Mariusz BARAŃSKI, Mariusz MAŁKOWSKI, Lidia WOLNY
Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Środowiska i Biotechnologii
Instytut Inżynierii Środowiska, ul. Brzeźnicka 60a, 42-200 Częstochowa
e-mail: wolny@is.pcz.czest.pl

Wpływ dezintegracji fizycznej osadów nadmiernych na przebieg procesu stabilizacji beztlenowej

Wstępna termiczna obróbka osadów ściekowych wpływa na poprawę biochemicznego rozkładu w procesie stabilizacji beztlenowej oraz znaczną minimalizację masy odpadów. Ingerencja w przebieg procesu fermentacji metanowej poprzez modyfikację osadów przed procesem stabilizacji beztlenowej wpływa na ich końcową podatność na odwadnianie (CSK i zagęszczanie) oraz wzrost stężenia chemicznego zapotrzebowania na tlen (ChZT) i lotnych kwasów tłuszczowych (LKT). Stabilizacja wstępnie wspomagana kondycjonowaniem zmienia skład fizyczny osadów poprzez rozluźnienie wiązań istniejących pomiędzy cząsteczkami wody i osadów. Substratem badań był nadmierny osad czynny pochodzący z Centralnej Oczyszczalni Ścieków P.S.W. „WARTA" w Częstochowie. W celu zainicjowania procesu stabilizacji osad nadmierny zaszczepiono osadem przefermentowanym, stanowiącym 10% mieszaniny badawczej. Celem prowadzonych badań było określenie wpływu termicznego kondycjonowania osadów nadmiernych na przebieg stabilizacji beztlenowej. Badania przeprowadzono dla Mieszaniny I (osad nadmierny + osad przefermentowany), Mieszaniny II (osad nadmierny kondycjonowany termicznie w temp. 60°C przez 1,5 h + osad przefermentowany) oraz Mieszaniny III (osad nadmierny kondycjonowany termicznie w temp. 80°C przez 1,5 h + osad przefermentowany). W pierwszym dniu prowadzenia procesu fermentacji odnotowano wzrost wartości CSK, jednakże po 2 dniu nastąpił spadek tego wskaźnika dla każdej z badanych próbek. Efekt obniżenia CSK stwierdzono dla Mieszaniny III (80°C - 1,5 h), dla której w 4 dobie wartość CSK wynosiła 143 s, a dla Mieszaniny II (60°C - 1,5 h) wartość CSK wyniosła 123 s. Po przeprowadzeniu procesu 10-dobowej stabilizacji beztlenowej najwyższe stężenie ChZT, wynoszące 1500 mg O_2/dm^3, odnotowano dla Mieszaniny III (80°C - 1,5 h) przed procesem oraz 1355 mg O_2/dm^3 w drugiej dobie prowadzenia procesu dla Mieszaniny II (60°C - 1,5 h). Po przeprowadzeniu procesu stabilizacji beztlenowej ubytek suchej materii organicznej wyrażony za pomocą stopnia przefermentowania wyniósł 25, 39 i 45% odpowiednio dla Mieszanin I, II i III.

Słowa kluczowe: **nadmierne osady ściekowe, termiczne kondycjonowanie, stabilizacja beztlenowa, ChZT, LKT, CSK, zagęszczanie**

Wprowadzenie

Odnawialne zasoby energii będą odgrywały w przyszłości kluczową rolę w ograniczaniu emisji gazów cieplarnianych, zwłaszcza CO_2. Energia pochodząca z biomasy i odpadów jest uważana za jedno z dominujących przyszłych odnawialnych źródeł energii, ponieważ ze względu na swą dostępność na rynku surowców energetycznych może zapewnić ciągłe wytwarzanie energii. W związku z tym stosowanie fermentacji metanowej jest rozwiązaniem korzystnym technologicznie nie tylko ze względu na ograniczenie negatywnego wpływu osadów ściekowych na

środowisko, ale również pod względem ekonomiki procesu, dając możliwość pozyskania potencjalnego źródła czystej energii, jakim jest biogaz [1-3].

Ideą procesów mających na celu preparowanie osadów ściekowych przed ich fermentacją jest doprowadzenie do rozerwania błony komórkowej oraz rozpadu komórek mikroorganizmów. Przebieg procesu stabilizacji beztlenowej może zależeć również od stosowanej metody kondycjonowania [4, 5]. Zastosowanie termicznej obróbki osadów przed procesem mezofilowej stabilizacji beztlenowej powoduje rozdrobnienie i zniszczenie komórek mikroorganizmów osadu nadmiernego, co wpływa na wzrost ich biodegradowalności [6-8]. W wyniku zachodzącej hydrolizy termicznej osadów już na etapie procesu kondycjonowania następuje wzrost wartości chemicznego zapotrzebowania tlenu (ChZT) oraz generowanie lotnych kwasów tłuszczowych (LKT), co wpływa bezpośrednio na przebieg hydrolizy biologicznej, stanowiącej pierwszą fazę stabilizacji beztlenowej [9].

Skutkiem takich działań jest uwolnienie z wnętrza komórek organicznych składników, które stanowią substrat dla heterotroficznej biomasy. Woda związana biologicznie wewnątrz komórek zostaje w wyniku kondycjonowania osadów uwolniona, co umożliwia uzyskanie wyższej efektywności odwadniania po procesach stabilizacyjnych [10].

Jak podają Zheng i inni [8] oraz Tanaka i inni [11], w wyniku termicznego kondycjonowania osadów obserwuje się znaczny wzrost podatności osadów nadmiernych na biodegradację, co wpływa na stopień ich przefermentowania oraz intensywność produkcji biogazu. W wyniku zachodzącej hydrolizy termicznej osadów już na etapie kondycjonowania następuje generowanie lotnych kwasów tłuszczowych (LKT). Uzyskana wartość LKT determinuje przebieg hydrolizy biologicznej, stanowiącej pierwszą fazę stabilizacji beztlenowej. Zwiększenie szybkości wytwarzania LKT oraz wzrost ich wartości w kolejnych dobach kwaśnej fermentacji wpływa bezpośrednio na efektywność procesu stabilizacji, tj. wzrost produkcji biogazu oraz stopień przefermentowania [12-14].

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu wstępnej obróbki osadów nadmiernych, poprzez zastosowanie metody termicznej, na efektywność i przebieg procesu stabilizacji beztlenowej.

1. Część doświadczalna

Podstawowym substratem badań był nadmierny osad czynny (90%) oraz osad przefermentowany (10%), pełniący rolę zaszczepu. Osady pobrano z Centralnej Oczyszczalni Ścieków P.S.W. „WARTA" w Częstochowie. Ogólną charakterystykę osadów nadmiernych oraz przefermentowanych przedstawiono w tabeli 1.

W pierwszym etapie badań jako kryterium oceny przemian fizyczno-chemicznych oraz biologicznych zachodzących w osadach w wyniku zastosowania fizycznych metod kondycjonowania przyjęto zmiany wartości stężenia ChZT oraz LKT.

Tabela 1. **Ogólna charakterystyka surowych i przefermentowanych osadów nadmiernych**
Table 1. **General characteristic of raw and fermented excess sludge**

Parametr / Rodzaj osadów	Uwodnienie	Sucha masa	Sucha masa organiczna	Sucha masa mineralna	Chemiczne zapotrzebowanie tlenu (ChZT)	CSK
	%	g/dm^3	g/dm^3	g/dm^3	mg O^2/dm^3	s
Nadmierny osad czynny	98,75	7,7÷13,6	5,5÷9,5	2,2÷4,1	70÷120	27
Zaszczep	97,81	16,1÷20,2	9,8÷13,4	6,3÷6,8	1070÷1100	1454

W drugim etapie na podstawie powyższych parametrów określono warunki kondycjonowania osadów nadmiernych metodą termiczną dla przeprowadzenia procesu 10-dobowej stabilizacji beztlenowej. Do obróbki osadów nadmiernych, w celu przygotowania ich do procesu fermentacji metanowej, wybrano następujące temperatury i czas ekspozycji osadów w łaźni wodnej:
- Mieszanina I (surowy osad nadmierny + osad przefermentowany),
- Mieszanina II (osad nadmierny kondycjonowany termicznie w temp. 60°C przez 1,5 h + osad przefermentowany),
- Mieszanina III (osad nadmierny kondycjonowany termicznie w temp. 80°C przez 1,5 h + osad przefermentowany),

Przy wyborze ww. temperatur kierowano się najkrótszym czasem preparowania t = 1,5 h (80°C), dla którego uzyskano w stosunku do czasów dłuższych, dla temperatur T = 60, 70°C, zbliżone przyrosty stężenia ChZT oraz LKT, mając na uwadze względy ekonomiczne, tj. optymalnie najkrótszy czas kondycjonowania.

Osady nadmierne po obróbce termicznej w łaźni wodnej doprowadzano do warunków temperaturowych odpowiadających mezofilowej stabilizacji beztlenowej i następnie mieszano z osadem zaszczepiającym w proporcji 1:10. Przygotowane osady w kolbach laboratoryjnych (rys. 1) o pojemności 0,5 dm^3 umieszczono w cieplarce w temperaturze 37°C. Osady mieszano 2 razy w ciągu doby.

Dla badanych prób osadowych w trakcie trwania 10-dobowego procesu dla każdej doby, jak również przed procesem (0 dzień) wykonano następujące oznaczenia fizyczno-chemiczne [15-24]:
- pH przy użyciu pH-metru firmy Cole Palmer 59002-00
- suchej masy, suchej masy organicznej, suchej masy mineralnej
- lotnych kwasów tłuszczowych LKT metodą destylacji z parą wodną
- zasadowości ogólnej
- kwasowości
- chemicznego zapotrzebowania tlenu metodą dwuchromianową
- azotu ogólnego Kjeldahla
- azotu amonowego
- czasu ssania kapilarnego (CSK)
- zagęszczania osadów

W celu określenia stopnia dezintegracji, zgodnie ze wzorem (1), wg [25], osady poddano kondycjonowaniu za pomocą 1-molowego roztworu NaOH, w czasie

10 min w temperaturze 90°C przy zachowaniu proporcji objętościowej osadów i sporządzonego roztworu (1:1). Zgodnie z podaną metodyką, dla kondycjonowanych alkalicznie osadów nadmiernych, uzyskano wartość chemicznego zapotrzebowania tlenu wynoszącą 2350 mg O_2/dm^3.

Rys. 1. Kolby laboratoryjne z mieszaniną osadu nadmiernego i osadu przefermentowanego w procesie 10-dniowej stabilizacji beztlenowej

Fig. 1. Laboratory flasks with mixture of excess and fermented sludge in 10-days anaerobic stabilization process

Wartość stopnia dezintegracji określono za pomocą wzoru [25]:

$$D_{COD} = (COD_1 - COD_2)/(COD_3 - COD_2) \cdot 100 \quad (1)$$

gdzie:

D_{COD} - stopień dezintegracji, %,

COD_1 - wartość ChZT dla osadów kondycjonowanych termicznie, mg O_2/dm^3

COD_2 - wartość ChZT dla osadów surowych, mg O_2/dm^3,

COD_3 - wartość ChZT dla osadów kondycjonowanych chemicznie za pomocą 1-molowego roztworu NaOH w proporcji 1:1, temp. 90°C, przez 10 minut, mg O_2/dm^3.

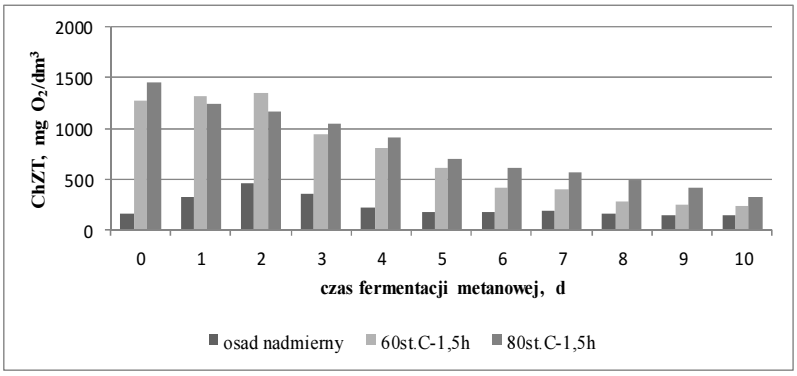
Pomiar czasu ssania kapilarnego został przeprowadzony według metodyki Baskerville'a i Galle'a, opartej na mierzeniu przejścia czołowej granicznej warstwy filtratu w wyniku działania sił ssących zastosowanej bibuły - Whatman 17 [23].

Zagęszczanie grawitacyjne prowadzono w cylindrach miarowych o objętości 100 ml. Badane próbki osadów poddawano procesowi sedymentacji, odczytując w odpowiednich przedziałach czasowych (5, 10, 15, 20, 25, 30, 45, 60, 90 i 120 minut) ilość osadu zagęszczonego. Na podstawie pomiarów objętości osadów zagęszczonych wyznaczono krzywe zagęszczania według Hermanowicza

i innych [24]. Zgodnie z przebiegiem krzywych zagęszczania, proces opadania zawiesiny osadów ściekowych zachodzi najszybciej w czasie do 30 min, ponieważ w tym czasie uwalniana jest woda wolna.

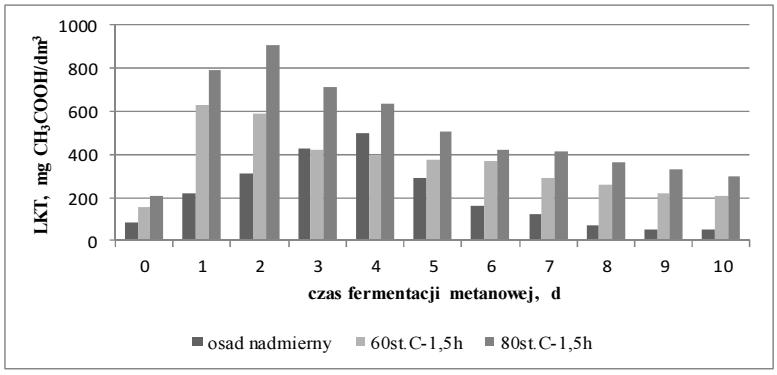
2. Wyniki badań

Wstępna obróbka termiczna osadów przed procesem fermentacji miała na celu dezintegrację cząstek osadu, zniszczenie mikroorganizmów osadu nadmiernego oraz uwolnienie zawartej w nich materii organicznej i enzymów, jak również zmniejszenie wielkości cząstek osadu. Przed procesem stabilizacji beztlenowej wartość początkowa stężenia ChZT wody osadowej dla surowych osadów nadmiernych, tj. Mieszanina I, wynosiła 120 mg O_2/dm^3. W przypadku osadów kondycjonowanych termicznie wskaźnik ChZT osiągnął najwyższą wartość, 1450 mg O_2/dm^3 oraz 1355 mg O_2/dm^3 odpowiednio dla Mieszaniny III (przed procesem) i Mieszaniny II w 2 dobie procesu. Zastosowanie dezintegracji osadów nadmiernych metodą termiczną spowodowało odpowiednio dla Mieszanin II i III ok. 10- i 12-krotny przyrost stężenia ChZT wody osadowej preparowanych osadów w porównaniu dla stężenia ChZT wody osadowej surowych osadów nadmiernych. Natomiast w 10 dobie prowadzonego procesu stabilizacji wartość wskaźnika ChZT wyniosła dla Mieszaniny I 145 mg O_2/dm^3 oraz odpowiednio dla Mieszanin II i III 228 oraz 320 mg O_2/dm^3. W przypadku osadów surowych wartość maksymalną parametru ChZT (460 mg O_2/dm^3) uzyskano w 4 dobie procesu. Stopień dezintegracji osadów kondycjonowanych termicznie wynosił dla Mieszaniny II - 53% oraz Mieszaniny III - 61%. Najwyższą wartość LKT, wynoszącą 909 mg CH_3COOH/dm^3, odnotowano dla Mieszaniny III, tj. osadów poddanych termicznemu kondycjonowaniu w temp. 80°C i czasie preparowania 1,5 h. Dla Mieszaniny II wartość LKT wyniosła 626 mg CH_3COOH/dm^3. Zmiany wartości ChZT oraz LKT dla procesu 10-dobowej stabilizacji beztlenowej przedstawiono na rysunkach 2 i 3.



Rys. 2. Zmiany wartości ChZT w poszczególnych dobach prowadzenia procesu stabilizacji beztlenowej

Fig. 2. COD value changes during separate days of anaerobic stabilization process

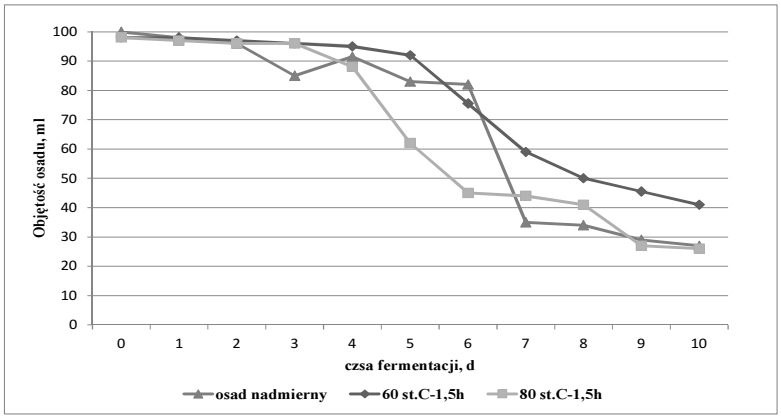


Rys. 3. Zmiany wartości LKT w poszczególnych dobach prowadzenia procesu stabilizacji beztlenowej

Fig. 3. VFA value changes during separate days of anaerobic stabilization process

Poddając badane osady zagęszczaniu grawitacyjnemu (30 min), stwierdzono, że osady niekondycjonowane słabiej ulegały zagęszczaniu w porównaniu z osadami poddanymi kondycjonowaniu. Jedynie dla osadu kondycjonowanego termicznie (temperatura 60°C) otrzymano najwyższą wartość objętości końcowej osadu. Końcowa objętość wyniosła 66 cm^3.

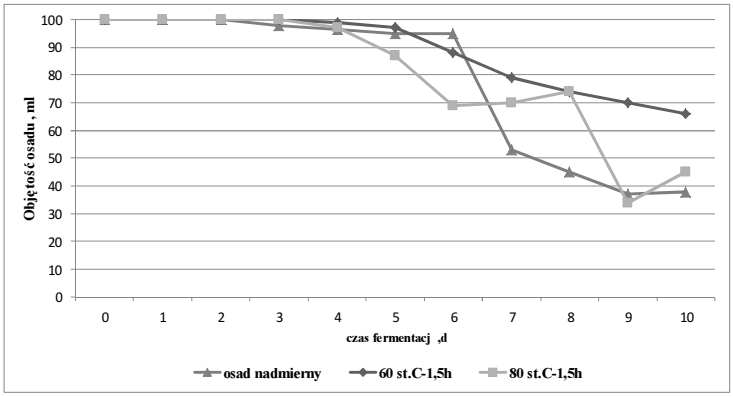
Dla osadów poddanych zagęszczaniu po czasie 120 min zaobserwowano niewielki spadek objętości już od pierwszego dnia trwania procesu, po czym w 5 i 6 dniu procesu fermentacji zagęszczanie badanych osadów przebiegało z lepszym skutkiem. Najbardziej wyraźny spadek objętości zaobserwowano dla osadu niepoddanego kondycjonowaniu. Podobnie jak w czasie obserwacji zagęszczania 30-minutowego zauważono, że najtrudniej zagęszczał się osad poddany kondycjonowaniu w temperaturze 60°C (rys. 4, 5).



Rys. 4. Wpływ kondycjonowania termicznego i czasu fermentacji na zagęszczanie osadów ściekowych po 120 minutach sedymentacji

Fig. 4. Influence of thermal conditioning and fermentation time on sludge thickening after 120 minutes of sedimentation

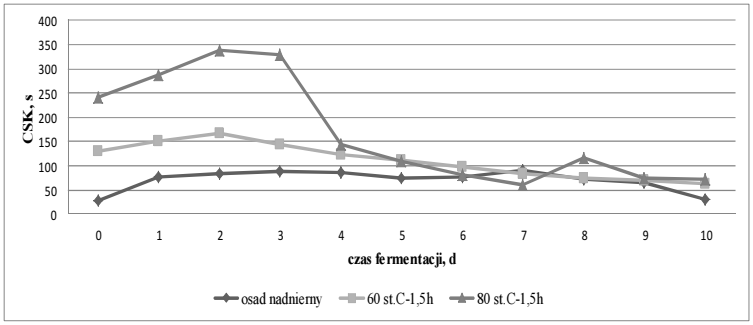
Badania w zakresie określenia wpływu obróbki termicznej na opadalność osadów były prowadzone w innych ośrodkach krajowych i zagranicznych dla ustalonych warunków temperaturowych. Przykładowo w badaniach Bougriera i innych [26] indeks objętościowy kondycjonowanych osadów w temperaturze 150°C uległ redukcji do 47 ml/g, w porównaniu do osadów niekondycjonowanych, dla których wartość ta wynosiła 140 ml/g. Stwierdzono, że termiczna obróbka poprawia zdolność osadów do zagęszczania.



Rys. 5. Wpływ kondycjonowania termicznego i czasu fermentacji na zagęszczanie osadów ściekowych po 30 minutach sedymentacji

Fig. 5. Influence of thermal conditioning and fermentation time on sludge thickening after 30 minutes of sedimentation

Analizując wpływ kondycjonowania termicznego na czas ssania kapilarnego (rys. 6), zaobserwowano, że kondycjonowanie zarówno w temperaturze 80, jak i 60°C wywołało wzrost wartości czasu ssania kapilarnego w porównaniu z osadem niekondycjonowanym. Stwierdzono, że im wyższa temperatura, tym wartości czasu ssania kapilarnego były wyższe w pierwszych 4 dniach fermentacji beztlenowej. W ostatnim dniu fermentacji różnica wartości czasu ssania kapilarnego między kondycjonowaniem w temperaturze 60 a 80°C wyniosła 10 sekund.



Rys. 6. Wpływ kondycjonowania termicznego i czasu fermentacji na czas ssania kapilarnego badanych osadów ściekowych

Fig. 6. Influence of thermal conditioning and fermentation time on CST of tested sludge

Według Wolskiego i Wolny [27], obniżanie wartości CSK w trakcie trwania procesu fermentacji korzystnie wpływa na jego przebieg, a także efektywność odwadniania.

Wstępna termiczna obróbka osadów jest metodą prostą, poprawiającą ich odwadnialność oraz wpływającą na stan sanitarny osadów. Jednakże jest to metoda dyskusyjna ze względu na generowanie odorów, wysokie zapotrzebowanie na energię, co w konsekwencji może wpływać na ogólne koszty operacyjne. Zatem istotny będzie dobór warunków kondycjonowania, w tym przypadku temperatury, aby efekt końcowy intensyfikacji procesu stabilizacji, a także odwadniania był zadowalający.

Wnioski

Fizyczna modyfikacja fazy stałej osadów wpłynęła na wzrost stężenia materii organicznej w formie rozpuszczonej w cieczy nadosadowej badanych próbek osadów, wyrażony stężeniem ChZT. Na skutek zwiększenia podatności na biodegradację kondycjonowanych osadów nadmiernych nastąpił w kolejnych dobach prowadzenia procesu stabilizacji szybszy spadek zawartości materii organicznej.

1. Najkorzystniejszy wpływ zastosowania metody termicznej przed procesem stabilizacji beztlenowej obserwowano dla temperatury 80°C, dla której przed procesem fermentacji odnotowano najwyższe stężenie ChZT.
2. Zarówno w przypadku kondycjonowania osadów w temperaturze 60, jak i w 80°C uzyskano znaczny stopień dezintegracji osadów nadmiernych, tj. 53 i 61%.
3. Kondycjonowanie termiczne powodowało wzrost czasu ssania kapilarnego. Przeprowadzenie procesu stabilizacji beztlenowej wpłynęło na obniżenie czasu ssania kapilarnego. Najniższą wartość CSK (w 10 dniu procesu stabilizacji) odnotowano dla osadu poddanego kondycjonowaniu termicznemu w temperaturze 60°C, wynoszącą 62 s.
4. Czas procesu fermentacji wpłynął na obniżenie wartości CSK osadów wstępnie modyfikowanych termicznie oraz na zwiększenie efektywności odwadniania, co korzystnie wpływa na proces fermentacji metanowej.
5. Wstępne kondycjonowanie osadów ściekowych poddanych stabilizacji poprawiło efektywność ich zagęszczania. Skuteczniej zagęszczały się osady po kondycjonowaniu w temperaturze 80°C, co zaobserwowano zarówno podczas 30-minutowego, jak i 120-minutowego zagęszczania.

Podziękowania

Praca została przygotowana w ramach BS-PB-401-303/12.

Literatura

[1] International Energy Agency (IEA), World energy outlook 2009, IEA, 2009.

[2] International Energy Agency (IEA), World primary energy supply, http://www.iea.org/; consulted on 15 August 2010.

[3] Bień J., Neczaj E., Worwąg M., Grosser A., Mielczarek M., Janik M., Kierunki zagospodarowania osadów w Polsce po roku 2013, Inżynieria i Ochrona Środowiska 2011, 14(4), 375-384.

[4] Bień J.B., Wystalska K., Osady ściekowe. Teoria i praktyka, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2011.

[5] Wójtowicz A., Dezintegracja - wprowadzenie do zagadnienia, Forum Eksploatatora 2006, 1(22), 34-38.

[6] Wolny L., Ultradźwiękowe wspomaganie procesu przygotowania osadów ściekowych do odwadniania, seria Monografie nr 104, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2005.

[7] Bień J., Wolny L., Zawieja I., Barański M., Worwąg M., Wpływ termicznej dezintegracji osadów nadmiernych na generowanie lotnych kwasów tłuszczowych, [w:] Oczyszczanie ścieków i przeróbka osadów ściekowych, red. Z. Sadecka, Wydawnictwo Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2010, T. 4, 63-69.

[8] Zheng J., Graff R.A., Fillos J., Rinard I., Incorporation of rapid thermal conditioning into a wastewater treatment plant, Fuel Processing Technology 1998, 56, 183-200.

[9] Kamizela T., Wykorzystanie sonifikacji do rozdziału faz w zagęszczaniu zawiesin osadu czynnego, seria Monografie nr 243, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2012.

[10] Imbierowicz M., Mokre utlenianie. Metody termiczne, Zeszyty Komunalne 1(24), Przegląd Komunalny 2002, 1, 48-49.

[11] Tanaka S., Kobayashi T., Kamiyama K., Effects of thermochemical pretreatment on the anaerobic digestion of waste activated sludge, Journal of Water Science and Technology 1997, 35, 8, 209-215.

[12] Wolski P., Zawieja I., Wpływ chemiczno-termicznej modyfikacji osadów nadmiernych na generowanie lotnych kwasów tłuszczowych w procesie fermentacji metanowej, Rocznik Ochrona Środowiska 2013, 15, 2, 2054-2070.

[13] Podedworna J., Umiejewska K., Technologia osadów ściekowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2008.

[14] Zawieja I., Wolski P., Wolny L., Wpływ chemicznego kondycjonowania na parametry fizyczno-chemiczne przefermentowanych osadów ściekowych, Inżynieria i Ochrona Środowiska 2008, 11, 3, 387-396.

[15] Polskie Normy (PN-9/C-04540/05), Wydawnictwo Normalizacyjne, Warszawa.

[16] Polskie Normy (PN-EN 12879), Wydawnictwo Normalizacyjne, Warszawa.

[17] Polskie Normy (PN-75/C-04616/04), Wydawnictwo Normalizacyjne, Warszawa.

[18] Polskie Normy (PN-91/C-04540/05), Wydawnictwo Normalizacyjne, Warszawa.

[19] Polskie Normy (PN-91/C-04540/05), Wydawnictwo Normalizacyjne, Warszawa.

[20] International Measurements Standards ISO 7027.

[21] Polskie Normy (PN-73/C-04576/10), Wydawnictwo Normalizacyjne, Warszawa.

[22] Polskie Normy (PN-73/C-04576/02), Wydawnictwo Normalizacyjne, Warszawa.

[23] Polskie Normy (PN-EN 14701-1), Wydawnictwo Normalizacyjne, Warszawa.

[24] Hermanowicz W., Dojlido J., Dożańska W., Koziorowski B., Zerbe J., Fizyczno-chemiczne badania wody i ścieków, Arkady, Warszawa 1999.

[25] Zielewicz-Madej E., The influence of ultrasonic field on fatty acid production and phosphorus discharge in hydrolysis of sewage sludge, Mat. XLIV „Otwarte Sem. z Akustyki - OSA", Przemyśl 2007, 691-694.

[26] Bougrier C., Delegenes J.P., Carrere H., Effects of thermal treatment of five different WAS samples solubilisation, physical properties and anaerobic biodegradability, Chemical Engineering Journal 2008, 139(2), 236-244.

[27] Wolski P., Wolny L., Wpływ dezintegracji i fermentacji na podatność osadów ściekowych do odwadniania, Rocznik Ochrona Środowiska 2011, 13, 1697-1706.

Influence of Physical Disintegration of Excess Sludge on the Anaerobic Stabilization Process

Preliminary thermal treatment of sewage sludge influences the biochemical disintegration improvement in the anaerobic stabilization process and the minimization of waste mass. Degree of liquefaction of insoluble organic polymers to the dissoluble form, available for microorganisms, has the essential influence on the velocity of sludge biodegradation. Application of thermal preatreatment before anaerobic stabilization process increases the value of sludge fermentation degree and in this way impact on the efficiency of sewage sludge dewatering. This modification of sludge before anaerobic stabilization process has a possitive impact on the sludge dewaterability (CST), thickening and increase of COD and VFA value. Substrate of investigation was excess sludge from municipal wastewater treatment plant (WWTP) "WARTA" in Częstochowa. The excess sludge was mixed with fermented sludge in the amount of 10%. The aim of investigation was determination of the thermal conditioning influence on the anaerobic stabilization process. The tests were led for Mixture I (excess sludge + fermented sludge), Mixture II (excess sludge thermal conditioned with 60°C during 1.5 h + fermented sludge) and Mixture III (excess sludge thermal conditioned with 80°C during 1.5 h + fermented sludge). Preliminary thermal conditioning of excess sludge impacted on the values of methane fermentation parameters. In the first day of this process the increase of CST values was observed, but after second day the decrease of this indicator was noted for each of tested samples. As a result of CST decrease it was observed for Mixture III (80°C - 1.5 h) for which in fourth day the value of CST was 143 s, and for Mixture II (60°C - 1.5 h) this value was 123 s. After 10 days of anaerobic stabilization the highest value of COD equal to 1500 mg O_2/dm^3 was noted for Mixture III (80°C - 1.5 h) before process and 1355 mg O_2/dm^3 in the second day for Mixture II (60°C - 1.5 h). After anaerobic stabilization process the reduction of organic dry matter expressed by fermented degree was 25, 39 and 45% for Mixture I, II, III respectively.

Keywords: **excess sewage sludge, thermal conditioning, anaerobic stabilization, COD, VFA, CST, thickening**