

DETERMINATION OF THE CAPILLARY SUCTION TIME (CST) AS A METHOD FOR ESTIMATION OF OPTIMAL DOSE OF FLOCCULANTS SUPPORTING DEWATERING OF MUNICIPAL SEWAGE SLUDGE

Summary

The capillary suction time (CST) measurement for the estimation of water passing rate by examined waste based on capillary suction forces of filtration paper have been described. The capillary suction time measurement is used in the first place to estimate influence of conditioning agents on examined waste. The CST measurement to estimate optimum doses of three polyelectrolytes in order to support the process of water passing rate by municipal aerobic sewage sludge has been also presented in the work.

POMIAR CZASU SSANIA KAPILARNEGO (CSK) JAKO METODA WYZNACZANIA OPTYMALNEJ DAWKI FLOKULANTÓW DO WSPOMAGANIA PROCESU ODWADNIANIA KOMUNALNEGO OSADU ŚCIEKOWEGO

Streszczenie

W pracy przedstawiono metodę elektrycznego pomiaru zmian czasu ssania kapilarnego stosowaną dla określenia szybkości oddawania cieczy odpadowej przez badany odpad na zasadzie sił ssania kapilarnego bibuły filtracyjnej. Oznaczenie czasu ssania kapilarnego (CSK) służy przede wszystkim do określania wpływu stosowania środków kondycjonujących na odpady. W pracy przedstawiono możliwości wykorzystania pomiaru CSK dla ustalenia optymalnych dawek trzech polielektrolitów w celu wspomaganie procesu oddawania wody przez komunalny osad ściekowy po stabilizacji tlenowej.

Wstęp

Osad ściekowy zawiera dwie fazy: ciekłą i stałą. Faza ciekła składa się z wody i rozpuszczonych w niej substancji. Substancje rozpuszczone można usunąć z roztworem w procesie odwadniania osadu [1]. Dotyczy to zarówno związków nieorganicznych (jak jony amonowe, azotanowe i fosforanowe), jak i organicznych (węglowodory i kwasy tłuszczowe). Natomiast faza stała składa się z substancji mineralnej i organicznej. Albo są to substancje zawieszane, składające się z cząstek doprowadzonych ze ściekami do oczyszczalni, albo mikroorganizmy, rozwijające się w urządzeniach do oczyszczania ścieków, albo wodorotlenki i fosforany, pochodzące z procesów chemicznego strącania osadów [2]. Oczywiście obok żywych mikroorganizmów występuje też znaczna ilość biologicznych produktów ich rozkładu. Powierzchnia cząstek fazy stałej w osadzie jest z reguły pokryta związkami chemicznymi o bardzo dużym powinowactwie względem wody (o wysokim stopniu hydrofilności). Ponadto faza stała zbudowana z cząstek o bardzo małych średnicach tworzy substancję koloidalną w układzie dyspersyjnym [3]. Galaretowate skupienia cząstek przyjmują postać żelu, ze znaczną elastycznością i stałością ich form. Odwadnianie osadu powoduje coraz większe skupianie się cząstek tworzących żele i im bardziej osad jest odwodniony, tym trudniej oddaje wodę [4]. Stąd też dla efektywnego odwodnienia osadu wymagane jest zniszczenie cząstek żelowych osadu, m.in. poprzez ich hydrolizę, stabilizację tlenową, fermentację, rozkład termiczny, unieszkodliwianie chemiczne czy przez dodatek polielektrolitów, zmieniających strukturę geometryczną cząstek i ich agregatów. Charakterystyka osadu zmienia się bardzo istotnie wraz ze zmianą jego uwodnienia [5]. Osad surowy

zawiera związki łatwo rozkładalne i jest aktywny biologicznie oraz trudno się zagęszcza i odwadnia. Stąd konieczna jest biologiczna i chemiczna obróbka przed jego odwodnieniem.

Celem pracy było zbadanie możliwości wykorzystania pomiaru czasu ssania kapilarnego (CSK) dla ustalenia optymalnych dawek polielektrolitów do wspomaganie procesu oddawania wody przez komunalny osad ściekowy po stabilizacji tlenowej (zwany dalej osadem tlenowym). Metodę pomiaru CSK testowano porównując otrzymane wyniki z wartościami optymalnych dawek wyznaczonych metodą tradycyjną, jaką jest obserwacja zmian wysokości granicy podziałowej w czasie [7].

Polielektrolity jako środki kondycjonujące odpady w procesie odwadniania

Miano najlepszej metody kondycjonowania osadów przypisuje się obecnie zastosowaniu polielektrolitów [3]. Mechanizm ich działania polega na zredukowaniu sił wzajemnego odpychania cząstek koloidalnych, sił odpychania między cząstkami a polimerem oraz sił odpychania między zaadsorbowanymi a niezaadsorbowanymi polimerami [6].

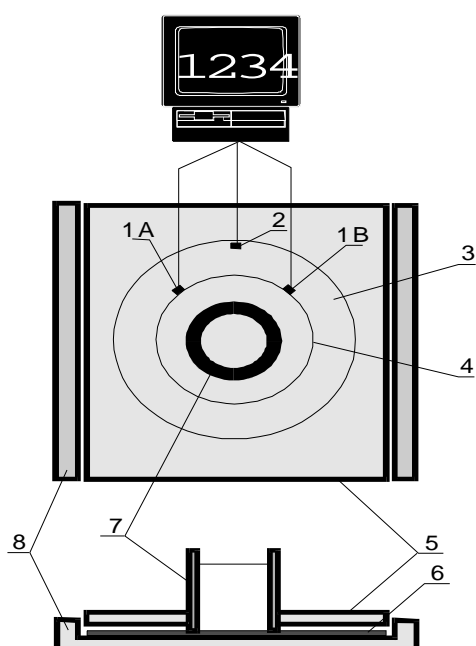
W zależności od rodzaju użytego flokulanta, jego struktury i stosowanej dawki, tworzące się flocyły przyjmują różne kształty i wymiary, co wpływa w różny sposób na szybkość i wydajność procesów klarowania i odwadniania oraz zmniejszania objętości odwadnianych osadów [8].

Jak wynika z przeprowadzonych badań własnych skuteczność oddziaływania flokulantów uwarunkowana jest między innymi rodzajem zastosowanego środka wspomagającego odwadnianie i rodzajem osadu.

Zasada pomiaru czasu ssania kapilarnego (CSK)

Czas ssania kapilarnego (CSK) określa szybkość oddawania cieczy odpadowej przez badany osad. Im CSK jest mniejszy, tym badany osad łatwiej (szybciej) wydziela wchodzącą w jego skład ciecz.

Zaletą oznaczenia CSK jest jego krótki czas i względnie proste urządzenie na którym dokonywany jest pomiar. Należy pamiętać, że CSK zależy w pewnym stopniu od zawartości w osadzie zawieszin oraz od stosowanego urządzenia. Dlatego też CSK powinno się oznaczać w aparacie standardowym. Oznaczenie CSK służy przede wszystkim do określania wpływu stosowania środków kondycjonujących na osady oraz wpływu sposobów mieszania na zdolność oddawania wody. Tę zdolność określa się czasem (w sekundach), jaki jest potrzebny do zwilżenia przez ciecz odpadową warstwy bibuły filtracyjnej o określonej powierzchni przez określoną objętość próbki osadu, z której ciecz jest odciągana przez siłę ssania kapilarnego bibuły.



Rys. 1. Schemat przyrządu do oznaczania czasu ssania kapilarnego [Hermanowicz 1999]:

1A, 1B i 2 – podpórki stanowiące jednocześnie kontakty, 3 – okrąg o $\varnothing = 4,5$ cm, 4 – zaznaczony na górnej płytce okrąg o $\varnothing = 3,2$ cm, 5 – górna płytkę, 6 – gruba bibuła (chromatograficzna), 7 – cylinderek ze stali nierdzewnej, 8 – dolna płytkę

Fig. 1. Scheme of measuring instrument of the capillary suction time (CST) [Hermanowicz 1999]:

1A, 1B and 2 – contactors, 3 – circle $\varnothing = 4,5$ cm, 4 – circle $\varnothing = 3,2$ cm, 5 – top plate, 6 – filtration paper, 7 – steel cylinder, 8 – bottom plate

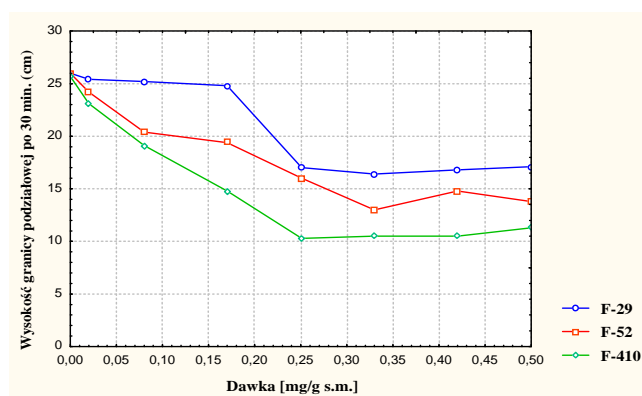
Przed przystąpieniem do pomiaru w prostokątnym wgłębieniu dolnej płytki (6), stanowiącej podstawę aparatu, umieszcza się arkusik bibuły (Whatman 17) o rozmiarach 7x9 cm i nakrywa górną płytkę (5), w której otworze umieszcza się metalowy cylinderek (7). Górna płytkę opiera się na bibule na pięciu metalowych podpórkach ze stali nierdzewnej. Dwie z nich (1A i 1B) umieszczone są na okręgu o średnicy 3,2 cm, jedna (2) – na okręgu o średnicy 4,5 cm. Te trzy podpórki połączone są przewodami ze skrzynką zaciskową i stanowią próbniki stykowe.

Następnie cylinderek napełnia się dokładnie wymieszaną próbką osadu. Ciecz z osadu rozprzestrzenia się na bibule promieniście. W chwili dojścia czoła tej mokrej plamy do koła o mniejszej średnicy (zaznaczonego na dolnej płaszczyźnie górnej płytki), na skutek wzrostu przewodnictwa elektrycznego, następuje przez wzmacniacz tranzystorowy uruchomienie cyfrowego zegara rejestrującego. Gdy czoło rozprzestrzeniającej się plamy dojdzie do podpórki i styku na kole o większej średnicy, następuje wyłączenie zegara. Wartość CSK w sekundach odczytuje się ze wskaźnika zegara rejestrującego. Wyniki oznaczania CSK porównywalne są tylko dla danego osadu badanego [9].

Pomiar CSK jest metodą alternatywną dla tradycyjnej stosowanej dotychczas metody wyznaczania optymalnych dawek flokulantów jaką jest obserwacja zmian wysokości granicy podziałowej w czasie [7].

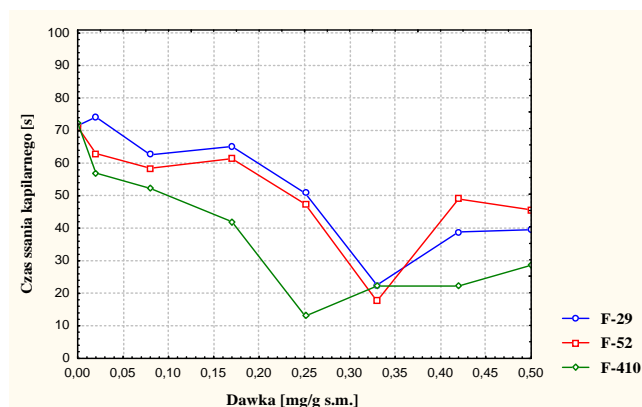
Wyznaczenie optymalnych dawek flokulantów na podstawie pomiaru czasu ssania kapilarnego (CSK)

W celu określenia możliwości zastosowania flokulantów syntetycznych dla zintensyfikowania procesu odwadniania osadu tlenowego wykorzystano syntetyczne polielektrolity kationowe: F-29, F-52, i F-410 firmy SNF Floerger (Francja).



Rys. 2. Wpływ dawki polielektrolitów na wysokość granicy podziałowej w osadzie ściekowym

Fig. 2. The effect of polymers dose on height of divisional line in sewage sludge



Rys. 3. Wpływ dawki polielektrolitów na czas ssania kapilarnego osadu ściekowego

Fig. 3. The effect of polymers dose on the capillary suction time (CST) of sewage sludge

Wyboru flokulanta i wyznaczenia jego optymalnej dawki dokonano na podstawie przeprowadzonych testów czasu ssania kapilarnego (CSK) oraz obserwacji zmian wysokości granicy podziałowej osadu ściekowego.

Badając wpływ dawki polielektrolitu na profil sedymentacyjny osadu tlenowego stwierdzono, że najbardziej efektywnym polielektrolitem był F-410, którego optymalna dawka wynosiła 0,25 mg·g⁻¹s.m. osadu (rys. 2). Dla pozostałych badanych polielektrolitów optymalna dawka wyniosła 0,33 mg/g s.m. osadu. Dodatek optymalnej dawki polielektrolitu F-410 do osadu tlenowego spowodował zmniejszenie CSK z 70 do 14 sekund (rys. 3).

Zależność między czasem ssania kapilarnego a wysokością granicy podziałowej

Tab. 1 Wartości współczynników korelacji prostoliniowych r pomiędzy czasem ssania kapilarnego (CSK) a wysokością granicy podziałowej, wyznaczonych dla wybranych flokulantów w badanym osadzie ściekowym

Table 1. Linear correlation coefficients r between capillary suction time (CST) and height of divisional line (border) for selected flocculants in examined sewage sludge

Parametry Parameters		Czas ssania kapilarnego (CST) dla flokulanta Capillary suction time (CST) for flocculant		
		F-410	F-52	F-29
Wysokość granicy podziałowej dla flokulanta: Height of divisional line (border) for flocculant	F-410	0,87*		
	F-52		0,75*	
	F-29			0,72*

* zależności statystycznie istotne dla $p= 0.05$

* statistically significant correlation for $p= 0,05$

Wyznaczone współczynniki korelacji prostoliniowej pomiędzy CSK a wysokością granicy podziałowej, w badanym osadzie okazały się istotne statystycznie ($p=0,05$), co wskazuje na związek pomiędzy dwoma badanymi metodami wyznaczenia optymalnej dawki polielektrolitu.

Podsumowując, można stwierdzić, iż metoda wyznaczania optymalnej dawki polielektrolitu na podstawie określenia czasu ssania kapilarnego może być stosowana wymiennie z tradycyjnie dotąd stosowaną metodą, jaką jest obserwacja zmian wysokości granicy podziałowej w czasie.

Literatura

- [1] Bień J., Strzelczyk M., Trzepizur M. 2000. Pole ultradźwiękowe i elektromagnetyczne w preparowaniu osadów ściekowych przed ich odwadnianiem. *Gaz, Woda i Techn. Sanit.*, 3; 109-113.
- [2] Bień J. 1986. Konwencjonalne i niekonwencjonalne przygotowanie osadów ściekowych do odwadniania. *Zesz. Nauk., Polit. Śląskiej, Gliwice*; 892, 32-43.
- [3] Buffle J., Leppard G.G. 1995. Characterization of aquatic colloids and macromolecules. Structure and behavior of colloidal material. *Environ. Sci. & Techn.*, 29 (9); 2169-2175.
- [4] Bień J., Kamizela T. 2000. Wpływ czasu ekspozycji pola elektromagnetycznego na parametry osadu ściekowego. *Gaz, Woda i Techn. Sanit.*, 12; 502-506.
- [5] Legrand V., Hourdet D., Audebert R., Snidaro D. 1998. Deswelling and flocculation of gel networks: application to sludge dewatering. *Wat. Res.*, 32(12); 3662-3672..
- [6] El-Mamouni R., Leduc R., Guiot S.R. 1998. Influence of synthetic and natural polymers on the anaerobic granulation process. *Wat. Res.*, 38 (8-9); 341-347.
- [7] Jankowski T., Juszczak T. 1997 Effects of deacetylation degree and molecular weight of chitosan on yeast-cell flocculation. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 6(47); 43-50.
- [8] Żurawski W., Kalembasa S., Kalembasa D., Kania R. 1996. Wykorzystanie prasy Bellmer i polielektrolitów Stockhausen do zagęszczenia osadów ściekowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 437; 364-368.
- [9] Hermanowicz W. 1999. Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków. *Wyd. Arkady*, 496-497.