

January Bień, Lidia Wolny

Wpływ fal ultradźwiękowych na wybrane parametry osadów ściekowych

Badania nad kondycjonowaniem osadów ściekowych przy zastosowaniu fal ultradźwiękowych mają na celu określenie możliwości zwiększenia efektu ich odwadniania, który zależy od rodzaju osadu i środków chemicznych stosowanych w procesie odwadniania. Charakter zjawisk towarzyszących oddziaływaniu fal ultradźwiękowych na osady ściekowe, pomimo wieloletnich badań [1–3] nie został jeszcze w pełni wyjaśniony.

Kondycjonowanie osadu za pomocą fal ultradźwiękowych zmienia jego strukturę i właściwości, burzy stan równowagi układu, wywołuje dyspersję i jego częściową homogenizację, czego wyrazem może być także poprawa zdolności osadu do odwadniania. Prowadzone dotychczas badania [1–4] wykazały, że czynne oddziaływanie ultradźwięków na osady powodowało w wielu przypadkach lepsze efekty ich odwadniania oraz dużo większą selektywność działania niż środki chemiczne, stosowane zarówno dla różnych osadów ściekowych, jak i w różnych procesach odwadniania. Wpływ fal ultradźwiękowych zaznaczał się silniej w osadach o większym uwodnieniu i sztywnych strukturach niż w osadach kłaczkowatych lub bezpostaciowych i małym uwodnieniu początkowym [1,3].

Osady ściekowe różnią się znacznie składem i strukturą w zależności od rodzaju ścieków (komunalne, przemysłowe) oraz od sposobu ich oczyszczania (mechaniczne, biologiczne, fizyczno-chemiczne). Skład osadów wytrąconych ze ścieków o charakterze komunalno-przemysłowym zmienia się w dość szerokich granicach, zależnie od rodzaju produkcji i procesów technologicznych. Charakter i struktura osadów mają decydujący wpływ na stopień ich uwodnienia, który jest ściśle związany z ich objętością [1–3].

Metodyka badań

Badania prowadzono na dwóch osadach przefermentowanych (A i B) trudno odwadnialnych, pochodzących z oczyszczalni ścieków komunalno-przemysłowych. Osad A został pobrany z oczyszczalni ścieków w Częstochowie i charakteryzował się $\text{pH}=7,7$, suchą pozostałością $32,6 \text{ g/dm}^3$, uwodnieniem początkowym $95,2\%$ oraz potencjałem elektrokinetycznym $-20,92 \text{ mV}$. Osad ten, ze względu na charakter oczyszczanych ścieków, cechowała duża zawartość metali ciężkich. Osad B pobrano z oczyszczalni ścieków w Siemianowicach Śląskich i charakteryzował się on $\text{pH}=8,2$, suchą pozostałością $42,9 \text{ g/dm}^3$, uwodnieniem początkowym $94,7\%$ oraz potencjałem elektrokinetycznym $-19,82 \text{ mV}$.

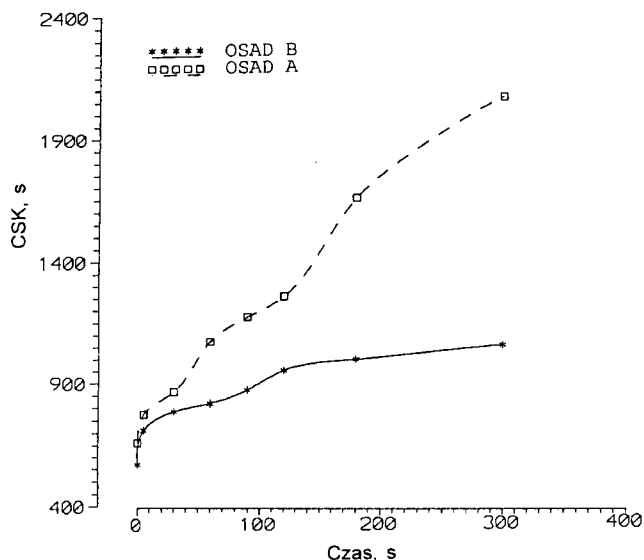
Próbki osadów traktowano ultradźwiękami przy pomocy dezintegratora (typ UD-20 produkcji polskiej) o częstotliwości 22 kHz i amplitudzie drgań $8 \mu\text{m}$. Najsukuteczniejszy czas działania fal ultradźwiękowych określono na podstawie testu czasu ssania kapilarnego (CSK), polegającego na pomiarze czasu przejścia czołowej, granicznej warstwy filtratu w wyniku działania sił ssących bibuły Whatman-17 pomiędzy okręgami o średnicach 32 i 45 mm .

Osad po działaniu ultradźwięków w czasie $5, 30, 60, 90, 120, 180$ i 300 s był następnie odwadniany na filtrze próżniowym przy ciśnieniu $5 \cdot 10^{-4} \text{ N/m}^2$.

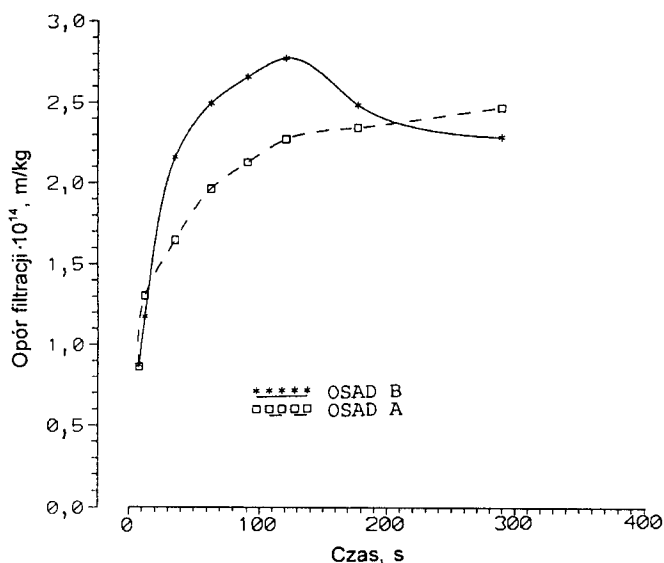
Wprowadzona dodatkowo do badań analiza mikroskopowa posłużyła, obok podstawowych, jako jeszcze jedno kryterium oceny zmian struktury osadów ściekowych pod wpływem działania samego pola ultradźwiękowego. Do pomiaru potencjału elektrokinetycznego zastosowano analizator Zeta Plus, obejmujący elektroniczny pomiar układów koloidalnych, przewodność właściwą, pH oraz temperaturę.

Wyniki badań

Traktowanie wybranych osadów ściekowych falami ultradźwiękowymi powodowało wydłużenie czasu ssania kapilarnego w różnych zakresach, w zależności od rodzaju osadu, a także od czasu działania ultradźwięków (rys.1).



Rys. 1. Wpływ czasu działania fal ultradźwiękowych na czas ssania kapilarnego

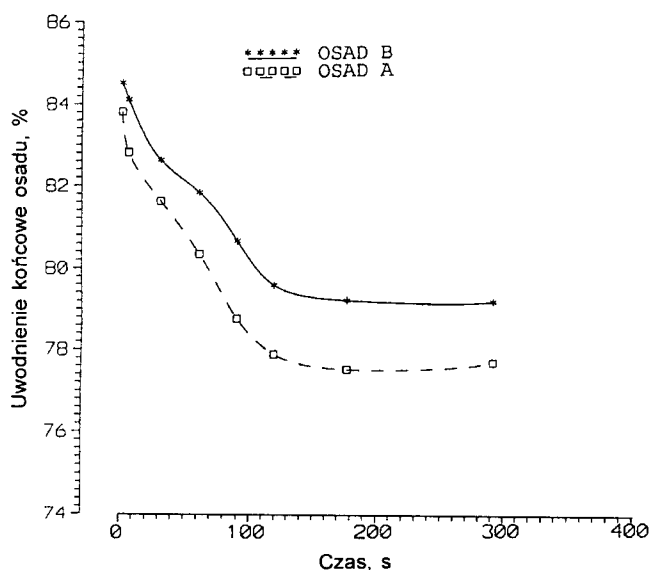


Rys. 2. Wpływ czasu działania fal ultradźwiękowych na opór właściwy filtracji

Dla osadu A wzrost wartości CSK następował od 659,3 s dla osadu surowego do 2.054 s dla czasu działania fal ultradźwiękowych 300 s, natomiast dla osadu B wzrost wartości CSK kształtowały się odpowiednio od 568,5 s do 1.043,2 s. W przypadku filtracji osadów poddanych działaniu ultradźwięków pomiar CSK opisuje w dostatecznym stopniu proces ich kondycjonowania, ale nie jest on już tak przydatny do określenia najkorzystniejszych efektów odwadniania tych osadów.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że w przypadku osadów A i B uzyskane zmiany oporu właściwego filtracji próżniowej były niewielkie i wykazywały tendencję wzrostową wraz z wydłużeniem czasu działania fal ultradźwiękowych (rys.2).

Obszar osiąganego maksimum oporu właściwego filtracji i słabnąca tendencja do jego wzrostu sygnalizują przechodzenie dyspersyjnego działania ultradźwięków w działanie koagulujące. Pomimo obniżenia wartości oporu właściwego



Rys. 3. Wpływ czasu działania fal ultradźwiękowych na uwodnienie końcowe osadów

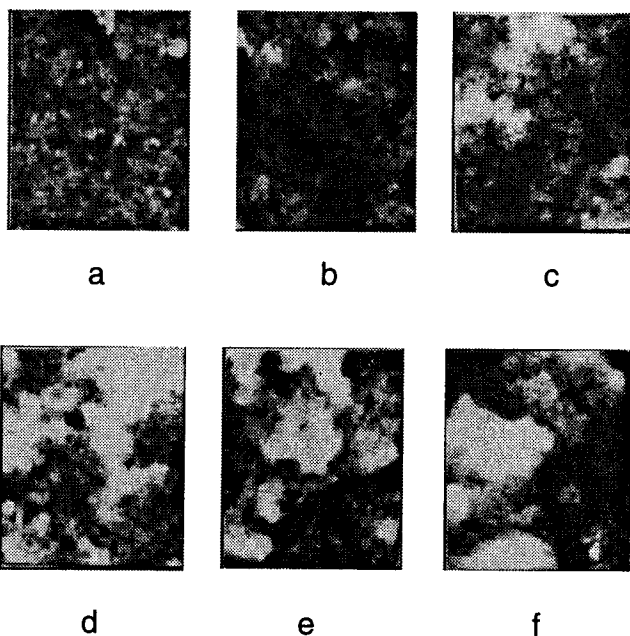
filtracji w obszarze koagulacji był on dla badanych osadów znacznie większy niż przed ich traktowaniem falami ultradźwiękowymi. Największy wzrost wartości oporu filtracji uzyskano dla czasów oddziaływania ultradźwięków od 90 do 120 s, przy czym wydłużenie tego czasu poza granicę 120 s nie powodowało wyraźnych zmian wartości oporu właściwego filtracji.

Inny parametr badanych osadów – uwodnienie końcowe osadu po filtracji – wykazywał tendencję malejącą, przy czym największy spadek uwodnienia widoczny był dla czasów działania fal ultradźwiękowych do 120 s (rys.3). Przedłużanie tego czasu powodowało już tylko minimalne obniżenie uwodnienia końcowego osadów. I tak, dla osadu A wartość ta zmniejszyła się od 83,8% dla osadu surowego do 77,8% dla czasu 120 s, natomiast dla osadu B uzyskany spadek wartości uwodnienia w badanym przedziale czasu (0+120 s) wynosił 5% (tab.1).

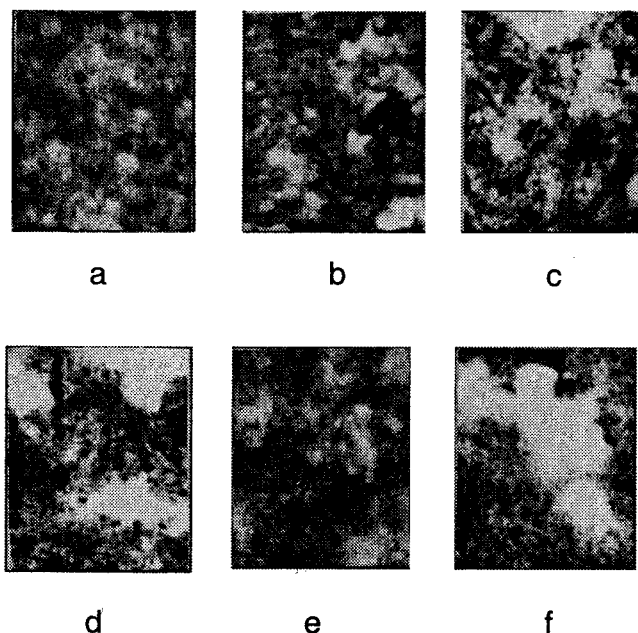
Tabela 1. Wpływ czasu działania fal ultradźwiękowych na obniżenie uwodnienia osadów w procesie filtracji próżniowej

Czas działania fal ultradźwiękowych s	Obniżenie uwodnienia końcowego osadu w odniesieniu do osadu surowego, %	
	Osad A	Osad B
5	1,0	0,4
30	2,2	1,9
60	3,5	2,7
90	5,1	3,9
120	6,0	5,0
180	6,4	5,4
300	6,3	5,5

Obserwowano jednocześnie wpływ ultradźwięków na strukturę badanych osadów. Kondycjonowanie osadów ultradźwiękami w czasie krótszym niż 30 s powodowało w obydwu przypadkach wzrost stopnia ich dyspersji. Przy dłuższym czasie działania pola ultradźwiękowego osad A tworzył wyraźnie oddzielone od siebie skupiska (rys.4). Wydzielenie się skupisk osadu B (rys.5) występowało również dla czasu 90 s.



Rys. 4. Struktura osadu A traktowanego ultradźwiękami w różnym czasie (a – 0 s, b – 30 s, c – 90 s, d – 120 s, e – 180 s, f – 300 s)



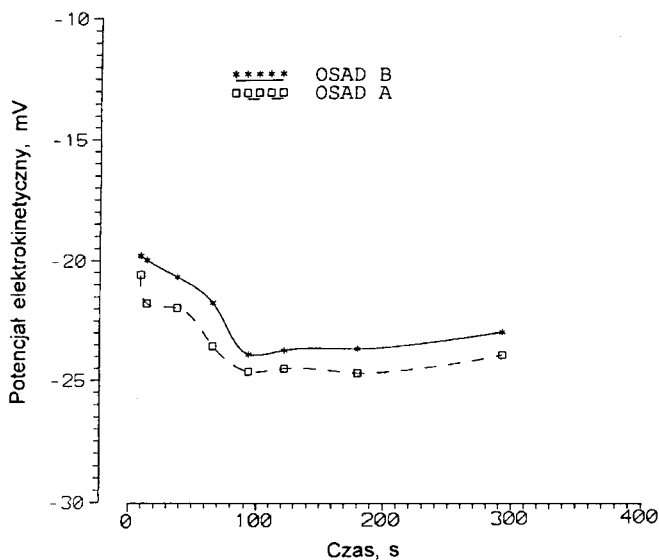
Rys. 5. Struktura osadu B traktowanego ultradźwiękami w różnym czasie (a – 0 s, b – 30 s, c – 90 s, d – 120 s, e – 180 s, f – 300 s)

Najkorzystniejszy przebieg zmian struktury osadów obserwowano dla czasu ekspozycji 120 s – w obydwu przypadkach tworzyły się wówczas wyraźnie oddzielone, zwarte skupiska cząstek, co potwierdzałoby uzyskany efekt w postaci spadku uwodnienia tak przygotowanych osadów. Traktowanie osadów ultradźwiękami w zakresie czasów 90–300 s i zachodzące zmiany ich struktury mogły również rzutować na wartości pozostałych wskaźników, a więc potencjału elektrokinetycznego, wartości CSK oraz oporu właściwego filtracji. Po zakończeniu procesu filtracji otrzymany filtrat poddano dalszym badaniom na wartość potencjału elektrokinetycznego (rys.6).

Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że osady poddawane działaniu fal ultradźwiękowych wykazywały bardzo niewielkie zmiany potencjału elektrokinetycznego. Przykładowo, dla osadu A wynosił on $-20,61$ mV dla czasu ekspozycji 0 s oraz $-24,82$ mV dla czasu ekspozycji 180 s. W podobny sposób kształtowały się wartości potencjału elektrokinetycznego w przypadku osadu B.

Podsumowanie

Stosowane w badaniach osady ściekowe, ze względu na swój komunalno-przemysłowy charakter, należały do osadów bardzo trudno odwadnianych metodą filtracji. Zastosowanie fal ultradźwiękowych do polepszenia rezultatu odwadniania osadów okazało się słuszne także i w tym przypadku, czego



Rys. 6. Wpływ czasu działania pola ultradźwiękowego na wartość potencjału elektrokinetycznego cząstek osadów

efektem było uzyskanie obniżenia uwodnienia osadu o 6,4% dla czasu ekspozycji 180 s. Wykorzystanie fal ultradźwiękowych do kondycjonowania osadów pozwala na osiągnięcie lepszych efektów w odniesieniu do poprawy stopnia ich odwodnienia.

W przeprowadzonych badaniach zaobserwowano, iż traktowanie osadów ultradźwiękami w czasie krótszym niż 30 s wywoływało zwiększenie stopnia ich dyspersji, natomiast przekroczenie tego czasu powodowało, iż tworzyły się wyraźne, oddzielone od siebie kłaczkowate skupiska. Zmiana kształtu cząstek, tzw. efekt upakowania przestrzennego tak złożonych układów, jakimi są osady ściekowe, rzutuje między innymi na zdolności filtracyjne cząstek, na transport wody przez przegrodę filtracyjną i na wyniki odwadniania osadów.

LITERATURA

1. J. BIEN: Konwencjonalne i niekonwencjonalne przygotowanie osadów ściekowych do odwadniania. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, z. 27, Gliwice 1986.
2. E. KOWALSKA, J. BIEN, E. ZIELEWICZ: The influence of ultrasound on the thickening of the sludge from some municipal and industrial wastes. *Acustica*, 1978, 40.
3. J. BIEN: Ultradźwięki w procesie zagęszczania osadu. *Archiwum Ochrony Środowiska*, 1989, nr 3–4.
4. L. WOLNY: Badania nad niekonwencjonalną metodą przygotowania osadów do procesu ich odwadniania. Praca doktorska. Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Sanitarnej i Wodnej. Warszawa 1993.

The Effect of the Ultrasonic Field on Some Sewage Sludge Parameters

The paper is part of a larger research program and concentrates on sewage sludge conditioning by the ultrasonic field alone. Attempts were made to determine filtration parameter

variations for sewage sludges conditioned by this method. Zeta potential was also measured.