

Izabela PŁONKA, Barbara PIECZYKOLAN

*Institut Inżynierii Wody i Ścieków,
Politechnika Śląska w Gliwicach*

PORÓWNANIE METOD STABILIZACJI TLENOWEJ I BEZTLENOWEJ OSADÓW POKOAGULACYJNYCH

COMPARISON OF METHODS FOR AEROBIC AND ANAEROBIC STABILIZATION OF POST-COAGULATION SLUDGE

Effective treatment in the production processes of drinking water leads to the generation of waste. This waste is backwash water and post-coagulation sludge. Their properties depends on the season and thus the raw water quality, equipment used, including the dose and type of coagulant. The post-coagulation in spite of well-known opinions are characterized by a high proportion of organic matter 35-66% VS and showing a tendency to putrefy. This is due to secretion of unpleasant odors and can be troublesome for the environment. The study showed that the time putrefy post-coagulation sludge contains a very wide range from several minutes to several days. A wide range of time putrefy is associated with organic matter and parameters of devices used for sludge treatment. Keeping post-coagulation sludge in clarifiers or storage tanks significantly reduces the time putrefy. The stabilization is to prevent to putrefy of sludge, thereby reducing the nuisance of waste for the environment. During aerobic or anaerobic stabilization are reducing organic matter, which also leads to a reduction in solids. The paper presents the results of the research stabilization of post-coagulation sludge from two WTP's conducted under aerobic and anaerobic conditions. The higher loss of organic solids in the post-coagulation sludge obtained in the process of aerobic stabilization than of fermentation. The effectiveness of aerobic stabilization process depends largely on the duration. The best effect determined the degree of reduction of organic matter amounting to 19.2% and 17.3% were obtained after 14 days, respectively, for sludge of WTP I and WTP II. This ensures time to obtain sludge characterized by earthy smell and do not showing a tendency to putrefy. On the basis of fermentation research can be stated that the post-coagulation sludge inhibitory influence on the this process. The studies have produced a small production of biogas. This is related to the composition post-coagulation sludge that contain deleted from the raw water contamination and aluminum and sulfates which are components coagulants used in treatment processes.

1. Wprowadzenie

Efektywne oczyszczanie wody przeznaczonej do spożycia w procesach jej produkcji prowadzi do powstawania odpadów, które stanowią wody popłuczne i osady. Ich charakter zależy od pory roku a tym samym jakości wody surowej, stosowanych urządzeń, w tym również dawki i rodzaju koagulantu. Powstające w procesach produkcji wody osady pokoagulacyjne wbrew powszechnie znanym opiniom charakteryzują się wysokim udziałem substancji organicznych 35-66 % s.m. i wykazują tendencję do zagniwania. Wiąże się to z wydzielaniem przykrych zapachów i może być uciążliwe dla środowiska. Przeprowadzone badania własne wykazały, że czas zagniwania osadów pokoagulacyjnych zawiera się w bardzo szerokim zakresie od kilku minut do kilkunastu dni. Szeroki zakres czasu zagniwania jest związany z udziałem substancji organicznych oraz parametrów urządzeń stosowanych do przeróbki osadów. Przechowywanie osadów pokoagulacyjnych w osadnikach lub zbiornikach magazynowania znacznie skraca czas zagniwania. Stabilizacja ma na celu zapobieganie zagniwaniu osadu, a tym samym zmniejszenie uciążliwości tego odpadu dla środowiska. Podczas stabilizacji tlenowej lub beztlenowej redukują się substancje organiczne zawarte w osadzie, co prowadzi również do zmniejszenia suchej masy osadu. W referacie przedstawiono wyniki badań stabilizacji osadów pokoagulacyjnych przeprowadzonej w warunkach tlenowych i beztlenowych.

2. Metodyka i przedmiot badań

Przedmiot badań stanowiły osady powstające w wyniku oczyszczania wody oraz wód popłucznych w dwóch Zakładach Produkcji Wody (ZPW I i ZPW II). Zakłady te, różnią się stosowaną technologią oczyszczania wody oraz charakterem zbiorników powierzchniowych, z których ujmowana jest woda surowa. Zakład Produkcji Wody I (ZPW I) pobiera wodę z nieprzepływowego zbiornika powierzchniowego o pojemności 52 mln m³ i powierzchni 712 ha. Zbiornik jest zasilany poprzez pompownię wodą z rzeki. W momencie występowania dużych stężeń zanieczyszczeń w rzece pompowanie wody do zbiornika zostaje wstrzymane. Ciąg technologiczny oczyszczania wody składa się z procesów wstępnego ozonowania, koagulacji z zastosowaniem siarczanu glinu, sedymentacji w osadnikach, filtracji na filtrach kontaktowych, ozonowania pośredniego, filtracji przez złożę węgla aktywnego oraz dezynfekcji. W procesach oczyszczania wody powstają ścieki technologiczne z czyszczenia osadników, podczas płukania filtrów kontaktowych oraz w trakcie odpowietrzania i płukania filtrów z węglem aktywnym. Powstające ścieki technologiczne są oczyszczane w procesie koagulacji kontaktowej z udziałem siarczanu glinu. Oczyszczanie ścieków technologicznych prowadzi do powstawania osadów pokoagulacyjnych, które są gromadzone w zbiorniku magazynowania, a następnie mechanicznie odwadniane w prasie taśmowej [1,2]. W przypadku zakładu ZPW II woda surowa po wstępnej obróbce poddawana jest koagulacji przy użyciu Flokoru 1,2 A i polielektrolitu, a następnie zostaje oddzielona w osadnikach lamelowych w wyniku czego powstają osady pokoagulacyjne. Ich ilość waha się od 40 do 60 m³ osadu na 100000 m³ oczyszczonej wody. Z osadników osady pokoagulacyjne przepompowywane są do zbiorników magazynowania osadów. Z kolei oddzielona woda jest filtrowana przez filtry antracytowo-piaskowe, a następnie filtry węglowe.

Filtry są okresowo płukane. Wody z płukania filtrów stanowią tzw. ścieki technologiczne, które popularnie są zwane popłuczynami. Ilość powstających popłuczyn jest zależna od wielkości produkcji zakładu i częstotliwości płukań filtrów. Natomiast ilość płukania jest uzależniona od jakości wody surowej, a w szczególności od barwy, mętności, stężenia zawieszin oraz występowania zakwitów w zbiorniku. Wody popłuczne z płukania filtrów antracytowo-piaskowych i węglowych poddawane są wspólnie oczyszczaniu w procesie koagulacji z zastosowaniem siarczanu glinu w separatorach Lamella - Johnson. W separatorach zostają oddzielone osady pokoagulacyjne, które następnie są gromadzone w zbiornikach osadu umieszczonych bezpośrednio pod separatorem. Z tych zbiorników osady są cyklicznie przepompowywane do zbiorników magazynowania osadów, w których ulegają dalszemu zagęszczaniu grawitacyjnemu wspólnie z osadami z ciągu oczyszczania wody surowej [3].

Dla pobranych z ZPW osadów pokoagulacyjnych przeprowadzono w skali laboratoryjnej badania fermentacji w warunkach mezofilowych w temperaturze 37°C zgodnie z normą PN-75/C-04616/07 [4]. Aparatura do procesu fermentacji składała się z butelek o pojemności 0,5 dm³, połączonych z kolumnami do pomiaru ilości wytworzonego biogazu. Butelki przez okres 35 dni były umieszczone w termostacie umożliwiającym zapewnienie stałej temperatury. Ich zawartość mieszano dwa razy na dobę. Podczas trwania procesu fermentacji dokonywano odczytów objętości wydzielanego biogazu. Proces fermentacji prowadzono przy stałym udziale wagowym osadów pokoagulacyjnych wynoszącym 20% i 80% w mieszaninie z komunalnym osadem ściekowym. Jednocześnie każdorazowo procesowi fermentacji poddawano również sam osad ściekowy (100%). Wskaźnikami efektywności procesu fermentacji były:

- stopień ubytku suchej masy organicznej,
- intensywność wydzielania biogazu,
- ilość biogazu przypadająca na jednostkę dostarczonej i rozłożonej masy organicznej.

Z kolei proces stabilizacji tlenowej był prowadzony w układzie nieprzepływowym, w reaktorach o pojemności 2 dm³, które były zaopatrzone w system napowietrzania sprężonym powietrzem. Powietrze, wprowadzane przez porowaty dyfuzor ceramiczny, natleniało i jednocześnie zapewniało mieszanie zawartości reaktorów. Intensywność napowietrzania była dobrana tak, aby utrzymać stężenie tlenu rozpuszczonego powyżej 2 mg O₂/dm³. Procesowi stabilizacji tlenowej zostały poddane same osady pokoagulacyjne pochodzące z ZPW (100%). W celu oceny stopnia stabilizacji osadów pokoagulacyjnych kontrolowano:

- zawartość suchej masy ogólnej i organicznej,
- pH,
- uwodnienie osadu,
- zawartość rozpuszczonego tlenu w reaktorze przy użyciu sondy tlenowej,
- czas ssania kapilarnego (CSK).

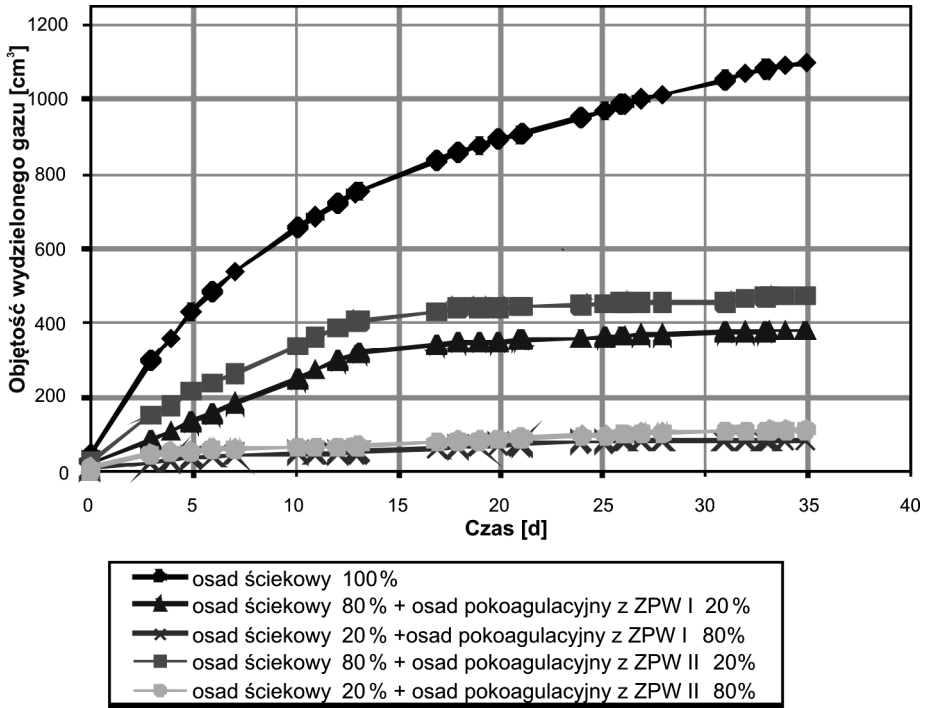
Wskaźnikiem postępu procesu stabilizacji tlenowej był stopień redukcji suchej masy organicznej. Całkowity czas trwania procesu stabilizacji tlenowej w celu usystematyzowania wyników został podzielony na okresy. Wyniki uzyskane w czasie krótszym do 11 dób przyporządkowano do pierwszego okresu stabilizacji, drugi okres procesu stanowił czas od 12 do 23 doby, natomiast powyżej 23 dób – trzeci okres.

Ponadto w badanych osadach i ich mieszaninach, zarówno przed jak i po procesach stabilizacji wykonywano oznaczenia suchej masy ogólnej, mineralnej i organicznej oraz uwodnienia zgodnie z normami PN-EN 12880 [5], PN-EN 12879 [6], a także pH wg normy PN-EN 12176 [8]. Ponadto wykonywano pomiary oporu właściwego filtracji i czasu ssania kapilarnego (CSK) [9,10].

3. Omówienie wyników badań

Wyniki badań fizyczno-chemicznych osadów pokoagulacyjnych, osadu ściekowego oraz mieszaniny tych osadów przed i po procesie fermentacji przedstawiono w tabeli 1. Osad ściekowy przed procesem stabilizacji beztlenowej charakteryzował się wyższym odczynem (pH 7,71) w stosunku do osadów pokoagulacyjnych (pH = 6,6 - ZPW I, pH = 6,48 - ZPW II). W związku z tym mieszaniny tych osadów w miarę wzrostu udziału osadów pokoagulacyjnych charakteryzowały się coraz niższym pH. Udział suchej masy organicznej (określanej jako strata przy prażeniu) w osadzie pokoagulacyjnym z ZPW I wynosił 49,0% s.m. z ZPW II - 51,3% s.m., a w osadzie ściekowym 63,0% s.m.. Wymieszanie tych osadów spowodowało zwiększenie udziału suchej masy organicznej do 62,3% i 53,0% s.m. dla ZPW I oraz do 62,4% i 54,8% s.m. dla ZPW II w miarę jak wzrastał udział osadu pokoagulacyjnego w mieszaninie odpowiednio do 20% i 80%. Mieszaniny osadów pokoagulacyjnych z osadem ściekowym charakteryzowały się niższym uwodnieniem, co spowodowane było znacznie niższym uwodnieniem osadu ściekowego (96,13%) w stosunku do osadów pokoagulacyjnych (powyżej 99%). Parametrami charakteryzującymi efektywność procesu fermentacji są intensywność wydzielania biogazu i stopień rozkładu substancji organicznych oceniany jako ubytek suchej masy organicznej. W wyniku przemian biochemicznych zachodzących w procesie fermentacji uzyskano obniżenie zawartości suchej masy organicznej. W przypadku samego osadu ściekowego ubytek suchej masy organicznej wyniósł 12,2%. Dla mieszaniny osadów ubytek suchej masy organicznej wyniósł 4,9 i 4,5% odpowiednio dla 20% i 80% udziału osadu pokoagulacyjnego z ZPW I oraz odpowiednio 5,9 i 4,9% dla osadu pokoagulacyjnego z ZPW II. Można zauważyć, że wraz ze wzrostem udziału osadu pokoagulacyjnego malał stopień rozkładu substancji organicznych. Było to związane z zawartością suchej masy organicznej w osadach poddanych fermentacji, a tym samym różnym udziałem substancji organicznych podatnych na beztlenowy rozkład. Po procesie fermentacji nastąpiło również nieznaczne obniżenie zawartości suchej masy ogólnej i wzrost uwodnienia w przefermentowanych osadach.

Efektom beztlenowego rozkładu związków organicznych w procesie fermentacji metanowej jest produkcja biogazu. Jego ilość i intensywność powstawania świadczą pośrednio o efektywności procesu fermentacji, jak również wskazują na ewentualne jego ograniczenia. W przeprowadzonych badaniach produkcja biogazu była zróżnicowana w zależności od udziału osadu pokoagulacyjnego i ściekowego (rys. 1), przy czym od początku intensywność wydzielania biogazu dla samego osadu ściekowego była najwyższa. W przypadku osadu ściekowego współczynnik wydzielania biogazu w przeliczeniu na kilogram doprowadzonej suchej masy organicznej był najwyższy i wyniósł 0,11 m³/kg s.m.o.dopr. Natomiast dla mieszaniny z osadami pokoagulacyjnymi współczynnik wydzielania biogazu był znacznie niższy i wyniósł od 0,04 do 0,06 m³/kg s.m.o.dopr.



Rys. 1. Sumaryczna objętość wydzielonego biogazu podczas fermentacji.

Fig. 1. Total volume of biogas generated during fermentation.

Tab. 1. Zestawienie wyników procesu fermentacji.

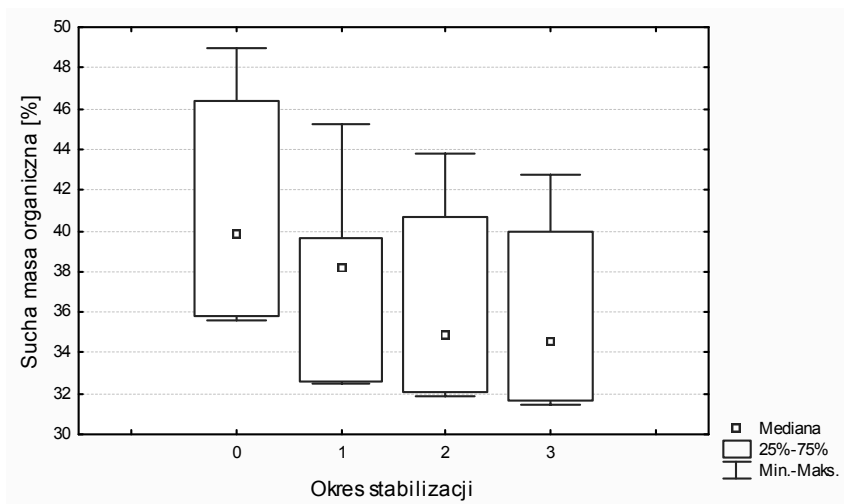
Tab. 1. Statement results of fermentation process.

Parametr	Jednostka	Pobrane osady		Mieszany osadów																		
		Osad pokoaagulacyjny KG	osad pokoaagulacyjny DZ	osad ściekowy		80% osad ściekowy + 20% osad pokoaagulacyjny KG	20% osad ściekowy + 80% osad pokoaagulacyjny KG	80% osad ściekowy + 20% osad pokoaagulacyjny DZ	20% osad ściekowy + 80% osad pokoaagulacyjny DZ													
				przed	po	przed	po	przed	po	przed	po											
Odczyn	pH	6,48	6,6	7,71	7,43	7,63	7,22	7,53	6,94	7,65	7,52	7,41										
Sucha masa	%	0,9	0,78	3,87	3,60	3,28	3,23	1,03	1,01	3,25	3,16	0,93										
	g/kg	9,0	7,8	38,7	36,0	32,8	32,3	10,3	10,1	32,5	31,6	9,3										
Sucha masa organiczna	%	51,3	49,0	63,0	60,1	62,4	60,5	54,8	53,3	62,3	60,9	53,0										
	g/kg	4,62	3,8	24,4	21,6	20,5	19,5	5,6	5,4	20,2	19,2	4,9										
Sucha masa mineralna	%	48,7	51,0	37,0	39,9	37,6	39,5	45,2	46,7	37,7	39,1	47,0										
	g/kg	4,38	4,0	14,3	14,4	12,3	12,8	4,7	4,7	12,3	12,4	4,4										
Ubytek suchej masy	%	-	-	7,1		3,2		2,2		2,7		2,1										
Ubytek suchej masy organicznej	%	-	-	12,2		5,9		4,9		4,9		4,5										
Współczynnik wydzielania biogazu	m ³ /kg s.m.o. rozł.	-	-	0,92		0,98		0,97		0,95		0,89										
Współczynnik wydzielania biogazu	m ³ /kg s.m.o. dopr.	-	-	0,11		0,06		0,05		0,05		0,04										
Uwodnienie	%	99,1	99,22	96,13	96,4	96,72	96,77	98,97	98,99	96,75	96,84	99,07	99,08									
Opór właściwy filtracji	m/kg	I: 6,5×10 ¹² II: 1,6×10 ¹³ III: 1,1×10 ¹⁴	I: 1,6×10 ¹² II: 8,4×10 ¹² III: 5,2×10 ¹³			I: 7,0×10 ¹³ II: 2,4×10 ¹⁴ III: 9,5×10 ¹⁵	I: 7,8×10 ¹² II: 2,7×10 ¹³ III: 1,4×10 ¹⁴	I: 2,6×10 ¹³ II: 1,1×10 ¹⁴ III: 5,1×10 ¹⁵	I: 4,8×10 ¹² II: 1,2×10 ¹³ III: 9,8×10 ¹⁴													
CSK	sek.	104	48	3650	2280		894	606	606	262	262	113	113									

W przeprowadzonych badaniach określono również wpływ procesów stabilizacji na właściwości filtracyjne osadów. Osady pokoagulacyjne z ZPW I i ZPW II oraz osad ściekowy charakteryzowały się różnymi wartościami CSK – odpowiednio 48, 104 i 3650 sekund. Tak więc osad ściekowy w porównaniu z osadami pokoagulacyjnymi posiadał znacznie gorsze właściwości oddawania wody. Wymieszanie tych osadów spowodowało zmniejszenie CSK wraz ze wzrostem udziału osadów pokoagulacyjnych. Przeprowadzone pomiary oporu właściwego wykazały, że badane osady charakteryzowały się trzema fazami filtracji. Osady pokoagulacyjne posiadały jednak niższe wartości oporu właściwego od osadu ściekowego zwłaszcza dla fazy I (w której usuwana była woda wolna): $1,6 \times 10^{12}$ m/kg – ZPW I oraz $6,5 \times 10^{12}$ m/kg – ZPW II. Mniejsze różnice wartości zaobserwowano dla fazy II odpowiednio: $0,8 \times 10^{13}$, $1,6 \times 10^{13}$ i fazy III: $0,5 \times 10^{14}$ i $1,1 \times 10^{14}$ m/kg. Dla osadu ściekowego wartości oporu właściwego dla poszczególnych faz wynosiły odpowiednio: $8,8 \times 10^{13}$, $4,3 \times 10^{14}$ i $9,7 \times 10^{15}$ m/kg. W przypadku mieszanin osadów ściekowego z osadami pokoagulacyjnymi pomiar oporu właściwego wykazał, że wraz ze wzrostem udziału osadów pokoagulacyjnych, mieszaniny tych osadów charakteryzowały się niższym oporem, co wskazuje na lepsze właściwości filtracyjne w porównaniu do samego osadu ściekowego. Porównując wyniki badań osadów przed i po procesie fermentacji można zauważyć, iż w wyniku tego procesu nastąpiła poprawa właściwości filtracyjnych osadu, a tym samym polepszenie zdolności osadu do odwadniania. Świadczą o tym niższe wartości CSK i oporu właściwego filtracji uzyskane dla osadów przefermentowanych.

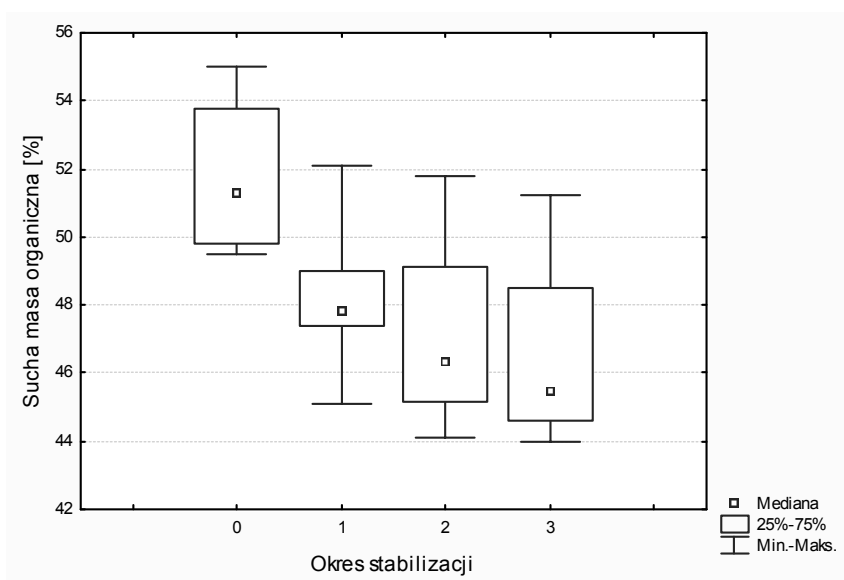
Osady pokoagulacyjne z ZPW I i ZPW II poddano również badaniom stabilizacji tlenowej a otrzymane wyniki przedstawiono w tabeli 2. Osady pokoagulacyjne przed procesem stabilizacji charakteryzowały odczynem w zakresie 5,60 – 7,65 (ZPW I) oraz 5,52 – 7,94 (ZPW II). Udział suchej masy organicznej (określonej jako strata przy prażeniu) w osadach pokoagulacyjnych z ZPW I wynosił 31,5 – 49,0% s.m., natomiast w przypadku osadów pokoagulacyjnych z ZPW II utrzymywał się na wyższym poziomie od 44,0% do 55,0% s.m.. Parametrem charakteryzującym efektywność procesu stabilizacji tlenowej jest stopień rozkładu substancji organicznych oceniany jako ubytek suchej masy organicznej. Podczas procesów stabilizacji prowadzonych w warunkach tlenowych w badanych osadach uzyskiwano obniżenie zawartości suchej masy organicznej. W przypadku osadu z ZPW I w pierwszym okresie procesu uzyskiwano ubytek suchej masy organicznej wynoszący 11,8 – 17,4%, natomiast w drugim i trzecim okresie odpowiednio 14,0 – 19,2% i 14,6 – 20,3%. Stabilizacja tlenowa osadu pokoagulacyjnego z ZPW II spowodowała redukcję suchej masy organicznej wynoszącą 6,6 – 14,7% w pierwszym okresie, 10,5 – 17,3% w drugim oraz 11,9 – 19,6% w trzecim. Stwierdzono, że stopień mineralizacji był zależny od czasu trwania procesu, co zostało potwierdzone statystycznie (rys. 2-3). Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała, że wraz z wydłużeniem czasu napowietrzania wzrastał ubytek suchej masy organicznej ($p < 0,05$).

W procesach stabilizacji osadów pokoagulacyjnych prowadzonych w warunkach tlenowych uzyskano ustabilizowane osady. Osady te jednak charakteryzowały się gorszymi właściwościami filtracyjnymi niż osady przed procesem stabilizacji tlenowej. Zaobserwowano, że wraz z wydłużeniem czasu napowietrzania wzrastał czas ssania kapilarnego, co świadczyło o zmniejszeniu szybkości oddawania wody osadowej w procesie odwadniania i wskazywało na pogorszenie właściwości filtracyjnych ustabilizowanych osadów.



Rys. 2. Zmiany suchej masy organicznej w procesie stabilizacji tlenowej osadów pokoagulacyjnych z ZPW I.

Fig 2. Change VS in aerobic stabilization process of post-coagulation sludge from WTP I.



Rys. 3. Zmiany suchej masy organicznej w procesie stabilizacji tlenowej osadów pokoagulacyjnych z ZPW II.

Fig 3. Change VS in aerobic stabilization process of post-coagulation sludge from WTP II.

Tab. 2. Zestawienie wyników stabilizacji tlenowej.

Tab. 2. Statement results of aerobic stabilization process.

Miesiąc	Okres stabilizacji	Doba stabilizacji	Odczyn	Stężenie tlenu w komorze napowietrzania	Sucha masa ogólna	Sucha masa organiczna	Sucha masa mineralna	Ubytek suchej masy ogólnej	Ubytek suchej masy organicznej	CSK
		d	pH	[mg O ₂ /dm ³]	g/kg	%	%	%	%	sekundy
Osad pokoagulacyjny z ZPW I										
XI	0	0	6,60	-	7,8	49,0	51,0	-	-	48
	1	7	7,15	8,0	7,42	45,2	54,8	4,5	11,8	53
	2	14	7,45	8,5	7,28	43,8	56,2	6,7	16,1	58
	3	30	7,65	8,5	7,16	42,7	57,3	8,2	19,5	64
I	0	0	6,38	-	6,43	43,7	56,3	-	-	35
	1	3	7,21	8,5	6,17	39,6	60,4	4,0	13,2	51
	1	7	7,39	8,5	6,08	38,2	61,8	5,4	17,4	56
	2	14	7,16	8,0	6,04	37,6	62,4	6,1	19,2	61
	3	40	7,03	8,1	6,02	37,2	62,8	6,4	20,3	94
II	0	0	5,92	-	8,76	36,0	64,0	-	-	40
	1	10	6,54	9,1	8,45	32,5	67,5	3,5	12,7	64
	2	21	6,61	11,6	8,42	32,2	67,8	3,9	14,0	79
	3	40	6,82	9,6	8,39	31,9	68,1	4,2	14,9	84
III	0	0	5,6	-	11,1	35,6	64,4	-	-	50
	1	10	6,66	5,8	10,76	32,6	67,4	3,1	12,5	62
	2	25	6,92	7,8	10,68	31,9	68,1	3,8	14,8	75
	3	45	6,95	7,0	10,62	31,5	68,5	4,3	16,5	78
Osad pokoagulacyjny z ZPW II										
XI	0	0	6,74	-	3,6	49,5	50,5	-	-	85
	1	7	7,45	8,0	3,5	47,4	52,6	2,8	6,7	91
	2	14	7,52	8,5	3,42	46,2	53,8	5,0	11,2	104
	3	30	7,58	9,0	3,36	45,2	54,8	6,7	14,6	212
I	0	0	6,84	-	2,72	50,1	49,9	-	-	77
	1	3	7,78	9,0	2,66	47,8	52,2	2,2	6,6	95
	1	7	7,94	8,6	2,58	45,1	54,9	5,1	14,7	148
	2	14	7,93	9,3	2,56	44,1	55,9	5,9	16,9	158
	3	40	7,36	8,1	2,55	44,0	56,0	6,3	17,6	357
II	0	0	5,52	-	8,86	55,0	45,0	-	-	88
	1	10	7,14	9,5	8,45	52,1	47,9	4,6	9,7	255
	2	21	7,23	10,8	8,42	51,8	48,2	5,0	10,5	282
	3	40	7,28	11,9	8,37	51,2	48,8	5,5	11,9	352
III	0	0	6,48	-	6,60	52,5	47,5	-	-	61
	1	7	7,56	9,5	6,30	49,0	51,0	4,5	10,7	78
	2	14	7,58	10,5	6,15	46,5	53,5	6,8	17,3	82
	3	30	7,62	11,0	6,07	45,8	54,2	8,0	19,6	128

4. Podsumowanie

Wyższy ubytek suchej masy organicznej w badanych osadach pokoagulacyjnych uzyskiwano w procesach stabilizacji tlenowej niż w przypadku fermentacji. Efektywność procesu stabilizacji prowadzonego w warunkach tlenowych w dużym stopniu zależała od czasu trwania. Proces stabilizacji tlenowej osadów pokoagulacyjnych prowadzony w czasie krótszym od 12 dni skutkował redukcją masy organicznej, maksymalnie do 17,4% dla osadów z ZPW I oraz do 14,7% dla osadów z ZPW II. W przypadku stabilizacji tlenowej osadów z ZPW I w okresie od 12 do 23 doby uzyskiwano ubytek suchej masy organicznej w zakresie od 14,0% do 19,2% przy początkowej zawartości suchej masy organicznej w osadzie odpowiednio 36,0% s.m. i 43,7% s.m.. Z kolei wyniki badań stabilizacji tlenowej osadów pokoagulacyjnych z ZPW II w okresie od 12 do 23 doby wykazywały ubytek suchej masy organicznej wynoszący od 10,5% dla osadu zawierającego początkowo 55,0% s.m.o., do 17,3% dla 52,5% s.m.o. Najlepszy efekt stabilizacji określony stopniem redukcji masy organicznej wynoszący 19,2% i 17,3% uzyskano po 14 dniach stabilizacji odpowiednio dla osadu z ZPW I i z ZPW II. Taki czas napowietrzania zapewniał uzyskanie osadów charakteryzujących się ziemistym zapachem i niewykazujących tendencji do zagniwania.

Efektywność stabilizacji tlenowej zależała również od właściwości osadów poddanych procesowi. Osad pokoagulacyjny z ZPW I charakteryzował się w miarę stałym udziałem suchej masy organicznej ok. 40% s.m.. W przypadku osadów pokoagulacyjnych z ZPW II obserwowano znaczne wahania zawartości suchej masy organicznej od 44,0% s.m. do 55,0% s.m.

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań stabilizacji beztlenowej można stwierdzić, że osady pokoagulacyjne wpływały hamująco na proces fermentacji. Jest to związane ze składem osadów pokoagulacyjnych, które zawierają usunięte z wody surowej zanieczyszczenia oraz glin i siarczany będące składnikami stosowanych w procesach oczyszczania koagulantów. Zarówno jony glinu, jak i jony siarczanowe wpływają na przebieg procesu fermentacji. W przeprowadzonych badaniach zaobserwowano niższy stopień inhibicji procesu fermentacji w przypadku mieszanin z udziałem osadów pokoagulacyjnych z ZPW II, w którym do oczyszczania wody jest stosowany Flokor 1,2 A, a do oczyszczania ścieków technologicznych siarczan glinu. Natomiast w ZPW I zarówno w procesach koagulacji wody, jak i ścieków technologicznych stosowany jest siarczan glinu. Rodzaj użytego koagulantu bezpośrednio wpływał na skład powstających osadów pokoagulacyjnych. Wyniki badań obecności jonów glinu w osadach wykazały ich wyższe stężenie w osadzie pochodzącym z ZPW I. Ponadto osady pokoagulacyjne w swoim składzie zawierają siarczany, które również w dużych stężeniach mogą hamować proces fermentacji. Inhibicja spowodowana jest faktem, że przepływ atomów węgla i elektronów podczas mineralizacji jest skierowany w stronę produkcji H_2S , a nie CH_4 . Substraty bakterii metanogennych w obecności siarczanów są efektywniej rozkładane przez bakterie redukujące siarczany niż przez bakterie metanogenne [10]. Powoduje to wzrost populacji bakterii redukujących siarczany kosztem gatunków metanogennych.

Obecnie w kraju nie ma jednoznacznego kryterium określającego stopień stabilizacji osadów ściekowych. Według Agencji Ochrony Środowiska Stanów Zjednoczonych stopień ustabilizowania zależy od stopnia zmniejszenia zawartości suchej masy organicznej w procesie stabilizacji. Zgodnie z tym kryterium ubytek suchej masy organicznej powinien wynosić co najmniej 38% [11, 12]. Według innych autorów [13-15] zmniejszenie zawartości suchej masy organicznej w osadzie podczas stabilizacji tlenowej

wynoszące 30% jest wystarczające do pełnego ustabilizowania osadu ściekowego. Analizując uzyskane wyniki badań stabilizacji osadów pokoagulacyjnych oraz biorąc pod uwagę powyższe kryteria stwierdzono, iż procesy te są mało efektywne. Uzyskiwana redukcja suchej masy organicznej była niska i niezadowalająca. Jednak porównując uzyskane wyniki badań stwierdzono, że proces stabilizacji tlenowej był skuteczniejszy w porównaniu z procesem fermentacji metanowej. W przypadku stabilizacji tlenowej (w zbliżonym czasie jak dla fermentacji) uzyskiwano lepszy efekt mineralizacji osadów pokoagulacyjnych, w wyniku wyższego stopnia rozkładu substancji organicznych. Jednak bazując na podanych w literaturze kryteriach dotyczących stopnia ustabilizowania osadów ściekowych oraz na podstawie uzyskanych wyników badań można stwierdzić, że biochemiczne procesy stabilizacji, takie jak fermentacja i stabilizacja tlenowa w przypadku osadów pokoagulacyjnych są procesami nieskutecznymi, gdyż w żadnym przypadku nie uzyskano 30% ubytku suchej masy organicznej w osadzie. Biorąc pod uwagę również fakt, że procesy stabilizacji biochemicznej są procesami wymagającymi dostarczania energii można stwierdzić, że ich stosowanie jako metody stabilizacji osadów pokoagulacyjnych jest nieoptyczne. Z drugiej strony wysoka zawartość substancji organicznych w tych osadach wymaga jednak stosowania efektywnych procesów ich stabilizacji.

Bibliografia

- [1] <http://www.gpw.katowice.pl/load.php>
- [2] Fukas-Płonka Ł., Płonka I., Płonka A., Janik M.: Rozwiązanie problemu popłuczyn i osadów w Zakładzie Produkcji Wody „Dzieńkowice”. Materiały XIX Krajowej, VII Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej: „Zaopatrzenie w wodę, jakość i ochrona wód”, Poznań-Zakopane, Wielkopolski Oddział PZITS, 2006, tom II, pp. 129-138.
- [3] Płonka I., Płonka A., Horzela J.: Odwadnialność osadów SUW Kozłowa Góra. Sympozjum Ogólnokrajowe: Ochrona wód, gospodarka wodna, zaopatrzenie w wodę i odprowadzenie ścieków, HYDROPREZENTACJE IX, Ustroń, 2006.
- [4] Polski Komitet Normalizacji i Miar: Badania specjalne osadów. Oznaczanie zdolności osadów do fermentacji i stopnia ich przefermentowania w warunkach statycznych i w procesie ciągłym, PN-75 C-04616/07.
- [5] Polski Komitet Normalizacyjny: Charakterystyka osadów ściekowych. Oznaczanie suchej pozostałości i zawartości wody, PN-EN 12880, Wrzesień 2004.
- [6] Polski Komitet Normalizacyjny: Charakterystyka osadów ściekowych. Oznaczanie straty przy prażeniu suchej masy osadu, PN-EN 12879, Wrzesień 2004.
- [7] Polski Komitet Normalizacyjny: Charakterystyka osadów ściekowych. Oznaczanie wartości pH, PN-EN 12176, Warszawa 2004.
- [8] Polski Komitet Normalizacyjny: Charakterystyka osadów ściekowych. Właściwości filtracyjne. Część 1: Czas ssania kapilarnego CST, PE-EN ISO 14701-1, maj 2007.

- [9] Polski Komitet Normalizacyjny: Charakterystyka osadów ściekowych. Właściwości filtracyjne. Część 2: Oznaczanie oporu właściwego filtracji, PE-EN ISO 14701-2, maj 2007.
- [10] Kempa J.: Wpływ wybranych związków glinu żelaza na fermentację metanową osadów ściekowych, rozprawa doktorska, Wrocław 1985.
- [11] Oleszkiewicz J., Dymaczewski Z., Sozański M.: Poradnik eksploatatora oczyszczalni ścieków, Wielkopolski Oddział PZITS, LEM, Poznań 1997.
- [12] Borowski S.: Tlenowa stabilizacja termofilowa osadów ściekowych, *Ochrona Środowiska*, 4 (79), 2000, s. 21.
- [13] Kelly H. G., Melcer H., Mavinic D. S.: Autothermal thermophilic aerobic digestion of municipal sludges: A one-year, full-scale demonstration project, *Wat. Env. Research*, 1993, Vol. 65, No. 4, pp.849.
- [14] Schönerklee M., Koch F., Hagenrärke D.: A study of aerobic thermophilic treatment of sewage sludge. *Materiały Konferencji: Osady ściekowe – odpad czy surowiec?*, Politechnika Częstochowska, Częstochowa 1997.
- [15] Woliński W. K.: Aerobic thermophilic sludge stabilization using air, *Journal Water Pollution Control*, 1985, Vol. 84, pp. 433.