

Alan BOREK, Jerzy SKŁADZIEN, Janusz SZYMKÓW

e-mail: alan.borek@pwr.wroc.pl

Zakład Aparatury Procesowej, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Politechnika Wrocławska, Wrocław

Odwadnianie osadów filtracyjnych wspomagane ścinaniem

Wstęp

Gospodarowanie osadami w oczyszczalni ścieków jest obecnie jednym z istotniejszych problemów polskich gmin. Zwiększająca się ilość funduszy pozwala władzom samorządowym na budowę kanalizacji oraz budowę lub rozbudowę już istniejących oczyszczalni ścieków. Wraz z inwestycjami w ochronę środowiska powstają problemy z zagospodarowaniem powstających odpadów, w tym osadów ściekowych. Skład i właściwości tych osadów są bardzo zróżnicowane. Zależą one od rodzaju ścieków, które trafiają do oczyszczalni. Osady te stanowią skomplikowany układ wielofazowy, zawierający związki o charakterze organicznym. Jednak najistotniejszymi cechami osadów ściekowych, jeśli chodzi o uciążliwość, są ich ilość i zawartość suchej masy.

Ponieważ tradycyjne metody odwadniania osadów na poletkach i lagunach wymagają dużych powierzchni terenu, dlatego też przy ograniczeniach terenowych należy stosować metody mechaniczne. Natomiast w porównaniu z termicznym procesem suszenia mechaniczne odwadnianie wymaga znacznie mniejszego nakładu energetycznego. Jednak odwadnianie osadów ściekowych metodą mechaniczną posiada znaczne ograniczenie, ponieważ jak wynika z danych literaturowych, maksymalna zawartość suchej masy jaką można osiągnąć wynosi około 30% [1].

W procesie odwadniania organicznych osadów ściekowych stosuje się powszechnie taśmowe prasy filtracyjne. Proces ten pozwala na obniżenie objętości osadu, co z kolei ułatwia jego transport na miejsce składowania, jak również dalszą obróbkę, np. w celu wykorzystania w procesie spalania.

Proces odwadniania mechanicznego można podzielić na trzy etapy: taśmowe zagęszczanie, strefę klina oraz wyciskanie. W przedstawionych poniżej badaniach analizowano etap grawitacyjnego zagęszczania. Etap ten nie jest tak skuteczny w całym procesie odwadniania, jak etap wyciskania. Jednak ma kilka ważnych cech: nie jest skomplikowany, cechuje się najmniejszą energochłonnością oraz jest najtańszy, biorąc pod uwagę nakłady kapitałowe.

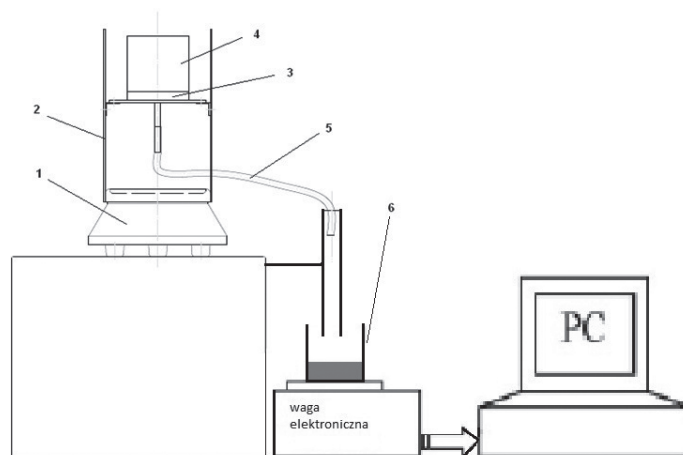
Jak wynika z danych literaturowych, zawartość suchej masy zaraz po etapie taśmowego zagęszczania wynosi około 6–9% [1]. Zagęszczanie można prowadzić na osobnym urządzeniu lub integralnie na prasie filtracyjnej. Warto zwrócić uwagę na fakt, iż etap ten jest pierwszym, jaki zachodzi w całym procesie mechanicznego odwadniania, więc jeżeli będzie on przeprowadzony sprawnie oraz z wysoką efektywnością, to wpłynie on bezpośrednio na wydajność kolejnych etapów, a w efekcie na pracę całej prasy filtracyjnej i końcowy wzrost zawartości suchej masy w osadzie.

Poprawę sprawności tego etapu można uzyskać przez zastosowanie układu wspomagającego proces odwadniania. Jednym z takich rozwiązań może być wykorzystanie drgań mechanicznych, które spowodują powstanie siły ścinającej, prostopadłej do kierunku odwadniania. Woda pozostająca w osadach może zostać w ten sposób uwolniona, co spowoduje spadek zawartości wilgoci w osadach filtracyjnych. Wpływ tych drgań może być jednak zupełnie inny dla materiałów organicznych, jak dla mineralnych.

Badania miały na celu określenie wpływu układów wymuszających destrukcję struktury wewnętrznej osadów, zastosowanych na etapie grawitacyjnego odwadniania, na końcową zawartość wilgoci zarówno materiałów organicznych, jak i mineralnych.

Metodyka badań

Badania przeprowadzono na laboratoryjnym filtrze grawitacyjnym, który pokazany został na rys. 1. Jako medium filtracyjne został użyty wkład *SP 031608 KUFFERATH* o skośnym rodzaju splotu 2/1 oraz o przepuszczalności powietrza $3800 \text{ l}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ przy 200 kPa [2]. Tkaniny te stosuje się w taśmowych zagęszczaczach grawitacyjnych.



Rys. 1. Schemat stanowiska laboratoryjnego do odwadniania osadów za pomocą drgań mechanicznych. 1 – generator drgań, 2 – wsporniki filtra, 3 – podstawa filtra, 4 – cylinder filtra, 5 – odprowadzenie filtratu, 6 – naczynie zbiorcze filtratu

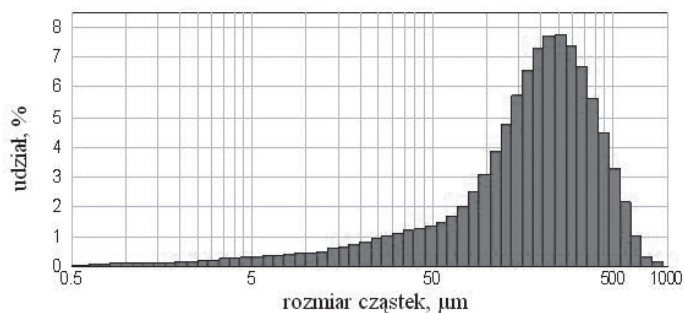
Filtr z odwadnianą zawiesiną przytwierdzony został do wsporników połączonych z generatorem drgań firmy *Premed*, typ *WES*, pracującym z częstotliwością 50 Hz, przy amplitudzie wynoszącej 2 mm. W wyniku przeniesienia drgań mechanicznych do filtra następuje proces odwadniania osadów filtracyjnych z jednoczesnym niszczeniem ich struktury poprzez ścinanie siłą – prostopadłą do kierunku filtracji.

Procesowi zagęszczania poddawany został ściek pofermentacyjny, który pobrany został z komór fermentacyjnych *Wrocławskiej Oczyszczalni Ścieków*. Badany ściek cechował się pierwotną zawartością suchej masy $m_s = 3,7\%$. Jako środka flokulacyjnego użyto polielektrolitu kationowego *FLOERGER typ 4650*, który cechuje się wysoką masą molekularną i 50% kationowością.

Przeprowadzono wstępne badania odwadniania grawitacyjnego dla różnych stężeń flokulanta w zakresie od 5 do 9 g/kg suchej masy osadu, w celu ustalenia dawki powodującej powstawanie zwartych flokułów. Dalsze doświadczenia prowadzono przy stężeniu flokulanta równym 7 g/kg suchej masy osadu, uznany za optymalne. Flokulant został użyty wyłącznie do osadów organicznych.

Kolejnym materiałem wykorzystanym do badań był dolomit o gęstości $\rho = 2800 \text{ kg/m}^3$. Na podstawie analizy granulometrycznej na aparacie *Malvern Mastersizer 2000* wyznaczono średnicę *Sautera* $D[3,2] = 40,3 \mu\text{m}$, $d_{50} = 195,5 \mu\text{m}$, $d_{10} = 30,7 \mu\text{m}$ oraz $d_{90} = 433,2 \mu\text{m}$. Na rys. 2 przedstawiono rozkład uziarnienia dla dolomitu.

Badania eksperymentalne prowadzono dla układu materiał ziarnisty – woda. Filtrat sphywał do zlewki ustawionej na wadze elektronicznej podłączonej do komputera PC przez złącze USB. Podczas prowadzonego procesu zagęszczania grawitacyjnego co 0,2 sekundy rejestrowana była masa filtratu. Czas odwadniania grawitacyjnego wynosił 9 minut.



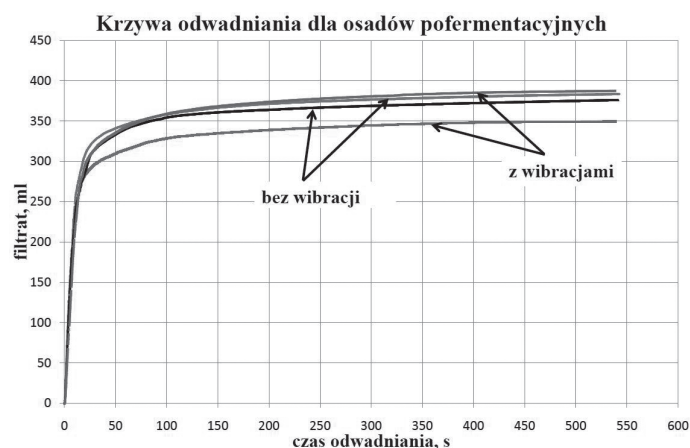
Rys. 2. Rozkład uziarnienia dolomitu

Do filtra wlewany był osad pofermentacyjny w ilości 500 ml, zmieszany z określoną wcześniej dawką polielektrolitu.

Drugim materiałem poddanym zagęszczaniu grawitacyjnemu ze wspomaganie wibracyjnym była mieszanina mineralnego materiału ziarnistego (dolomitu) z wodą destylowaną.

Analiza wyników badań

Poniżej przedstawiono w sposób graficzny dane doświadczalne uzyskane w wyniku odwadniania osadów pofermentacyjnych na filtrze symulującym pracę grawitacyjnego zagęszczacza osadów ściekowych, rys. 3.

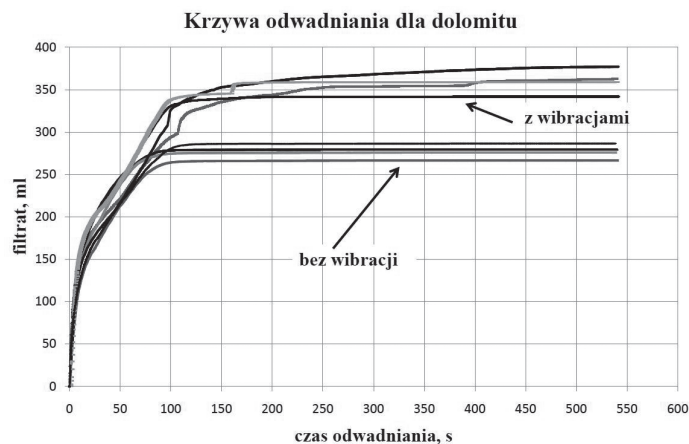


Rys. 3. Krzywa odwadniania dla osadów pofermentacyjnych

Wyniki badań prowadzone z użyciem wibracji zostały porównane z rezultatami standardowego procesu odwadniania grawitacyjnego. Z wykresu na rys. 3 wynika, że wspomaganie procesu zagęszczania grawitacyjnego organicznych osadów ściekowych drganiami mechanicznymi nie przynosi korzyści w postaci zwiększenia zawartości suchej masy, w porównaniu do standardowego procesu. Spowodowane było to najprawdopodobniej tym, że w wyniku rozbicia flokuł

i powierzchniowego zatykania tkaniny, zmniejszona została jej przepuszczalność. W związku z powyższym zastosowanie tego typu rozwiązania nie przyniesie korzyści przy odwadnianiu osadów w oczyszczalni ścieków.

Druga część badań była prowadzona na osadach mineralnych. Eksperymenty przeprowadzono na tym samym filtrze. Wyniki przedstawiono na rys. 4.



Rys. 4. Wpływ drgań mechanicznych na odwadnianie osadów mineralnych

Otrzymane rezultaty pokazują jednoznacznie wpływ drgań mechanicznych o częstotliwości 50 Hz na spadek wilgotności w placku podczas zagęszczania grawitacyjnego. Jak wynika z wykresu, przy czasie odwadniania do 75 sekund nie ma istotnych różnic między odwadnianiem wspomaganym drganiami a standardowym procesem. Dopiero po przekroczeniu tej granicy widać wyraźny wzrost prędkości odwadniania przy zastosowaniu drgań. W przypadku standardowego odwadniania grawitacyjnego otrzymano wilgotność 23%. Przy zastosowaniu układu wspomagającego wydajność procesu odwadniania grawitacyjnego wzrosła, co skutkowało wyraźnym zmniejszeniem wilgotności placka filtracyjnego do poziomu 9%.

Wnioski

Przedstawione wyniki pokazują możliwość intensyfikacji procesu odwadniania grawitacyjnego przez zastosowanie układów wymuszających destrukcję struktury wewnętrznej osadów mineralnych. Jednak zastosowanie ww. układów nie zostało potwierdzone, jeśli chodzi o osady organiczne.

LITERATURA

- [1] J. Olivier, J. Vaxelaire, P. Ginisty: J. Chem. Technol. Biotechnol. **79**, 461 (2004).
- [2] G. Maliga, J. Składzień, J. Szymków: Inż. Ap. Chem. **48**, nr 4, 77 (2009).