

Iwona Kinga PISZCZATOWSKA*

FLOKULACJA W PROCESIE ODWADNIANIA OSADÓW ŚCIEKOWYCH

Zastosowanie flokulantu przy odwadnianiu osadów ściekowych skutecznie poprawia wydajność procesu oraz parametrów osadu. Głównym celem przeróbki osadu jest pozabawienie agresywnego charakteru wobec środowiska, tendencji do zagniwania, wtórnego uwalniania zanieczyszczeń, a także zmniejszenie objętości. Dobór rodzaju i dawki flokulantu musi być odniesiony do rodzaju osadu, oraz stosowanego urządzenia. Osady są substancjami trudnoodwadnialnymi, bez udziału flokulantu nie osiągnie się dużego efektu ani stopnia rozdziału fazy rozpraszającej od fazy rozproszonej. W niniejszym artykule opisano doświadczenia białostockiej oczyszczalni ścieków w stosowaniu flokulantów przy odwadnianiu osadów ściekowych na prasach taśmowych.

1. WPROWADZENIE

1.1. ŚCIEKI W BIAŁOSTOCKIEJ OCZYSZCZALNI

Do białostockiej oczyszczalni ścieków, poprzez system kanalizacji rozdzielczej i ogólnospławnej, dopływają ścieki komunalne z terenu Białegostoku pochodzące z gospodarstw domowych, zakładów użyteczności publicznej i zakładów produkcyjno-usługowych oraz gmin przyległych do granic administracyjnych miasta, pochodzące z gospodarstw domowych. W ogólnym składzie ścieki przemysłowe stanowią tylko 20%. Kanalizacją ogólnospławną do oczyszczalni dopływają także wody opadowe, które podczas intensywnych opadów deszczowych lub w okresach roztopowych mieszają się ze ściekami bytowymi. Oczyszczalnia stosuje biologiczne metody oczyszczania ścieków w oparciu o technologię osadu czynnego z podwyższonym usuwaniem

* Politechnika Białostocka, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Katedra Systemów Inżynierii Środowiska, ul. Wiejska 45A, 15-351 Białystok, ipiszczatowska@wobi.pl.

związków biogennych. Przepustowość oczyszczalni wynosi 100000 m³/dobę, jednak aktualnie do oczyszczalni dopływają ścieki komunalne w ilości ogólnej około 6 0000 m³/d. Podczas oczyszczania ścieków powstają duże ilości osadów ściekowych. Osad surowy odbierany jest ze ścieków w osadnikach wstępnych. W zależności od ilości przyjmowanych ścieków oraz ładunku, ilość wytwarzanych osadów surowych waha się od 2300 m³/d do 3000 m³/d, o zawartości 2,5%–3% suchej masy. Następnie osad ten pompowany jest do zagęszczaczy grawitacyjnych celem jego zagęszczenia do 5%–10% suchej masy. Osad surowy bardzo dobrze zagęszcza się grawitacyjnie. Podczas biologicznego oczyszczania ścieków generowany jest także osad nadmierny. Zagęszczany jest on w zagęszczarkach taśmowych przy współdziałaniu flokulantów. Osad odwadniany jest na taśmie do około 5% suchej masy. Bardzo dużą rolę przy odwadnianiu osadu na prasach taśmowych odgrywiają flokulanty.



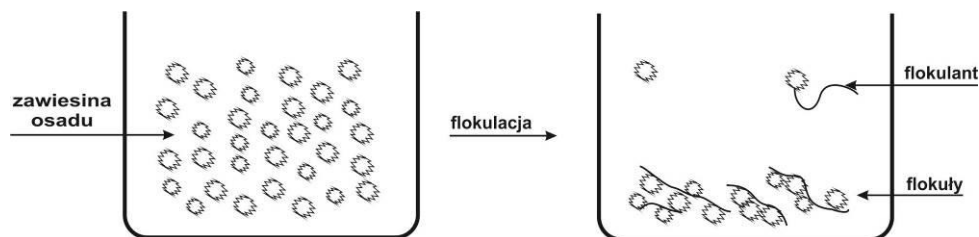
Rys. 1. Osad odwodniony na prasie taśmowej

1.2. ZNACZENIE FLOKULANTÓW

Flokulanty mają zastosowanie w wielu dziedzinach związanych z inżynierią środowiska. Produkty końcowe oczyszczania ścieków – osady, otrzymywane są w stanie zawiesiny wodnej. Przedmiotem dalszego zagospodarowania mogą być wyłącznie produkty odwodnione. Zachodzi zatem konieczność poddania osadów procesowi

odwodnienia, który z punktu widzenia inżynierii chemicznej jest czynnością separacji fazy stałej od ciekłej. Agregacja cząstek z zawiesiny, czy osadu może opierać się na dwóch odmiennych zjawiskach: koagulacji i flokulacji. Powszechniej stosowanym i znacznie bardziej wydajnym sposobem agregacji cząstek i przyspieszania ich sedymentacji jest flokulacja. Flokulacja jest procesem tworzenia agregatów z cząstek fazy stałej na drodze oddziaływania i wiązania ich powierzchni za pośrednictwem zaadsorbowanego na niej makrocząsteczki specjalnego związku polimerowego zwanego flokulantem. Flokulantami najczęściej używanymi w procesie flokulacji są polimery nieorganiczne, na przykład krzemionka aktywowana oraz polimery naturalne takie, jak skrobia, algina, żelatyna itp. Zastosowanie flokulantów syntetycznych często także powoduje zmniejszenie ilości osadu. Ich zastosowanie prowadzi do tworzenia się bardzo gęstego osadu, który jest w dalszej części poddawany działaniu urządzeń odwadniających.

Jako flokulanty syntetyczne najczęściej stosuje się poliakrylamidy, kwasy poliakrylowe, tlenek polietylenu, kwasy poliakrylowe, tlenek polietylenu, alkohol poliwinylowy i ich pochodne [3]. Związki te muszą być rozpuszczalne w wodzie, ich ciężar cząsteczkowy jest wysoki - ponad milion g/mol, a długość cząsteczki na tyle duża aby polimer mógł jednocześnie ulegać sorpcji na kilku ziarnach ciała stałego. Powstałe ciężkie i porowate agregaty zwane flokułami, które zaczynają być posłuszne siłom grawitacji i zaczynają opadać, a prędkość ich sedymentacji opisuje prawo Stokesa [1]. Opadające flokuły tworzą porowaty osad o dużej objętości.



Rys. 2. Zasada działania flokulantu

Spotykane w praktyce przemysłowej zawiesiny są tak różnorodne, że konieczne jest stosowanie różnych flokulantów. Produkuje się flokulanty o ciężarach cząsteczkowych od jednego do kilkunastu milionów g/mol o charakterze anionowym, kationowym lub obojętnym. Przy klarowaniu i odwadnianiu zawiesin mineralnych zwłaszcza w ośrodkach z odczynem zasadowym lub obojętnym przydatne będą flokulanty anionowe. W przeróbce węgla, soli i rud największe zastosowanie będą miały flokulanty obojętne. Natomiast flokulanty kationowe będą miały zastosowanie przy klarowaniu zawiesin substancji organicznych, zwłaszcza w metalurgii, przy klarowaniu zawiesin charakteryzujących się kwaśnym odczynem. W wielu procesach produkcyjnych w przemyśle,

w procesach odwadniania i zagęszczania osadów ściekowych, wspomaganie oczyszczania ścieków komunalnych i przemysłowych, klarowaniu osadników wtórnych oraz w uzdatnianiu wody pitnej i technologicznej znajdują zastosowanie polielektrolity o różnych ciężarach molekularnych oraz zróżnicowanym ładunku jonowym. Mają one zastosowanie we wszystkich procesach technologicznych, w których operuje się wodą, czyli w górnictwie, metalurgii, przemyśle chemicznym, papiernictwie, cukrownictwie i innych dziedzinach przemysłu spożywczego. Flokulanty z powodzeniem można zastosować tam, gdzie zachodzi potrzeba selektywnego rozdzielenia dwóch różnych substancji mineralnych rozproszonych w zawieszynie. Przy odpowiednim doborze flokulanta można doprowadzić do selektywnej flokulacji, umożliwi to selektywne sorbowanie tylko na jednym rodzaju ziaren w przypadku gdy zawieszina wodna zawiera więcej niż jeden składnik mineralny. W ten sposób mamy również możliwość wzbogacania ziaren bardzo drobnych poprzez flokulację selektywną [5]. Flokulanty mogą mieć zastosowanie przy wzbogacaniu minerałów, modyfikacji procesu flotacji oraz ogólnie do przyspieszania opadania ziaren i polepszania filtracji.

2. ODWADNIANIE OSADÓW

2.1. STACJA MECHANICZNEGO ODWADNIANIA OSADU PRZEFERMENTOWANEGO

W białostockiej oczyszczalni ścieków flokulanty są stosowane przy odwodnianiu i zagęszczaniu osadów ściekowych. Produkcja osadu odwodnionego wynosi około 240 m³/d. Węzeł odwadniania osadów wykorzystywany jest w około 75% [6]. Na wyposażeniu oczyszczalni znajdują się trzy prasy taśmowe firmy Bellmer każda o wydajności $q \leq 30$ m³/h. Zasadniczo wykorzystywane są dwie prasy, natomiast trzecia jest zapasowa na wypadek awarii.

Osady są substancjami trudnoodwadnialnymi, bez udziału flokulantu nie osiągnie się dużego efektu ani stopnia rozdzielenia. Do każdego osadu należy podchodzić indywidualnie, jak wynika z praktyki eksploatatorów, nie ma typowych osadów ściekowych, do każdego osadu należy podchodzić indywidualnie. Głównym celem przeróbki osadu jest pozbawienie ich agresywnego charakteru wobec środowiska, tendencji do zagniwania, wtórnego uwalniania zanieczyszczeń, a także zmniejszenie objętości.



Rys. 3. Prasy w stacji odwadniania osadu



Rys. 4. Osad zagęszczony flokulantem bruzdowany na wejściu prasy taśmowej

2.2. WODA I MINERALIZACJA OSADÓW

Osady składają się z cząstek stałych i wody, ilość wody wpływa na konsystencję, na to w jakim stopniu jest uwodniony, jak bardzo jest płynny. Osady powstające podczas oczyszczania ścieków są układami, w których woda osadowa (wody techniczne) jest

fazą rozpraszającą, a mineralne i organiczne cząstki ciał stałych, związane często z pęcherzykami gazów, stanowią fazę rozproszoną. Proporcje między tymi fazami charakteryzują najistotniejszą cechę osadów, stanowią o ich uwodnieniu i zawartości suchej masy. Oddzielenie fazy stałej od cieczy osadowej jest możliwe poprzez usunięcie zawartej w osadzie wody. W osadzie woda ta występuje w kilku postaciach: woda wolna, półzwiązana fizycznie, związana chemicznie, biologicznie i w koloidach oraz kapilarna. Przestrzeń między cząsteczkami osadu zajmuje woda wolna, wewnątrz kłaczków osadu znajduje się woda półzwiązana fizycznie. Woda wbudowana w cząsteczki związków chemicznych jest wodą związaną chemicznie, a w komórkach mikroorganizmów – wodą związaną biologicznie. Na granicy fazy rozpraszającej i rozproszonej znajduje się woda związana w koloidach siłami elektrycznymi. Natomiast woda kapilarna związana jest siłami adhezji i kohezji. Określone formy wody można usunąć w procesach zagęszczania, odwodniania, termicznego unieszkodliwiania osadów. Tylko woda wolna oddziela się samorzutnie z osadu [4], dominuje w osadach przy odwodnieniu 80%–99%. Kolejną istotną cechą jest stopień mineralizacji osadu. W procesie zagęszczania i odwodniania osad tym łatwiej i więcej oddaje wody, im wyższy jest jego stopień.

2.3. DOZOWANIE FLOKULANTA

Stosowane flokulanty skutecznie poprawiają wydajność procesu oraz parametrów zagęszczanych i odwadnianych osadów. Dobór rodzaju i dawki flokulantu musi być odniesiony do rodzaju osadu, zaprojektowanego i stosowanego urządzenia oraz na bieżąco korygowany w warunkach eksploatacyjnych. Flokulanty w formie stałej niemal nie są używane w skali technicznej. Istotne jest aby każde ziarnko polimeru zostało natychmiast otoczone wodą inaczej powstanie „klucha” trudna do rozтворzenia. Z tego to powodu przed użyciem, dozowaniem do danego procesu, należy wykonać wodny roztwór polielektrolitu, najczęściej o koncentracji do 0,5%.

Najlepsze rezultaty uzyskuje się na maszynach pracujących na zasadzie szarżowego wykonania roztworu. Zasada pracy tego typu urządzeń polega na wstępnym przygotowaniu roztworu i pozostawieniu go na ok. 30–60 min. do dojrzwiania, po tym czasie roztwór może być dozowany. Przed punktem dozowania polielektrolit może być dodatkowo rozcieńczony wodą w stosunku 10:1. Do transportu roztworzonych polielektrolitów w instalacjach należy unikać stosowania pomp wirowych.

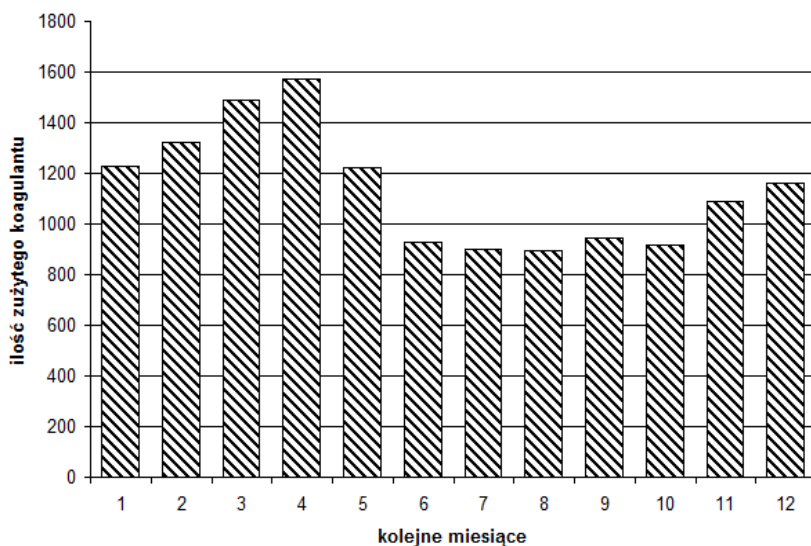


Rys. 5. Miejsce dozowania flokulantu



Rys. 6. Urządzenie do roztwarzania i dawkowania flokulantu

Zużycie ilości flokulantu zawsze będzie się wiązało z zawartością substancji organicznej w osadzie. Zatem o ilości zużytego flokulantu będzie decydowało stężenie suchej masy osadu przed wprowadzeniem na prasy taśmowe. Im większą będzie zawartość części organicznej w osadzie, tym gorzej osad będzie się odwadniał. Część organiczna w osadzie jest bardzo rozbudowana więc trudno ją zagęścić, natomiast części mineralne np. piasek są proste, łatwo z nich odcisnąć wodę. Im więcej kłaczków do skłaczkowania i im więcej cząstek stałych do skłaczkowania, tym potrzebne jest większe zużycie flokulantu do ich sklejenia. Flokulant ścina większe konglomeraty, czyli flokuluje, powstaje floc, z którego łatwiej odcisnąć wodę. Woda ta nie jest już związana, odpływa sama. Flokulant jest dodawany do osadu, jeszcze przed wprowadzeniem go na taśmę.



Rys. 7. Zużycie flokulantu [m³] w ciągu 2015 r.

Roztwory polielektrolitów są bardziej agresywne niż woda. Przy ich magazynowaniu zalecany materiał na konstrukcje mające kontakt z roztworem płynnej emulsji polielektrolitu jest stal kwasoodporna, laminaty, plastiki, szkło. Nie zaleca się stosowania stali zwykłych, miedzi lub aluminium. Z tego powodu polielektrolity wywołują podrażnienia skóry i oczu. Podczas pracy z polielektrolitami należy stosować środki ochrony osobistej w postaci rękawic i gogli [2].

3. PODSUMOWANIE

Zastosowanie flokulantu przy odwadnianiu osadów ściekowych skutecznie poprawia wydajność procesu oraz parametrów osadu. Dobór rodzaju i dawki flokulantu musi być odniesiony do rodzaju osadu, oraz stosowanego urządzenia. Ilość zużytego flokulantu będzie związana z zawartością substancji organicznej w osadzie. Osady są substancjami trudnoodwadnialnymi, bez udziału flokulantu nie osiągnie się dużego efektu ani stopnia rozdziału fazy rozpraszającej od fazy rozproszonej.

LITERATURA

- [1] http://dydaktyka.polsl.pl/rg5/slaczka/spec_w_11.html.
- [2] <http://www.brenntag.pl/oferta-branzowa/technologie-wody-i-ściekow/flokulanty-polielektrolyty/>
- [3] <http://www.lenntech.pl/koagulanty-flokulanty.htm#ixzz3vbiiib1d>.
- [4] DYMACZEWSKI Z., *Poradnik eksploatatora oczyszczalni ścieków*, Seidel-Przywecki Sp. z o.o. Józefosław 2011.
- [5] OLESZKIEWICZ J., HEJDA A., KALINOWSKA E., *Podstawy oraz praktyka przeróbki i zagospodarowania osadów*, LEM s.c., Kraków 1998.
- [6] PAWEŁKO M., RUSIŁOWICZ J., *Koncepcja optymalizacji procesów w zakresie: odbioru ścieków na stacji zlewnej, odbioru skratek oraz osadów pościekowych, w tym w formie granulatu GRANBIAL*, Wodociągi Białostockie Sp. z o.o., Białystok 2014.

FLOCCULATION IN REFURBISHING PROCESS OF SEWAGE SLUDGE

Using flocculant when refurbishing sewage sludge increase efficiency of the process and parameters of sludge. Main goal of sludge processing is getting rid of its aggressive behavior towards environment, decay tendency, secondary pollution release and decreasing volume. Selection of the type and dosage of flocculant must be related to the type of sludge, and the equipment used. Sludge is a substance difficult to dehydrate, without the flocculant they will not achieve a large effect or degree of separation of the dispersion of the dispersed phase. The following article describe experiment about flocculant use in dewatering of sewage sludge belt presses, conducted Białystok sewage treatment plant.