

Paweł WOLSKI¹, Iwona ZAWIEJA¹ i Lidia WOLNY¹

WPŁYW TEMPERATURY NA LEPKOŚĆ KONDYCJONOWANYCH OSADÓW ŚCIEKOWYCH

IMPACT OF TEMPERATURE ON VISCOSITY OF SEWAGE SLUDGE AFTER CONDITIONING

Abstrakt: Oczyszczanie ścieków jest ściśle związane z problemem unieszkodliwiania osadów ściekowych. Proces unieszkodliwiania jest przekształceniem, które ma doprowadzić osady do stanu, który nie stwarza zagrożeń dla życia lub zdrowia ludności oraz dla środowiska. Kondycjonowanie, czyli jeden z procesów mający wpływ na zmianę struktury i właściwości osadów, pozwala na bardziej skuteczne usuwanie zawartej w osadach wody. Również temperatura jest ważnym parametrem w końcowym etapie unieszkodliwiania i transportu osadów ściekowych. W artykule przedstawiono wyniki badań dotyczące wyznaczenia lepkości kondycjonowanych chemicznie osadów ściekowych, poddanych działaniu temperatury oraz zmiennym wartościom gradientu prędkości ścinania. Badania przeprowadzono na komunalnych osadach ściekowych oraz osadach z przemysłu celulozowego. Ocenie poddano zarówno wpływ temperatury na lepkość przefermentowanych osadów ściekowych, jak i wpływ dawki polielektrolitów oraz gradientu prędkości na lepkość badanych osadów ściekowych. Lepkość osadów została wyznaczona w zakresie temperatur od 20 do 36°C, co 2°C, przy zmiennym gradientzie prędkości ścinania (60, 100, 200 obr/min). W badaniach wykorzystano viskozymetr HAAKE Viscotester 7L/R plus oraz wannę Termostat DC10.

Słowa kluczowe: osady ściekowe, kondycjonowanie, lepkość, temperatura

Technologia oczyszczania ścieków jest ściśle związana z problemem unieszkodliwiania osadów ściekowych. Proces ten jest przekształceniem osadów (biologicznym, fizycznym lub chemicznym), które ma za zadanie doprowadzić osady do stanu, który nie stwarza zagrożeń dla życia lub zdrowia ludności oraz dla środowiska [1].

Do niedawna proces przeróbki osadów ściekowych był niezauważany. Niestety gospodarka osadowa w oczyszczalniach jest zagadnieniem ciągle aktualnym i do końca nierozwiązanym. Niedociągnięcia w tej dziedzinie niosą za sobą poważne skutki i mogą być źródłem zagrożenia dla naturalnego środowiska człowieka. Przy budowie nowych oczyszczalni ścieków i intensyfikacji procesów oczyszczania występuje również przyrost ilości osadów, które stanowią od 1÷2% ogólnej objętości dopływających do oczyszczalni ścieków. Z ogólnych kosztów oczyszczalni nawet 50% stanowią koszty budowy i eksploatacji urządzeń służących do przeróbki osadów. Traktując osady ściekowe jako surowiec o pewnej wartości nawozowej i/lub energetycznej, można uzyskać choćby częściowy zwrot poniesionych nakładów [2].

Unieszkodliwianie osadów ściekowych w oczyszczalniach związane jest z usuwaniem zawartej w nich wody, przez co uzyskuje się zmniejszenie objętości osadów. Procesem, dzięki któremu uzyskujemy taki efekt, jest kondycjonowanie, czyli jeden z procesów, który ma wpływ na zmianę struktury i właściwości osadów, pozwalający na bardziej skuteczne usuwanie zawartej w osadach wody. Zmiana postaci osadów to zmiana ich struktury, która ma również wpływ na ich lepkość [3]. Dla większości osadów stosowane są fizyczne i chemiczne metody kondycjonowania, które mogą przebiegać w warunkach naturalnych

¹ Instytut Inżynierii Środowiska, Wydział Inżynierii i Ochrony Środowiska, Politechnika Częstochowska, ul. Brzeźnicka 60a, 42-200 Częstochowa, tel. 34 325 73 34 wew. 64

lub z zastosowaniem urządzeń mechanicznych. Na wybór sposobu kondycjonowania osadów wpływa najczęściej fakt ewentualnego dalszego wykorzystania i zagospodarowania osadów, gdyż od procesu kondycjonowania zależne są powstające produkty końcowe [4, 5]. Jedną z metod kondycjonowania jest zmiana temperatury. Temperatura jest jednym z bardzo ważnych parametrów w końcowym etapie unieszkodliwiania i transportu osadów ściekowych (parametry reologiczne) [6].

Celem prowadzonych badań było wyznaczenie lepkości kondycjonowanych chemicznie osadów ściekowych poddanych działaniu temperatury oraz zmiennym wartościom gradientu prędkości ścinania.

Część doświadczalna

Substratem badań był osad pochodzący z komunalnej oczyszczalni ścieków po procesie stabilizacji tlenowej. Oczyszczalnia jest instalacją, która wykorzystuje technologię strefowego osadu czynnego. Złożona jest z dwóch modułów o łącznej przepustowości 1000 m³/d. Osad pobrany do badań charakteryzował się następującymi parametrami: sucha masa 18,38 g/dm³, uwodnienie początkowe 97,3%, CSK 154 s, opór właściwy filtracji 21,4·10¹² m/kg, lepkość 132 mPa·s.

Osad poddano procesowi chemicznego kondycjonowania z użyciem polielektrolitów słabo i silnie kationowych. Ich dawki zostały ustalone na podstawie testu CSK.

Lepkość osadów została wyznaczona w zakresie temperatur od 20 do 36°C, co 2°C (20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36), dla zmiennego gradientu prędkości ścinania (60, 100, 200 obr/min) i przy zastosowaniu dawkowania polielektrolitów (9 dawek). Do pomiaru lepkości zastosowano wiskozymetr HAAKE Viscotester 7L/R plus - lepkościomierz rotacyjny służący do szybkiego ustalania lepkości zgodnie z normami ISO 2555. Dla utrzymania zadanej temperatury badanych próbek zastosowano wannę Termostat DC10 (rys. 1).



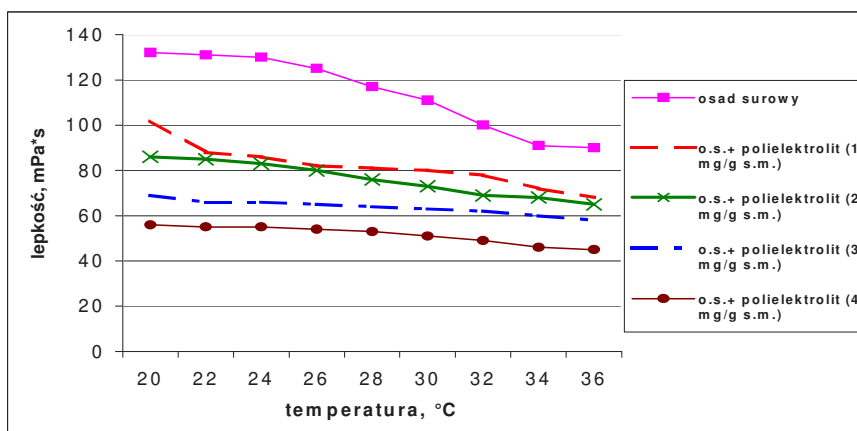
Rys. 1. Aparatura do pomiaru lepkości

Fig. 1. Apparatus for measuring viscosity

Analiza wyników badań

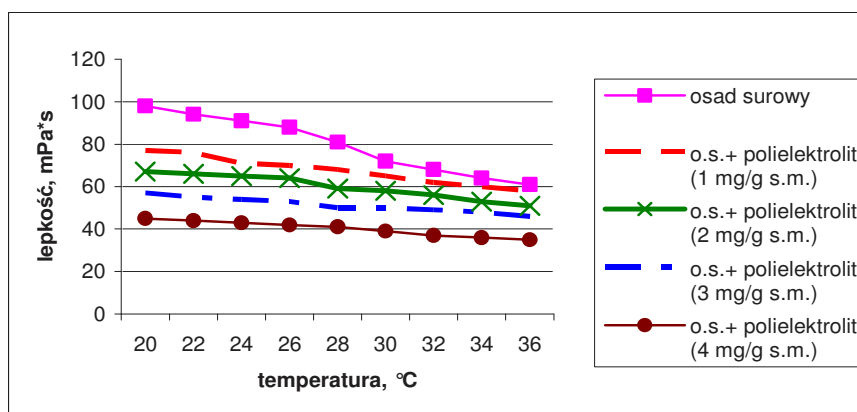
Wpływ temperatury na zmianę lepkości badanych osadów ściekowych

Analizując krzywe lepkości osadów kondycjonowanych polielektrolitami w zależności od temperatury, stwierdzono, iż lepkość osadów ściekowych maleje wraz ze wzrostem temperatury. Już przy nieznacznym wzroście temperatury o 2°C odnotowano znaczny spadek lepkości. Zmiany lepkości wraz ze wzrostem temperatury osadu przy różnych prędkościach ścinania (60, 100, 200 obr/min) prezentują rysunki 2-4.



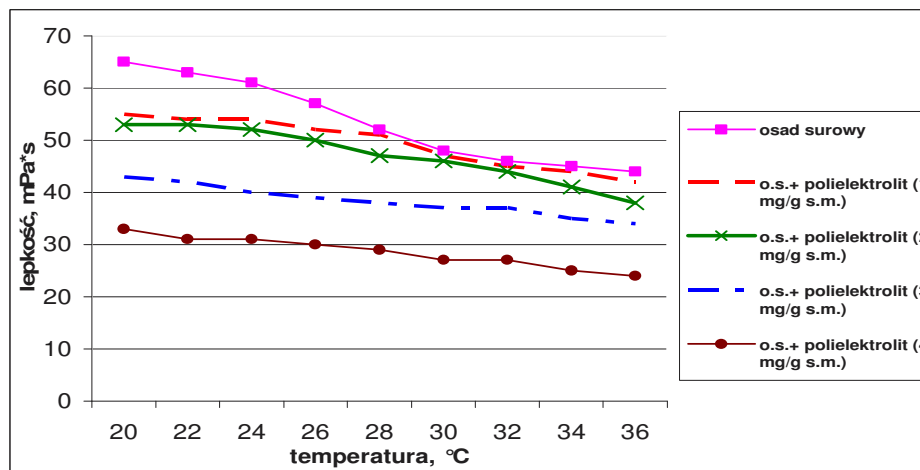
Rys. 2. Wpływ temperatury na lepkość osadu kondycjonowanego różnymi dawkami polielektrolitu Praestol 658 BC-S (prędkość obrotowa 60 obr/min)

Fig. 2. Influence of temperature on the viscosity of sludge conditioned with different doses of polyelectrolyte Praestol 658 BC-S (speed 60 rpm)



Rys. 3. Wpływ temperatury na lepkość osadu kondycjonowanego różnymi dawkami polielektrolitu Praestol 658 BC-S (prędkość obrotowa 100 obr/min)

Fig. 3. Influence of temperature on the viscosity of sludge conditioned with different doses of polyelectrolyte Praestol 658 BC-S (speed 100 rpm)

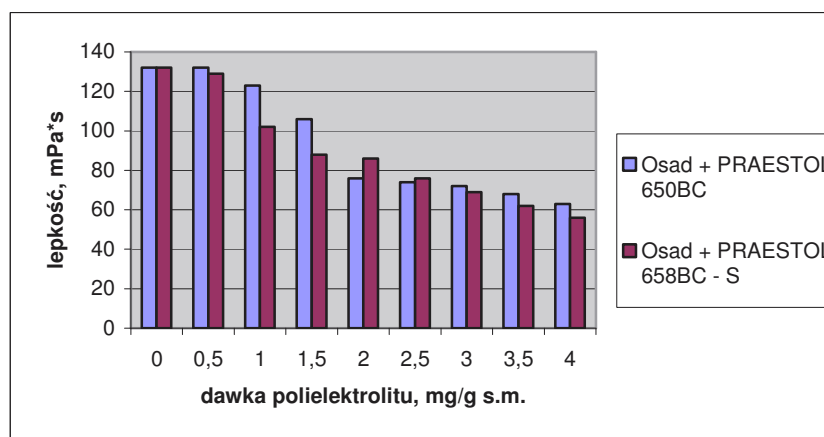


Rys. 4. Wpływ temperatury na lepkość osadu kondycjonowanego różnymi dawkami polielektrolitu Praestol 658 BC-S (prędkość obrotowa 200 obr/min)

Fig. 4. Influence of temperature on the viscosity of sludge conditioned with different doses of polyelectrolyte Praestol 658 BC-S (speed 200 rpm)

Wpływ dawki polielektrolitu na zmianę lepkości badanych osadów ściekowych

Na podstawie analizy wykresów przedstawiających wpływ dawki polielektrolitu na lepkość osadów ściekowych stwierdzono, że wzrost dawki polielektrolitów powoduje spadek lepkości osadów ściekowych (rys. 5). Wraz ze wzrostem dawki polielektrolitu lepkość osadów malała, osiągając przy największych stosowanych dawkach wartości minimalne.

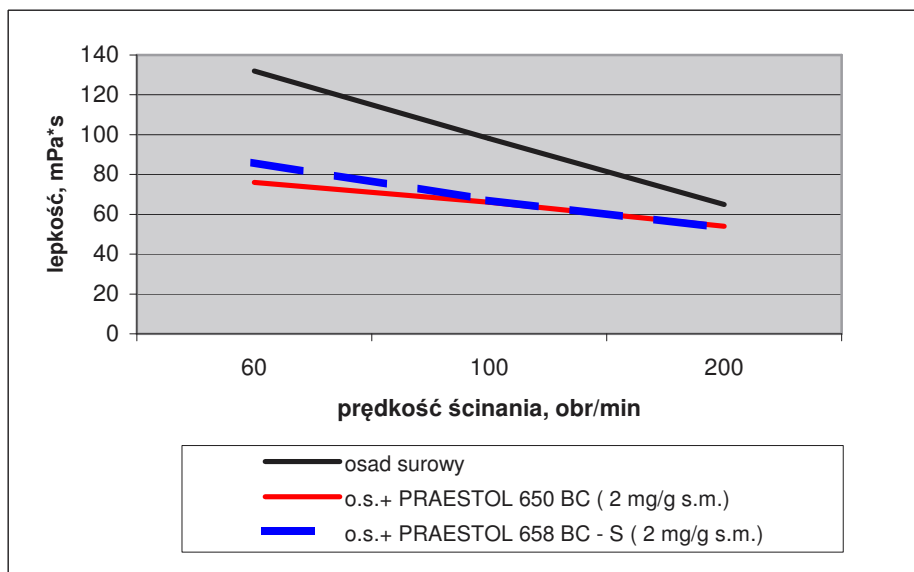


Rys. 5. Wpływ dawki polielektrolitów na lepkość badanego osadu (prędkość obrotowa 60 obr/min; temperatura 20°C)

Fig. 5. Influence of polyelectrolyte dose on the sludge viscosity (speed 60 rpm, temperature 20°C)

Wpływ gradientu prędkości na zmianę lepkości badanych osadów ściekowych

Analizując wpływ gradientu prędkości na zmianę lepkości osadów ściekowych, stwierdzono, że wzrostowi prędkości ścinania towarzyszył spadek lepkości (rys. 6). Krzywe lepkości wykazują spadek lepkości w odniesieniu do wzrostu prędkości ścinania.



Rys. 6. Wpływ gradientu prędkości ścinania na lepkość badanego osadu w temperaturze 20°C

Fig. 6. Influence of shear gradient on the viscosity of sludge tested at 20°C

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że lepkość osadów malała wraz ze wzrostem temperatury. Już przy nieznacznym wzroście temperatury o 2°C odnotowano znaczny spadek lepkości.

Analizując wpływ dawki polielektrolitów na lepkość osadów ściekowych, stwierdzono, że wzrost dawki polielektrolitów powoduje spadek lepkości osadów ściekowych. Wraz ze wzrostem dawki poszczególnych polielektrolitów lepkość malała, osiągając przy najwyższych stosowanych dawkach polielektrolitów wartości minimalne. W większości przypadków dawkowanie polielektrolitu silnie kationowego Praestol 658 BC-S powodowało większe spadki lepkości niż słabo kationowego Praestol 650 BC w tych samych dawkach. Osad w temperaturze 20°C i prędkości obrotowej 100 obr/min preparowany polielektrolitem silnie kationowym Praestol 658 BC-S miał lepkość równą 98 mPa·s, natomiast przy najwyższej dawce tego polielektrolitu w tych samych warunkach temperatury i prędkości obrotowej lepkość wynosiła 45 mPa·s.

Z przeprowadzonych badań wynika, że wzrost prędkości ścinania towarzyszy spadkowi lepkości badanych osadów ściekowych. Dotyczy to zarówno osadów niepreparowanych, jak i kondycjonowanych różnymi dawkami. Krzywe lepkości wykazują,

od pierwszej badanej wartości prędkości 60 obr/min i kolejno zwiększeniu jej do 100 i 200 obr/min, spadek lepkości w odniesieniu do wzrostu prędkości ścinania.

Podziękowania

Badania przeprowadzono w ramach BW-401/202/07.

Literatura

- [1] Bień J., Stępnia L. i Wolny L.: Ultradźwięki w dezynfekcji wody i preparowaniu osadów ściekowych przed ich odwadnianiem. Wyd. Polit. Częstochowskiej, Częstochowa 1995.
- [2] Bień J.B.: Osady ściekowe. Teoria i praktyka. Wyd. Polit. Częstochowskiej, Częstochowa 2002.
- [3] Sz wajczak E.: *Wpływ mikrostruktury płynu na lepkość*. Mechanika w Medycynie, 2002, (6), 167-176.
- [4] Bień J.B., Bień J.D. i Matysiak B.: Gospodarka odpadami w oczyszczalniach ścieków. Wyd. Polit. Częstochowskiej, Częstochowa 1999.
- [5] Oleszkiewicz J.A.: Gospodarka osadami ściekowymi. Poradnik decydenta. Lem s.c., Kraków 1998.
- [6] Szlez yngier W.: Podstawy reologii polimerów. Wyd. Polit. Rzeszowskiej, Rzeszów 1994.
- [7] Wojtala Ł.: Wpływ temperatury na lepkość kondycjonowanych osadów ściekowych. Praca dyplomowa. Politechnika Częstochowska, Częstochowa 2009.

IMPACT OF TEMPERATURE ON VISCOSITY OF SEWAGE SLUDGE AFTER CONDITIONING

Faculty of Environmental Engineering and Protection, Czestochowa University of Technology

Abstract: The technology of wastewater treatment is always associated with utilization of sewage sludge. The process of sewage sludge utilization aims at transforming (biologically, physically or chemically) sewage sludge into a state which does not pose any threats for human health and natural environment. Conditioning - a process which has an impact on the structure and properties of sewage sludge - allows for more efficient removal of water from sewage sludge. Also, temperature is a crucial parameter in the final stage of utilization and transportation of sewage sludge. The paper presents the results of the investigations on viscosity of chemically conditioned sewage sludge exposed to selected temperatures and variable shear velocity gradients. Municipal sewage sludge and sludge from cellulose industry were used as substrates. The impact of temperature on viscosity of fermented sewage sludge and also the impact of a polyelectrolyte dose and a velocity gradient on sewage sludge viscosity were investigated. Viscosity of sewage sludge was determined in the temperature range of 20 to 36°C for every 2°C at variable shear velocity gradients (60, 100, 200 r/min). The HAAKE Viscotester 7L/R plus and the Termostat DC 10 bathtube were used in the investigations.

Keywords: sewage sludge, conditioning, viscosity, temperature