

Edmund Korzuch
Rybnickie Zjednoczenie Przemysłu Węgielno
"Rybnik"

Henryk Mańka
Kopalnia Węgla Kamiennego
"Moszczenica"

BADANIA WYDAJNOŚCI FILTRACJI ODPADÓW FLOTACYJNYCH W SKALI LABORATORYJNEJ, PÓŁTECHNICZNEJ I PRZEMYSŁOWEJ

Deficyt węgla koksującego na rynkach światowych prowadzi do intensyfikacji procesów przerobczych, ze szczególnym uwzględnieniem rozbudowy sekcji flotacji dla wzbogacania najdrobniejszych klas ziarnowych.

W efekcie tych zjawisk typową jednostkę produkcyjną zakładu przerobczego opuszcza ok. 1000 m³/h zawiesiny wodnej zawierającej 10-30 kg/m³ części stałych składających się w 80% z klasy ziarnowej - 0,075 mm. Proces technologiczny regeneracji wody odprowadzającej tą zawiesiną wiąże się ściśle z procesem zagospodarowania drugiego produktu, tj. zagęszczanej zawiesiny grupującej ziarna produktu odpadowego. Proces ten kończy ostatecznie operacja całkowitego odwodnienia i osuszenia tych osadów. W miarę postępu upowszechniania flotacji jako metody wzbogacania najdrobniejszych klas ziarnowych węgla, zmieniła się również skala problemu odwadniania odpadów flotacyjnych. Początkowo produktami procesu flotacji był koncentrat oraz muł energetyczny odwadniany na osadnikach. Intensyfikacja procesu flotacji doprowadziła do produkcji wyskopopiołowych odpadów flotacyjnych, dla których konieczne jest zastosowanie nowoczesnych metod odwadniania osadów. Przejściowym rozwiązaniem problemu było wypełnianie i zalądowywanie zapadłisk terenowych zagęszczonymi zawiesinami. Jedynym rozwiązaniem tego problemu na skalę techniczną jest mechaniczne odwadnianie odpadów flotacyjnych. Proces odwadniania odpadów rozpoczyna się już podczas procesu klarowania wód, kiedy obok technicznie czystej wody otrzymuje się zagęszczoną zawiesinę. Dobór metody odwadniania zagęszczonych zawiesin odpadów flotacji węgla zależy przede wszystkim od przyjętego sposobu zagospodarowania odwodnionych osadów.

Aktualnie w polskim górnictwie węglowym odwodnione odpady flotacyjne zagospodarowuje się przez zwałowanie na składowiskach podpoziomych względnie nadpoziomych. W przypadku zwałowania osadów na składowiskach podpoziomych, wymagania odnośnie stopnia ich odwodnienia są najmniejsze. Najczęściej składowiska podpoziome pracują jako osadniki, w których odwadnia się końcowo zawiesiny zagęszczone wstępnie na odmulnikach promieniowych. Na składowiska nadpoziome kieruje się odwodnione odpady flotacyjne w mieszaninie z odpadami popłuczkowymi. Dla przedstawionych wyżej sposobów zagospodarowania odpadów flotacyjnych znajdują zastosowanie następujące grupy metod odwadniania:

- odwadnianie sedymentacyjne przy zastosowaniu dużych dawek flokulantów,
- odwadnianie metodami filtracji próżniowej,
- odwadnianie metodami filtracji ciśnieniowej.

Owadnianie sedymentacyjne prowadzi się w wysokich urządzeniach stożkowych lub kolumnowych (1) dla zawiesin rozcieńczonych (2) lub wstępnie zagęszczonych. Odwodnione tą metodą odpady flotacyjne zawierają jeszcze 36-50% wody. Zużycie flokulantu kształtuje się na poziomie 30-100 g/t suchych części stałych. Ponieważ możliwości składowania odpadów flotacji węgla na zwałach podpoziomych są ograniczone, dlatego maksymalnie skoncentrowano wysiłki nad technicznym rozwiązaniem problemu ich odwodnienia do stopnia umożliwiającego składowanie na zwałach nadpoziomych. Z badań nad rozwiązaniem tego problemu wybrano badania procesów filtracji prowadzone w różnych skalach:

- proces filtracji próżniowej prowadzony w skali półtechnicznej i przemysłowej,
- proces filtracji ciśnieniowej badany w skali laboratoryjnej i przemysłowej.

Część doświadczalna

Badania procesu filtracji próżniowej wysokopopiołowych odpadów flotacji węgla prowadzono na kopalniach Anna i Moszczenica.

Na kop. Anna badania w skali półtechnicznej prowadzono na instalacji składającej się z urządzeń zagęszczających dwustopniowo odwadnianą zawiesinę do zagęszczeń części stałych rzędu 500 kg/m^3 oraz filtra jednotarczowego o powierzchni 1 m^2 . Filtr ten (produkcji węgierskiej) wyposażony w przekładnię bezstopniową i pompę próżniową gwarantującą utrzymanie 80% próżni, był specjalnie przystosowany do tego rodzaju prób. Cała instalacja pracowała w ruchu ciągłym przez okres 1-4 godzin. Co 15 minut prowadzono pomiary natężeń przepływu

oraz pobierano próbki do badań laboratoryjnych. Odwodniony produkt ważono w całości również w 15 minutowych odstępach czasu.

Badania w skali technicznej na kop. Moszczenica (4) prowadzono na filtrze próżniowym typu FTF-6. Dla przeprowadzenia badań filtr podzielono dodatkową przegrodą na dwie części. Do odwodnienia odpadów flotacyjnych, zagęszczonych uprzednio w stożku zagęszczającym ϕ 2,5 m, wykorzystano wydzieloną część filtra obejmującą dwie tarcze. Druga część filtra (pozostałe 4 tarcze) zasilana była zawieszina koncentratu flotacyjnego. Całkowita powierzchnia filtra - 68 m^2 . Szybkość obrotowa tarczy - 0,33 obr/min. Badania prowadzono w ruchu ciągłym instalacji przez okres 1-5 godzin. W 15 minutowych odstępach czasu mierzono natężenia przepływu nadawy oraz wydajność jednostkową filtra. Zastosowano metodę pomiaru bezpośredniego wydajności uzyskanej z jednej elementarnej jednostki filtra (jednego segmentu tarczy). W tym celu wprowadzono pomiędzy dwie sąsiednie tarcze pojemnik o specjalnej konstrukcji umożliwiającej wyłapanie placka odrywanego od segmentów przez jeden lub kilka dmuchów kończących cykl pracy filtra. Z uwagi na zmienną charakterystykę stanu poszczególnych segmentów filtra, dla uzyskania wiarygodnych wyników, pomiar wydajności filtra tą metodą wykonano w 1,5 minutowych odstępach czasu.

Badania procesu filtracji ciśnieniowej w warunkach laboratoryjnych prowadzono na małej prasie filtracyjnej firmy Chogunet (5). Prasa ta zawierała elementy filtrujące o powierzchni 262 cm^2 oraz ramy dystansowe o zmiennej grubości (10, 20, 30 i 35 mm). Filtrację prowadzono pod ciśnieniem $9 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$.

Badania filtracji na laboratoryjnej prasie prowadzone były dla odpadów flotacyjnych pobranych na kopalni Zofiówka przed rozpoczęciem zabudowy przemysłowych pras filtracyjnych. Badania filtracji ciśnieniowej już w skali przemysłowej prowadzono po zainstalowaniu pierwszych pras na kopalni Zofiówka.

Zakład mechanicznego odwadniania odpadów flotacyjnych kopalni Manifest Lipcowy (dawna nazwa kopalni Zofiówka) wyposażony został w prasy filtracyjne typu PF ROW - 1/570, zawierające po 151 płyt filtracyjnych o łącznej powierzchni 576 m^2 . Nominalne ciśnienie prasowania (filtracji) wynosi 1 MN/m^2 ; w czasie jednego cyklu pracy prasy otrzymuje się 152 placki osadu o grubości 30 mm każdy.

Dyskusja wyników badań i wnioski

Poddano analizie wyniki ponad 100 prób filtracji przeprowadzonych w różnych warunkach. Wartości średnie i charakterystyczne wyników badań, odpowiadające poszczególnym skalom procesu, zestawiono w

Wyniki badań filtracji

Parametry	Wyniki badań w skali	
	Półtechnicznej	Przemysłowej
F i l t r a c j a p r ó ż n i o w a		
Ilość prób	45	36
Charakterystyka nadawy na filtr		
zagęszczenie minimum	295	170
maksimum	713	717
średnie	473	317
średnie zapopielenie	77,2	35,9
średni wychód klasy - 0,075 mm	61,8	23,4
Wyniki filtracji		
wydajność jednostkowa		
" minimum	66,0	3,0
" maksimum	420,0	154,0
" średnia	96,4	65,2
średnie zawilgocenie plaacka	37,8	26,7
	Laboratoryjnej	Przemysłowej
F i l t r a c j a c i ś n i e n i o w a		
Ilość prób	23	47
Zagęszczenie nadawy (średnie)	412	460
Czas filtracji minimalny	70	46
maksymalny	80	102
średni	74	70
średnie zawilgocenie plaacka	19,7	18,7
średnie zapopielenie plaacka	82,8	68,1

załączonej tablicy 1. Tablica ta nie obejmuje danych analizy statystycznej parametrów wyjściowych. Analizę statystyczną parametrów początkowych prowadzono wzorując się na pracach G.L. Majdukowa i W.W. Karjaginy (6,7). Dla wyników badań filtracji próżniowej w skali półtechnicznej analizę statystyczną ograniczono do wyliczenia współczynników regresji równań:

$$q = 119,9 - 0,4842 \beta n + 0,0008752 \beta n^2$$

$$q = 3,256 + 0,0003962 \beta n^2$$

gdzie:

q - wydajność jednostkowa filtracji, $\text{kg}/\text{m}^2\text{h}$,

βn - zawartość części stałych w nadawie na filtr, kg/m^3 .

Równania te charakteryzują wysokie wartości współczynników korelacji wielorakiej wynoszące odpowiednio 0,9367 i 0,9280.

Z analizy danych pomiarowych wynika, że filtracja odpadów flotacyjnych przy pomocy filtra typu FTP - 6 jest mało skuteczna, pomimo niskiego zapozielenia i dużej zawartości klasy + 0,075 mm w odwadnianych odpadach. Wartości 0,541 oraz 0,840 okazały się maksymalnymi wartościami współczynników korelacji, odpowiednio podwójnej i wielorakiej, obliczonymi dla wydajności jednostkowej filtra FTP - 6 i pozostałych parametrów filtracji, jak również ich transformacji matematycznych.

Wyniki filtracji ciśnieniowej są jednoznaczne - laboratoryjnie wyznaczony czas filtracji dla plačka grubości 30 mm został potwierdzony w normalnej eksploatacji przemysłowej.

Z przedstawionych dwóch przykładów porównania wyników badań prowadzonych w różnych skalach, można wysnuć ogólny wniosek:

Skala badań jest problemem drugorzędym jedynie w przypadku, gdy w analizowanym procesie można wyróżnić wiele prostych operacji jednostkowych dających się badać oddzielnie.

LITERATURA

- 1 Patent PRL Nr 67075. Sposób odwadniania zawiesin wodnych drobnoziarnistych frakcji węglowych, mułów ilastych i odpadów flotacyjnych.
- 2 T.G. Pomenko, A.F. Kondratenko, A.G. Perlifonon, Sguszczenie ciałostów flotacji w agustitele s osadkoupkrotnitelem, Ugol, nr 1, 1973, s. 51.
- 3 Sprawozdanie nr 2 Ośrodka Naukowo-Badawczego KWK Moszczenica, Badania półprzemysłowe odwadniania odpadów flotacyjnych kóp. Anna na instalacji węgierskiej.
- 4 Sprawozdanie nr 47 Ośrodka Naukowo-Badawczego KWK Moszczenica, Określenie możliwości odwadniania odpadów flotacyjnych KWK Moszczenica na tarczowych filtrach próżniowych w warunkach przemysłowych przy zastosowaniu wysokiej jakości flokulantów w jednostopniowym systemie zagęszczania nadawy na filtry.

- 5 Spawozdanie nr 7 Ośrodka Naukowo-Badawczego KMI Moszczanica, Badania własności filtracyjnych odpadów flotacyjnych kopalni Jastrzębie i Zofiówka przy użyciu laboratoryjnej prasy filtracyjnej firmy Chogunet.
- 6 F.N. Iwanow, G.L. Majdukow, N.S. Karjagina, Statistiozeskaj analiz technologiczeskich pokazatelej roboty diskowych wakuum - filtrow Donbasa., Ugol, nr 6, 1971, s. 70.
- 7 G.L. Majdukov, N.V. Karjagina, Optimalizacja roboty filtrowalnych oddelenij ugleobogatitelnych fabrik., Ugol, nr 11, 1973. s. 50.