Piotr Myszkowski – PRO-INDUSTRY Sp. z o.o. Sp.k.
Joachim Król – KWK Sośnica-Makoszowy

Wdrożenie nowego typu wirówki sedymentacyjno-filtracyjnej w KWK „Sośnica – Makoszowy", Ruch Sośnica".

Streszczenie

W listopadzie 2013 r., w KWK "Sośnica – Makoszowy" Ruch Sośnica uruchomiono nowy typ wirówki sedymentacyjno-filtracyjnej wyprodukowanej przez ANDRITZ, oznaczony AS11-3.
W porównaniu do dotychczas produkowanych wirówek, nowy model AS11-3 charakteryzuje się wzrostem wydajności przy niezmienionej wilgoci produktu, znaczną redukcją ogólnej wagi maszyny, wydłużeniem okresów międzyremontowych, można ją transportować w dużo łatwiejszy sposób. Między innymi zastosowano nowy system smarowania olejowego łożysk przenośnika ślimakowego, uzyskano wydłużenie okresu wymiany oleju, zmniejszono straty ciał stałych w odcieku z części sedymentacyjnej.

W referacie zaprezentowano wyniki eksploatacyjne wirówki AS11-3 z KWK Sośnica oraz ich porównanie do standardowych konstrukcji dostępnych obecnie na rynku.

Po przeprowadzeniu wstępnych analiz próbek pobranych podczas eksploatacji wirówki, stwierdzono, że wilgoć produktu odwodnionego nie zmieniła się w porównaniu z dotychczas eksploatowanymi wirówkami typu SB6400 lub SVS1100x33, wirówka pracowała przy znacznie większej wydajności, wynoszącej 86 t/h, jednak obciążenie momentem obrotowym wyniosło jedynie 50%. Prawdopodobnie, wirówka będzie mogła być eksploatowana przy jeszcze większym obciążeniu, jednakże sprawdzenie tej tezy wymaga wykonania dalszych badań.

Z całą pewnością wirówka typu AS11-3 jest urządzeniem umożliwiającym pracę przy dużo większych wydajnościach przy mniejszym zużyciu energii elektrycznej, niż wirówki do tej pory eksploatowane, co, w wypadku zakładów przeróbki mechanicznej węgla, jest czynnikiem pożądanym i oczekiwanym.

Summary

In November 2013, a coal mine Sośnica launched a new type of centrifuge sediment-filter manufactured by ANDRITZ, designated AS11-3. Compared to previously manufactured centrifuges, the new model AS11-3 is characterized by an increase in productivity with unchanged moisture product, a significant reduction in the overall weight of the machine, lengthening periods between, it can be transported in a much easier way. Among other things, the new system uses oil lubrication of the screw conveyor bearings, obtained extending the oil changes, reduced loss of solids in the effluent from the sedimentation section.

The paper presents the results of operating centrifuges AS11-3 with KWK Sośnica and their comparison to the standard design available on the market today.

After the initial analysis of samples taken during the operation of the centrifuge, it was found that moisture dewatered product has not changed in comparison with the previously exploited type centrifuges SB6400 or SVS1100x33, but the centrifuge was operated at a much higher performance of 86 t/h, and the torque load was only 50%. Probably, the centrifuge would be able to be operated at an even greater load, but check this thesis requires further testing.

Certainly centrifuge type AS11 -3 is a device that allows operation at much higher yields using less electricity, which , in the case of coal processing plants, are factors desired and expected .

1. Wprowadzenie [1]

Nowoczesne technologie odzysku węgla z flotokoncentratów opierają się zwykle na intensywnych metodach separacji fazowej, zwłaszcza na dekantacji lub filtracji wirowej, ewentualnie filtracji ciśnieniowej z pominięciem lub znaczącym ograniczeniem węzła suszenia. Ze względu na duże strumienie mediów ma to decydujące znaczenie w rachunku kosztów.

W wypadku filtrowania flotokoncentratów na filtrach próżniowych uzyskany filtrat jest zwykle na tyle klarowny, że może być zawracany do obiegu, natomiast przy dużych strumieniach flotokoncentratów użycie metod o stosunkowo małych modułach napędowych procesu (czyli niskich ΔP) staje się nieracjonalne ze względu na konieczność użycia dużej ilości takich urządzeń. Zdecydowaną przewagę ma wówczas metoda filtracji lub dekantacji wirowej, jednak o jej użyciu decyduje rachunek kosztów (głównie koszty inwestycyjne urządzeń odwadniających, a więc dekantera czy wirówki filtracyjnej). Oprócz użycia intensywnych metod odwadniania istnieje jeszcze możliwość przyspieszenia rozdziału poprzez modyfikację składu ziarnowego zawiesiny np. poprzez użycie flokulantów, przez co separacja staje się łatwiejsza.

Pierwsze wirówki sedymentacyjne zostały wyprodukowane przez firmę BIRD Machine w roku 1934. W roku 1947 zastosowano wirówki sedymentacyjno-filtracyjne BIRD do odwadniania miału węglowego. Od tego czasu wirówki typu SB6400 oraz SVS1100x3300 produkowane później przez HUMBOLDT, z powodzeniem zaczęto stosować do odwadniania węgla oraz odpadów w przeróbce mechanicznej. Do dnia dzisiejszego zostało wprowadzonych szereg usprawnień i modyfikacji, które umożliwiły zastosowanie wirówek w coraz szerszym zakresie. Wirówki są eksploatowane przy większych wydajnościach, z dłuższymi resursami między remontowanymi, o mniejszych kosztach eksploatacyjnych. W roku 2004 BIRD HUMBOLD dołączyła do grupy ANDRITZ. Nowy właściciel postanowił przeznaczyć znaczne nakłady na badania i rozwój, w celu zmodyfikowania wirówek. W efekcie opracowano nową wirówkę oznaczoną AS11-3. W chwili obecnej pracuje ponad 5000 wirówek sedymentacyjnych, przy czym kilkaset z nich jest eksploatowanych ciągle od ponad 25 lat [2].

W polskim górnictwie węgla, do chwili obecnej dostarczono ok. 25 szt. wirówek sedymentacyjno-filtracyjnych produkcji BIRD-HUMBOLD i ANDRITZ [4]

Zdjęcie 1. Wirówki SB6400 ANDRITZ/BIRD w KWK Zofiówka [3].

2. Zasada działania wirówki sedymentacyjno-filtracyjnej [4].

Rys. 1. Schemat budowy wirówki sedymentacyjno-filtracyjnej.

Dwie zasadnicze części wirówki sedymentacyjnej to: bęben - część sedymentacyjna oraz ślimak - przenośnik, element przesuwający materiał wewnątrz bębna, w kierunku wylotu. Wyloyt produktu oraz filtratu znajdują się po przeciwnych stronach wirówki. Obracający się bęben powoduje utworzenie pierścienia nadawy o pewnej objętości, grubość którego jest regulowana na wlocie do wirówki. Dalsza część wirówki bębna posiada zmniejszoną średnicę w celu uformowania placka przed jego wypadem z urządzenia. Przed wyrzutem z urządzenia, materiał przesuwa się jeszcze poprzez część filtracyjną, dzięki której usuwana jest pozostała część wilgoci.

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 wilgocią produktu odwodnionego, brakiem konieczności dozowania odczynników. Ponad to, wirówki uruchamia się w sposób szybki a ich obsługa jest prosta.

3. Typowe parametry wirówek SB6400 przy odwadnianiu koncentratu flotacyjnego węgla [3]:

Nadawa:	zagęszczenie	220 – 350 g/l
Popiół		9-12%
Granulacja		5-25 % + 0.5 mm
		70-95% + 0.044 mm

Placek:	wilgoć powierzchniowa	13-20%

Odzysk cz. stałych: w zależności od <44 µm 93-98%
Punkt klasyfikacji: ok. 10-20 µm

Tabela 1. Podstawowe parametry eksploatacyjne [3].

Typ wirówki:	BIRD SB6400 SVS1100x3300
Wydajność	25-50 t/h
Przepływ	80-120 m^3/h
Prędkość robocza	800-1000 obr^{-1}
Liczba wirowania	450-600
Zainstalowana moc	315 kW
Waga maszyny	24.000 kg
Waga wirnika z przekładnią	8.900 kg
Jednostkowa moc zużywana	4-4,5 kWh/t

:

4. Wirówka typu AS11-3, cechy odróżniające od wirówki SB6400[6].

Rysunek 2. Wirówka AS11-3.

Nowy model wirówki AS11-3 charakteryzuje się następującymi zmianami i usprawnieniami w stosunku do dotychczas produkowanych wirówek typu SB6400 i SVS1100x3300:

- Zmniejszenie ogólnej wagi maszyny do 18.900kg (z ok. 24t w przypadku wirówki SB6400), przy czym wirnik z przekładnią waży 7.173kg. Łatwiejszy jest transport maszyny do użytkownika, jak również wszelkie prace transportowe związane

z zabudową. Ponad to, łatwiejszy jest transport pionowy zespołu wirującego wybudowanego do remontu.

Rysunek 3 Szczegół konstrukcyjny ramy.

- Polepszono zabezpieczenie przeciwścierne poprzez wyłożenie płytkami ceramicznymi całego bębna oraz całej części sitowej, wydłużając okresy między remontowe.
- Odseparowano ramę podstawy silnika od ramy wirówki, co umożliwia dużo łatwiejszy transport maszyny, zarówno drogowy, jak i pionowy na miejsce zabudowy. Eliminuje się także wzajemny wpływ wibracji zespołu silnik/maszyna, wydłużając żywotność.

Rysunek 4. Wirówka SB6400 – wspólna rama.

Rysunek 5. Wirówka AS11-3 – dwie ramy, dla wirówki i dla silnika.

Zdjęcie 2. Rozładunek wirówki AS11-3.

- Zastosowano nowy system smarowania olejowego łożysk przenośnika ślimakowego. Uzyskano wydłużenie okresu wymiany oleju, na co 4000godz. pracy lub 6 miesięcy, znacznie ułatwiono obsługę.

- Zwiększono średnicę rury nadawy do DN200mm oraz zmieniono geometrię części sitowej, co przyczynia się do wzrostu wydajności.

Rysunek. 6. Rura nadawy.

- Zoptymalizowano konstrukcję przenośnika ślimakowego oraz zmieniono geometrię komory nadawy wraz z dyszami, uzyskując wzrost wydajności oraz większe przyspieszenie materiału po wlocie do wirówki.

Rysunek 7. Dysze wypływu.

- Zoptymalizowano część sitową zwiększając powierzchnię czynną sita, co przyczyni się do zmniejszenia zawilgocenia produktu odwodnionego.

Rysunek 8. Część sitowa.

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

Rysunek 9. Część mokra przenośnika ślimakowego.

5. Wyniki analiz laboratoryjnych uzyskane w KWK „Sośnica-Makoszowy", Ruch Sośnica.

W roku 2013 zabudowano i uruchomiono pierwszą w Polsce wirówkę AS11-3.

Zdjęcie 2. Wirówka AS11-3 w KWK Sośnica.

Poniżej znajdują się wstępne dane analityczne otrzymane z laboratorium kopalni, po pierwszym okresie rozruchowym.

Tabela 2. Podstawowe parametry technologiczne nadawy [7].

Zakres badań wg dowodu dostawy				Nr próbki wg DKJ/L	Zag.	Analiza sitowa fr. 2mm	Analiza sitowa fr. 1mm	Analiza sitowa fr. 0,5mm	Analiza sitowa fr. 0,063mm
Kod próbki DKJ/K	Data	Zm.	Opis próbki (sortyment typ, rodzaj)		[g/l]	Udział [%]	Udział [%]	Udział [%]	Udział [%]
1083	2014-02-19	A	nadawa na wirówkę	1083	430,0	16,5	33,1	41,5	8,9
1084	2014-02-19	A	odsącz II z części sitowej	1084	26,8	1,7	8,8	72,3	17,2
1085	2014-02-19	A	odsącz I z części bezsitowej	1085	37,1			0,1	99,9

Tabela 3. Wyniki analizy sitowej produktu wyjściowego wirówki sedymentacyjnej oraz zawartość popiołu i wilgoci [7].

Data	Nr analizy Laboratorium	Użyte sita Wym. oczek [mm]	Rodzaj metody	Skład ziarnowy [%]	Zawartość popiołu A^a [%]	Zawartość wilgoci Wt^r [%]
12-02-2014	913/T/913	>1,0	na sucho	4	35,29	18,7
		1,0-0,5		62,5	28,9	
		0,5-0,063		32,9	30,38	
		<0,063		0,6	36,61	
19-02-2014	1086/T/1086	>1,0	na sucho	10,2	32,65	13,8
		1,0-0,5		33,1		
		0,5-0,063		45,3		
		<0,063		11,4		

1. Oznaczenia wykonane wg : PN-ISO 1953/1999, PN-G-04512:1980 i PN-G-04511:1980
2. Uwagi: Próbka ważyła ogółem 3037,0g

Tabela 4. Sprawozdanie z badań produktu odwadniania: popiół i wilgoć w dniach od 04-02-2014r. do 17-02-2014r. [7].

Zakres badań wg dowodu dostawy				**Nr próbki wg DKJ/L**	**Wilgoć** wg PN-G-04560 *wg PN-80/G-04511			**Popiół** wg PN-G-04560 *wg PN-80/G-04512		
Kod próbki DKJ/K	**Data**	**Zm.**	**Opis próbki** (sortyment typ, rodzaj)		W^a	W_{ex}	W_t^r	A^a	A^d	A^r
					[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
727	2014-02-04	A	wirówka/T	723	-	-	11,20	29,69	-	-
730	2014-02-04	B	wirówka/T	735	-	-	18,00	28,34	-	-
744	2014-02-04	C	wirówka/T	744	-	-	12,00	20,83	-	-
750	2014-02-05	A	wirówka/T	751	-	-	10,00	26,47	-	-
755	2014-02-05	B	wirówka/T	755	-	-	12,40	31,56	-	-
773	2014-02-05	C	wirówka/T	770	-	-	20,60	16,16	-	-
781	2014-02-06	A	wirówka/T	781	-	-	13,80	25,30	-	-
788	2014-02-06	B	wirówka/T	795	-	-	25,60	18,24	-	-
803	2014-02-06	C	wirówka/T	803	-	-	20,40	19,34	-	-
814	2014-02-07	B	wirówka/T	814	-	-	12,60	26,03	-	-
832	2014-02-07	C	wirówka/T	832	-	-	13,40	31,91	-	-
851	2014-02-10	A	wirówka/T	851	-	-	16,60	23,97	-	-
887	2014-02-11	C	wirówka/T	887	-	-	15,40	48,45	-	-
906	2014-02-12	A	wirówka/T	906	-	-	18,20	28,84	-	-
946	2014-02-13	A	wirówka/T	946	-	-	13,40	28,52	-	-
958	2014-02-13	B	wirówka/T	958	-	-	12,00	30,83	-	-
982	2014-02-14	A	wirówka/T	982	-	-	18,40	28,54	-	-
991	2014-02-14	B	wirówka/T	989	-	-	17,80	25,51	-	-
1016	2014-02-17	A	wirówka/T	1016	-	-	17,00	26,65	-	-
307	2014-02-15	A	wirówka/T	307	-	-	13,80	27,73	-	-
385	2014-02-17	A	wirówka/T	385	-	-	11,00	28,63	-	-
454	2014-02-21	A	wirówka/T	454	-	-	14,20	18,98	-	-
485	2014-02-22	A	wirówka/T	485	-	-	11,20	26,18	-	-
512	2014-02-23	A	wirówka/T	512	-	-	10,60	26,58	-	-
535	2014-02-24	A	wirówka/T	535	-	-	12,40	30,00	-	-

6. Wnioski.

Po otrzymaniu wstępnych danych laboratoryjnych z pierwszego okresu eksploatacji wirówki typu AS11-3 można wysnuć następujące wnioski:

1. Od strony eksploatacyjnej wirówka pracuje w sposób dobry.
2. Wirówka była eksploatowana przy stałym obciążeniu wynoszącym ok. 50%, co odpowiadało ok. 200m^3/h przy zagęszczeniu ok. 430g/l (por. Tab. 2.). Proste obliczenia wskazują, że wydajność wirówki wynosiła ok 86 t/h suchej masy, co było potwierdzane odczytem z wagi taśmowej zlokalizowanej za wysypem z wirówki.

Typową wartością obciążenia wirówek typu SB6400 jest 60% przy wydajności 50t/h [4].

3. W porównaniu z wirówkami typu SB6400 widoczne jest większe zagęszczenie odcieku z części sedymentacyjnej. W przypadku AS11-3 wynosi 37,1g/l (tab. 2.), podczas gdy dla nowych wirówek SB6400 wartość ta oscyluje w granicach 20-30g/l [4]. Większe zagęszczenie odcieku świadczy o łatwiejszym rozdziale i odprowadzaniu najdrobniejszej klasy ziarnowej wraz z odciekiem z części sedymentacyjnej wirówki AS3-11.
4. Bardzo wyraźne zmiana występuje także w przypadku zagęszczenia odcieku z części sitowej, który w przypadku AS11-3 wynosi jedynie 26, 8 g/l (Tab. 2), a dla SB6400 waha się w granicach 200 g/l [4]. Prawdopodobnie większość najdrobniejszych ziaren odprowadzona została z odciekiem z części sedymentacyjnej.
5. Wirówka AS11-3 charakteryzuje się dużo większą skłonnością do separacji klasy ziarnowej -0,063mm (tab. 2.) w porównaniu do innych typów wirówek.
6. Nie stwierdzono znacznych zmian w wilgoci produktu końcowego w porównaniu do innych typów wirówek (tab. 3.) [4].
7. Poniżej znajduje się tabela, w której zamieszczone są dane porównawcze:

Tabela 5. Dane porównawcze wirówek [4], [7].

Typ wirówki:	**BIRD SB6400 SVS1100x3300**	**AS11-3**
Nadawa: zagęszczenie	220 – 350 g/l	430 g/l
granulacja	5-25 % + 0,5 mm	49,6 %
	70-95% + 0,044 mm	91,1 %
Produkt odwodniony wilgoć Wt^r	13-20%	11-19%
Wydajność	25-50 t/h	ok. 86 t/h
Przepływ	80-120 m^3/h	ok. 200 m^3/h
Prędkość robocza	800-1000 obr^{-1}	1000 obr^{-1}
Liczba wirowania	450-600	600
Zainstalowana moc	315 kW	315 kW
Waga maszyny	24.000 kg	18.900 kg
Waga wirnika z przekładnią	8.900 kg	7.173 kg
Średnica rury nadawy	150 mm	200 mm

7. Podsumowanie

Biorąc pod uwagę opisane powyżej, wstępne parametry technologiczne, przy których eksploatowana jest wirówka typu AS11-3 w zakładzie mechanicznej przeróbki węgla w KWK „Sośnica-Makoszowy" Ruch Sośnica należy stwierdzić, że wymagane jest dalsze opróbowanie i prowadzenie badań, które umożliwią znacznie dokładniejszą analizę parametrów. Z pewnością, należny zwrócić szczególną uwagę na sprawdzenie wydajności wirówki pod kątem obciążenia, uzyskiwanej wilgoci produktu końcowego oraz zagęszczenia

odcieku z części sedymentacyjnej.

Jakkolwiek prezentowane tutaj dane są niepełne, to jednak można określić ogólne zależności, związane z zastosowanymi rozwiązaniami konstrukcyjnymi:

1. Zmniejszenie ogólnej wagi maszyny ułatwia transport maszyny do użytkownika, jak również wszelkie prace transportowe związane z zabudową. Ponad to, łatwiejszy jest transport pionowy zespołu wirującego wybudowanego do remontu.
2. Odseparowano ramę podstawy silnika od ramy wirówki, co umożliwia dużo łatwiejszy transport maszyny, zarówno drogowy, jak i pionowy na miejsce zabudowy. Eliminuje się także wzajemny wpływ wibracji zespołu silnik/maszyna, wydłużając żywotność.
3. Zastosowano nowy system smarowania olejowego łożysk przenośnika ślimakowego.
4. Zwiększono średnicę rury nadawy do DN200 mm oraz zmieniono geometrię części sitowej, co przyczynia się do wzrostu wydajności, w wypadku KWK Sośnica do ok 86 t/h.
5. Zoptymalizowano konstrukcję przenośnika ślimakowego, zmieniono geometrię komory nadawy wraz z dyszami, a także, w końcowej części łopat przenośnika ślimakowego (strona mokra), wykonano specjalne otwory przelewowe uzyskując wzrost wydajności oraz większe przyspieszenie materiału po wlocie do wirówki, co skutkuje ułatwieniem separacji ziaren o najmniejszej średnicy, poniżej 0,063mm.

Z całą pewnością wirówka typu AS11-3 jest urządzeniem umożliwiającym pracę przy dużo większych wydajnościach przy mniejszym zużyciu energii elektrycznej, co, w wypadku zakładów przeróbki mechanicznej węgla jest czynnikiem pożądanym i oczekiwanym.

Bibliografia:

1. Opis odwadniania zawiesiny zrzutowej po wirówce filtracyjno-sedymentacyjnej BIRDa modelem SØRENSENA, Michał Palica i inni, 2007, http://www.wbiis.tu.koszalin.pl/towarzystwo/text/pp_2007_010.pdf
2. Konkurencja na rynku wirówek odwadniających w przemyśle węglowym, John Orphanos, 2008, BIRD Inc.
3. Materiały własne ANDRITZ.
4. Materiały własne PRO-INDUSTRY.
5. Wirówki sedymentacyjno-sitowe ANDRITZ w przeróbce węgla, ANDRITZ, 2006.
6. AS11-3_cyl_presentation_2012-11-15, ANDRITZ, 2012
7. Certyfikowane laboratorium przyzakładowe KWK "Sośnica-Makoszowy" Ruch Sośnica w Gliwicach