

Iwona ZAWIEJA, Lidia WOLNY

Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Środowiska i Biotechnologii
ul. Brzeźnicka 60a, 42-200 Częstochowa
e-mail: izawieja@is.pcz.czest.pl

Wpływ stopnia dezintegracji osadów ściekowych poddanych alkalicznej modyfikacji na wartość jednostkowej produkcji biogazu

Osady nadmierne wykazują niską podatność na proces biochemicznego rozkładu w warunkach beztlenowych. Jedną z metod modyfikacji osadów, prowadzącą do zwiększenia stopnia ich mineralizacji, jest alkaliczna dezintegracja, warunkująca intensyfikację fazy hydrolytycznej stabilizacji beztlenowej oraz efektywność kolejnych faz procesu. Celem przeprowadzonych badań było określenie zależności pomiędzy uzyskaną wartością stopnia dezintegracji osadów a otrzymaną jednostkową produkcją biogazu odnotowaną podczas stabilizacji beztlenowej osadów nadmiernych poddanych alkalicznej modyfikacji. Proces fermentacji metanowej prowadzony był w skali laboratoryjnej w warunkach mezofilowych w komorze fermentacyjnej amerykańskiej firmy Applicon o objętości czynnej wynoszącej 5 l. 28-dobowemu procesowi biochemicznego rozkładu w warunkach beztlenowych poddano niekondycjonowane osady nadmierne oraz osady poddane procesowi alkalicznej modyfikacji. Dezintegracja osadów metodą chemiczną prowadzona była w kolbach laboratoryjnych zabezpieczonych przed dostępem powietrza rurką manometryczną o objętości czynnej 0,5 dm³. W badaniach zastosowano jako reagent wodorotlenek sodu, występujący w formie granulowanej, w zakresie dawek 0,1÷1,0 g NaOH/g s.m.org. Ze względu na uwarunkowania procesowe stabilizacji beztlenowej, jak również wartość otrzymanego stopnia dezintegracji, do dalszych badań wybrano dawki 0,1 oraz 0,6 g NaOH/g s.m.org. W wyniku poddania osadów alkalicznej dezintegracji odnotowano, w odniesieniu do stabilizacji beztlenowej osadów niepreparowanych, znaczny wzrost efektywności procesu korelujący z odnotowanym zwiększeniem stopnia dezintegracji osadów preparowanych badaną metodą.

Słowa kluczowe: osady nadmierne, stopień dezintegracji, alkaliczna dezintegracja, stabilizacja beztlenowa, biogaz

Wprowadzenie

Obecnie technologie energetycznego wykorzystania biogazu należą do najszybciej rozwijających się gałęzi energetyki odnawialnej. Jak podają Bień i inni [1], proces stabilizacji beztlenowej osadów ściekowych pozwala na odzyskanie zawartej w nich energii poprzez wytworzenie biogazu, stanowiącego aktualnie powszechne źródło czystej energii. Oczyszczalnie ścieków mają stosunkowo wysokie zapotrzebowanie własne zarówno na energię cieplną, jak i elektryczną. W związku z tym wykorzystanie biogazu może w istotny sposób poprawić ich rentowność [2]. Według Sadeckiej i Myszograj [3], bilans energetyczny oczyszczalni, gdzie prowadzony jest proces stabilizacji beztlenowej, powinien dążyć do optymalnych

rozwiązań, czyli do maksymalnego ograniczenia zapotrzebowania na energię. Buraczewski i Bartoszek [4] stwierdzili, że skład chemiczny biogazu nie jest możliwy do określenia bez wykonania dokładnej analizy materiału wejściowego do fermentacji. Biogaz o największej zawartości metanu otrzymuje się w wyniku beztlenowego rozkładu białek. Nieco mniejszą zawartość metanu uzyskuje się z rozkładu tłuszczów, a najmniejszą z rozkładu węglowodanów. Wynika stąd, że na procentową zawartość głównych składników biogazu wpływa przede wszystkim rodzaj przefermentowanych substancji, czyli rodzaj biomasy. Jak podaje Bień [5], na wydajność produkcji biogazu wpływa ilość zmineralizowanych związków organicznych. Zgodnie z Fukas-Płonką oraz Zielewicz-Madej [6], znajomość jednostkowej produkcji biogazu jest bardzo ważna zarówno na etapie projektowania, jak i eksploatacji oczyszczalni ścieków.

Rozwiązaniem technologicznym prowadzącym do zwiększenia stopnia mineralizacji osadów oraz intensyfikacji generowania biogazu jest poddanie osadów odmiennym metodom dezintegracji wspomagającym proces stabilizacji beztlenowej.

Podczas procesu kondycjonowania chemicznego następuje modyfikacja ośrodka kondycjonowanego w wyniku zachodzących zmian odczynu. Wprowadzane do osadów reagenty wchodzi w reakcje chemiczne ze związkami organicznymi, przyczyniając się do zmiany właściwości fizyczno-chemicznych osadów [7-9]. Jony H^+ i OH^- są silnie toksyczne dla mikroorganizmów [10, 11]. Jak podaje Marcinkowski [7], obniżenie lub wzrost pH prowadzi do zmniejszenia lub też całkowitego zaniku aktywności biologicznej większości mikroorganizmów.

W wyniku zachodzącego podczas chemicznej modyfikacji procesu lizy następuje niszczenie ścian oraz błon komórkowych mikroorganizmów znajdujących się w preparowanych osadach nadmiernych oraz uwolnienie substancji wewnątrzkomórkowych do cieczy osadowej. Zachodzący proces tzw. upłynnienia cząstek osadów wywiera istotny wpływ wspomagający na przebieg oraz efektywność procesu stabilizacji beztlenowej, czego bezpośrednim wyrazem jest zwiększenie jednostkowej produkcji biogazu.

Celem przeprowadzonych badań było wykazanie zależności pomiędzy uzyskanym podczas chemicznej modyfikacji stopniem dezintegracji osadów a intensywnością generowania biogazu, której bezpośrednim wyrazem jest wartość jednostkowej produkcji biogazu.

1. Metodyka badań

Miejszem poboru próbek osadowych była Centralna Oczyszczalnia Ścieków PSW „WARTA” w Częstochowie. Nadmierny osad czynny, stanowiący podstawowy substrat badań, pobrano z rurociągu tłoczego transportującego osad do zagęszczacza mechanicznego. Osad przefermentowany, który pełnił rolę *inoculum*, pobrano z rurociągu transportującego osad z WKF_z do WKF_o. W celu przeprowadzenia procesu alkalicznej modyfikacji osadów zastosowano wodorotlenek sodu. Po 24-godzinnym procesie obróbki uzyskane pH osadów ściekowych korygowano,

stosując odpowiednią dawkę kwasu solnego o stężeniu 1:1 do momentu odnotowania pH właściwego dla prawidłowego przebiegu procesu fermentacji metanowej. Proces chemicznej modyfikacji osadów ściekowych prowadzono w temperaturze otoczenia, w czasie 24 h w kolbach laboratoryjnych zabezpieczonych przed dostępem powietrza rurką manometryczną o objętości czynnej $0,5 \text{ dm}^3$. W celu zapewnienia optymalnego kontaktu wprowadzonego reagenta z całą objętością kondycjonowanego osadu próbki mieszano ręcznie. Doboru najkorzystniejszych warunków dezintegracji dokonano na podstawie wartości chemicznego zapotrzebowania na tlen. Wartość ChZT określono metodą dwuchromianową przy użyciu testów do spektrofotometru firmy HACH 2100N IS wg ISO 7027. Oznaczenie wykonano w cieczy nadosadowej, którą otrzymano po odwirowaniu próbki osadów przy założonej prędkości, a następnie przesączeniu przez sączek jakościowy miękki o gramaturze 150 mm.

Komora fermentacyjna, w której prowadzono proces 28-dniowej stabilizacji, wykonana jest w postaci szklanego walca o pojemności czynnej 5 dm^3 . Układ wyposażony jest w instalację utrzymującą stałą temperaturę procesu, urządzenie zapewniające odpowiednie tempo mieszania oraz instalację do ujmowania biogazu.

Dla wszystkich przeprowadzonych procesów fermentacyjnych stworzono mieszaniny osadów nadmiernych i przefermentowanych odpowiednio w stosunku objętościowym 10:1.

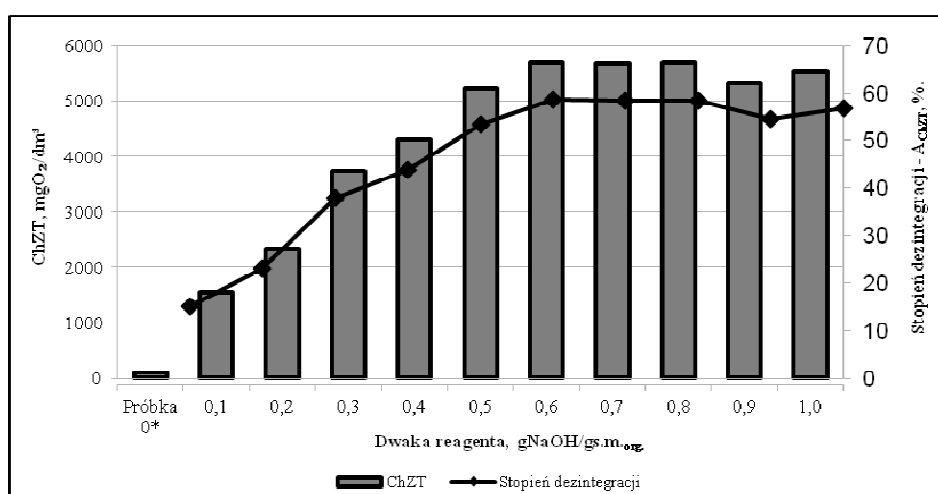
Przeprowadzono trzy cykle badawcze, poddając procesowi stabilizacji beztlenowej osady niepreparowane, dezintegrowane chemicznie z zastosowaniem dawki 0,1 oraz dawki 0,6 mg NaOH/g s.m.org.

2. Wyniki badań

W celu doboru najskuteczniejszej dawki reagenta zastosowano następujący zakres dawek: $0,1 \div 1,0 \text{ g NaOH/g s.m.org.}$, oceniając skuteczność dezintegracji prowadzonej z wykorzystaniem wodorotlenku sodu na podstawie wzrostu stężenia substancji organicznych w wodzie osadowej modyfikowanych osadów nadmiernych, wyrażonego za pomocą stopnia dezintegracji. Zawartość suchej masy organicznej w badanych osadach nadmiernych przed procesem obróbki wynosiła $10,11 \text{ g/dm}^3$. Na rysunku 1 przedstawiono zmiany wartości ChZT oraz odpowiadające im wartości stopnia dezintegracji otrzymane w zależności od zastosowanej wielkości dawki reagenta.

W przypadku dezintegracji osadów wodorotlenkiem sodu za dawkę najkorzystniejszą uznano $0,6 \text{ g NaOH/g s.m.org.}$, dla której otrzymano około 59% stopień dezintegracji osadów, natomiast, dla porównania, dla dawki najmniejszej otrzymano około 15% stopień dezintegracji.

Stwierdzono, że zwiększenie dawki powyżej uznanej za najkorzystniejszą nie wpłynęło w istotny sposób na przyrost wartości ChZT wody osadowej modyfikowanych alkalicznie osadów (rys. 1).



Próbka 0* - wartość chemicznego zapotrzebowania na tlen oznaczona w cieczy osadowej osadów niepreparowanych

Rys. 1. Zmiany wartości chemicznego zapotrzebowania na tlen oraz uzyskanego stopnia dezintegracji odnotowane dla osadów nadmiernych poddanych dezintegracji chemicznej prowadzonej z zastosowaniem reagenta w zakresie dawek 0,1÷1,0 g NaOH/g s.m.org.

Fig. 1. Changes in the value of the chemical oxygen demand and obtained the disintegration degree recorded for the of excess sludge treated with the chemical reagent carried out using a dose range of 0.1÷1.0 g NaOH/g VSS

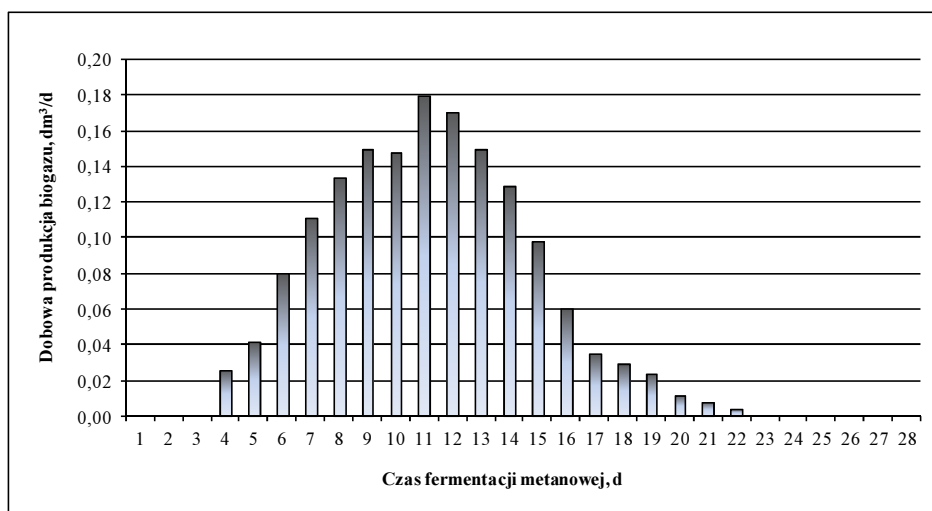
Uzyskane wyniki badań, dotyczące wzrostu jednostkowej produkcji biogazu odnotowanej podczas stabilizacji beztlenowej modyfikowanych alkalicznie osadów nadmiernych, potwierdziły doniesienia literaturowe nawiązujące do intensyfikacji produkcji biogazu poprzez zwiększenie podatności osadów ściekowych na biochemiczny rozkład w warunkach beztlenowych [12, 13].

Białka stanowiące znaczną część substancji organicznej osadów nadmiernych charakteryzują się, wg Nah i innych [14], najmniejszą podatnością na proces hydrolitycznego rozkładu, których stopień podatności na biodegradację wg Pinnekampa [15] jest niższy w odniesieniu do węglowodanów oraz lipidów o odpowiednio 13 oraz 30%. Zgodnie z literaturą [4], alkaliczna obróbka osadów nadmiernych przyczynia się między innymi do hydrolizy białek, natomiast biogaz o największej zawartości metanu otrzymuje się właśnie w wyniku beztlenowego rozkładu tych związków. Lin i inni [16] oraz Mukherjee i Levine [17] stwierdzili, że wraz ze wzrostem tzw. „rozpuszczalności” białek rośnie efektywność procesu stabilizacji beztlenowej. Wynika stąd, że badane dawki stosowanego jako czynnik alkalizujący wodorotlenku sodu wpłynęły na wzrost podatności osadów na proces hydrolitycznego rozkładu.

Opierając się na otrzymanych wynikach badań, stwierdzono, iż wraz ze zwiększeniem tzw. upłynnienia cząstek osadów zwiększeniu uległa efektywność procesu stabilizacji beztlenowej, czego wyrazem był uzyskany znaczny stopień przefermentowania osadów oraz intensyfikacja produkcji biogazu.

Podczas procesu fermentacji metanowej niepreparowanych osadów nadmiernych rozpoczęcie produkcji biogazu nastąpiło w trzeciej dobie stabilizacji. Natomiast

największą intensywność produkcji biogazu odnotowano w okresie od ok. 6 do ok. 15 doby procesu. W jedenastej dobie procesu zanotowano największą dobową produkcję biogazu. Ilość wytworzonego w tym czasie biogazu wynosiła $0,18 \text{ dm}^3/\text{d}$. Od ok. 15 doby odnotowano spadek produkcji biogazu, którego przyczyną było stopniowe wyczerpanie ulegających biochemicznemu rozkładowi substancji organicznych. W 22 dobie trwania procesu odnotowano wygenerowanie $0,009 \text{ dm}^3/\text{d}$ biogazu, po czym proces uległ zahamowaniu (rys. 2). Całkowita produkcja biogazu odnotowana w procesie stabilizacji beztlenowej osadów niepreparowanych wynosiła $1,59 \text{ dm}^3$, natomiast jednostkowa produkcja biogazu $0,08 \text{ dm}^3/\text{g s.m.org.}$



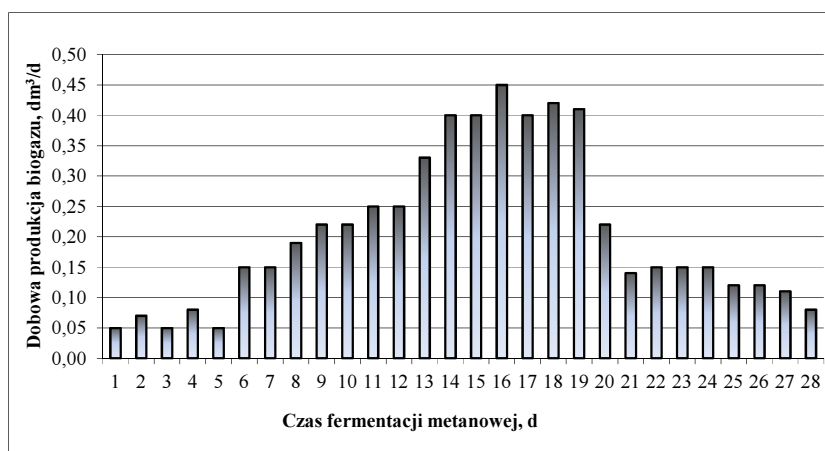
Rys. 2. Dobowa produkcja biogazu odnotowana w procesie fermentacji metanowej osadów niepoddanych dezintegracji

Fig. 2. Daily biogas production recorded in the anaerobic digestion of non conditioned sludge

Na podstawie analizy intensywności produkcji biogazu zaobserwowanej podczas stabilizacji beztlenowej osadów poddanych dezintegracji z zastosowaniem dawki $0,1 \text{ g NaOH/g s.m.org.}$ stwierdzono, iż najbardziej wydajną produkcję biogazu zaobserwowano w okresie od ok. 6 do ok. 20 doby procesu. W szesnastej dobie odnotowano największy dobowy wydatek biogazu, wynoszący $0,45 \text{ dm}^3/\text{d}$. Po 20 dobie trwania fermentacji nastąpiło stopniowe wyczerpanie ulegających biochemicznemu rozkładowi substancji organicznych, czego wyrazem był spadek intensywności produkcji biogazu. W 28 dobie stabilizacji dobowy wydatek biogazu wyniósł $0,08 \text{ dm}^3/\text{d}$ (rys. 3), natomiast jednostkowa produkcja biogazu $0,17 \text{ dm}^3/\text{g s.m.org.}$ Całkowita produkcja biogazu wynosiła $5,78 \text{ dm}^3$.

Całkowita produkcja biogazu odnotowana w procesie stabilizacji beztlenowej osadów nadmiernych dezintegrowanych alkalicznie wodorotlenkiem sodu w dawce $0,6 \text{ g NaOH/g s.m.org.}$ wynosiła $13,41 \text{ dm}^3$, natomiast jednostkowa produkcja biogazu $0,37 \text{ dm}^3/\text{g s.m.org.}$ Sumaryczną produkcję biogazu odnotowaną podczas

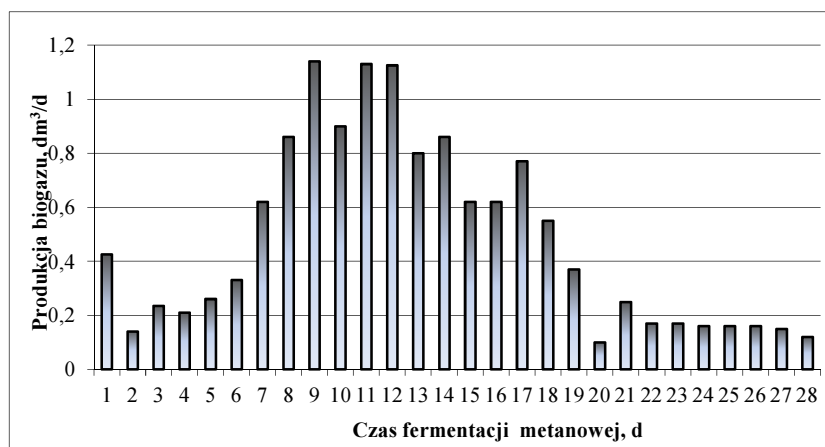
stabilizacji beztlenowej osadów modyfikowanych badaną metodą przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 3. Dobowa produkcja biogazu odnotowana w procesie fermentacji metanowej osadów poddanych dezintegracji chemicznej z zastosowaniem wodorotlenku sodu w dawce 0,6 g NaOH/g s.m.org.

Fig. 3. Daily biogas production recorded in the methane fermentation process of chemical disintegrated sludge treated with sodium hydroxide at a dose 0.6 g NaOH/g VSS

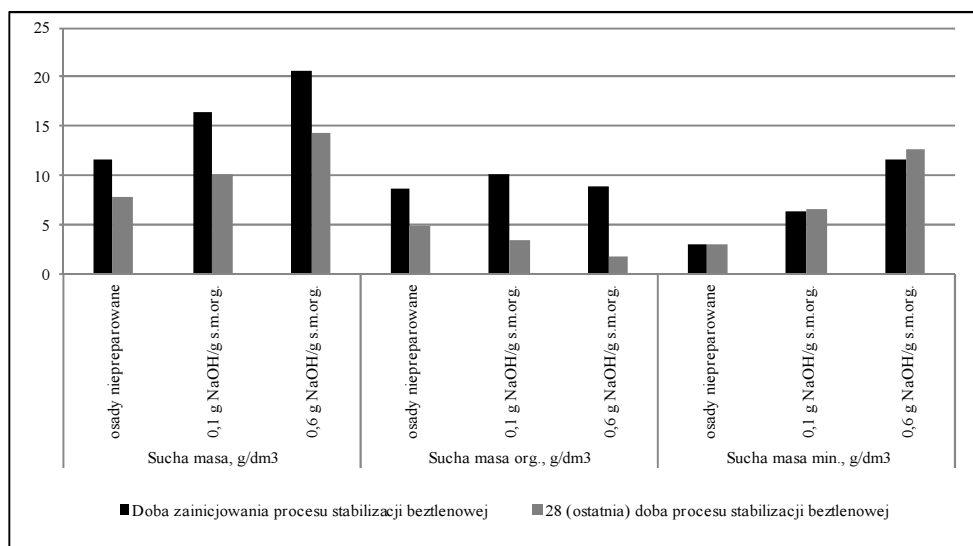
Podczas procesu stabilizacji beztlenowej osadów nadmiernych modyfikowanych alkalycznie wodorotlenkiem sodu w dawce 0,6 g NaOH/g s.m.org. najintensywniejszą produkcję biogazu zaobserwowano w okresie od ok. 7 do ok. 18 doby procesu (rys. 4).



Rys. 4. Dobowa produkcja biogazu odnotowana w procesie fermentacji metanowej osadów poddanych dezintegracji chemicznej z zastosowaniem wodorotlenku sodu w dawce 0,1 g NaOH/g s.m.org.

Fig. 4. Daily biogas production recorded in the methane fermentation process of chemical disintegrated sludge treated with sodium hydroxide at a dose 0.1 g NaOH/g VSS

Największy dobowy wydatek biogazu, wynoszący $1,14 \text{ dm}^3/\text{d}$, odnotowano w dziewiątej dobie procesu; od ok. 19 doby, w związku ze stopniowym wyczerpaniem podatnych na biochemiczny rozkład substancji organicznych, zaobserwowano spadek produkcji biogazu.



Rys. 5. Zmiany zawartości suchej masy, suchej masy organicznej oraz mineralnej obserwowane w dobie zainicjowania oraz zakończenia procesu stabilizacji beztlenowej osadów niemodyfikowanych oraz modyfikowanych chemicznie

Fig. 5. Changes in the content of dry matter, organic dry matter and mineral observed in the age of initiation and completion of anaerobic sludge stabilization process unmodified and chemically modified sludge

W przypadku procesu stabilizacji beztlenowej osadów poddanych chemicznej modyfikacji z zastosowaniem dawki 0,1 oraz 0,6 g NaOH/g s.m.org. po 28 dobach prowadzenia procesu uzyskano odpowiednio ok. 39 oraz 31% ubytek suchej masy oraz ok. 66 oraz 81% stopień przefermentowania osadów. W trakcie prowadzenia procesu zaobserwowano zmniejszenie zawartości suchej masy dla osadów alkalizowanych dawką 0,1 g NaOH/g s.m.org. z $16,50 \text{ g/dm}^3$ przed procesem do wartości $10,06 \text{ g/dm}^3$ po procesie oraz zawartości suchej masy organicznej z $10,15 \text{ g/dm}^3$ do wartości $3,45 \text{ g/dm}^3$. Natomiast dla osadów alkalizowanych dawką 0,6 g NaOH/g s.m.org. zawartość suchej masy organicznej przed procesem z wartości $8,95 \text{ g/dm}^3$ uległa stopniowemu zmniejszeniu do wartości $1,66 \text{ g/dm}^3$. Dla porównania, dla osadów niepoddanych wstępnej obróbce uzyskano ok. 32% ubytek suchej masy, natomiast stopień przefermentowania osadów wynosił ok. 44%. W trakcie prowadzenia procesu zaobserwowano zmniejszenie zawartości suchej masy z $11,62 \text{ g/dm}^3$ przed procesem do wartości $7,84 \text{ g/dm}^3$ po procesie oraz zawartości suchej masy organicznej z $8,71 \text{ g/dm}^3$ do wartości $4,88 \text{ g/dm}^3$. Na rysunku 5 przedstawiono zmiany zawartości suchej masy, suchej masy organicznej oraz mineralnej

obserwowane w dobie zainicjowania oraz zakończenia procesu stabilizacji beztlenowej osadów niemodyfikowanych oraz modyfikowanych chemicznie wodorotlenkiem sodu w dawce 0,1 oraz 0,6 g NaOH/g s.m.org.

Podsumowanie i wnioski

Poddanie osadów modyfikacji chemicznej o charakterze zasadowym wpłynęło na zwiększenie stopnia dezintegracji preparowanych osadów nadmiernych, czego wynikiem był odnotowany wzrost stężenia substancji organicznych w cieczy osadowej, wyrażony ChZT.

Wykazano, że osady dezintegrowane chemicznie odznaczały się zwiększeniem podatności substancji organicznych w nich zawartych na biochemiczny rozkład w warunkach anoksydacyjnych, wyrażonym stopniem dezintegracji, co przyczyniło się do zwiększenia ich stopnia mineralizacji oraz wzrostu wartości jednostkowej produkcji biogazu.

Opierając się na uzyskanych wynikach badań, sformułowano następujące wnioski:

1. Za najskuteczniejszą dawkę reagenta zastosowanego podczas alkalicznej dezintegracji osadów nadmiernych uznano 0,6 g NaOH/g s.m.org., otrzymując około 59% stopień dezintegracji osadów. Najmniejszy stopień dezintegracji (15%) odnotowano dla osadów poddanych modyfikacji chemicznej z zastosowaniem dawki 0,1 g NaOH/g s.m.org.
2. W wyniku dezintegracji osadów nadmiernych metodą chemiczną z zastosowaniem dawki 0,1 oraz 0,6 g NaOH/g s.m.org. zaobserwowano, w odniesieniu do stabilizacji beztlenowej niekondycjonowanych osadów nadmiernych, odpowiednio ok. 22 oraz 37% przyrost stopnia przefermentowania osadów, odnotowując dla osadów niepreparowanych wartość jednostkowej produkcji biogazu 0,08 dm³/g s.m.org., natomiast dla osadów modyfikowanych chemicznie odpowiednio 0,17 oraz 0,37 dm³/g s.m.org.

Podziękowania

Źródło finansowania BS-PB-401/303/12.

Literatura

- [1] Bień J., Matysiak B., Wystalska K., Stabilizacja i odwadnianie osadów ściekowych, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 1999.
- [2] Szparkowska I., Wykorzystanie biogazu jako niekonwencjonalnego źródła energii na obszarze Polski, *EkoTechnika* 2004, 1, 29, 2-5.
- [3] Sadecka Z., Myszograj S., Wykorzystanie osadów ściekowych do produkcji energii (na przykładzie oczyszczalni ścieków Gubin-Guben), XIV Konferencja Naukowo-Techniczna Aktualne problemy gospodarki wodno-ściekowej, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2004, 78-84.
- [4] Buraczewski G., Bartoszek B., Biogaz - wytwarzanie i wykorzystanie, PWN, Warszawa 1990.

- [5] Bień J., Wykorzystanie osadów ściekowych - techniczne i prawne uwarunkowania, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 1996.
- [6] Fukas-Płonka L., Zielewicz-Madej E., Stabilizacja osadów nadmiernych w procesie fermentacji metanowej, *Inż. i Ochr. Środ.* 2000, 3, 1-2, 37-48.
- [7] Marcinkowski T., Alkaliczna stabilizacja komunalnych osadów ściekowych, Prace Naukowe Instytutu Inżynierii Ochrony Środowiska Politechniki Wrocławskiej, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2004.
- [8] Neczaj E., Madela M., Krzemińska D., Application of Advanced Oxidation Processes (AOPs) for the treatment of food industrial wastewater, ASSM 2012, 4th International Conference on Advances in Sustainable Sewage Sludge Management, Book of Extended Abstracts, Szczyrk, 3-5 December 2012.
- [9] Olesiak P., Stępnik L., Wpływ twardości wody i pH roztworów na efektywność sorpcji substancji humusowych na węglu aktywnym, *Inż. i Ochr. Środ.* 2013, 16, 3, 405-515.
- [10] Villet C.A., Solomon E.P., Martin D.W., Berg L.R., *Biologia*, Oficyna Wydawnicza Multico, Warszawa 2000.
- [11] Kaugh R.T., *Compost Engineering. Principles and Practice*, Ann Arbor Science Publishers, Inc., Michigan 1980.
- [12] Wolski P., Wolny L., Wpływ dezintegracji i fermentacji na podatność osadów ściekowych do odwadniania, *Rocznik Ochrona Środowiska* 2011, 13, 2, 1697-1706.
- [13] Zawieja I., Wolski P., Effect of hybrid method of excess sludge disintegration on the increase of their biodegradability, *Environ. Prot. Eng.* 2013, 39, 2, 153-165.
- [14] Nah I.W., Kang Y.W., Hwang K.Y., Song W.K., Mechanical pretreatment of waste activated sludge for anaerobic digestion process, *Water Res.* 2000, 34, 2362-2368.
- [15] Pinnekamp J., Effects of thermal pre-treatment of sewage sludge on anaerobic digestion, *Wat. Sci. Technol.* 1989, 21, 97-108.
- [16] Lin J.-G., Chang C.-N., Chang S.-C., Enhancement of anaerobic digestion of waste activated sludge by alkaline solubilization, *Biores. Technol.* 1997, 62, 85-90.
- [17] Mukherjee S.R., Levine A.D., Chemical solubilization of particulate organic as a pretreatment approach, *Wat. Sci. Technol.* 1992, 26, 9-11, 2289-2292.

Influence of Disintegration Degree of Sewage Sludge after Alkaline Modification on the Unit Biogas Yield Value

Excess sludge has low susceptibility to biochemical decomposition in the anaerobic conditions. One of the sludge structure modification methods, leading to increase of mineralization degree is alkaline disintegration. Intervention in the structure of sludge through initial conditioning affects not only intensification of fermentation process but also its hydraulic parameters. The aim of investigation was determination of dependences between obtained value of sludge disintegration degree and elementary value of biogas output, which was noted during anaerobic stabilization of excess sludge after alkaline modification. Process of methane fermentation was conducted in the laboratory scale in mesophilic conditions in the fermentation chamber Applicon of active volume 5 l. 25 days of biochemical disintegration process in the anaerobic conditions was applied to unconditioned excess sludge and sludge after alkaline modification. Sludge disintegration with chemical method was led in laboratory flasks with the manometric tube of value 0.5 dm³. In the investigations as the reagent was used sodium hydroxide in the granulate form, in the doses range of 0.2÷1.0 g NaOH/g VSS. To the further tests the dose of 0.1 and 0.6 g NaOH/g VSS was selected in view of anaerobic stabilization processing conditions and also the value of disintegration degree which was obtained. As the result of this way of sludge treatment it was observed the increase of anaerobic stabilization process efficiency in comparison to the anaerobic stabilization of unprepared sludge. The most effective dose of the reagent used during alkaline disintegration of excess sludge was 0.6 g NaOH/g VSS, yielding about 59% of disintegration degree of sludge. The smallest

degree of disintegration of 15% was noted for the chemical modification of the treated sludge in a dose of 0.1 g NaOH/g VSS. As a result of disintegration of excess sludge by a chemical method using a dose of 0.1 and 0.6 g NaOH/g VSS observed with respect to the anaerobic stabilization of excess sludge respectively about 22 and the 37% increase in the digested degree of sludge, noting for the untreated sludge value of unit biogas yield of 0.08 dm³/g VSS, while for sludge of chemically modified 0.17 and 0.37 dm³/g VSS.

Keywords: excess sludge, disintegration degree, alkaline disintegration, anaerobic stabilization, biogas