

Maszyzny do przeróbki mechanicznej konstruowane w ITG KOMAG

Streszczenie

W artykule dokonano przeglądu wybranych maszyn i urządzeń do przeróbki, ze szczególnym uwzględnieniem osadzarek pulsacyjnych, wzbogacalników zawieszinowych, odwadniarek, kruszarek i mieszalników, które na przestrzeni kilkadziesiąt lat konstruowano i rozwijano w Instytucie Techniki Górniczej KOMAG. Omówiono ich cechy i parametry, które przyczyniły się do unowocześnienia procesów wzbogacania węgla kamiennego.

Summary

Selected processing machines and equipment, with special attention paid to pulsating jigs, suspension jigs, dewatering machines, crushers and mixers, which were designed and developed at the KOMAG Institute of Mining Technology within tens of years, are reviewed. Their features and parameters that contributed to a modernization of hard coal beneficiation processes are discussed.

1. Wprowadzenie

Przeróbka węgla kamiennego stanowi integralną i niezwykle ważną część procesu produkcyjnego sortymentów handlowych. Jej celem jest podwyższenie jakości wydobytego surowca oraz uzyskanie, wymaganych przez odbiorców, parametrów jakościowo-ilościowych produktów końcowych. Poprawa jakości węgla następuje poprzez szereg operacji technologicznych, między innymi wzbogacania w specjalistycznych urządzeniach [1].

W artykule przedstawiono rozwój wybranych maszyn i urządzeń zaprojektowanych w Instytucie Techniki Górniczej KOMAG (dawniej CMG KOMAG).

Zwrócono szczególną uwagę na parametry i nowoczesne rozwiązania osadzarek pulsacyjnych OM, OS i OZ, wzbogacalników zawieszinowych DISA dwu i trójproduktowych, wirówek odwadniających wibracyjnych WOW, kruszarek pierścieniowych UP oraz mieszalników MW i GP.

2. Osadzarki

Podstawowym urządzeniem do wzbogacania węgla kamiennego w polskich zakładach przeróbki mechanicznej są osadzarki pulsacyjne. Pierwsze konstrukcje zaczęto opracowywać w KOMAG-u w latach sześćdziesiątych XX wieku. Rozwiązania te posiadały komory powietrzne umieszczone wzdłuż osi osadzarki, obok koryta roboczego. Stosowano osadzarki:

- OBM (osadzarka beztłokowa miałowa),
- ODM (osadzarka beztłokowa miałowa dwukorytowa),
- OBZ (osadzarka beztłokowa ziarnowa).

Omawiane osadzarki charakteryzowały się znacznymi gabarytami i dużą masą.

W latach siedemdziesiątych ubiegłego stulecia zaczęto wdrażać osadzarki posiadające komory powietrzne zlokalizowane pod pokładem sitowym - ODM15, zabudowane w skrzyniach dolnych poprzecznie do osi wzdłużnej osadzarki. Wpłynęło to na zmniejszenie wymiarów i masy osadzarek [6].

Obecnie w KOMAG-u konstruowane są osadzarki do wzbogacania różnych klas ziarnowych: osadzarki miałowe - OM (rys. 1 i 2) przeznaczone dla ziaren 20-0(0,5) mm, osadzarki średnioziarnowe - OS przeznaczone dla ziaren 80(50)-0(0,5) mm i osadzarki ziarnowe - OZ przeznaczone dla ziaren 120-20 mm.



Rys.1. Osadzarka pulsacyjna dwukorytowa OM30 KWK Szczygłowiec [5]

Ich konstrukcje są stale modernizowane, zarówno pod względem geometrii kształtu skrzyń dolnych, mocowania pokładów sitowych, usprawnienia urządzeń automatycznej regulacji odbioru produktów ciężkich,

zaworów pulsacyjnych oraz kolektorów powietrza roboczego.

2.1. Budowa osadzarek pulsacyjnych

W skład przedziałów roboczych wchodzi skrzynie dolne oraz skrzynie górne (koryta) robocze. Skrzynie górne pojedynczego przedziału osadzarki wyposażone są w pokłady sitowe, kolektory powietrza roboczego, zespół rozrządu powietrza pulsacyjnego i urządzenia odbioru produktów wzbogacania. W skrzyniach dolnych znajdują się komory pulsacyjne, do których dostarczane jest powietrze robocze do wywołania ruchu pulsacyjnego oraz kolektory zasilające wodą o regulowanym przepływie [2].

2.2. Zasada działania osadzarek pulsacyjnych

Wzbogacanie w osadzarkach polega na wykorzystaniu prędkości opadania w wodzie ziaren różniących się między sobą gęstością. Wzbogacany materiał podlega cyklicznemu rozluźnianiu w pulsacyjnym ośrodku wodnym, co powoduje jego rozwarstwienie i transport po powierzchni pokładu sitowego, w kierunku strefy rozdziału produktów wzbogacania.

Wstępnie przygotowana mieszanina ziaren węgla kamiennego, doprowadzona do skrzyni roboczej, poddawana jest pulsacji w ośrodku wodnym na pokładach sitowych, w kolejnych przedziałach roboczych osadzarki.

Rozwarstwienie materiału przebiega poprzez wywołanie, za pomocą np. sprężonego powietrza, ruchu wody w komorze roboczej [3]. W okresie ruchu wody ku górze materiał spoczywający na sicie zostaje uniesiony, a następnie rozpoczyna się opadanie ziaren w stronę pokładu sitowego.



Rys.2. Osadzarka OM20 P3E Rydułtowy-Anna [5]

Poprzez poddawanie materiału wielokrotnym pulsacjom uzyskuje się rozdział materiału na warstwy, od ziaren o największej prędkości opadania, usytuowanych na pokładzie sitowym, do ziaren

o najmniejszej prędkości opadania, wynoszonych na powierzchnię wzbogacanego materiału. Rozwarstwiany materiał stale przesuwany jest w kierunku strefy rozdziału na końcu przedziału roboczego osadzarki [3].

Na podstawie sygnałów pomiarowych i reakcji układu odbioru produktów wzbogacania następuje rozdzielanie wzbogacanego materiału na produkt górny (koncentratowy), który przepływa nad progiem przelewowym, kończącym pojedynczy przedział osadzarki oraz produkt dolny (odpadowy), odprowadzany kanałem odbiorczym usytuowanym poniżej pokładu sitowego, w układzie odprowadzania produktów [2, 4].

W tabeli 1 [5] przedstawiono wykaz osadzarek pulsacyjnych produkcji polskiej zaprojektowanych przez KOMAG w latach 1955-2010.

3. Wirówka wibracyjna WOW

Wirówki wibracyjne (rys. 3) stosowane są powszechnie do końcowego odwadniania miazgi węglowej o uziarnieniu 20-0 mm i zawartości wody 15-35%. Odwadnianiu towarzyszy również oddzielenie najdrobniejszych frakcji (zazwyczaj poniżej 0,5 lub 0,75 mm) zawierających maceraty węgla, przesterowane węglowe i skałę płonną.

Odwadnianie i oddzielenie najdrobniejszych cząstek poprawia jakość miazgi, która w przypadku stosowania go do celów energetycznych określona jest wartością opałową, zawartością siarki i popiołu powstałego po spaleniu.

Wilgość miazgi węglowej w sposób pośredni wpływa na pozostałość popiołu oraz bezpośrednio oddziałuje na uzyskaną wartość opałową. Skuteczne odwodnienie jest więc technologią poprawiającą granulometrię miazgi i jego jakość. Doceniając znaczenie tego procesu, KOMAG opracował typoszereg tego typu urządzeń, przeprowadził serię badań zmierzających do poprawienia technologii i nadal prowadzi prace w celu stałego doskonalenia samego procesu, jak i konstrukcji.

Typoszereg wirówek odwadniających wibracyjnych typu WOW znajduje zastosowanie w zakładach mechanicznej przeróbki węgla do odwadniania miazgi węglowej, podawanego z wstępnie odwadniającego sita odśrodkowego.

Zawartość wilgoci przemijającej W_{ex} w odwodnionym miale, zależna od rodzaju i intensywności nadawy oraz regulowanych parametrów pracy, może wahać się w granicach 5 - 9%. Charakterystykę typoszeregu wirówek odwadniających przedstawiono w tabeli 2.

Osadzarki produkcji polskiej zaprojektowane przez KOMAG w latach 1955-2010 [5]

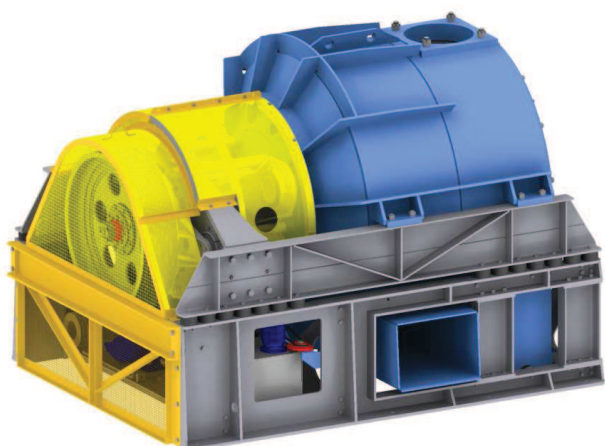
Tabela 1

Okres produkcji	Typ osadzarki	Miejsce zastosowania
1955-1970	OBM12, OBM15, OBSZ15, OBZ10, OBZ12	Kopalnia węgla kamiennego: „Anna”, „Dębieńsko”, „Knurów”, „1-Maja”, „Nowy Wirek”, „Mysłowice”, „Rydułtowy” oraz eksport do Chińskiej Republiki Ludowej, Indii oraz Wietnamu.
1971-1985	ODM10, ODM18, ODZ15, OM12, OM12-2, OM12-3, OM12-3S, OM12G3, OM12P3, OM12L3, OM18P3, OM18L3, OM24-3, OM24D, OM24B3, OM24D3, OZ18L, OZ12, OZ12L, OZ12P3, OS36D3, OZ36D3, OC8, OC10	Kopalnia węgla kamiennego: „Bogdanka”, „Borynia”, „Dębieńsko”, „Gliwice”, „Halemba”, „Knurów”, „Krupiński”, „Jankowice”, „Makoszowy”, „Marcel”, „Pniówek”, „Dymitrow”, „Rydułtowy”, „Sośnica”, „Staszic”, „Wujek”, „Szczygłowice”, „Wawel”, „Zabrze”, „Zofiówka”, „Moszczenica” oraz eksport do Brazylii, Indii oraz Rumuni.
1986-2010	OM8L2e, OM8L2E, OM10L2E, OM15P3E, OM12P3E, OMPE-3x6,5, OM18L3E, OM18P3E, OM20P3E, OM20L3E, OM24P4E, OM24L4E, OM24D3E, OS24D3E, OM30-3E, OM18 3x8, OM30D3E, OS30D3E, OM30, OZ18, OZ18L3E	Kopalnia węgla kamiennego: „Andaluzja”, „Anna”, „Barbara-Chorzów”, „Bogdanka”, „Borynia”, „Budryk”, „Dębieńsko”, „Halemba”, „Jastrzębie”, „Jasmos”, „Knurów”, „Krupiński”, „Marcel”, „Pniówek”, „Rozbark”, „Rymer”, „Rydułtowy-Anna”, „Sośnica”, „Staszic”, „Szczygłowice”, „Wawel”, „Wujek”, „Zofiówka”, oraz eksport do Czech i Indii.
	Osadzarka KOD	Kopalnia węgla kamiennego „Budryk”, do odkamieniania urobku
2003-2010	Klasyfikator pulsacyjny K-100, K-150, K-50, K-80, K-101	KSM sp. z o.o. w Borzęcinie, PPMD KRUSZBET S.A w Suwałkach, PRLInż. Surowce Sp. z o.o. w Januszkowicach, PUHM „M +” Sp. z o.o. w Kędzierzynie Koźlu, Żwirownia Bierawa, PRESTO Emil Potręć, Rokitno

Dane techniczne typoszeregu wirówek wibracyjnych typu WOW konstrukcji KOMAG [8]

Tabela 2

Wyszczególnienie	Jedn.	Typ wirówki		
		WOW-1,1	WOW-1,3	WOW-1,5
Wydajność	t/h	125	250	330
Wielkość ziaren nadawy	mm	20-0		
Średnica kosza wirówki	mm	1050	1320	1500
Szczelina sita	mm	0,35-0,75		
Silnik główny				
- moc	kW	22,0	55,0	75,0
- prędkość obrotowa	min ⁻¹	1460	1470	1485
Silnik wibratora				
- moc	kW	3,0	4,0	5,5
- prędkość obrotowa	min ⁻¹	1430	1440	1455
Prędkość obrotowa kosza sitowego	min ⁻¹	382	320	307
Częstotliwość drgań kosza sitowego	Hz	20 - 32		
Amplituda drgań kosza sitowego	mm	2-6		
Silnik pompy olejowej				
- moc	kW	0,37		
- prędkość obrotowa	min ⁻¹	1400		
Zasilanie	V	500		
Masa maszyny	kg	4000	7600	10200



Rys.3. Wirówka wibracyjna odwadniająca typ WOW 1.3 [8]

4. Wzbogacalnik zawieszinowy DISA

Wzbogacalniki zawieszinowe typu DISA konstruowane w ITG KOMAG przeznaczone są do wzbogacania w cieczy ciężkiej (np.: magnetytowej) i pracują na zasadzie wykorzystywania zjawiska pływania po powierzchni cieczy ziaren o gęstości mniejszej od gęstości samej cieczy.

Działanie wzbogacalnika cieczy ciężkiej zawieszinowej polega na tym, że nadawca kierowana do wzbogacalnika ulega rozdzieleniu na frakcję pływającą i tonącą wewnątrz koryta roboczego z cieczą ciężką. Frakcja pływająca przesuwa się z prądem cieczy ciężkiej w kierunku przelewu, gdzie za pomocą wygarniacza kierowana jest na zewnątrz wzbogacalnika. Natomiast frakcja tonąca, po opadnięciu do przegród koła wynoszącego, wyniesiona zostaje na pewną wysokość.

Po przekroczeniu naturalnego kąta zsypania przez materiał znajdujący się w kole wynoszącym, następuje jego zsuwanie do zsuwni odprowadzającej frakcję tonącą, za pomocą której odprowadzany jest również na zewnątrz wzbogacalnika. Głównym zespołem wzbogacalnika jest koryto robocze (kadź). Po jednej stronie kadzi znajduje się wlot nadawcy, a po drugiej umieszczony jest przelew cieczy ciężkiej, z równoczesnym odprowadzeniem frakcji pływającej.

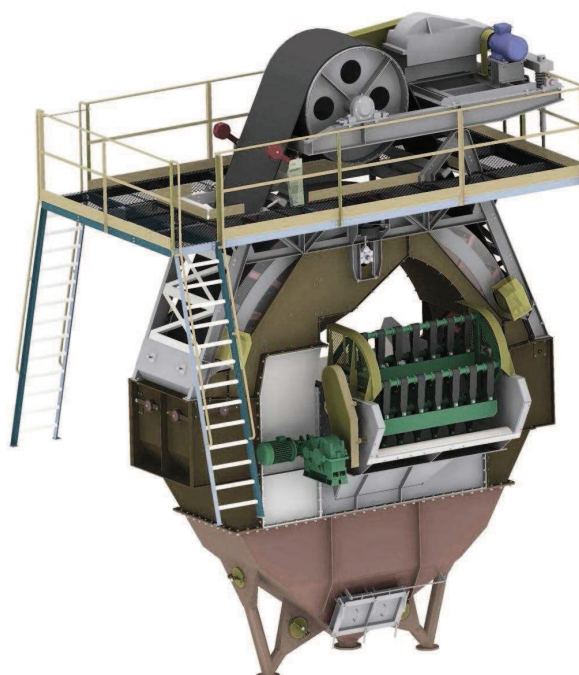
Ciecz ciężka górna doprowadzana jest na nieznacznej wysokości pod lustrem cieczy roboczej. W dolnej części kadzi zamontowany jest króciec do odprowadzenia cieczy ciężkiej wraz z drobną frakcją tonącą znajdującą się pod kołem wynoszącym.

W płaszczyźnie prostopadłej do lustra cieczy, w korycie roboczym, pracuje zawieszona na taśmie koło wynoszące, wykonane w kształcie pierścienia otwartego, od wewnątrz i wyposażone w skośne przegrody, w postaci rusztów szczelinowych umożliwiających przeciekanie cieczy.

Dla ułatwienia przejścia frakcji pływającej przez próg przelewowy koryta roboczego zastosowany jest obrotowy wygarniacz z niezależnym napędem.

Stosowane są następujące rodzaje wzbogacalników zawieszinowych:

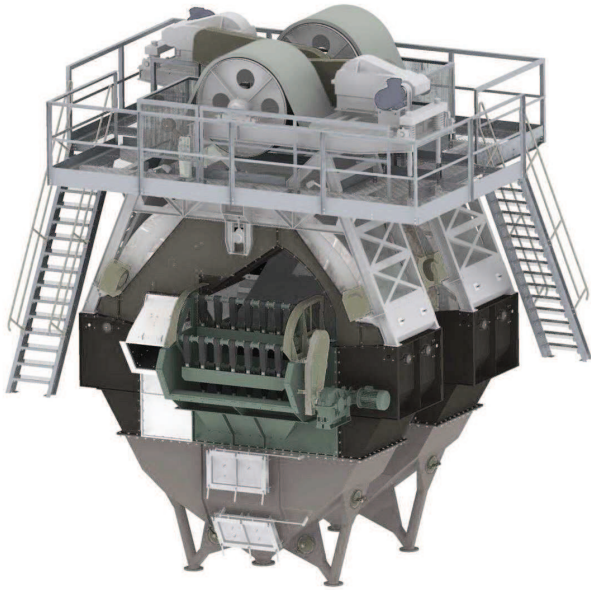
- DISA 1S (rys. 4) oraz DISA 2S (rys. 5), przeznaczone do wzbogacania dwuproduktowego,
- DISA 3S (rys. 6), przeznaczony do wzbogacania trójproduktowego.



Rys.4. Wzbogacalnik dwuproduktowy DISA 1S [7]



Rys.5. Wzbogacalnik dwuproduktowy DISA 2S [7]

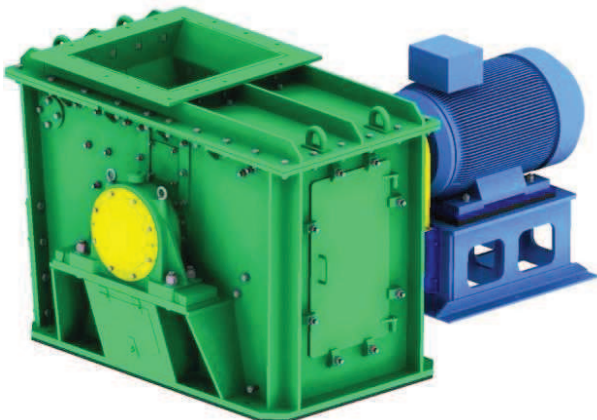


Rys.6. Wzbogacalnik trójproduktowy DISA 3S [7]

5. Kruszarki pierścieniowe

Opracowany przez KOMAG typoszereg kruszarek pierścieniowych UP/UPK, o wydajnościach do 150 t/h, przewidziany został do procesu technologicznego kruszenia produktów wzbogacania, a szczególnie do kruszenia koncentratu, przerostów i kamienia płuczkowego o uziarnieniu 200(300) – 20(0). Kruszarkę pierścieniową UP/UPK przedstawiono na rysunku 7.

Wpadająca do kruszarki nadawa zostaje uderzana szybko obracającymi się z wałem pierścieniami i jest rzucona z dużą siłą na wykładziny stalowe zabudowane na płycie oporowej, ulegając wstępnemu skruszeniu. W wyniku skruszenia następuje zmniejszenie średnicy ziaren nadawy, które przechodząc dalej ulegają dalszemu skruszeniu na rusztowninie i uderzane z dużą siłą przepadają przez szczeliny rusztu do zsuwni odbiorczej, zabudowanej pod obudową dolną korpusu. Natomiast trudne do skruszenia wtrącenia w nadawie wrzucane są do komory odpadów, skąd są usuwane okresowo w czasie postoju.

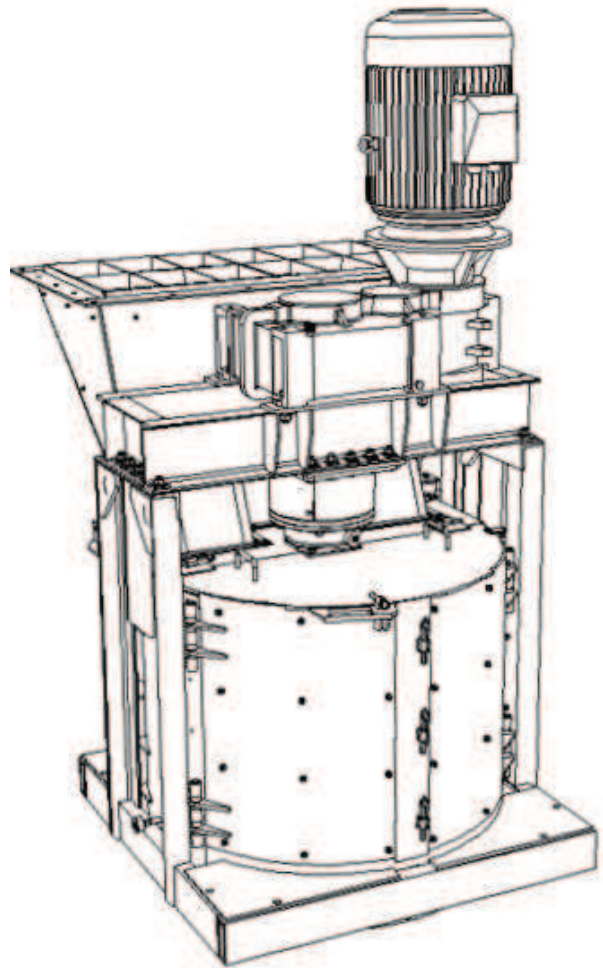


Rys.7. Kruszarka UPK1000x700 [9]

6. Mieszalniki wirnikowe

Mieszalnik wirnikowy MW 1400S-F (rys. 8) przeznaczony jest do mieszania ciał sypkich i ziarnistych o średnicy ziaren nie większej niż 30 mm, a w szczególności miąta z mułem węglowym. Dla innych zastosowań wymagane jest odpowiednie dostosowanie parametrów mieszalnika.

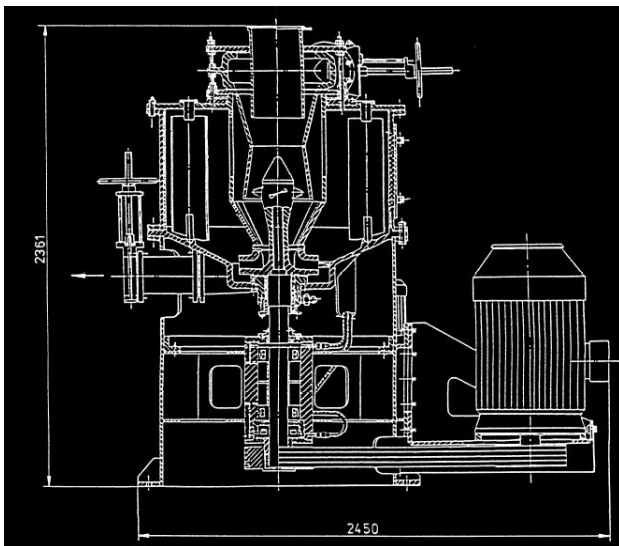
Obecnie rośnie rola i znaczenie mieszalników wirnikowych (MW) w instalacjach przygotowania paliw wieloskładnikowych. Wymaga to przeważnie połączenia procesów rozdrabniania i mieszania. Mając na względzie powyższe, opracowano oprócz rozszerzonego typoszeregu wirnikowych mieszalników pionowych, mieszalnik - rozdrabniacz mogący pracować oddzielnie lub w węźle z mieszalnikiem typu MW.



Rys.8. Mieszalnik wirnikowy MW 1400 [10]

Mieszalnik GP konstrukcji KOMAG służy do wytwarzania mieszanin z produktów odpadowych górnictwa, energetyki oraz drobnych frakcji piaskowych (rys. 9).

Głównymi komponentami są odpady poflotacyjne, pyły dymnicowe, piaski oraz żużle. Mieszanina sporządzona na bazie tych komponentów jest jednorodna dzięki procesowi mieszania z wewnętrzną recyrkulacją.



Rys.9. Mieszalnik pompowo-wirnikowy GP [10]

7. Podsumowanie

Wieloletnie prace prowadzone przez KOMAG realizowano we współpracy z innymi jednostkami naukowymi, w tym uczelniami oraz producentami i użytkownikami, co zaowocowało powstaniem szeregu innowacyjnych rozwiązań technologiczno-konstrukcyjnych.

Wraz z rozwojem konstrukcyjnym polskich osadzarek pulsacyjnych zmianom podlegały wszystkie podzespoły, począwszy od mechanizmów wywołujących ruch pulsacyjny – układu zaworów pulsacyjnych, poprzez rodzaj i sposób mocowania pokładów sitowych, ukształtowanie komór pulsacyjnych, a skończywszy na sposobach odbioru produktów wzbogacania oraz materiałach użytych do ich konstrukcji.

Udoskonalenia osadzarek zaowocowało obniżeniem ich masy, zmniejszeniem pola powierzchni ich zabudowy, wzrostem wydajności, zmniejszeniem zużycia wody technologicznej i poprawą wskaźnika imperfekcji.

Zmiany prowadzone w unowocześnionych urządzeniach kruszących i odwadniających mają na celu ich łatwiejszą regulację i wymianę podzespołów.

Zmodernizowane urządzenia wzbogacające, kruszące, odwadniające i mieszające mają obecnie lepsze parametry techniczne, dłuższą trwałość, a zmodyfikowane konstrukcje umożliwiają ich sprawne serwisowanie.

Literatura

1. Blaschke St.: Przeróbka mechaniczna kopalin. Wydawnictwo Śląsk. Katowice 1982.
2. Cierpisz S., Kowol D.: Wpływ zmian parametrów nadawy na efekty działania pływakowego układu sterowania odbiorem produktów osadzarki. ITG KOMAG, Gliwice 2012.
3. Kowol D., i in.: Przegląd rozwiązań konstrukcyjnych zespołów rozrządu powietrza pulsacyjnego w osadzarkach pulsacyjnych. Automatyzacja Procesów Przeróbki Kopalin, Materiały konferencyjne, Szczyrk 2009.
4. Kowol D., Lenartowicz M., Łagódka M.: Rozwiązania konstrukcyjne układów odprowadzania produktu dolnego w osadzarkach pulsacyjnych. W: Innowacyjne i przyjazne dla środowiska systemy przerobcze surowców mineralnych w aspekcie zrównoważonego rozwoju. KOMEKO 2009. ITG KOMAG, Gliwice 2009, s. 225-236.
5. Matusiak P., Kowol D., Jędo A.: Rozwój konstrukcji i technologii w osadzarkach pulsacyjnych typu Komag do wzbogacania węgla kamiennego i innych surowców mineralnych. W: Innowacyjne i przyjazne dla środowiska techniki i technologie przeróbki surowców mineralnych. Bezpieczeństwo - Jakość – Efektywność. KOMEKO 2011. ITG KOMAG, Gliwice 2011, s. 73-86.
6. Osoba M., Jędo A.: Wpływ modernizacji osadzarek na uzyskiwane parametry jakościowe produktów wzbogacania. W: Produkcja surowców mineralnych z uwzględnieniem problemów ochrony środowiska. KOMEKO 2000. ITG KOMAG, Gliwice 2000, s. 1-7.
7. Matusiak P. i in: Rozwój konstrukcji i technologii w wzbogalnikach w cieczy ciężkiej DISA typu KOMAG. ITG KOMAG. Gliwice 2012 (materiały nie publikowane).
8. Instrukcja użytkownika. Wirówka wibracyjna odwadniająca typ WOW 1.3. W75.090. ITG KOMAG. Gliwice 2011 (materiały nie publikowane).
9. Instrukcja użytkownika. Kruszarka UPK1000x700. W73.214. ITG KOMAG. Gliwice 2011 (materiały nie publikowane).
10. Instrukcja użytkownika. Mieszalnik wirnikowy MW 1400. W75.092. ITG KOMAG. Gliwice 2011 (materiały nie publikowane)

Artykuł wpłynął do redakcji w czerwcu 2013 r.