

Paweł WOLSKI¹, Lidia WOLNY¹ i Mariusz MAŁKOWSKI¹

ZMIANY FIZYCZNYCH PARAMETRÓW PRZEFERMENTOWANYCH OSADÓW ŚCIEKOWYCH PODDANYCH WSTĘPNEMU KONDYCJONOWANIU

CHANGES IN PHYSICAL PARAMETERS OF DIGESTED SLUDGE SUBMITTED PRECONDITIONING

Abstrakt: Osady ściekowe to główny odpad powstający w procesie oczyszczania ścieków. Ich skład fizykochemiczny jest bardzo zróżnicowany, zależny od wielu czynników. Uwodnienie osadów jest jednym z parametrów, mających istotny wpływ na proces technologiczny oraz koszty ich dalszej przeróbki. W celu uzyskania jak najlepszych efektów odwadniania osady poddaje się wstępnemu przygotowaniu, co oddziałuje na strukturę oraz ich końcowe właściwości. W artykule przedstawiono badania podatności osadów ściekowych na odwadnianie poddanych wstępnemu kondycjonowaniu fizycznemu, a następnie procesowi stabilizacji. Do badań wykorzystano osad nadmierny, pochodzący z komunalnej oczyszczalni ścieków, do którego dodano osadów przefermentowanych (10%), pełniących rolę zaszczepu. Kondycjonowanie prowadzono za pomocą metod termicznych oraz pola ultradźwiękowego. Proces stabilizacji osadów przebiegał w bioreaktorze w warunkach mezofilowych przez okres 25 dni. Zarówno przed procesem, jak i po procesie fermentacji oznaczano dla badanych osadów suchą masę, wartość czasu ssania kapilarnego (CSK), stopień zagęszczania oraz prowadzono obserwacje struktury mikroskopowej.

Słowa kluczowe: osady nadmierne, fermentacja metanowa, kondycjonowanie, odwadnianie

Prowadzone obecnie badania na świecie zmierzają do unowocześnienia dotychczas znanych metod utylizacji osadów oraz do znalezienia nowych rozwiązań, które dzięki niskim nakładom finansowym pozwoliłyby w maksymalny sposób chronić środowisko przed szkodliwością produktów końcowych, a jednocześnie na odzyskanie surowców i energii [1]. Dotychczas znane i najczęściej stosowane w praktyce metody unieszkodliwiania odpadów nie wykorzystują potencjału energii, jaka jest w nich zawarta, tym samym wtórnie zanieczyszczają środowisko. Składowanie osadów ściekowych lub ich przyrodnicze wykorzystanie należy poprzedzić procesami, które wyeliminują uciążliwości wynikające z ich rozkładu (np. proces stabilizacji lub kofermentacji) [2].

Proces stabilizacji beztlenowej jest powszechnie stosowaną metodą utylizacji osadów ściekowych. W ostatnich latach odnotowano znaczący i rzeczywisty postęp w zakresie poznawania mechanizmów procesu fermentacji beztlenowej. Wprowadzenie wielu nowoczesnych technologii oczyszczania ścieków jest przyczyną powstania znacznych ilości osadów nadmiernych, które trudno ulegają biochemicznemu rozkładowi w warunkach beztlenowych [3]. Poddanie osadów dezintegracji wpływa bezpośrednio na wzrost podatności osadów na biodegradację, warunkując intensyfikację procesu stabilizacji beztlenowej. Ingerencja w przebieg procesu fermentacji metanowej poprzez modyfikację osadów przed procesem stabilizacji wpływa na ich końcową podatność na odwadnianie [4, 5].

¹ Instytut Inżynierii Środowiska, Politechnika Częstochowska, ul. Brzeźnicka 60a, 42-200 Częstochowa, tel. 34 325 09 17, fax 34 372 13 04, email: pwolski@is.pcz.czyst.pl

Istotne znaczenie podczas wstępnej obróbki osadów, oprócz rozdrobnienia biomasy, ma także zniszczenie komórek mikroorganizmów, niebiorących udziału w rozkładzie beztlenowym. Uwolniona z martwych komórek substancja organiczna i enzymy są cennym substratem dla mikroorganizmów beztlenowych. Z tego względu obok dezintegracji mechanicznej są stosowane inne sposoby obróbki osadu - termiczne, chemiczne, ciśnieniowe, enzymatyczne i kombinowane [6, 7].

Celem prowadzonych badań było określenie wpływu kondycjonowania osadów ściekowych metodami fizycznymi na ich podatność do odwadniania. Kondycjonowane osady poddawano stabilizacji beztlenowej w bioreaktorze w warunkach mezofilowych przez 25 dni. Badania miały charakter rozpoznawczy, których rezultaty mogą prowadzić do dalszych doświadczeń.

Metodyka badań

Substratem użytym do badań był osad nadmierny pobrany z Centralnej Oczyszczalni Ścieków w Częstochowie. Osady stanowiły mieszaninę osadów nadmiernych (90%) oraz osadów przefermentowanych (10%) spełniających rolę zaszczepu.

Proces stabilizacji osadów prowadzono w komorze fermentacyjnej o pojemności 5 dm³ w temperaturze 37°C.

Stabilizacji beztlenowej poddano następujące mieszaniny:

- Mieszaninę A (osad nadmierny niekondycjonowany + osad przefermentowany),
- Mieszaninę B (osad nadmierny kondycjonowany termicznie w temperaturze 70°C przez 1,5 h + osad przefermentowany),
- Mieszaninę C (osad nadmierny kondycjonowany polem ultradźwiękowym o amplitudzie drgań 80% wychylenia maksymalnego przez 10 min + osad przefermentowany),
- Mieszaninę D (osad nadmierny kondycjonowany hybrydowo (osad nadmierny kondycjonowany termicznie w temperaturze 70°C przez 1,5 h i osad nadmierny kondycjonowany polem UD o amplitudzie drgań 80% przez czas 10 min + osad przefermentowany).

Czas wstępnego kondycjonowania termicznego osadów został dobrany na podstawie badań wstępnych, dla których otrzymano najbardziej korzystne wartości LKT i ChZT. Osady poddawano kondycjonowaniu termicznemu w łaźni wodnej, natomiast kondycjonowanie polem UD prowadzono przy użyciu dezintegratora SONICS o częstotliwości 20 kHz, długości fali 39,42 μm (co odpowiadało amplitudzie równej 100%) i mocy 1500 W.

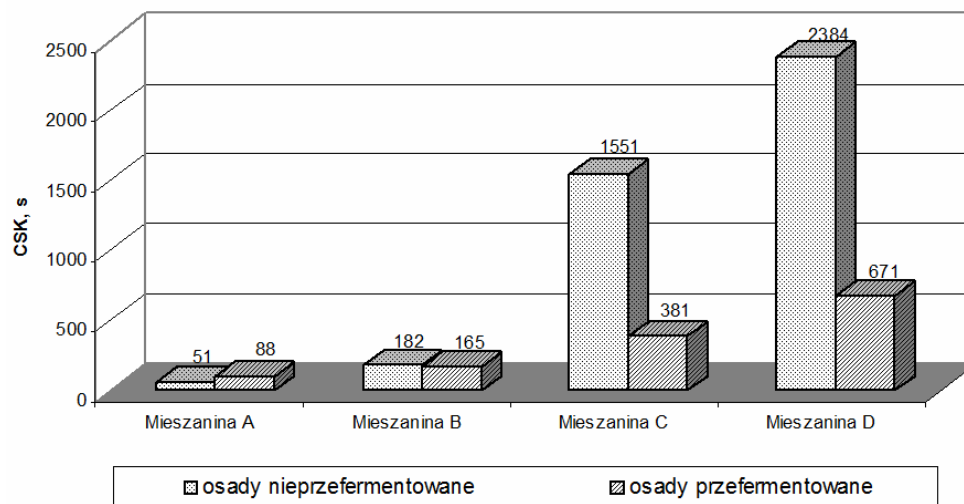
Pomiar *czasu ssania kapilarnego* (CSK) prowadzono wg metody Baskerville'a i Galle'a, opartej na mierzeniu przejścia czołowej granicznej warstwy filtratu w wyniku działania sił ssących z zastosowaniem bibuły Whatman 17.

Zagęszczanie grawitacyjne prowadzono w cylindrach miarowych o objętości 1000 cm³. Badane próbki osadów poddawano procesowi sedimentacji, odczytując w odpowiednich przedziałach czasowych (5, 10, 15, 20, 25, 30, 45, 60, 90, 120 minut) ilość osadu zagęszczonego. Na podstawie pomiarów objętości osadów wyznaczono krzywe zagęszczania. Suchą masę oznaczono metodą wg Hermanowicza.

Do badań obserwacji struktury posłużył mikroskop Olympus BX 41 z oprzyrządowaniem do wykonywania zdjęć. Obserwacje prowadzono przy 10-krotnym powiększeniu.

Wyniki badań

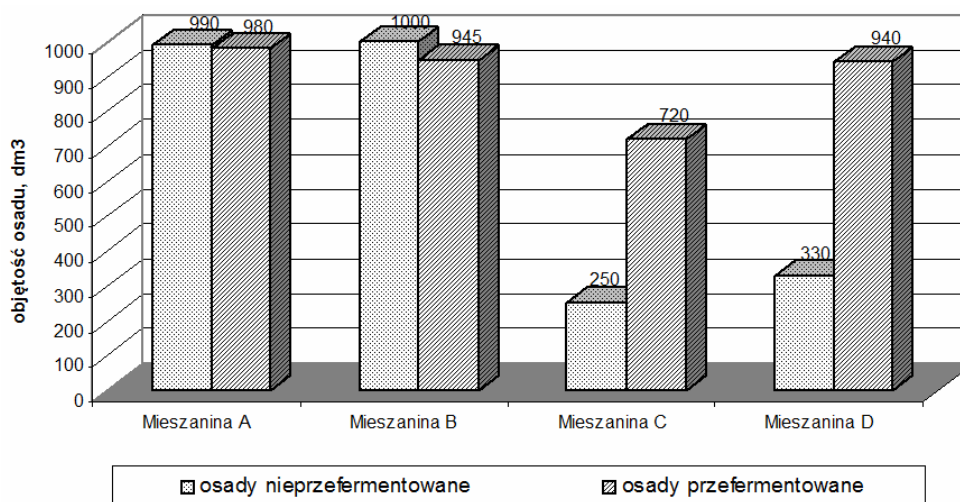
Przeprowadzone badania wykazały, że poddanie osadów ściekowych wstępnemu kondycjonowaniu przed procesem stabilizacji powoduje wzrost wartości czasu ssania kapilarnego (rys. 1). CSK osadów niekondycjonowanych przed procesem stabilizacji wynosił 51 sekund, natomiast najwyższe wartości odnotowano dla osadów poddanych kondycjonowaniu metodami hybrydowymi, dla których wartość CSK wyniosła 2384 s. Stabilizacja osadów spowodowała znaczne zmniejszenie wartości omawianego parametru, uzyskując dla mieszanin C oraz D prawie 4-krotnie niższe wartości w porównaniu do osadów niepoddanych stabilizacji.



Rys. 1. Wartości CSK kondycjonowanych osadów ściekowych przed i po bioreaktorze

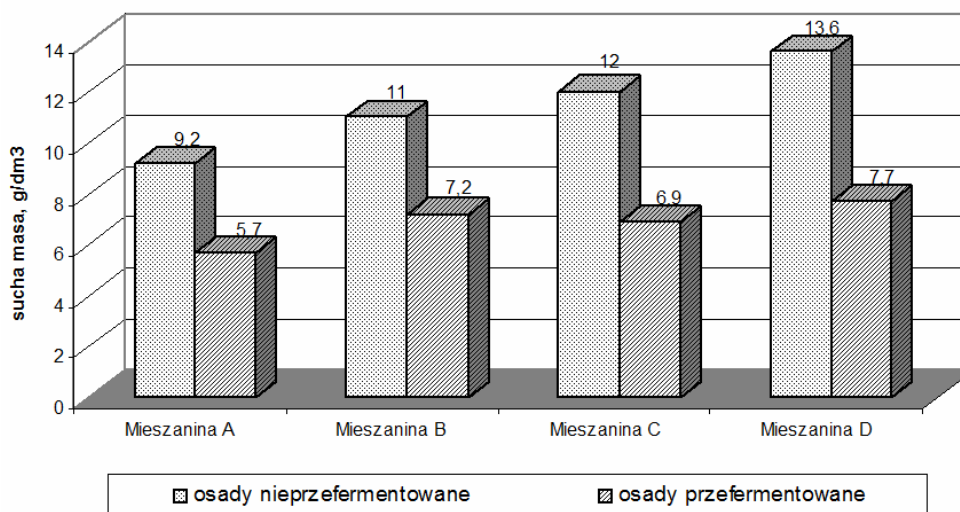
Fig. 1. CST values of conditioned sewage sludge before and after the bioreactor

Poddając badane osady procesowi sedymentacji, stwierdzono zwiększenie stopnia zagęszczenia dla osadów poddanych wstępnemu kondycjonowaniu (mieszanki C, D). Po 30 minutach sedymentacji (rys. 2) osady kondycjonowane polem ultradźwiękowym oraz metodami mieszanymi 4-krotnie lepiej ulegały zagęszczeniu w porównaniu do osadów niekondycjonowanych, uzyskując odpowiednio wartości 250 oraz 330 dm³. Stabilizacja przyczyniła się do zmniejszenia stopnia sedymentacji, jednakże wartości były niższe w odniesieniu do osadów niekondycjonowanych. Zmiany wartości korelowały ze strukturą badanych osadów (rys. 3).



Rys. 2. Objętości kondycjonowanych osadów ściekowych przed i po bioreaktorze poddanych 30-minutowej sedymentacji

Fig. 2. Volume of conditioned sewage sludge before and after bioreactor submitting 30-minute settling



Rys. 3. Sucha masa kondycjonowanych osadów ściekowych przed i po bioreaktorze

Fig. 3. Dry mass of conditioned sewage sludge before and after the bioreactor

Poddając osady procesowi stabilizacji, w przypadku każdej z próbek stwierdzono spadek wartości suchej masy, wynikający z biodegradacji badanych osadów. Najwyższy stopień redukcji odnotowano dla osadów kondycjonowanych metodami hybrydowymi.

Wynosił on odpowiednio: dla mieszaniny A - 38,04%, dla mieszaniny B - 34,55%, dla mieszaniny C - 42,50%, dla mieszaniny D - 43,38%.

Podsumowanie i wnioski

Przeprowadzone badania wykazały, że wstępne kondycjonowanie osadów nadmiernych, niezależnie od metody preparowania, przyczynia się do obniżenia ich zdolności do odwadniania poprzez wzrost wartości CSK. Rozdrobnienie kłaczków osadu w wyniku kondycjonowania, powodowało zatykanie porów w bibule filtracyjnej, co zmniejszało zdolność filtracyjną badanych próbek. Stabilizacja osadów zmniejszała natomiast wartości CSK, co wyraźnie zaobserwowano dla osadów po procesie hydrolizy.

Wstępna modyfikacja osadów wpłynęła na poprawę ich zdolności sedymentacyjnych. Zwiększenie stopnia zagęszczania odnotowano w szczególności dla mieszanin C oraz D, dla których stwierdzono prawie 4-krotny wzrost sedymentacji w odniesieniu do osadów niekondycjonowanych (mieszanina A). Również dla osadów wstępnie modyfikowanych odnotowano wyższy stopień redukcji suchej masy w szczególności dla mieszanin C oraz D (42,5 oraz 43,38%).

Na podstawie przeprowadzonych badań sformułowano następujące wnioski:

- Zastosowanie wstępnych fizycznych metod kondycjonowania osadów nadmiernych powoduje zwiększenie czasu ssania kapilarnego. Największy wzrost odnotowano dla osadów kondycjonowanych metodami hybrydowymi.
- Wstępna modyfikacja osadów wpłynęła na zwiększenie stopnia sedymentacji. Dyspersja kłaczków osadowych wpływała na ich upakowanie podczas zagęszczania, co było szczególnie zauważalne dla mieszanin C oraz D.
- Osady poddane kondycjonowaniu miały wyższy stopień redukcji suchej masy. Dla kondycjonowania osadów polem ultradźwiękowym oraz kondycjonowania hybrydowego odnotowano najwyższe wartości stopnia redukcji (42,50 oraz 43,38%).

Podziękowania

Praca naukowa finansowana ze środków BS/MN-401-319/11.

Literatura

- [1] Chu CP, Lee DJ, Chang CY. Energy demand in sludge dewatering. *Water Res.* 2005;39:1858-1869.
- [2] Zawieja I, Wolski P, Wolny L. Pozyskiwanie biogazu z odpadów deponowanych na składowiskach. *Proc ECOpole.* 2010;4(2):535-539.
- [3] Bień JB, Szparkowska I. Wpływ dezintegracji ultradźwiękowej osadów ściekowych na przebieg procesu stabilizacji beztlenowej. *Inż Ochr Środow.* 2004;7:341-352.
- [4] Jaroszyński T, Socha Ł. Aktualny stan gospodarki osadowej w Polsce. *Mat Konf. nt. Nowe spojrzenie na osady ściekowe - odnawialne źródła energii - część 1.* Częstochowa: Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej; 2003;230-242.
- [5] Wolski P, Wolny L, Zawieja I. Kondycjonowanie osadów nadmiernych poddanych stabilizacji na ich odwadnianie. *Inż Ochr Środow.* 2010;13:67-77.
- [6] Bień J, Zawieja I, Worwąg M. Przebieg procesu hydrolizy w stabilizacji beztlenowej osadów ściekowych. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna.* 2009;7-8:44-46.
- [7] Zielewicz-Madej E, Fukas-Płonka Ł. Wpływ dezintegracji ultradźwiękowej osadu na efekty fermentacji metanowej. *Mat. Konf. nt. Osady ściekowe - problem aktualny.* Częstochowa - Ustroń: Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej; 2001:149-154.

CHANGES IN PHYSICAL PARAMETERS OF DIGESTED SLUDGE SUBMITTED PRECONDITIONING

Faculty of Environmental Engineering and Biotechnology, Czestochowa University of Technology

Abstract: Sewage sludge is the main waste arising in the process of wastewater treatment. The physico-chemical composition varies widely, depending on many factors. Water content of sludge is one of the parameters that have a significant impact on the technological process and the costs of further processing. In order to obtain the best results dewatering sludge is pre-prepared, which affects the final structure, and their properties. The article presents a study on the sewage sludge susceptibility to the drainage undergone initial physical conditioning, and then stabilized. The study used excess sludge originating from municipal wastewater treatment plant sludge which has been fermented (10%) to act as inoculum. Conditioning was carried out by methods of thermal and ultrasonic fields. The stabilization of sewage ran in the bioreactor under mesophilic condition for a period of 25 days. Both the process before and after fermentation was determined for the studied sludge dry mass, capillary suction time value (CSK), the degree of compaction as well as the microscopic structure was performed.

Keywords: excess sludge, methane fermentation, conditioning, dewatering