

KAMILA HRUT, TOMASZ KAMIZELA*

**WPLYW WARUNKÓW FLOKULACJI NA PODATNOŚĆ NA
ODWADNIANIE OSADÓW KONDYCJONOWANYCH DUALNĄ
METODĄ CHEMICZNĄ**

Streszczenie

W pracy przedstawiono zmiany podatności na odwadnianie osadów dualnie kondycjonowanych w zależności od warunków flokulacji oraz dawki polielektrolitu. Wykazano, iż osady mieszane przez okres 24 godzin w celu odgazowania charakteryzują się większą podatnością na odwadnianie w porównaniu z osadami poddanymi 24 godzinnej flokulacji koagulantem.

Słowa kluczowe: komunalne osady ściekowe, dualne kondycjonowanie, podatność na odwadnianie, warunki flokulacji

WPROWADZENIE

Hybrydowe kondycjonowanie osadów ściekowych oparte na dozowaniu koagulantu PIX oraz polimeru organicznego jest obecnie stosowaną doraźnie metodą kondycjonowania, szczególnie w przypadku problemów eksploatacyjnych z odwadnianiem osadów komunalnych. Ogólnie, zastosowaniu koagulantu PIX przypisuje się zadanie neutralizacji ładunku powierzchniowego cząstek. Polielektrolit natomiast traktuje się jako czynnik sieciujący umożliwiający aglomerację cząstek.

Zasadniczą wadą tej metody jest jej niestabilna efektywność oraz koszty, rekompensowane jedynie w przypadku mechanicznego suszenia osadów poprzez organicznie zużycia medium grzewczego. Ponadto, w chwili obecnej nie istnieją „reguły technologiczne i projektowe” dotyczące kondycjonowania osadów metodą dualną. W tej sytuacji wymagane jest przeprowadzenie testów w skali laboratoryjnej, identyfikujących najistotniejsze zmienne operacyjne procesu dualnego kondycjonowania.

* Politechnika Częstochowska, Instytut Inżynierii Środowiska

Przypuszcza się, że metoda dualnego kondycjonowania osadów jest uzależniona od parametrów uszeregowanym kluczem: charakterystyka osadów, warunki destabilizacji cząstek koagulantem oraz warunki flokulacji polielektroli-tem.

W niniejszej pracy przedstawiono zmiany podatności na odwadnianie osadów kondycjonowanych hybrydową metodą chemiczną w zależności od warunków flokulacji oraz dawki polielektrolitu.

SUBSTRAT BADAŃ

Substratem do badań były przefermentowane osady ściekowe pochodzące z Centralnej Oczyszczalni Ścieków WARTA S.A. w Częstochowie. Do oczyszczalni dopływają ścieki komunalne, a proces oczyszczania bazuje na biologicznej defosfatacji oraz usuwaniu związków azotu i fosforu. Przepływ ścieków kształtuje się na poziomie 45000 m³/d, natomiast ilość wyprodukowanych osadów ściekowych w postaci granulatu wynosi ok. 9 t/d. Wybrane właściwości osadów pobranych do badań przedstawiono w tabeli 1.

Tab. 1. Wybrane właściwości fizykochemiczne badanych osadów ściekowych
Tab. 1. Selected physicochemical properties of sewage sludge investigated

Parametr	Wartość średnia	Odchylenie standardowe
Kwasowość [mval/dm ³]	11.42	0,68
Zasadowość [mg CaCO ₃ /dm ³]	4294	71
pH	7.16-7.68	-
Czas ssania kapilarnego [s]	1577	163
Sucha masa [%]	2.25	0,28
Sucha masa organiczna [% s.m.]	61.85	3,12

METODYKA BADAŃ

W celu kondycjonowania pobranych osadów zastosowano metodę hybrydową, polegającą na dozowaniu polimeru organicznego poprzedzonego wstępnym dawkowaniem koagulantu mineralnego. Do badań użyto następujących środków kondycjonujących:

- nieorganiczne koagulanty żelazowe:
 - PIX 113
 - PIX 113 rozcieńczony

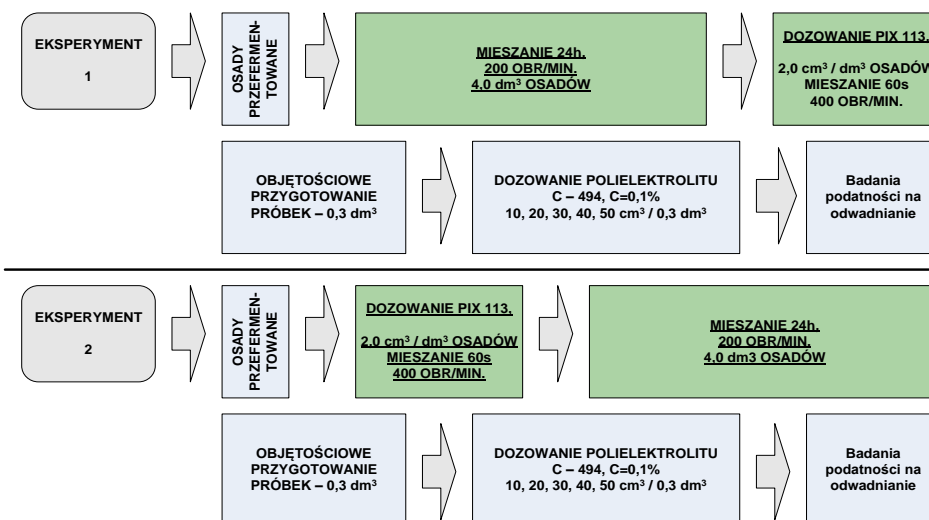
- polielektrolit Superfloc C-494 o stężeniu roboczym 0,1%

Tab. 2. Charakterystyka zastosowanych środków kondycjonujących

Tab 2. Characteristic of used conditioners

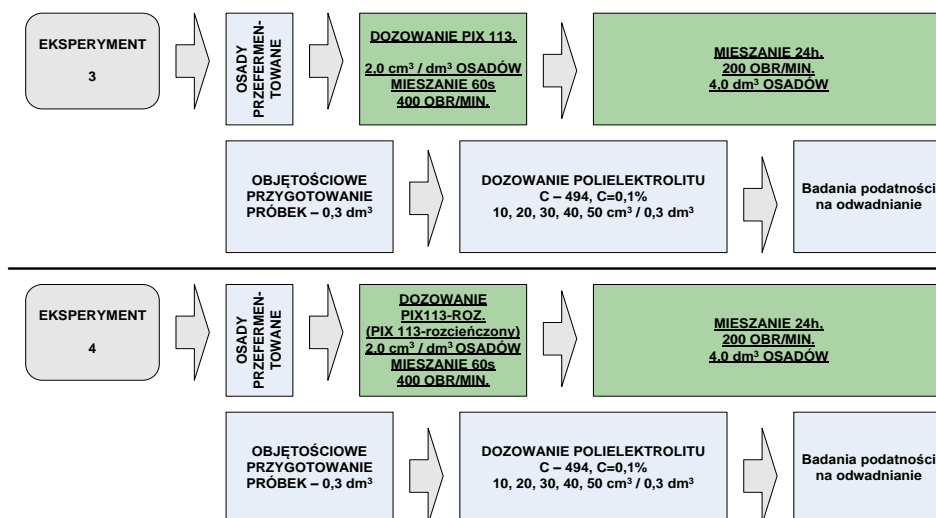
PIX 113	
Żelazo ogólne [%]	11,8
Gęstość [kg/m ³]	1570
PIX 113 - ROZ	
Żelazo ogólne [%]	10,16
Gęstość [kg/m ³]	1432
SUPERFLOC C-494	
Kationowość	slabo-kationowy
Lepkość w 25°C	100 mPa·s

Badania podzielono na 4 eksperymenty (rys.1, rys. 2) wynikające ze sposobu flokulacji cząstek oraz zastosowanego koagulanta. Eksperymenty zaplanowane zostały w sposób umożliwiający ich porównanie w dwóch grupach: pierwsza to zestawienie eksperymentów 1 i 2, druga z kolei stanowi porównanie eksperymentów 3 i 4.



Rys. 1. Schemat postępowania badawczego (eksperyment 1 i 2)

Fig. 1. Plan of the research procedure (experiment 1 and 2)



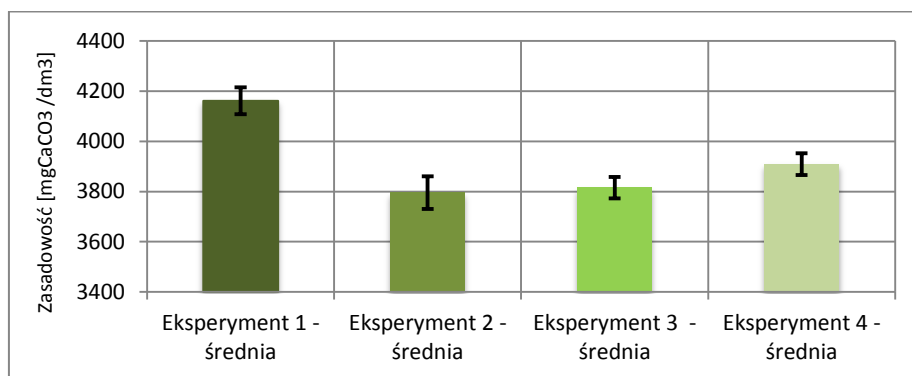
Rys. 2. Schemat postępowania badawczego (eksperyment 3 i 4)
Fig. 2. Plan of the research procedue (experiment 3 and 4)

Oznaczenia analityczne stosowane w trakcie prowadzonych badań realizowano w oparciu o następujące metody:

- Oznaczenie strat przy prażeniu suchej masy osadu według PN-EN 12879,
- Oznaczenie suchej pozostałości i zawartości wody według PN-EN 12880,
- Oznaczenie czasu ssania kapilarnego (CST) PN-EN 14701-1,
- Oznaczenie pH, kwasowości i zasadowości ogólnej według PN-91/C-04540.05

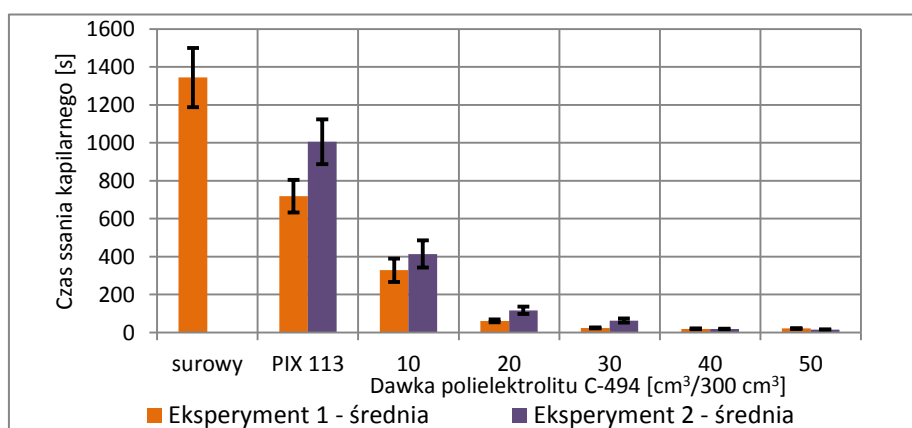
WYNIKI BADAŃ

Parametrem, który ma istotne znaczenie w kondycjonowaniu osadów metodą chemiczną jest ich zasadowość. W przypadku osadów przymieszanych wartości tego parametru kształtują się na poziomie $(2-6) \cdot 10^3$ mg CaCO₃/dm³ [Podjedworna 2008]. Osady, charakteryzujące się wysoką zasadowością zazwyczaj wymagają dozowania większych dawek środków kondycjonujących. Na podstawie analizy wartości zasadowości (rys. 3) zaobserwowano, że dodatek środków kondycjonujących spowodował spadek zasadowości średnio o 8,5% w przypadku PIX 113 i 6% po zastosowaniu PIX 113 rozcieńczonego. Wraz z przedstawionymi poniżej wynikami pomiarów czasu ssania kapilarnego stwierdzono, że zasadowość badanych osadów nie miała istotnego wpływu na przebieg procesu kondycjonowania.



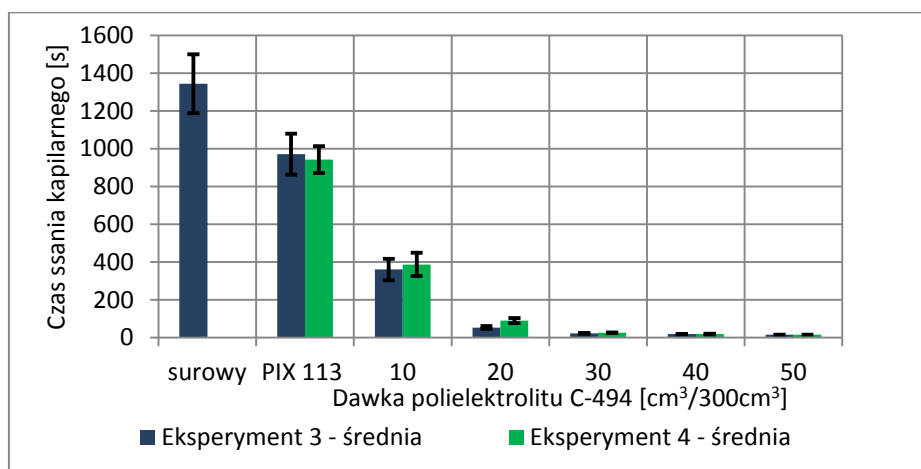
Rys. 3. Zasadowość badanych osadów
Fig. 3. Alkalinity of researched sludge

Porównanie czasu ssania kapilarnego osadów poddanych różnym warunkom kondycjonowania (rys. 4) pozwoliło stwierdzić znaczący wpływ czasu flokulacji na kształtowanie podatności na odwadnianie osadów dualnie kondycjonowanych. Osady poddane 24 godzinnej flokulacji cząstek koagulantem PIX 113 (eksperyment 2) charakteryzowały się znacznie mniejszą podatnością na odwadnianie, zarówno w układzie samodzielnym, jak i hybrydowym (z polielektrolitem), w porównaniu z osadami poddanymi 24 godzinnemu odgazowaniu przed dawkowaniem koagulanta (eksperyment 1). Za optymalną objętościowo uznano dawkę 20 cm³ na 300 cm³ osadów, która pozwoliła uzyskać wartości CSK wynoszące 61 s dla eksperymentu 1 i 117 s dla eksperymentu 2, co stanowi spadek w porównaniu do osadu surowego odpowiednio o 95,5% i 91,3%.



Rys. 3. Wartości CSK dla eksperymentów 1 i 2
Fig. 3. CSK values for the experiments 1 and 2

Na podstawie analizy porównawczej wartości CSK osadów poddanych działaniu dwóch koagulantów różniących się zawartością żelaza i gęstością (rys. 4) stwierdzono, że podatność na odwadnianie osadów kondycjonowanych PIX 113 (eksperyment 3) i PIX 113-rozcieńczonym (eksperyment 4) była porównywalna, jednakże zastosowanie koagulanta o wyższej zawartości żelaza pozwoliło uzyskać nieznacznie wyższą podatność osadów na procesy rozdziału fazy stałej. Na podstawie samych tylko testów CSK, pozwalających jedynie na ogólną ocenę jakościową, nie jest możliwe jednoznaczne porównanie efektywności tych dwóch koagulantów. W dalszym toku badań należy przeprowadzić analizę oporu właściwego filtracji, który stanowi wiarygodniejszą miarę podatności osadów na odwadnianie w warunkach przyłożonej siły.



Rys. 4. Wartości CSK dla eksperymentów 3 i 4
Fig. 4. CSK values for the experiments 3 and 4

Należy zwrócić uwagę na fakt, że na podstawie przeprowadzonych badań nie zaobserwowano efektu przedawkowania, zjawiska polegającego na spadku podatności na odwadnianie po przekroczeniu najkorzystniejszej dawki polielektrolitu.

Po dokonaniu przeliczeń dawek objętościowych na masowe (tab. 3) zauważono, że zastosowanie hybrydowej metody kondycjonowania pozwoliło osiągnąć dwukrotną redukcję dawki polielektrolitu w porównaniu z dawkami powszechnie stosowanymi w praktyce eksploatacyjnej, bazującej na metodzie polimerycznej. Dawka wybrana jako optymalna wynosząca 30 cm³/300 cm³ osadów, odpowiada 4,55 g/kg s.m., podczas gdy w praktyce eksploatacyjnej dawki wahają się w granicach 4-8 g/kg s.m. [Czekała i in. 2013], najczęściej jednak oscylują wokół wartości 10-11 g/kg s.m. [Ciborowski 2010].

Tab. 3. Przeliczenia stosowanych dawek

Tab. 3. The conversion of the used doses

DAWKI	PIX 113	PIX 113-ROZ	POLIELEKTROLIT C-494				
Objętość dozowanego koagulantu, cm ³	8	8	10	20	30	40	50
Gęstość, kg/dm ³	1,565	1,432					
Stężenie, %	-	-	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Objętość osadów, dm ³	4,0	4,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Dawka objętościowa, cm ³ /dm ³	2,0	2,0	33,3	66,6	99,9	133,2	166,5
Dawka, g/dm ³	3,1300	2,8640	0,0333	0,0666	0,0999	0,1332	0,1665
Dawka masowa, g/kg s.m.	142,47	130,36	1,52	3,03	4,55	6,06	7,58

WNIOSKI

Otrzymane wyniki badań pozwalają sformułować następujące wnioski:

- Warunki flokulacji są czynnikiem odgrywającym istotną rolę w kształtowaniu podatności na odwadnianie osadów dualnie kondycjonowanych. Korzystniejsze jest 24 godzinne mieszanie osadów, w celu ich odgazowania, podobnie jak ma to miejsce w otwartych komorach fermentacji w ciągu technologicznym oczyszczalni ścieków, aniżeli 24 godzinna flokulacja cząstek koagulantem.
- Zastosowanie hybrydowej metody kondycjonowania pozwala na dwukrotne zmniejszenie dawek polielektrolitu, w porównaniu do tych, stosowanych w praktyce eksploatacyjnej.
- Porównując zastosowanie dwóch koagulantów różniących się zawartością żelaza i gęstością, stwierdzono, że osady kondycjonowane PIX 113 charakteryzowały się nieco wyższą podatnością na odwadnianie.
- Na podstawie testów CSK nie zaobserwowano efektu przedawkowania polielektrolitu.
- Nie stwierdzono, by zasadowość badanych osadów wymuszała konieczność stosowania wyższych dawek środków kondycjonujących.
- W dalszym toku badań należy wykonać badania oporu filtracji, które w przeciwieństwie do testów CSK stanowią ilościową ocenę odwadnialności osadów.

Pracę zrealizowano w ramach środków BS/PB-401-301/11.

LITERATURA

1. CIBOROWSKI M.; 2010. Możliwości zastosowania koagulantu PIX w przeróbce osadów ściekowych. Forum Eksploatatora 3: 76-77.
2. CIBOROWSKI M.; 2012. Możliwości zastosowania koagulantu PIX do wspomagania odwadniania osadów ściekowych. Materiały seminaryjne, Kemipol, Nowoczesne systemy aplikacji chemii na obiektach komunalnych i przemysłowych, 55-66.
3. CIBOROWSKI M., HRUT K., CEGLAREK P., KAMIZELA T., KOWALCZYK M.; 2014. Podatność na odwadnianie osadów dualnie kondycjonowanych. Forum Eksploatatora 5, 52-54.
4. CIBOROWSKI M., HRUT K., KAMIZELA T., KOWALCZYK M., POTIOMKIN K.; 2014. Dualne kondycjonowanie osadów ściekowych koagulantem i polielektrolitem. Forum Eksploatatora 3: 34-36.
5. CIBOROWSKI M., KAMIZELA T.; 2013. Kombinacja koagulantów i polielektrolitów. Przegląd Komunalny 8: 40-42.
6. CZEKAŁA J.; 2013. Odwadnianie osadów ściekowych – wybrane zagadnienia. Wodociągi i Kanalizacja 12.
7. PODEDWORNA J., UMIEJEWSKA K.; 2008. Technologia osadów ściekowych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa.

THE EFFECT OF FLOCCULATION CONDITIONS ON THE SUSCEPTIBILITY TO DEWATERING OF SLUDGE CONDITIONED WITH DUAL CHEMICAL METHOD

S u m m a r y

At this work, the changes in the susceptibility to dehydration of sludge conditioned with dual chemical method, in relation to the flocculation conditions and the dose of polyelectrolyte, were described. The results show that the sludge, were subjected to 24 hours of degassed prior to the application of coagulant characterized by a greater susceptibility to dewatering, than sludge which have undergone 24 hours of flocculation with coagulant. The use of the dual conditioning methods allowed halve the doses of polyelectrolyte, compared with the doses used in practice in sewage treatment plants.

Key words: municipal sewage sludge, dual conditioning, susceptibility to dehydrating, flocculation