

ALAN BOREK
JERZY SKŁADZIEN
JANUSZ SZYMKÓW

Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Politechnika Wroclawska, Wrocław

Intensyfikacja procesu odwadniania osadów filtracyjnych przez zastosowanie środków powierzchniowo czynnych

Wprowadzenie

W wielu procesach przemysłowych zachodzi konieczność wydzielenia fazy stałej z zawiesiny. Z zagadnieniami tymi spotykamy się w dziedzinach związanych z inżynierią chemiczną i inżynierią środowiska. Z problemem tym mamy także do czynienia w przeróbce surowców mineralnych, gdzie większość procesów przeprowadza się z użyciem wody. Produkty operacji głównych (np. wzbogacania) otrzymywane są bardzo często w postaci zawiesiny wodnej, natomiast produktami końcowymi mogą być wyłącznie produkty odwodnione. Zachodzi zatem konieczność poddania zawiesin procesowi odwodnienia, który z punktu widzenia inżynierii chemicznej jest procesem rozdziału fazy ciekłej od stałej.

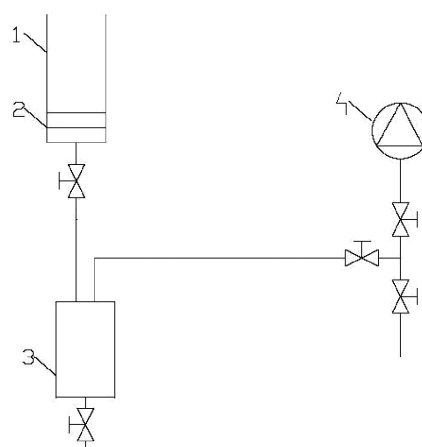
Proces odwadniania osadów filtracyjnych przez przedmuchiwanie powietrzem pozwala zmniejszyć ich wilgotność, co z kolei ułatwia transport i obniża koszty dalszej przeróbki. Proces odwadniania prowadzony w ten sposób jest również o wiele mniej energochłonny w porównaniu z termicznym procesem suszenia. Jednak posiada on również swoje ograniczenia. Posiłkując się danymi literaturowymi [1] można stwierdzić, że nie da się obniżyć nasycenia osadu cieczą poniżej pewnej wartości zwanej nasyceniem resztkowym wynoszącym w przybliżeniu 20%.

Barierę ograniczającą możliwość dalszego odwadniania stanowią siły kapilarne występujące w wilgotnych materiałach ziarnistych, które zależą od rozmiaru porów oraz własności fizykochemicznych cieczy. Dodając do cieczy środka powierzchniowo czynnego wpływamy na zmianę tych parametrów. Substancje te działając na cząstki zmieniają strukturę wewnętrzną osadu, zwilżalność oraz napięcie powierzchniowe. Powoduje to zmiany przebiegu procesu odwadniania placka przez przedmuchiwanie powietrzem.

Badania wpływu środków powierzchniowo czynnych na szybkość odwadniania i nasycenie resztkowe umożliwią modelowanie i przewidywanie przebiegu procesów odwadniania.

Część doświadczalna

Doświadczenia przeprowadzono na laboratoryjnym filtrze próżniowym (Rys. 1) [2, 3]. Procesowi filtracji poddano zawiesinę ziemi okrzemkowej. Gęstość ziemi okrzemkowej $\rho = 2150 \text{ kg/m}^3$. Cieczą filtracyjną wykorzystaną w doświadczeniach była woda destylowana o napięciu powierzchniowym $\gamma = 0,0728 \text{ N/m}$ oraz roztwór wody destylowanej i surfaktanta (chlorowoderek dodecylaminy – DDA HCl).



Rys. 1. Stanowisko laboratoryjne do filtracji próżniowej. 1 – filtr; 2 – przegroda filtracyjna; 3 – zbiornik filtratu; 4 – pompa

Przeprowadzono wstępne badania filtracji dla różnych stężeń surfaktanta w zakresie od 4 do 20 mg/l mające na celu dobranie optymalnego stężenia surfaktanta. Dalsze doświadczenia prowadzono przy stężeniu surfaktanta w filtracie równym 10 mg/l, uznanym za optymalne. Napięcie powierzchniowe tego roztworu wynosi $\gamma = 0,034 \text{ N/m}$ [4].

Osady uzyskane w procesie filtracji były w pełni nasyczone cieczą. Następnie utrzymując to samo podciśnienie w instalacji prowadzono proces odwadniania przy różnych czasach, od 20 do 1200 s. Ciecz wypełniająca pory osadu była wypierana przez przepływ zasysanego z otoczenia powietrza. Po określonym czasie zamykano zawór odcinający próżnię, co powodowało wstrzymanie dalszego odwadniania. Zatem końcowe odwodnienie wyrażone określonym stopniem nasycenia porów placka filtracyjnego cieczą – S , zależało od przyjętego czasu odwadniania. Badania pozwoliły na wyznaczenie krzywych odwadniania, czyli zależności nasycenia osadu od czasu odwadniania dla ustalonego ciśnienia, $P = \text{idem}$. Eksperymenty prowadzono w zakresie ciśnień od 0,02 do 0,07 MPa.

Analiza i omówienie wyników badań

Po wstępnych badaniach stwierdzono, że najlepszy efekt uzyskano wtedy, gdy stężenie środka powierzchniowo czynnego wynosi ok. 10 mg/l, ponieważ wyższe stężenia nie przynosiły znaczących korzyści w odwadnianiu osadów – osiągnięto krytyczne stężenie micelarne – natomiast niższe stężenia

nie pozwalały w znaczący sposób zwiększyć intensywności odwadniania.

Na podstawie otrzymanych wyników i analizy danych dopasowano funkcję najlepiej opisującą zależność pomiędzy nasyceniem S , a czasem odwadniania t :

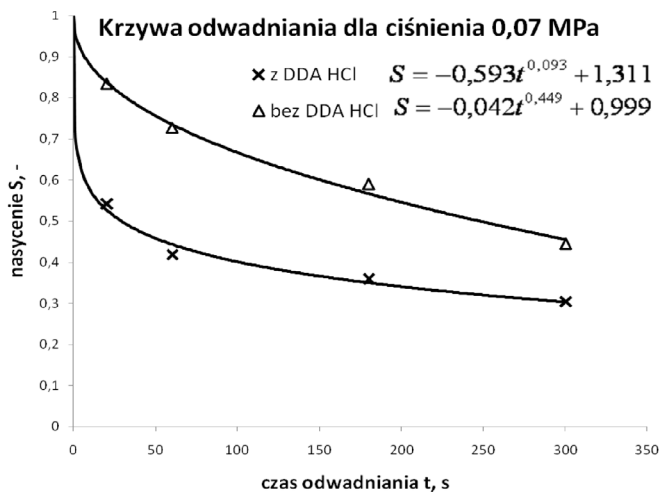
$$S = at^b + c \quad (1)$$

gdzie: a , b , c – współczynniki wyznaczone doświadczalnie.

Tablica 1
Wartości współczynników dla różnych ciśnień

Współczynnik	$p = 0,02$ MPa		$p = 0,04$ MPa		$p = 0,07$ MPa	
	woda	woda+ surf.	woda	woda+ surf.	woda	woda+ surf.
a	-0,039	-0,227	-0,115	-0,667	-0,042	-0,593
b	0,426	0,165	0,280	0,076	0,449	0,093
c	1,009	1,074	1,013	1,394	0,999	1,311

Przykładowe wyniki badań eksperymentalnych z naniesionymi krzywymi modelowymi pokazano na rys. 2–4.

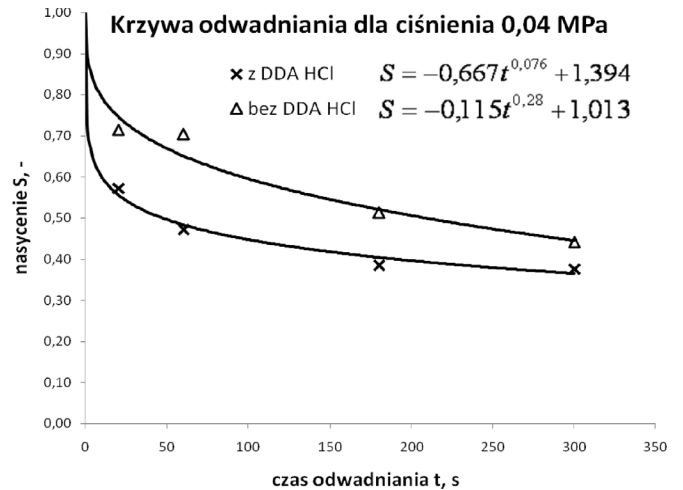


Rys. 2. Wpływ surfaktanta na skuteczność odwadniania ziemi okrzemkowej; $P = 0,07$ MPa

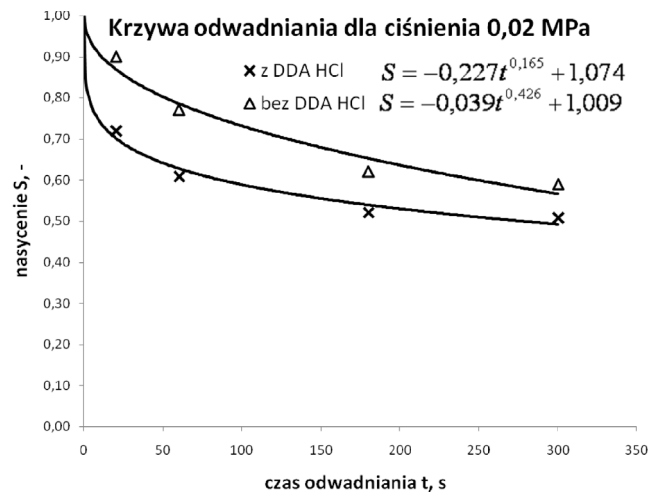
Zauważyć można wyraźny wpływ zastosowania surfaktanta na intensywność odwadniania. Przy czasie odwadniania do 300 sekund nasycenie osadu jest, w zależności od ciśnienia, od kilkunastu do kilkudziesięciu procent niższe. Wyraźny wpływ na wartość nasycenia ma współczynnik a w rów. (1). Wraz z jego spadkiem nasycenie maleje. Wyniki doświadczeń pokazują możliwość intensyfikacji procesu odwadniania poprzez dodawanie środków powierzchniowo czynnych.

Wnioski

Zaprezentowane powyżej wyniki badań pokazują możliwość obniżenia nasycenia osadów filtracyjnych poprzez wpro-



Rys. 3. Wpływ surfaktanta na skuteczność odwadniania ziemi okrzemkowej; $P = 0,04$ MPa



Rys. 4. Wpływ surfaktanta na skuteczność odwadniania ziemi okrzemkowej; $P = 0,02$ MPa

wadzenie do zawiesiny środka powierzchniowo czynnego. Można w ten sposób uzyskać znaczące efekty ekonomiczne, w zakresie ciśnień i czasów odwadniania stosowanych w przemyśle. Doświadczenia pokazały również, że wpływ środka powierzchniowo czynnego maleje przy czasach odwadniania przekraczających 10 minut. Należy jednak zaznaczyć, że tak długi czas odwadniania przez przedmuchiwanie powietrzem nie ma praktycznego zastosowania w przemyśle.

LITERATURA

1. R. J. Wakeman: Journal of Hazardous Materials 616, 144 (2007).
2. J. Składzień, J. Szymków: Inż. Ap. Chem. 44, nr 4, 33 (2005).
3. J. Składzień: Proceeding of 4th World Filtration Congress, Ostenda, 1986.
4. K. Singh, V. K. Shahi: Journal of Membrane Science 52, 140 (1998).