

WŁODZIMIERZ P. KOWALSKI
 MARIAN BANAS
 KRZYSZTOF KOŁODZIEJCZYK

Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica, Kraków

Rozpoznanie możliwości zastosowania kompaktowych osadników wielostrumieniowych do jednoczesnego klarowania i zagęszczania zawiesiny węglowej

Wstęp

Oddziały przeróbki węgla występują prawie w każdym zakładzie górniczym [1]. W procesie przeróbki powstają duże ilości wodnej zawiesiny, zawierającej trudne niekiedy do wydzielenia drobne frakcje mułkowo-węglowe. Duża objętość powstającej zawiesiny połączona ze znaczną zmiennością ich składu granulometrycznego (wynik eksploatacji złóż o zmiennym składzie mineralnym) powoduje, że w zakładach górniczych może dochodzić do sytuacji przeciążenia pracujących układów oczyszczania zawiesiny – przeważnie kołowych osadników *Dorra*. W takich warunkach trudna do realizacji jest zarówno budowa nowych osadników (ze względów ekonomicznych) jak i modernizacja istniejących (ze względu na konieczność utrzymania ciągłości procesu). Atrakcyjnym rozwiązaniem takiego problemu może być zastosowanie wspomagającego osadnika klarująco-zagęszczającego o budowie kompaktowej, wykorzystującego pakiety wkładów wielostrumieniowych [2].

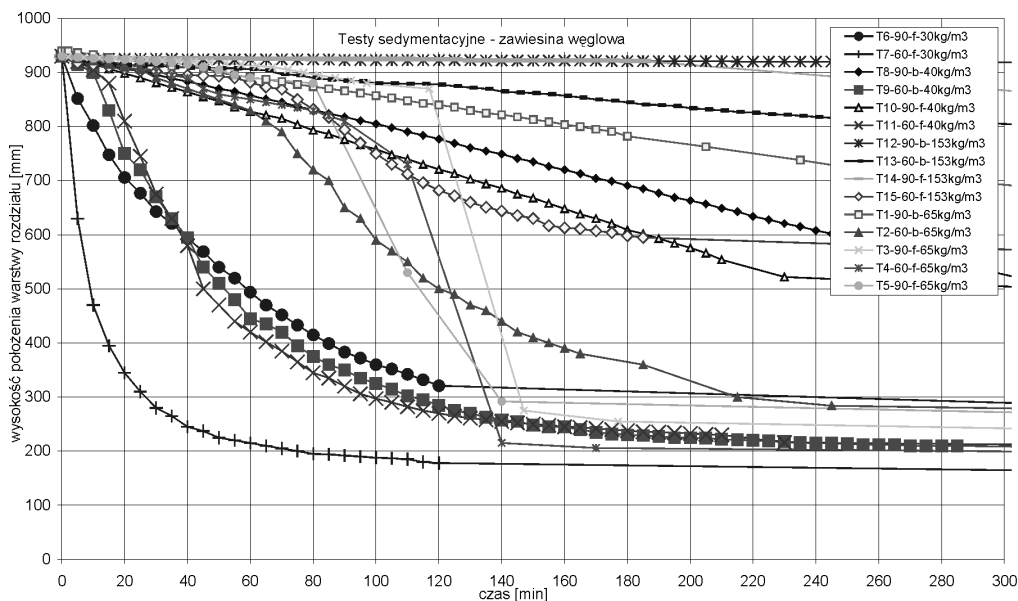
Dla określenia możliwości zastosowania takiego osadnika dla konkretnych warunków – określonego strumienia przetwarzanej zawiesiny, o określonym składzie, w układzie wyposażonym w określony osadnik konwencjonalny, niezbędne jest

wykonanie szczegółowych badań pozwalających zarówno na stwierdzenie, czy wielostrumieniowy osadnik kompaktowy może wspomóc pracę osadnika tradycyjnego (lub nawet go zastąpić czasowo lub na stałe). Artykuł niniejszy oparty jest na wynikach badań mających dać odpowiedź na pytanie, czy istnieje możliwość zastosowania takiego urządzenia w jednym z zakładów górniczych.

Badania sedymentacji okresowej

Materiałem badawczym była zawiesina węglowa z zakładu przeróbki mechanicznej o gęstości fazy stałej 2376 kg/m³. W badaniach stosowano dodatek flokulanta *Flopam AN 923* SHU.

Zachowanie zawiesiny badano wykonując testy sedymentacyjne (mające na celu wyznaczenie prędkości sedymentacji [3], końcowego stopnia kompresji i wstępnych parametrów procesowych sedymentacji w warunkach przepływowych) w przewodach ustawionych pionowo oraz pochylonych pod kątem 60° względem podłoża. Badania te odwzorowują schematycznie warunki w osadniku bez i z wypełnieniem wielostrumieniowym. Szczegółowy opis zastosowanej metodyki oraz stanowisk badawczych zamieszczono w pracach [4, 5].



Rys. 1. Testy sedymentacyjne T1-T15

Badania wykonano w kilku seriach, wykonywanych zarówno w laboratorium (T1÷T5), jak i w warunkach przemysłowych – w zakładzie przeróbki (T6÷T15). Serie te różniły się od siebie zarówno kątem pochylenia cylindra sedymentacyjnego (90 – cylinder ustawiony pionowo, 60 – cylinder ustawiony pod kątem 60° względem podłoża), stężeniem zawiesiny (30, 40, 65 i 153 kg/m³), jak też i ilością zastosowanego flokulanta (f – flokulant w dawce 5 ppm, b – bez dodatku flokulanta) – dla przybliżonego określenia wpływu procesu flokulacji na proces wielostrumieniowej sedymentacji.

Wyniki badań sedymentacji okresowej (w postaci krzywych sedymentacyjnych) z poszczególnych serii pomiarowych zostały zamieszczone na rys. 1.

Z przeprowadzonych badań sedymentacji okresowej wynika, iż maksymalne możliwe do osiągnięcia stężenie w warstwie kompresji wynosi 350 kg/m³, przy czym jest to stężenie uzyskane po 20 godzinnym procesie sedymentacji dla zawiesiny z dodatkiem flokulanta i w cylindrze ustawionym pod kątem 60°. Po dwugodzinnym czasie sedymentacji uzyskano maksymalnie 270 kg/m³ również dla pochylonego cylindra z dodatkiem flokulanta.

Analizując przebieg krzywych sedymentacyjnych należałoby przyjąć, że czas przetrzymania zawiesiny w osadniku powinien wynosić od 2 do 3 godzin, a w zależności od stężenia nadawy udział wylewu powinien wynosić nie mniej niż 20%.

Badania sedymentacji ciągłej na stanowisku laboratoryjnym

Wyniki badań sedymentacji okresowej jednoznacznie pokazują przydatność zastosowania procesu sedymentacji wielostrumieniowej dla badanej zawiesiny. Ponadto pozwoliły na sformułowanie wstępnych założeń do prowadzenia procesu w osadniku, m.in. pozwoliły określić udział strumienia wylewu w stosunku do nadawy. Dla tak określonych założeń wykonano badania w warunkach przepływowych, w skali laboratoryjnej. Badania te wykonano na stanowisku odwzorowującym warunki w pojedynczym przewodzie wkładów wielostrumieniowych. Szczegółowy opis tego stanowiska oraz ogólna metodyka pomiaru zamieszczona jest w pracy [5].

Zbiorcze zestawienie wyników pomiarów zostało zamieszczone w tablicy 1. Zawiera ona wartości średnie uzyskane z kilku punktów pomiarowych dla każdego pomiaru.

W przeprowadzonych pomiarach stężenie zawiesiny w wylewie dla pomiaru Q1 i Q2 w trakcie pomiaru nieznacznie malało, natomiast dla pomiarów Q3 i Q4 wzrastało. Zestawiając ze sobą te parametry można wnioskować, iż strumień wylewu powinien stanowić około 25–30% strumienia nadawy przy obciążeniu powierzchniowym w strefie przelewu na poziomie około 0,3 m/h i stężeniu nadawy około 60 kg/m³. Powinno to pozwolić uzyskać stężenie przelewu na poziomie 1 kg/m³ oraz stężenie wylewu na poziomie 200 kg/m³.

Badania sedymentacji ciągłej na stanowisku ułamkowo-technicznym w zakładzie przerobczym

Badania przepływowe w skali ułamkowo-technicznej wykonane w zakładzie przerobczym miały na celu praktyczne potwierdzenie możliwości wykorzystania wkładów wielostrumieniowych do klarowania i zagęszczania zawiesiny węglowej w rozpatrywanym układzie technologicznym oraz potwierdzenie założonych parametrów konstrukcyjno-eksploatacyjnych kompaktowego osadnika wielostrumieniowego, możliwego potencjalnie do zastosowania w rozpatrywanym zakładzie.

Badania przeprowadzono z użyciem kompaktowego stanowiska do jednoczesnego przeciwprądowego klarowania i współprądowego zagęszczania zawiesin w skali ułamkowo-technicznej. Szczegółowy opis budowy tego stanowiska oraz metodyki badań z jego użyciem opisano w pracy [5].

W zakładzie górniczym wykonano cztery pomiary oznaczone symbolami od Q5 do Q8 (Q5 – był pomiarem rozruchowym, dlatego też wyniki otrzymane z tego pomiaru są obarczone bardzo dużym błędem; Q6 – pomiar wykonany z zachowaniem stałych parametrów pracy układu, z dawką flokulanta 5 ppm; Q7 – bez dodatku flokulanta; Q8 – pomiar dla bardzo wysokiego stężenia z standardową dawką flokulanta 5 ppm).

Pomiar Q6 (nadawa 30 kg/m³) przeprowadzono dla niskiego stężenia nadawy w układzie o niskim obciążeniu powierzchniowym ($q_p = 0,3$ m/h). Pozwolił on na uzyskanie stężenia w przelewie 0,24 kg/m³, znacznie poniżej 1 kg/m³, a jednocze-

Tablica 1

Wartości średnie pomiarów w laboratorium

Pomiar	s_N	s_P	s_W	q_p	q_w	Q_p	Q_w	Q_p/Q_n	Q_w/Q_n	η	z
	[g/dm ³]	[g/dm ³]	[g/dm ³]	[m/h]	[m/h]	[dm ³ /min]	[dm ³ /min]	%	%	%	-
Q1	64,144	6,433	154,957	0,425	0,199	0,142	0,074	65,8%	34,2%	93%	2,415
Q2	60,333	0,664	177,089	0,261	0,089	0,087	0,033	72,7%	27,3%	99%	2,941
Q3	56,370	6,031	205,742	0,458	0,093	0,153	0,034	81,7%	18,3%	91%	3,693
Q4	58,394	7,341	194,332	0,292	0,072	0,098	0,027	78,5%	21,5%	90%	3,335
Q9	122,827	80,991	244,568	0,287	0,078	0,096	0,029	76,9%	23,1%	49%	1,996

Tablica 2

Wartości średnie pomiarów w zakładzie

Pomiar	s_N	s_P	s_W	q_p	q_w	Q_p	Q_w	Q_p/Q_n	Q_w/Q_n	η	z
	[g/dm ³]	[g/dm ³]	[g/dm ³]	[m/h]	[m/h]	[dm ³ /min]	[dm ³ /min]	%	%	%	-
Q5	42,687	30,243	70,387	0,300	0,088	3,498	1,029	77,3%	22,7%	36%	1,568
Q6	30,406	0,274	108,446	0,251	0,086	2,925	1,005	74,4%	25,6%	99%	3,573
Q7	40,332	31,705	104,283	0,377	0,043	4,395	0,496	89,9%	10,1%	29%	2,562
Q8	153,240	115,311	239,670	0,154	0,036	1,793	0,420	81,0%	19,0%	40%	1,497

śnie układ pracował z 30% udziałem strumienia wylewu. W efekcie uzyskano stężenie w wylewie wynoszące 100 kg/m^3 co jest wartością znacznie poniżej oczekiwań.

Pomiar Q7 w dużej mierze można interpretować jako pomiar wykonany bez dodatku flokulanta lub z jego kilkakrotnie mniejszą dawką niż standardowa. Widzimy, że stężenie w przelewie jest nieznacznie niższe niż w nadawie. Odnosząc uzyskany wynik do pomiaru Q6, można stwierdzić, że układ w zasadzie nie działa. W osadniku jest zatrzymywane tylko 30% ciała stałego wpływającego do osadnika. Stężenie w wylewie jest jeszcze niższe niż w Q6 pomimo wyższego obciążenia powierzchniowego przelewu i strumienia wylewu na poziomie 10% nadawy.

Podsumowanie

Z przeprowadzonych badań jednoznacznie wynika iż zastosowanie kompaktowego osadnika wielostrumieniowego dla jednoczesnego klarowania i zagęszczania zawiesiny węglowej o znacznym stężeniu jest możliwe i może przynieść pozytywny efekt technologiczny.

Osadnik taki może znacząco wspomóc pracę tradycyjnego osadnika kołowego *Dorra*. Może być zastosowany zarówno do

częściowego odciążenia pracy istniejącego osadnika (co pozwoli na ustabilizowanie procesu i zlikwidowanie przeciążenia układu), jak też może być wykorzystywany jako osadnik zastępczy (np. w trakcie remontów osadnika podstawowego).

Przeprowadzone testy sedimentacyjne pokazują również, że bez dodatku flokulanta w większości przypadków proces sedimentacji przebiega znacznie wolniej, aczkolwiek przy pochylonym cylindrze te różnice nie są aż tak duże, jak w układzie pionowym (czyli zastosowanie sedimentacji wielostrumieniowej pozwala na osiągnięcie dobrego efektu nawet w warunkach bez zastosowania flokulanta).

LITERATURA

1. *Z. Nowak*: Gospodarka wodno-mułowa w zakładach przeróbki mechanicznej węgla. Wyd. Śląsk, Katowice, 1982.
2. *W. Kowalski*: Osadniki wielostrumieniowe. Kraków, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, 2004.
3. *G.J. Kynch*: Trans. Faraday Soc. 48, 166 (1952).
4. *J. Bandrowski, J. Merta, J. Zioto*: Sedymetacja zawiesin. Zasady i projektowanie. Gliwice, Wyd. Politechniki Śląskiej, 2001.
5. *K. Kołodziejczyk, T. Zacharz*: Badania wielostrumieniowego jednoczesnego współprądowego i przeciwpądowego procesu sedimentacji – rozprawa doktorska. Kraków, 2003.

Wydział Inżynierii Chemicznej i Procesowej Politechniki Warszawskiej



Sieć Naukowa SURUZ

organizują

VII KONFERENCJĘ NAUKOWĄ



INŻYNIERIA PROCESOWA W OCHRONIE ŚRODOWISKA

17–19 września 2009 r.

w Sarbinowie k/Koszalin

w połączeniu z

MIKROSYMPOZJUM

Surfaktanty w ochronie środowiska i medycynie

w ramach działalności sieci naukowej

Surfaktanty i układy zdyspergowane w teorii i praktyce – SURUZ

Celem konferencji jest:

- przegląd osiągnięć w opracowaniu metod, procesów i urządzeń, zwiększających czystość powietrza, wody i gleby,
- wymiana doświadczeń w dziedzinie wdrażania i stosowania technicznych środków ochrony wód i powietrza oraz unieszkodliwiania odpadów stałych,
- dyskusja nowych kierunków rozwoju inżynierii procesowej w zakresie ochrony środowiska pracy oraz oceny jego wpływu na zdrowie.

Organizatorzy zapraszają do udziału w konferencji pracowników szkół wyższych, instytutów badawczych i zakładów przemysłowych zajmujących się:

- oczyszczaniem gazów odlotowych i spalinowych,
- oczyszczaniem ścieków,
- unieszkodliwianiem i utylizacją odpadów stałych,
- innymi zastosowaniami metod inżynierskich w problemach ochrony środowiska i zdrowia człowieka.

Informacje: <http://www.ichip.pw.edu.pl/sosnowski/sarb09/>