



## **Wpływ mocy procesora ultradźwiękowego na biodegradowalność osadów ściekowych**

*Iwona Zawieja, Lidia Wolny  
Politechnika Częstochowska*

### **1. Wprowadzenie**

Osady nadmierne, w odróżnieniu od osadów wstępnych, posiadają strukturę kłaczkową, którą tworzą komórki mikroorganizmów za pomocą polimerów i biopolimerów. Można stwierdzić, że osady to „magazyn” substancji organicznych, które zwykle stanowią ponad 70% suchej masy, w dużej mierze niedostępnej w procesach stabilizacyjnych i niepodlegającej biologicznemu rozkładowi [8].

Dezintegracja osadów może być uznana, jako jeden z procesów kondycjonowania. Ideą samego procesu jest doprowadzenie do rozerwania wiązań między komórkami mikroorganizmów, zniszczenia tych komórek wraz z uwolnieniem substancji organicznych w nich zawartych oraz wody biologicznej, co wpływa na dalsze procesy przeróbki tych osadów (zagęszczanie, odwadnianie, stabilizacja beztlenowa). Dezintegracja prowadzi również do przyspieszenia procesu hydrolizy poprzez uwolnienie enzymów zawartych w komórkach mikroorganizmów, które zostały zniszczone oraz poprzez działanie środka kondycjonującego [6].

Istnieje pewna trudność w precyzyjnym określeniu granic pomiędzy metodami dezintegracji, a metodami klasycznymi wchodzącymi w skład kondycjonowania osadów. Przykładem takim może być kondycjonowanie przy użyciu fal ultradźwiękowych, które stanowi jedną z metod kondycjonowania osadów przed ich odwadnianiem, bądź zagęszczaniem. Z drugiej strony ultradźwięki traktowane są jako metoda dezintegracji osadów, która przyczynia się do przyspieszenia procesu hydrolizy biologicznej [8].

Dezintegracja osadów za pomocą metod fizycznych jest obecnie najczęściej stosowaną metodą ich wstępnej obróbki. Zaletą tej metody obróbki, wykorzystującej energię procesów fizycznych jest możliwość ingerencji w proces, jak również brak ubocznych produktów, których potencjalna możliwość wystąpienia istnieje podczas stosowania innych metod. Najczęściej stosowaną metodą spośród fizycznych metod dezintegracji jest wykorzystanie fal ultradźwiękowych, czyli sonifikacja osadów.

W zależności od wielkości doprowadzonej energii oraz czasu trwania nadźwiękawiania, podczas pierwszej fazy kondycjonowania polem ultradźwiękowym dezintegracji ulegają struktury kłaczkowate, nie następuje jednak zniszczenie ścian komórkowych mikroorganizmów [6]. Natomiast podczas następnej fazy nadźwiękawiania następuje zniszczenie ścian komórkowych mikroorganizmów osadu czynnego oraz przekształcenie nierozpuszczonych substancji organicznych do form rozpuszczalnych [2÷7, 9].

Podczas dezintegracji osadów falami ultradźwiękowymi występuje zjawisko kawitacji, które uważane było do niedawna za zjawisko niepożądane. Zjawisko to przyczynia się do powstawania pustych przestrzeni w cieczy, powiększaniu ich, a następnie zanikaniu pęcherzyków lub obszarów zamkniętych (kawern). Powstające pęcherzyki powiększają swoją objętość w obszarach, gdzie występuje obniżone ciśnienie poniżej wartości krytycznej i następnie gwałtownie zmniejszają swoją objętość (implodują) w obszarach, gdzie występuje ciśnienie powyżej wartości krytycznej. Wartość ciśnienia krytycznego jest zbliżona do ciśnienia pary nasyconej i zależy od rodzaju i stanu ośrodka oraz od obecności zarodków (ośrodków) kawitacji (PN-86/H-4426).

Zjawisko kawitacji jest wykorzystywane zarówno w kondycjonowaniu osadów ściekowych, do poprawy ich zagęszczania i odwadnia-

nia, jak również w procesie rozbijania kłaczków osadu nadmiernego w procesie dezintegracji.

Dzięki zastosowaniu do dezintegracji osadu czynnego technologii ultradźwięków o dużej mocy, kłaczkosy osadów i komórki żywych organizmów ulegną rozbiciu, uwalniając w ten sposób rozpuszczalne składniki pokarmowe komórek do fazy wodnej osadu czynnego, co prowadzi do zwiększenia produkcji biogazu w procesie fermentacji. Najlepszy efekt dezintegracji osadów uzyskuje się dzięki stosowaniu ultradźwięków o niskiej częstotliwości (20 kHz) i odpowiednio wysokiej mocy. Wydajność rozdrabniania ultradźwiękami zależała głównie od mocy ultradźwięków, czasu dezintegracji i zawartości suchej masy w badanym osadzie. Działanie ultradźwięków wpływa na podwyższenie temperatury osadów, co także dodatkowo wspomaga proces dezintegracji [1].

Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu mocy procesora ultradźwiękowego na wzrost podatności na biochemiczny rozkład dezintegrowanych osadów nadmiernych w aspekcie wzrostu wartości chemicznego zapotrzebowania tlenu (ChZT) oraz wartości lotnych kwasów tłuszczowych (LKT).

## **2. Metodyka badań**

Nadmierny osad czynny, stanowiący substrat badań pochodził z Centralnej Oczyszczalni Ścieków P.S.W. „WARTA” w Częstochowie (Osad A) oraz z biologicznej oczyszczalni ścieków Koniecpolskich Zakładów Płyt Piłśniowych S.A. (Osad B).

Doboru najkorzystniejszych parametrów operacyjnych dezintegracji ultradźwiękowej dokonano na podstawie wzrostu stężenia substancji organicznych w formie rozpuszczonej, wyrażonego chemicznym zapotrzebowaniem tlenu (ChZT) oraz wartością lotnych kwasów tłuszczowych (LKT).

Proces kondycjonowania polem ultradźwiękowym osadów ściekowych odbywał się przy zastosowaniu dezintegratora ultradźwiękowego typu UD – 20, produkcji „Techpan” Warszawa z koncentratorem zanurzeniowym typu „Sandwich”. Generator ultradźwiękowy, którego maksymalna moc wyjściowa wynosiła 180 W, wytwarzał dla stałego natężenia pola drgania o częstotliwości 22 kHz.

**Tabela 1.** Ogólna charakterystyka nadmiernego osadu czynnego użytego do badań  
**Table 1.** General characteristics of excess activated sludge used for investigations

Próba osadowa	Uwodnienie	Sucha masa	Sucha masa org.	Sucha masa min.	ChZT	LKT
–	%	g/dm <sup>3</sup>	g/dm <sup>3</sup>	g/dm <sup>3</sup>	mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	mg CH <sub>3</sub> COOH/dm <sup>3</sup>
Osad A	98,54	14,56	10,44	4,12	129	79
	98,58	14,25	10,19	4,06	100	72
Osad B	98,8	12,03	8,78	3,25	289	110
	98,79	12,08	8,56	3,52	267	109

Ponadto proces preparowania osadów polem ultradźwiękowym prowadzono przy zastosowaniu dezintegratorów ultradźwiękowych VC 750 oraz VCX 1500 amerykańskiej firmy SONICS z automatycznym strojeniem. Generator drgań wysokiej częstotliwości (aparatus zasadniczy) dezintegratora typu VC 750, jak również VC X 1500 wytwarza dla stałego natężenia pola drgania o częstotliwości 20 kHz. Maksymalna moc wyjściowa w/w generatorów wynosi odpowiednio 750 W oraz 1500 W. Sonotrody w przypadku wykorzystanych dezintegratorów zanurzono w naczyniu z osadami na głębokość 3 cm od dna naczynia. Objętość kondycjonowanych prób wynosiła 0,5 dm<sup>3</sup>, a kondycjonowanie polem ultradźwiękowym odbywało się w układzie nie przepływowym, przy jednokrotnym napełnieniu naczynia.

Osady nadmierne poddano działaniu pola ultradźwiękowego o charakterystycznych dla wykorzystanych procesorów mocach tj.: 180 W, 750 W oraz 1500 W stosując, w pierwszej serii badań, dla obu osadów tj. A i B amplitudę drgań pola UD A = 8 μm, natomiast w drugiej serii badań amplitudę A = 16 μm.

W celu określenia najkorzystniejszych parametrów dezintegracji ultradźwiękowej wykonano oznaczenie następujących parametrów fizyczno-chemicznych: sucha masa, sucha masa organiczna, sucha masa mineralna, metodą bezpośrednią wagową wg normy PN-EN-12879; lotne kwasy tłuszczowe LKT wg normy PN-75/C-04616/04; chemiczne zapo-

trzebowanie na tlen oznaczone metoda dwuchromianową ChZT-Cr wg normy PN-74/C-04578/03.

### **3. Wyniki badań**

Podczas pierwszego etapu badań dotyczącego procesu dezintegracji osadów nadmiernych pochodzących z Częstochowskiej Oczyszczalni Ścieków (Osad A) zastosowano procesory o mocy 180 W oraz 1500 W. W przypadku wykorzystania w/w procesorów na podstawie uzyskanych wartości ChZT oraz LKT, dla wybranych amplitud drgań 8  $\mu\text{m}$  i 16  $\mu\text{m}$ , stwierdzono, iż badane parametry pola UD tj. moc i amplituda drgań, wywierają istotny wpływ na skuteczność działania pola UD, jako czynnika dezintegrującego. Dla dezintegratora UD-20, amplitudy drgań pola UD 8  $\mu\text{m}$  i czasu sonifikacji 360 s uzyskano ok. 3,5-krotny przyrost wartości ChZT w cieczy osadowej oraz ok. 1,3-krotny przyrost wartość LKT, natomiast dla dezintegratora VCX 1500 odpowiednio 11,8-krotny oraz 2,7-krotny przyrost badanych wskaźników (Tabela 2). Dla wymienionych procesorów oraz amplitudy drgań 16  $\mu\text{m}$  po 360 s sonifikacji uzyskano – dezintegrator UD-20, ok. 7,4-krotny przyrost wartości ChZT w cieczy osadowej oraz ok. 2,1-krotny przyrost wartość LKT, natomiast dla dezintegratora VCX 1500 odpowiednio 29-krotny oraz 5,6-krotny przyrost badanych wskaźników (Tabela 3). Podobną tendencję dotyczącą przyrostu wartości ChZT oraz LKT dezintegrowanych polem UD osadów nadmiernych zaobserwowano dla osadów nadmiernych pochodzących z komunalnej oczyszczalni ścieków, funkcjonującej przy Koniecpolskich Zakładach Płyt Pilśniowych S.A. (Osad B). Na tym etapie badań zastosowano procesor o mocy 180 W oraz dla porównania efektów dezintegracji procesor o mocy 750 W. W przypadku procesora UD-20 dla amplitudy drgań pola UD 8  $\mu\text{m}$ , i czasu sonifikacji 270 s uzyskano ok. 1,4-krotny przyrost wartości ChZT w cieczy osadowej oraz ok. 2-krotny przyrost wartość LKT, natomiast dla dezintegratora VC 750 i czasu sonifikacji 360 s odpowiednio 4,5-krotny oraz 3-krotny przyrost wartości (Tabela 4). W przypadku amplitudy 16  $\mu\text{m}$ , stosując procesor o mocy 180 W, czas sonifikacji 300 s uzyskano ok. 3,7-krotny przyrost wartości ChZT w cieczy osadowej oraz ok. 2,2-krotny przyrost wartość LKT, natomiast dla dezintegratora VC 750 i czasu sonifikacji 360 s, odpowiednio 9,7-krotny oraz 3,3-krotny przyrost badanych wskaźników (Tabela 5).

**Tabela 2.** Wartości chemicznego zapotrzebowania tlenu (ChZT) oraz lotnych kwasów tłuszczowych (LKT) oznaczone w cieczy osadowej osadów nadmiernych (Osad A – sucha masa organiczna  $10,44 \text{ g/dm}^3$ ) poddanych dezintegracji ultradźwiękowej o amplitudzie drgań  $A = 8 \mu\text{m}$  (moc dezintegratora 180 W oraz 1500 W)

**Table 2.** Values of chemical oxygen demand (COD) and volatile fatty acids (VFA) determined in excess sewage sludge liquid (Sludge A – organic dry mass  $10.44 \text{ g/dm}^3$ ) which underwent ultrasonic disintegration of vibration amplitude  $A = 8 \mu\text{m}$  (power of sonicator: 180 W and 1500 W)

Czas sonifikacji, s	Dezintegrator UD-20 (Moc 180W) Amplituda $A = 8 \mu\text{m}$				Dezintegrator VCX-1500 (Moc 1500 W) Amplituda $A = 8 \mu\text{m}$			
	ChZT, mg $\text{O}_2/\text{dm}^3$	LKT mg $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{dm}^3$	ChZT/ChZT <sub>0</sub>	LKT/LKT <sub>0</sub>	ChZT, mg $\text{O}_2/\text{dm}^3$	LKT mg $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{dm}^3$	ChZT/ChZT <sub>0</sub>	LKT/LKT <sub>0</sub>
	0	129	79	-	-	129	79	-
30	141	80	1,1	1,0	290	92	2,2	1,2
60	144	82	1,1	1,0	320	113	2,5	1,4
90	145	82	1,1	1,0	375	118	2,9	1,5
120	148	84	1,1	1,1	395	143	3,1	1,8
150	173	89	1,3	1,1	504	126	3,9	1,6
180	178	91	1,4	1,2	594	134	4,6	1,7
210	189	95	1,5	1,2	890	151	6,9	1,9
240	223	98	1,7	1,2	975	168	7,6	2,1
270	264	99	2,0	1,3	1150	176	8,9	2,2
300	275	98	2,1	1,2	1030	189	8,0	2,4
330	360	100	2,8	1,3	1320	202	10,2	2,6
360	450	102	3,5	1,3	1520	210	11,8	2,7

**Tabela 3.** Wartości chemicznego zapotrzebowania tlenu (ChZT) oraz lotnych kwasów tłuszczowych (LKT) oznaczone w cieczy osadowej osadów nadmiernych (Osad A – sucha masa organiczna 10,44 g/dm<sup>3</sup>) poddanych dezintegracji ultradźwiękowej o amplitudzie drgań A = 16 μm (Moc dezintegratora 180 W oraz 1500 W)

**Table 3.** Values of chemical oxygen demand (COD) and volatile fatty acids (VFA) determined in excess sewage sludge liquid (Sludge A – organic dry mass 10.44 g/dm<sup>3</sup>) which underwent ultrasonic disintegration of the vibration amplitude A = 16 μm (power of sonicator: 180 W and 1500 W)

Czas sonifikacji, s	Dezintegrator UD-20 (Moc 180 W) Amplituda A = 16 μm				Dezintegrator VC-1500 (Moc 1500 W) Amplituda A = 16 μm			
	ChZT, mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	LKT mg CH <sub>3</sub> COOH /dm <sup>3</sup>	ChZT/ChZT <sub>0</sub>	LKT/LKT <sub>0</sub>	ChZT, mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	LKT mg CH <sub>3</sub> COOH /dm <sup>3</sup>	ChZT/ChZT <sub>0</sub>	LKT/LKT <sub>0</sub>
	0	100	72	-	-	100	72	-
30	205	81	2,1	1,1	689	202	6,9	2,8
60	210	85	2,1	1,2	745	218	7,5	3,0
90	350	92	3,5	1,3	804	244	8,0	3,4
120	380	98	3,8	1,4	818	235	8,2	3,3
150	428	118	4,3	1,6	954	244	9,5	3,4
180	460	125	4,6	1,7	892	269	8,9	3,7
210	510	135	5,1	1,9	1223	277	12,2	3,8
240	585	142	5,9	2,0	1424	328	14,2	4,6
270	680	145	6,8	2,0	1715	344	17,2	4,8
300	744	149	7,7	2,1	1987	370	19,9	5,1
330	750	152	7,5	2,1	2420	386	24,2	5,4
360	773	150	7,4	2,1	2900	403	29,0	5,6

**Tabela 4.** Wartości chemicznego zapotrzebowania tlenu (ChZT) oraz lotnych kwasów tłuszczowych (LKT) oznaczone w cieczy osadowej osadów nadmiernych (Osad B – sucha masa organiczna 8,78 g/dm<sup>3</sup>) poddanych dezintegracji ultradźwiękowej o amplitudzie drgań A = 8 μm (Moc dezintegratora 180 W oraz 750 W)

**Table 4.** Values of chemical oxygen demand (COD) and volatile fatty acids (VFA) determined in excess sewage sludge liquid (Sludge A – organic dry mass 8.78 g/dm<sup>3</sup>) which underwent ultrasonic disintegration of the vibration amplitude A = 8μm (power of sonicator: 180 W and 750 W)

Czas sonifikacji, s	Dezintegrator UD-20 (Moc 180 W) Amplituda A = 8 μm				Dezintegrator VC-750 (Moc 750 W) Amplituda A = 8 μm			
	ChZT, mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	LKT mg CH <sub>3</sub> COOH /dm <sup>3</sup>	ChZT/ChZT <sub>0</sub>	LKT/LKT <sub>0</sub>	ChZT, mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	LKT mg CH <sub>3</sub> COOH /dm <sup>3</sup>	ChZT/ChZT <sub>0</sub>	LKT/LKT <sub>0</sub>
	0	289	110	-	-	289	110	-
30	332	114	1,1	1,6	456	268	1,6	2,4
60	336	120	1,2	1,7	405	282	1,4	2,6
90	345	126	1,2	1,8	495	289	1,7	2,6
120	348	129	1,2	1,8	644	292	2,2	2,7
150	361	134	1,2	1,9	737	290	2,6	2,6
180	369	135	1,3	1,9	876	306	3,0	2,8
210	374	185	1,3	1,9	1041	314	3,6	2,9
240	389	138	1,3	2,0	1067	319	3,7	2,9
270	393	145	1,4	2,0	1277	323	4,4	2,9
300	377	148	1,3	2,0	1178	320	4,1	2,9
330	402	150	1,4	2,0	1249	331	4,3	3,0
360	406	152	1,4	2,0	1293	328	4,5	3,0



**Tabela 5.** Wartości chemicznego zapotrzebowania tlenu (ChZT) oraz lotnych kwasów tłuszczowych (LKT) oznaczone w cieczy osadowej osadów nadmiernych (Osad B – sucha masa organiczna 8,78 g/dm<sup>3</sup>) poddanych dezintegracji ultradźwiękowej o amplitudzie drgań A = 16 μm (Moc dezintegratora 180 W oraz 750 W)

**Table 5.** Values of chemical oxygen demand (COD) and volatile fatty acids (VFA) determined in excess sewage sludge liquid (Sludge A – organic dry mass 8.78 g/dm<sup>3</sup>) which underwent ultrasonic disintegration of the vibration amplitude A = 16 μm (power of sonicator: 180 W and 750 W)

Czas sonifikacji, s	Dezintegrator UD-20 (Moc 180 W) Amplituda A = 16 μm				Dezintegrator VC-750 (Moc 750 W) Amplituda A = 16 μm			
	ChZT, mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	LKT mg CH <sub>3</sub> COOH/dm <sup>3</sup>	ChZT/ChZT <sub>0</sub>	LKT/LKT <sub>0</sub>	ChZT, mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	LKT mg CH <sub>3</sub> COOH/dm <sup>3</sup>	ChZT/ChZT <sub>0</sub>	LKT/LKT <sub>0</sub>
0	267	109	-	-	267	109	-	-
30	432	187	1,6	1,7	1112	337	4,2	3,1
60	433	198	1,6	1,8	1010	365	3,8	3,3
90	526	209	2,0	1,9	1190	378	4,5	3,5
120	583	216	2,2	2,0	1489	384	5,6	3,5
150	780	224	2,9	2,1	1674	380	6,3	3,5
180	746	228	2,8	2,1	1752	412	6,6	3,8
210	819	230	3,1	2,1	2282	429	8,5	3,9
240	842	232	3,2	2,1	2534	438	9,5	4,0
270	919	237	3,4	2,2	2754	447	10,3	4,1
300	990	239	3,7	2,2	2756	440	10,3	4,0
330	955	240	3,6	2,2	2698	462	10,1	4,2
360	958	239	3,6	2,2	2787	457	10,4	4,2

#### 4. Podsumowanie

Poddanie osadów procesowi wstępnej obróbki ultradźwiękowej z wykorzystaniem procesorów o różnych mocach miało na celu wykazanie zależności pomiędzy wzrostem stopnia dezintegracji osadów a ich podatnością na biochemiczny rozkład w warunkach beztlenowych. Zaobserwowano wraz ze zwiększeniem mocy procesorów oraz amplitudy drgań pola UD wzrost stopnia upłynnienia cząstek osadów, wyrażony zwiększeniem wartości oznaczonych w cieczy osadowej wskaźników tj. ChZT oraz LKT (Tabela 6).

**Tabela 6.** Skuteczność działania procesorów ultradźwiękowych o różnej mocy określona w aspekcie procentowego przyrostu wartości ChZT oraz LKT w odniesieniu do wartości początkowych

**Table 6.** Sonicator efficiency of different power defined in terms of percentage increase of the value of COD and VFA in relation to initial values

Rodzaj procesora UD	Amplituda drgań pola UD							
	Osad A				Osad B			
	8 $\mu\text{m}$		16 $\mu\text{m}$		8 $\mu\text{m}$		16 $\mu\text{m}$	
	$\Delta\text{ChZT}^*$ %	$\Delta\text{LKT}^*$ %	$\Delta\text{ChZT}^*$ %	$\Delta\text{LKT}^*$ %	$\Delta\text{ChZT}^*$ %	$\Delta\text{LKT}^*$ %	$\Delta\text{ChZT}^*$ %	$\Delta\text{LKT}^*$ %
UD 20	71	23	87	52	26	24	78	66
VC 750	–	–	–	–	73	54	89	70
VCX 1500	92	62	97	82	–	–	–	–

$\Delta\text{ChZT}^*$  – procentowy przyrost wartości ChZT określony dla najkorzystniejszego czasu ekspozycji w odniesieniu do wartości ChZT oznaczonej w cieczy osadowej przed procesem dezintegracji ultradźwiękowej;

$\Delta\text{LKT}^*$  – procentowy przyrost wartości LKT określony dla najkorzystniejszego czasu ekspozycji w odniesieniu do wartości LKT oznaczonej w cieczy osadowej przed procesem dezintegracji ultradźwiękowej.

Na podstawie uzyskanych wyników badań sformułowano następujące wnioski:

- zwiększenie stopnia dezintegracji cząstek osadów następuje wraz ze wzrostem amplitudy drgań pola UD, wydłużeniem czasu sonifikacji, jak również zwiększeniem mocy procesora ultradźwiękowego,

- efektem zwiększenia podatności na biodegradację dezintegrowanych ultradźwiękowo osadów nadmiernych jest wzrost stężenia substancji organicznych w cieczy osadowej wyrażony zwiększeniem wartości chemicznego zapotrzebowania tlenu (ChZT) i lotnych kwasów tłuszczowych,
- w przypadku zastosowanego procesora ultradźwiękowego o mocy 1500 W uzyskano, dla amplitudy drgań pola UD  $A = 16 \mu\text{m}$ , w odniesieniu do procesora o mocy 180 W odpowiednio ok. 10% wzrost skuteczności dezintegracji osadów nadmiernych określony na podstawie przyrostu ChZT oraz ok. 30% wzrost skuteczności dezintegracji osadów nadmiernych określony na podstawie przyrostu LKT.
- w przypadku zastosowanego procesora ultradźwiękowego o mocy 750 W uzyskano, dla amplitudy drgań pola UD  $A = 16 \mu\text{m}$ , w odniesieniu do procesora o mocy 180 W odpowiednio ok. 11% wzrost skuteczności dezintegracji osadów nadmiernych określony na podstawie przyrostu ChZT oraz ok. 6% wzrost skuteczności dezintegracji osadów nadmiernych określony na podstawie przyrostu LKT.

*Badania przeprowadzono w ramach BG-401/402/10.*

## Literatura

1. **Brodawski M.:** *Dezintegracja ultradźwiękowa osadów*, Centrum Informacji Ekologicznej, [www.ekologia-info.eu](http://www.ekologia-info.eu)
2. **Gonze E., Pilot S., Valette E., Gonthier Y., Bernie A.:** *Ultrasonic treatment of an aerobic activated sludge in a batch reactor*, Chem. Eng. Process., 42, 965÷975, 2003.
3. **Jorand F., Zartarian F., Thomas F., Block J. C., Bottero J. Y., Villemin G., Urbain V., Manem J.:** *Chemical and structural (2D) linkage between bacteria within activated sludge flocks*, Water Res., 29, 1639÷1647, 1995.
4. **Kucharski B.:** *Zastosowania ultradźwiękowej dezintegracji osadu czynnego nadmiernego*, XIV Konferencja Naukowo-Techniczna, Aktualne problemy gospodarki wodno-ściekowej, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa-Ustroń, 248÷257, 2004.
5. **Tatsuo S., Kudo K., Nasu Y.:** *Anaerobic waste activated sludge digestion – a bioconversion mechanism and kinetic model*, Biotechnol. Bioeng., 41, 1082÷1091, 1993.

6. **Tiehm A., Nickel K., Neis U.:** *The use of ultrasound to accelerate the anaerobic digestion of sewage sludge*, *Wat. Sci. Technol.* 36(11), 121÷128, 1997.
7. **Tiehm A., Nikel K., Zellhorn M., Neis U.:** *Ultrasonic waste activated sludge disintegration for improving anaerobic stabilization*, *Water Res.*, 35(8), 2003÷2009, 2001.
8. **Wójtowicz S.:** *Fermentacja metanowa osadów ściekowych jako sposób otrzymywania biogazu i metoda utylizacji odpadów powstających w procesie oczyszczania ścieków*, *Ekologia i technika*, 14, 44÷49, 2006.
9. **Ying-Chin Chiu, Cheng-Nan Chang, Shwu-Juan Huang, Chao A.:** *Effect of ultrasonic and alkaline pretreatment on WAS characterization*, *J. Chinese Inst. Envi. Eng.*, 7(1), 25÷33, 1997.

## **Effect of Sonicator Power on the Biodegradability of Sewage Sludge**

### **Abstract**

Among methods of disintegration which are based on the physical phenomena, the use of ultrasonic active field acting due to the relatively low energy inputs, while a significant destructive force of ultrasonic field on the structure of medium-treated, technology is a promising solution. In addition, the method of sludge disintegration in ultrasonic field is called non-waste technology.

Submission of excess sludge conditioning by ultrasonic field (UD), increases the degree of their disintegration, and ultimately leads to initiate the process of sonolysis conditioning the course of hydrolytic phase of methane fermentation. Generation of volatile fatty acids, which are an important intermediate product of anaerobic stabilization process, already in pre-field ultrasonic sludge treatment leads to increased efficiency of acid digestion. The effect of increasing susceptibility to biodegradation of sediment is observed during the first days of fermentation faster and more intense generation of volatile fatty acids. Our results confirmed the correlation between the increase in acoustic power ultrasonic processor, used vibration amplitude and an increase in susceptibility, ultrasonic field disintegrated excess sludge, on the biodegradation. The greatest effectiveness of the ultrasonic field as a disintegration factor was observed for the processing of ultrasonic acoustic power 1500 W, for which after 360 seconds, the preparation of sludge with an amplitude of vibration of ultrasonic field 16  $\mu\text{m}$  were obtained approximately 97% increase in the value of chemical oxygen demand (COD) and about 82% increase in value in volatile fatty acids (VFA). Ultrasonic processor with power 180W and similar condi-

tions of preparation time, i.e. 360 s and the vibration amplitude of 16  $\mu\text{m}$  were obtained approximately 87% increase in the value of chemical oxygen demand (COD) and 52% increase in value in volatile fatty acids (VFA).