

Modułowa konstrukcja rozdrabniacza MR300 do rozdrabniania placków filtracyjnych

mgr inż. Michał Zuba
mgr inż. Arkadiusz Tomas
Instytut Techniki Górniczej KOMAG

Streszczenie:

W artykule przedstawiono modułową konstrukcję rozdrabniacza MR300, uwzględniającą wymóg możliwości konfiguracji jego wariantów. Omówiono wersję A6RWM oraz A64R2N jako odmiany dostosowane do potrzeb w zakresie rozdrabniania placków filtracyjnych. Urządzenie wynika z zapotrzebowania polskiego górnictwa w zakresie rozdrabniania placków filtracyjnych. Własności rozdrabnianego materiału wymagają doboru odpowiedniego pakietu elementów roboczych oraz kinematyki i mocy urządzenia. Modułowa budowa rozdrabniacza MR300 pozwala na właściwą konfigurację cech urządzenia, w celu zapewnienia odpowiedniej wydajności przy jednoczesnym zachowaniu jakości produktu wyjściowego.

Abstract:

Modular structure of MR300 disintegrator is presented, including the possibilities of its variant configurations. A6RWM and A64R2N versions, adapted for disintegration of filtration cakes, are discussed. The device is a response to a demand of the Polish mining industry as regards disintegration of filtration cakes. The expected properties of disintegrated material require selection of proper operational components, kinematics and power of the device. Modular structure of MR300 disintegrator allows proper configuration of the device to ensure proper efficiency, while maintaining the quality of the product.

Słowa kluczowe: górnictwo, przeróbka, rozdrabnianie, dezintegracja, budowa modułowa

Keywords: mining industry, processing, disintegration, modular structure

1. Wprowadzenie

Maszyny do rozdrabniania surowców znajdują zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu, m.in. w górnictwie, przemyśle spożywczym, oczyszczalniach ścieków oraz przy utylizacji lub recyklingu odpadów. W zależności od technologii produkcji stosuje się maszyny dedykowane do przeróbki konkretnego materiału wsadowego, np. produktów procesu filtracji.

Odwadnianie produktów drobnoziarnistych realizowane jest w zakładach m.in. w procesie filtracji za pomocą pras. Prasy filtracyjne znajdują szerokie zastosowanie m.in. w zakładach mechanicznej przeróbki węgla, przy wzbogacaniu rud, w oczyszczalniach ścieków oraz w przemyśle spożywczym. Pod wpływem ciśnienia wywieranego na zawieszinę (koncentrat) na filtrze osadzają się cząstki stałe, które są usuwane z urządzenia w postaci placka filtracyjnego. Wilgotność odwodnionego materiału jest zróżnicowana, a jej zakres procentowy uwarunkowany jest wieloma czynnikami, w tym rodzajem materiału wsadowego oraz sprawnością maszyny. Wilgotność produktu wyjściowego może wynosić [2, 9, 11]:

- 3,0÷80,0%, dla osadów pogalwanicznych,
- 13,5÷20,0%, dla koncentratów miedzi,
- 18,0÷30,0 %, dla drobnoziarnistych produktów wzbogacania węgla.

Wymagania dotyczące jakości i granulacji dostarczanego sortymentu wymuszają poddawanie placków filtracyjnych procesowi rozdrobnienia (dezintegracji) [3, 12].

2. Przegląd stosowanych rozwiązań

Metody rozdrabniania placków filtracyjnych w górnictwie można scharakteryzować następująco [5, 13]:

- rozbijanie grawitacyjne (np. na rusztach, kratkach, strunach),
- nieliczne własne rozwiązania zakładów przeróbczych oraz wzory użytkowe,
- brak jest maszyn dedykowanych do określonego procesu i sortymentu,
- efekty rozdrabniania są niezadowalające – występuje problem z uzyskaniem odpowiedniej granulacji wyjściowej produktu.

Maszyny do rozdrabniania są stosowane powszechnie w wielu gałęziach przemysłu. Na polskim rynku w branży górniczej istnieją nieliczne rozwiązania konstrukcyjne, jednak nie znalazły one powszechnego zastosowania [1, 4, 5, 6, 7, 8]. W maszynach rozdrabniających pracujących w pozagórnich gałęziach przemysłu jako elementy robocze stosowane są najczęściej wały wyposażone w zastaw noży i/lub krążków tnących. Krążki mocowane są na wałach, kolejno z odpowiednim przesunięciem kątowym, tworząc śrubowy zarys linii powierzchni roboczej zębów, co w znaczący sposób poprawia proces rozdrabniania materiału [5, 13].

Krążki mają wiele kształtów, zależnych od zastosowania, rodzaju materiału rozdrabnianego oraz charakterystyki pracy urządzenia. Kształt krążków dobierany jest w zależności od możliwości pracy wałów w jednym i/lub obydwu kierunkach, czy charakteru procesu głównego (występuje możliwość np. przesiewania i cięcia). W związku z nadrzędnością procesu rozdrabniania, dla poszczególnych typów krążków można dokonać ich podziału według zasady: proces nadrzędny – proces dodatkowy. Na uwagę zasługują konstrukcje krążków z grupy przesiewająco–tnącej, które wyposażono w dodatkowe noże tnące, w celu polepszenia procesu rozdrabniania materiału o wysokiej wilgotności. Rozwiązanie takie pozwala również na zastosowanie lepszych jakościowo materiałów na powierzchni tnące, bez istotnego wzrostu kosztów produkcji [5].

3. Rozdrabniacz MR300 konstrukcji ITG KOMAG

Proces rozdrabniania można podzielić na następujące etapy [5]:

- transport materiału do urządzenia (np. za pomocą przenośnika taśmowego),
- zasyp materiału do pracującego urządzenia,
- rozdrabnianie (dezintegracja) materiału wsadowego przez obracające się elementy robocze,
- odprowadzenie rozdrobnionego produktu przez wysyp do urządzenia odbierającego w ciągu technologicznym.

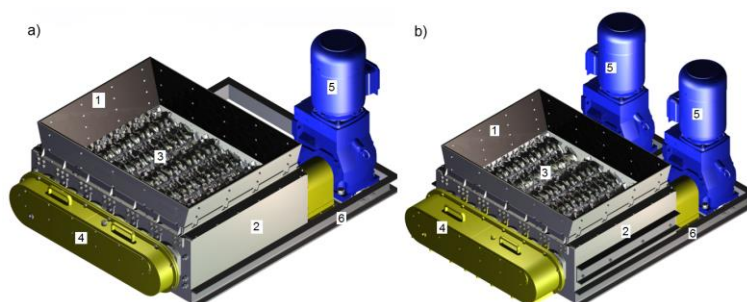
Zasypywanie rozdrabniacza zbyt dużą ilością materiału wsadowego jest niekorzystne dla jego eksploatacji i powoduje wydłużenie procesu rozdrabniania. W skrajnych przypadkach może prowadzić do zablokowania urządzenia [5].

W związku z brakiem odpowiedniej grupy maszyn do rozdrabniania placków filtracyjnych w polskim górnictwie węgla kamiennego, w ITG KOMAG opracowano rozdrabniacz placków filtracyjnych MR300 w odmianach A6RWM (rys. 1a) oraz A64R2N (rys. 1b). Urządzenie przeznaczone jest do rozdrabniania produktów procesu filtracji w zakładach przeróbki mechanicznej węgla. Gabaryty urządzenia pozwalają na instalację pod wysypami, co z kolei umożliwia łatwą zabudowę w ciągu technologicznym, bez konieczności stosowania dodatkowych przenośników. Konstrukcja rozdrabniacza pozwala również na łatwy wysuw urządzenia spod wysypu w celu prowadzenia prac serwisowych, przy jednoczesnej możliwości pracy węzła przesypowego. Podstawowe parametry techniczne urządzenia przedstawiono w tabeli 1.

Parametry techniczne rozdrabniacza MR300. Źródło: opracowanie własne

Tabela 1

Rozdrabniacz MR300		
Wersja:	A6RWM	A64R2N
Wydajność orientacyjna:	$Q \sim 30$ [t/h]	$Q \sim 45$ [t/h]
Prędkość obrotowa elementów roboczych:	$n = 180$ [obr/min]	$n = 180$ [obr/min]
Ilość napędów:	1	2
Moc (łącznie):	22 [kW]	44 [kW]
Masa:	1985,0 [kg]	3096,0 [kg]



Rys. 1. Modele CAD rozdrabniacza produktów filtracji konstrukcji ITG KOMAG

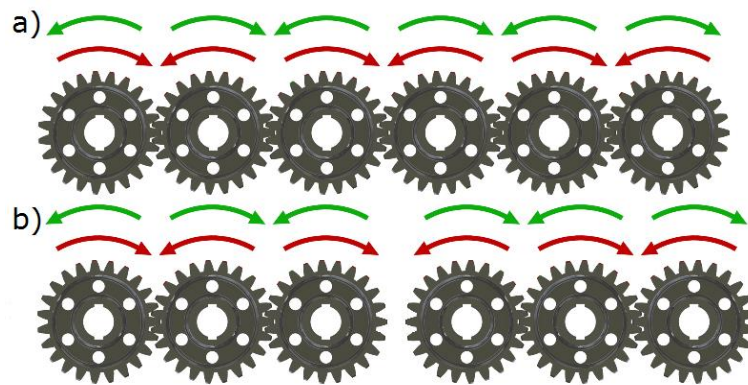
a) A6RWM – wersja jednonapędowa b) A64R2N – wersja dwunapędowa.

Źródło: opracowanie własne

Rozdrabniacz MR300 zbudowany jest z wyspu (1), obudowy (2), modułu rozdrabniającego (3), układu przeniesienia napędu (4), motoreduktora (motoreduktorów) (5) oraz ramy (6). Na moduł rozdrabniający składają się trzy współpracujące ze sobą pary wałów roboczych z osadzonymi krążkami zębatymi. Dodatkowo skrajne wały modułu rozdrabniającego współpracują z nieruchomymi grzebieniami przytwierdzonymi do obudowy.

W wersji jednonapędowej A6RWM, napęd przenoszony jest za pomocą pierwszego wału roboczego na wspólną przekładnię zębatą, która przekazuje napęd na pozostałe wały. W wersji dwunapędowej A64R2N, występują dwie, niezależne przekładnie zębate, z których każda przenosi napęd z pojedynczego motoreduktora na segment z trzema wałami roboczymi. Przekładnia zębata pracuje w oleju oraz obudowana jest szczelną osłoną z pokrywą rewizyjną. Zastosowanie modułu sterującego wyposażonego w falownik pozwala na płynne i elastyczne regulowanie prędkości obrotowej oraz mocy motoreduktorów, dostosowując ją do aktualnego obciążenia urządzenia. W przypadku wersji dwunapędowej istnieje możliwość zadania różnych prędkości obrotowych dla każdego z motoreduktorów.

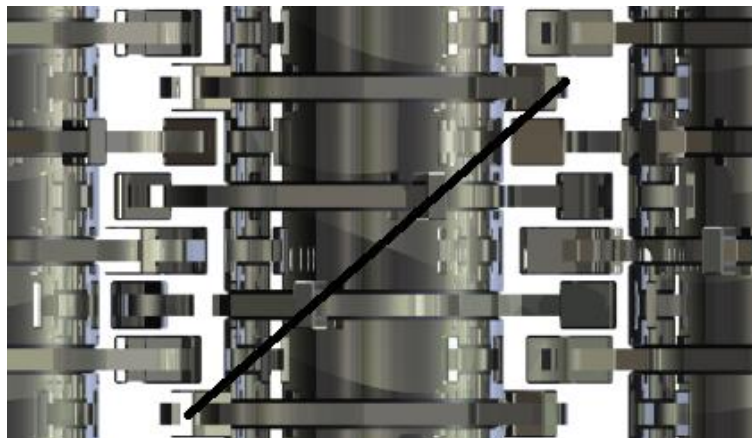
Odpowiednia konfiguracja modułowej przekładni urządzenia pozwala na uzyskanie właściwej kinematyki, w zależności od własności rozdrabnianego materiału. W przypadku placów filtracyjnych dotyczy to przede wszystkim wilgotności oraz zawartości substancji ilastych [10, 14]. Parametry te determinują zapotrzebowanie na moc urządzenia, potrzebną do osiągnięcia odpowiedniej wydajności, przy jednoczesnym zachowaniu jakości produktu wyjściowego. Modułowa konstrukcja układu przeniesienia napędu rozdrabniacza MR300 pozwala na uzyskanie różnych kierunków obrotu wałów modułu rozdrabniającego (rys. 2), niezależnie od ilości zastosowanych napędów, dla wariantu z wałami sprzężonymi (rys. 2a) oraz rozdzielonymi na dwa niezależnie napędzane segmenty (rys. 2b).



Rys. 2. Możliwe do uzyskania kierunki obrotów wałów urządzenia rozdrabniającego:

a) wały sprzężone, b) wały rozdzielone na dwa niezależnie napędzane segmenty. Źródło: opracowanie własne

W rozdrabniaczu MR300 elementami roboczymi, mającymi bezpośredni kontakt z rozdrabnianym materiałem, są zespoły (pakiety) krążków zębatych osadzone na wałach za pomocą połączenia kształtowego. Każdy pakiet krążków zębatych jest zamocowany na wale w sposób umożliwiający bezkolizyjny ruch (rys. 3), względem zespołu krążków osadzonych na sąsiednim wale. Krążek zębaty składa się z odsadzenia oraz tarczy zębatej wyposażonej w ostrza robocze wykonane ze stali o podwyższonej wytrzymałości na ścieranie.



Rys. 3. Analiza kolizyjności ruchomych elementów roboczych oraz śrubowa linia wierzchołków zębów.

Źródło: opracowanie własne

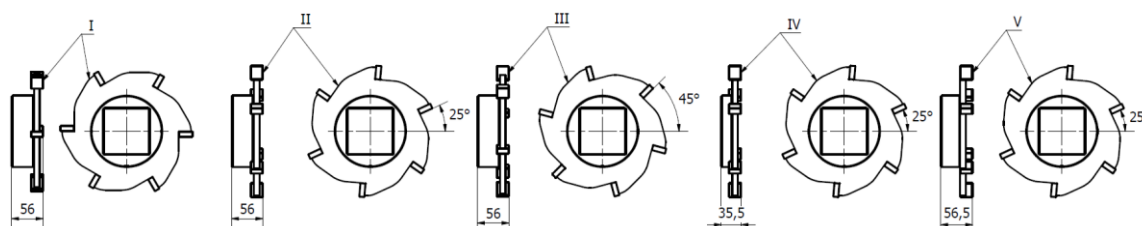
Niezależnie od kinematyki czy ilości napędów, możliwe jest zastosowanie różnych odmian krążków roboczych (rys. 4).



Rys. 4. Modele CAD elementów roboczych w wersji cztero-, sześć- i ośmio- zębatej.

Źródło: opracowanie własne

Najczęściej stosowanymi odmianami są cztero- sześć- i ośmiozębne. Każda odmiana krążka posiada pięć wariantów – trzy podstawowe, różniące się przesunięciem kątowym zębów oraz dwie skrajne, różniące się jedynie grubością odsadzenia (rys. 5).



Rys. 5. Krążki sześciózębne, widoczne przesunięcia kątowe (I, II, III) i różne szerokości skrajnych krążków (IV, V). Źródło: opracowanie własne

Konstrukcja każdego krążka zębatego zachowuje budowę modułową. Uniwersalność tego rozwiązania pozwala na dowolne kombinacje krążków w pojedynczym pakiecie. Podczas układania pakietu z gotowych modułów, korzystnym jest zachowanie śrubowej linii wierzchołków zębów kolejnych krążków (rys. 3). Powoduje to lepsze wciąganie większych fragmentów materiału wsadowego do przestrzeni roboczej podczas pracy urządzenia. Ważnym aspektem jest też kwestia wpływu ilości zębów na granulację produktu oraz wydajność procesu. Wzrost liczby zębów skutkować może lepszym rozdrobnieniem, jednak powoduje znaczący spadek wydajności procesu. Zbyt mała liczba zębów na krążku może natomiast powodować, że uzyskiwany produkt będzie niezdatny do wykorzystania jako składnik mieszanek handlowych [5]. Modułowa budowa pakietu krążków zębatych, w porównaniu z uzębionymi monoblokami, pozwala zatem na obniżenie kosztów produkcji związanych z dostosowaniem urządzenia do indywidualnych wymagań użytkownika.

4. Wdrożenia i doświadczenia

Rozdrabniacz produktów filtracji MR300 w wersji A6RWM został wyprodukowany w 2014 r. przez Fugor Sp. z o.o. i został zamontowany w Zakładzie Wzbogacania Węgla Julian (obecnie Zakład Wzbogacania Węgla Węglkoks Kraj Sp. z o.o.) w Piekarach Śląskich.

Urządzenie pracuje w węzle przesypowym dwóch taśmociągów, które cyklicznie dostarczają do rozdrabniacza placki filtracyjne. Noże robocze umiejscowione na krążkach zębatych, narażone na największe zużycie eksploatacyjne, po półrocznej pracy wykazywały stopień zużycia pozwalający na ich dalszą eksploatację [5]. W związku z koniecznością zwiększenia wydajności procesu powstała wersja A64R2N. Zastosowanie dwóch niezależnych napędów oraz dobranie odpowiedniej konfiguracji krążków roboczych pozwoliło na zwiększenie wydajności o około 50%, przy jednoczesnym zachowaniu jakości produktu wyjściowego. Modułowa konstrukcja urządzenia MR300 pozwoliła na łatwą przebudowę jednapędowej wersji A6RWM w dwunapędową A64R2N, bez konieczności produkcji nowego urządzenia.

5. Podsumowanie

Opracowany rozdrabniacz produktów filtracji MR300 konstrukcji Instytutu Techniki Górniczej KOMAG jest maszyną dedykowaną dla zakładów mechanicznej przeróbki węgla. Zastosowanie modułowej konstrukcji urządzenia pozwala na uzyskanie konfigurowalnej maszyny, dostosowanej do indywidualnych wymagań użytkownika oraz własności rozdrabnianego materiału. Dotyczy to zarówno nowo instalowanych urządzeń, jak i aktualnie eksploatowanych.

Właściwa konfiguracja cech urządzenia, tj. kinematyki i mocy oraz właściwy dobór elementów roboczych zapewniają uzyskanie odpowiedniej wydajności przy jednoczesnym zachowaniu jakości produktu wyjściowego.

Doświadczenia zdobyte podczas projektowania, wytwarzania oraz eksploatacji pozwalają na prowadzenie dalszych prac optymalizacyjnych w aspekcie uzyskiwanych cech produktu wyjściowego procesu rozdrabniania.

Literatura

- [1] Blaschke S., Blaschke W.: Technika wzbogacania węgla. Kraków: Akademia Górniczo-Hutnicza, 1986.
- [2] Nawrocki J.: Budowa i eksploatacja maszyn do odwadniania produktów wzbogacania. Gliwice: Politechnika Śląska, 1975.
- [3] Tomas A., Matusiak P., Kowol D.: Mieszalniki i rozdrabniacze konstrukcji KOMAG. W: Innowacyjne i przyjazne dla środowiska techniki i technologie przeróbki surowców mineralnych: Bezpieczeństwo - Jakość - Efektywność. KOMEKO 2014. Red. nauk.: A. Klich, A. Kozieł. Gliwice, ITG KOMAG, 2014, s. 147-158.
- [4] Tomas A., Matusiak P.: Nowe rozwiązanie rozdrabniacza produktów filtracji. W: Górnictwo: perspektywy, zagrożenia: Mechanizacja prac górniczych. Red. nauk.: W. Biały, J. Brodny, S. Czerwiński. Gliwice: PA NOVA, 2014, s. 210-224.
- [5] Zuba M., Tomas A., Matusiak P.: Rozdrabniacz produktów filtracji MR300 konstrukcji ITG KOMAG. W: Innowacyjne i przyjazne dla środowiska techniki i technologie przeróbki surowców mineralnych: Bezpieczeństwo - Jakość - Efektywność. KOMEKO 2015. Red. nauk.: A. Klich, A. Kozieł. Gliwice, ITG KOMAG, 2015, s. 136-146.
- [6] Gawenda T.: Problematyka doboru maszyn kruszących w instalacjach produkcji kruszyw mineralnych. Górnictwo i Geoinżynieria 2010, nr 4, s. 195-209.
- [7] Gawenda T.: Rozdrabnianie wczoraj, dziś i jutro. Cz. 1. Surowce i Maszyny Budowlane 2013, nr 5, s. 43-46.
- [8] Harder J.: Energy trend: Advances in fine grinding and classification. AT Mineral Processing 2015, nr 1-2, s. 42-55.
- [9] Matusiak P., Tomas A., Kwaśny K.: Nowe rozwiązanie prasy filtracyjnej PFK 570N. Maszyny Górnicze 2013, nr 1, s. 27-33.
- [10] Saramak D., Naziemiec Z.: Efekty rozdrabniania w kruszarkach i prasach walcowych. Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej. Studia i Materiały 2011, nr 132/39, s. 249-258.
- [11] Tomas A., Matusiak P., Bal M.: Układ rozdrabniania placków filtracyjnych dla zakładu mechanicznej przeróbki węgla. ITG KOMAG, Gliwice 2013 (materiały niepublikowane).
- [12] Tomas A., Matusiak P., Sałkiewicz B.: Układ rozdrabniania placków filtracyjnych dla zakładu mechanicznej przeróbki węgla. ITG KOMAG, Gliwice 2014 (materiały niepublikowane).
- [13] Zuba M.: Optymalizacja pracy urządzeń kruszących i rozdrabniających. ITG KOMAG, Gliwice 2014 (materiały niepublikowane).
- [14] Zuba M.: Rozpoznanie i identyfikacja zjawisk zachodzących w trakcie rozdrabniania tzw. placków filtracyjnych. ITG KOMAG, Gliwice 2015 (materiały niepublikowane).
- [15] Materiały niepublikowane ITG KOMAG.