełniania i rozładowywania i/lub poziomu napełnienia.

Zawieradła są oczyszczane za pomocą skrobaków. Układ jest wyposażony w uszczelnienie pneumatyczne aby zapobiec ulatnianiu się powietrza i zmniejszyć ścieranie. Dwa cylindry hydrauliczne są połączone z komorami i przymocowane na zewnątrz zbiornika ciśnieniowego. Dostęp do uszczelnień, skrobaków i prętów ślizgowych w celu ich konserwacji i wymiany jest możliwy z zewnątrz bez konieczności demontażu układu podwójnych komór.



## **WNIOSKI:**

W zależności od składu produktu, zmodyfikowana przez ANDRITZ konstrukcja wirówki sedymentacyjno-sitowej, sprawdziła się przy odwadnianiu węgla drobnoziarnistych. Główną cechą tego zespołu jest potrójny, spiralny przenośnik zgarniakowy oraz przeciwprądowe punkty drenażu.

Wirówki sedymentacyjno-sitowe stanowią wciąż efektywne rozwiązanie w aplikacjach, gdzie odzysk najdrobniejszej klasy węgla nie ma kluczowego znaczenia.

W różnych krajach Andritz zainstalował ponad siedemdziesiąt filtrów nadciśnieniowych, za pomocą których przeróbce poddawane są surowe szlamy węglowe, koncentraty z flotacji miedzi, rudy żelaza, boksyty, skrobia, magnezyt i ołów. Trzydzieści osiem spośród nich są to instalacje do przerobu węgla działające w Chinach, Niemczech i Czechach.

Dzięki rosnącemu zapotrzebowaniu na energię i konieczność ochrony środowiska, technologia kombinowana może skierować przemysł przeróbki węgla na nowe obszary. Rynkami gotowymi na przyjęcie tej technologii są: RPA, Mozambik, Australia, Rosja, Polska, Kanada oraz obie Ameryki.

### **Korzyści z zastosowania układu kombinowanego, wirówka sedymentacyjno – sitowa wraz z filtrem nadciśnieniowym:**

- Niska wilgoć produktu.
- Brak odpadu, filtrat w całości zawracany do procesu (obciążenie filtratu wynosi w praktyce 2 – 3 g/l)
- Zamknięcie obiegu wodnego, brak niebezpieczeństwa zamulenia układu.
- Praca w pełni automatyczna. Wymagany jest jedynie nadzór operatorski.
- Kompletny system urządzeń do pracy ciągłej.
- Wzrost niezawodności działania całego układu odwadniania.
- Minimalna ilość urządzeń, łatwość obsługi.
- Minimalne wymagania dotyczące powierzchni zabudowy i kubatury budynku.