

Oczyszczalnia ścieków – stabilizacja osadów. Cz. II

W stabilizacji osadów ściekowych wykorzystuje się układy technologiczne zmniejszające ich objętość.

Podstawowym rozwiązaniem stosowanym w oczyszczalniach ścieków jest fizyczne zagęszczenie w zagęszczaczach grawitacyjnych lub zagęszczarkach mechanicznych, poprzedzające na przykład proces biologicznej stabilizacji tlenowej czy beztlenowej. Ostatecznie osady odwadnia się prasami filtracyjnymi lub wirówkami, przygotowując po higienizacji do wykorzystania rolniczego, rekultywacji gruntów, termicznej stabilizacji (suszarne słoneczne, suszarki taśmowe) lub unieszkodliwiania (zeskliwienie, spalanie). W celu poprawienia właściwości zagęszczenia i odwadniania stosuje się kondycjonowanie, czyli procesy poprawiające strukturę i właściwości osadów (np. opór właściwy filtracji, ściślność). Efektem procesu jest na przykład obniżenie sił wiążących wodę z powierzchnią osadu i zapoczątkowanie procesów koagulacji oraz flokulacji, co wpływa na podwyższenie suchej masy



Fot. 1. Prasa taśmowa Monobelt [Ekofinn-Pol]

placka osadowego. Kondycjonowanie może być prowadzone z wykorzystaniem popularnych koagulantów (używanych również do chemicznego strącania fosforu), przygotowanych na bazie związków żelaza (II), żelaza (III), glinu, jak i przy pomocy wapna albo węgla magnezu. Bardzo rzadko, ze względu na koszty, stosuje się metody fizyczne w postaci wymrażania, podgrzewania, działania pola elektrycznego czy ultradźwięków. Najczęściej do kondycjonowania osadów używa się organicznych związków polimerowych o długich łańcuchach i dużym ciężarze cząsteczkowym, np. poliakrylamidy. Masa największych cząstek polimerów może przekraczać nawet kilka milionów gramów na mol cząstek. Osady ściekowe mają najczęściej

ładunek ujemny, w związku z tym najczęściej stosuje się polimery kationowe. Sytuacja zmienia się, gdy w osadach ściekowych znajduje się duża ilość osadów chemicznych z podwyższoną zawartością soli żelaza i glinu – wtedy stosuje się polimery kationowe.

Optymalny związek

Skład osadów ściekowych jest charakterystyczny dla danej zlewni ścieków obsługiwanej przez oczyszczalnię, dlatego wybranie właściwego związku do kondycjonowania powinno być poprzedzone badaniami testowymi kilku produktów handlowych przy zmiennych dawkach. Znalezienie optymalnej dawki jest bardzo ważne z uwagi na koszty stosowanych koagulantów i polimerów. Drugim istotnym dla technologii argumentem jej optymalizacji są możliwe zakłócenia procesu. Przy zbyt dużej dawce koagulantu pogarszają się właściwości filtracyjne osadu i obniża się efektywność odwadniania. Stosowanie nadmiernej ilości polimerów (związków trudno rozkładalnych biologicznie), które z odciekami z części osadowej trafiają na początek procesu oczyszczania, może powodować obniżenie biologicznej nityfikacji¹. Właściwa dawka pomaga w oddzieleniu osadu od taśmy w prasie odwadniającej i poprawia jego właściwości przy transporcie odwodnionych osadów przenośnikami ślimakowymi (nie zakleja przenośników).

Kondycjonowanie, oprócz poprawienia struktury i właściwości osadów, to również zapobieganie nadmiernemu zawracaniu w odciekach po urządzeniach odwadniających związków fosforu i zawiesiny. Optymalizując dawkę środków używanych do kondycjonowania, oprócz suchej masy placka, należy brać pod uwagę również współczynnik rozdziału R. Określa on stosunek pomiędzy suchą masą osadu zawartą w osadzie odwodnionym a suchą masą doprowadzoną do urządzenia odwadniającego.

$$R = \frac{\text{sucha masa osadu odwodnionego [kg s.m.os./d]}}{\text{sucha masa osadu przed odwadnianiem [kg s.m.os./d]}} \times 100\%$$

dr Eugeniusz Klaczyński
Envirotech w Poznaniu

Jakie efekty?

Efektywność odwadniania będzie duża, jeżeli wartość wskaźnika R jest wysoka. Optymalna wartość wskaźnika przyjmowana przy odwadnianiu w wirówkach powinna wynosić ok. 95%. Innym prostym testem pokazującym optymalne dobranie dawki substancji kondycjonującej jest pomiar czasu ssania kapilarnego. Aparat składa się z otwartej rurki o pojemności do 100 ml, przymocowanej na przykład do plastikowej płytki. Po ustawieniu urządzenia na bibule filtracyjnej i wlewni osadu do rury pomiarowej mierzy się szybkość wyciągania wody z próbki osadu przez bibulę. W bibule znajdują się kapilary, czyli małe otworki lub pory, którymi przedostaje się woda. Pomiar wykonuje się, mierząc szybkość przemieszczenia się wody przez bibulę na odległość 1 cm. Przy optymalnej dawce szybkość przemieszania się wilgoci przez bibulę jest największa.

Istotnym elementem przy optymalizacji dawki substancji kondycjonującej jest jej szybkie wymieszanie z odwadnianym osadem. Najczęściej stosowane jest dwupunktowe podawanie na przykład polimeru do rurociągu doprowadzającego osad do urządzenia odwadniającego. Stosunkowo niewielkim kosztem można podnieść efektywność zmieszania osadu z polimerem, wbudowując mieszacz statyczny w rurociąg, tuż za miejscem dodawania do osadu polielektrolitu. Długość mieszania oraz sposób dodawania poli-



Fot. 2. Prasa taśmowa TPF [Biowogaz]

elektrolitu będzie bardzo istotnym elementem przy optymalizacji dawki i kosztów funkcjonowania układu odwadniania. Przygotowując projekt układu technologicznego odwadniania, najczęściej wykorzystuje się doświadczenia projektanta i producenta urządzeń, jednak optymalizacja w pełnej skali, z uwagi



Fot. 3. Prasa taśmowa Bellmer Winkel presse WPN [Klimapoli]

na skład osadów charakterystyczny dla danej oczyszczalni, powinna być przeprowadzona zarówno dla zakładanego właściwego obciążenia urządzenia, jak również dla 50-procentowego obciążenia. Należy również pamiętać, że skład osadów może zmieniać się sezonowo. W związku z tym w zakresie właściwego działania środka do kondycjonowania należy uwzględnić również inne istotne czynniki. Przy zmiennych właściwościach powstającego w oczyszczalniach osadu konieczne jest dobranie większej palety środków do kondycjonowania i branie pod uwagę na przykład opróżniania awaryjnego reaktora biologicznego i odwodnienie znajdującego się w nim osadu.

Prasy, wirówki, workownice

Do mechanicznego odwadniania osadów ściekowych w oczyszczalniach komunalnych stosuje się często prasy taśmowe lub komorowe. Coraz bardziej dostępne i porównywalne pod względem kosztów zakupu z prasami są wirówki. W małych oczyszczalniach stosuje się natomiast workownice. W zależności od zastosowanego rozwiązania technologicznego uwodnienie osadu przed procesem wynosi 94-99% i zostaje obniżone w wyniku odwadniania do 50-88%.

Podstawowym rozwiązaniem są prasy, w których oddzielenie wody jest wynikiem wyciskania jej z osadu znajdującego się pomiędzy tkaninami filtracyjnymi. Dawniej jako środka do kondycjonowania w prasach komorowych używano 40-procentowego roztworu chłorku żelaza lub 10 kg wapna na 1 m³ odwadnianego osadu². Dzisiaj najczęściej stosuje się polielektrolity do odwadniania w urządzeniach mechanicznych. Ilość dodawanego polielektrolitu w prasach i wirówkach zależy od właściwości odwadnianego osadu. W przypadku surowego dawki mieszczą się w granicach 3-4,5 g na kg s.m. osadu, po fermentacji 5-8 g na kg s.m. osadu i do 10 g na kg s.m. osadu przy odwadnianiu samego osadu czynnego (zarówno surowego, prefer-

mentowanego, jak i po tlenowej stabilizacji).

Po prasach filtracyjnych taśmowych osad po dodaniu środka kondycjonującego trafia na taśmę (strefa grawitacyjna), gdzie deflektory, nazywane również często szykanami (na przykład w rozwiązaniu firmy Belmer), przesuwają i obracają osad, oddzielając grawitacyjnie wydzieloną wodę od flokuł z osadem. Następnie wstępnie zagęszczony osad trafia pomiędzy taśmy powodujące formowanie się placka osadowego. Strefa ta jest często nazywana klinową, bo grubość placka zmniejsza się klinowo, lub niskiego ciśnienia. Następnie osad jest coraz bardziej ściskany pomiędzy naprężającymi się taśmami, wędrującymi przez coraz mniejsze rolki. Rośnie również ciśnienie. Placek osadu po przejściu przez tę strefę, określaną mianem wysokiego ciśnienia, jest oddzielany od taśmy i transportowany przenośnikami do dalszej obróbki technologicznej lub higienizacji.

Różne rozwiązania

Wszystkie strefy są bardzo istotne dla procesu. Właściwe kondycjonowanie i powstanie odpowiednio dużych flokuł osadu w strefie grawitacyjnej zapewnia lepsze efekty odwadniania w przestrzeni wysokiego ciśnienia. Stosowane przez producentów pras taśmowych rozwiązania techniczne poprawiające skuteczność są rozmaite. Urządzenia różnią się ilością wykorzystywanych taśm (jedna lub dwie), wykorzystaniem taśm łączonych metalowymi łącznikami (nazywanymi zamkami, szwami) lub bezстыkowych (bezszywowych). Taśmy łączone wytrzymują, wg doświadczeń własnych autora, ok. 2-3 lat i jeżeli długość taśmy jest wystarczająca istnieje możliwość założenia nowych zamków. Prawdopodobnie eksploatowane taśmy bezстыkowe wytrzymują nawet trzykrotnie dłużej. Stosowne położenie taśmy jest regulowane ustawieniem rolek w sposób pneumatyczny lub hydrauliczny. Prasy różnią się między sobą ilością stosowanych rolek i długością poszczególnych stref. Atutem jest wydłużenie strefy grawitacyjnej, na przykład w rozwiązaniu prasy typu BS firmy Huber, lub zastosowanie flokulatora dynamicznego VX-FZ i częściowo podajnika osadu na górną taśmę w przypadku firmy Vanex. Inną możliwością jest zastosowanie, np. w urządzeniu typu MONOBELT sprzedawanym przez Ekofinn-Pol, w jednej konstrukcji nośnej zagęszczacza wstępnego bębnowego ze śrubą Archimedesą przed prasą. Dzięki temu możemy uzyskiwać optymalne wartości odwodnienia, nawet w sytuacjach awaryjnych, gdy uwodnienie wynosi 99,5%, czyli jest zbliżone do stężenia osadu

w reaktorze biologicznym. W takim przypadku sprawność urządzenia wstępnie zagęszczającego po właściwym kondycjonowaniu osadu będzie decydowała o efekcie osiąganym po prasie. Osad w zagęszczaczu jest stale mieszany i odwracany, co umożliwi bardziej efektywny odpływ wolnej wody oraz tej znajdującej się między flokułami osadu. Stosuje się różne rozwiązania dotyczące płukania taśm, np. wiążące się z użyciem czystej wody z przyłącza wodociągowego coraz częściej zastępowanej, z uwagi na koszty, ściekami oczyszczonymi kierowanymi do pras układami pompowymi, które są zamontowane na odpływie ścieków do odbiornika (po osadnikach wtórnych). Ciekawym rozwiązaniem jest użycie w prasach MONOBELT płukania odciekem spod prasy (filtratem), który całkowicie pokrywa zapotrzebowanie urządzenia na wodę płuczącą.

Możliwości regulacji

Ilość odwadnianego osadu eksploatator reguluje w zależności od jego jakości, zmieniając przede wszystkim dawkę środka kondycjonującego (zmieniając nadawę), następnie dostosowując ilość tak przygotowanego osadu podawanego na prasę. Ostatnią możliwością regulacji jest ustawienie prędkości przesuwu samej taśmy oraz stopnia jej naprężenia. Regulację przeprowadza operator na bazie okresowych badań laboratoryjnych stopnia odwodnienia czy współczynnika rozdziału R. Najczęściej jednak czyni to na podstawie kontroli wzrokowej stopnia sflokulowania w strefie grawitacyjnej, jak również jakości placka osadowego, wychodzącego po odwodnieniu z urządzenia, i stopnia właściwego wypłukania tkaniny filtracyjnej, z której wykonana jest taśma. Wszystkie wymienione czynniki wpływają na okres bezawaryjnej eksploatacji taśmy i efekt odwodnienia. Istotnym elementem technologicznym, obok jakości taśmy, jest wykonanie całego urządzenia wyłącznie ze stali nierdzewnej. Ponadto, ze względu na ilość części ruchomych, konieczne należy zabezpieczyć je za pomocą odpowiednich osłon. Dodatkowo, w celu zwiększenia trwałości pracy urządzenia, trzeba zwracać uwagę na wykonywanie przeglądów serwisowych, zalecanych przez producenta urządzeń, zwłaszcza na serwisowanie łożysk narażonych na pracę w środowisku agresywnym o dużej wilgotności.

Źródła

- Oleszkiewicz J., Kalinowska E.: *Gospodarka osadami ściekowymi. Poradnik decyzyjny*. Kraków 1998.
- Imhoff K.: *Kanalizacja miast i oczyszczanie ścieków*. Projprzem-Eko. Bydgoszcz 1996.