

Dr inż. Łucja Fukas –Płonka
Mgr inż. Marcin Janik

Politechnika Śląska
Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki
Instytut Inżynierii Wody i Ścieków

Plusy i minusy suszenia osadów ściekowych

1. Wstęp

Do lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku ciąg przeróbki osadów tworzyły takie procesy, jak:

- zagęszczanie – w zagęszczaczach grawitacyjnych,
- stabilizacja – prowadzona w osadnikach Imhoffa, otwartych lub zamkniętych wydzielonych komorach fermentacyjnych, symultanicznie w komorze osadu czynnego,
- odwadnianie – na poletkach osadowych lub lagunach, sporadycznie na urządzeniach mechanicznych.

Nie prowadzono wówczas ewidencji ilości powstających osadów, ani kontroli ich ostatecznego zagospodarowania. Osady powstające w procesach oczyszczania ścieków były traktowane drugoplanowo.

Wprowadzenie nowych przepisów ustawy o odpadach zmieniło podejście do osadów ściekowych. Ustawa zaliczyła osady do odpadów i nałożyła na ich wytwórców (oczyszczalnie ścieków) szereg obowiązków, między innymi: ewidencję ilości i jakości wytwarzanych osadów, kontrolę sposobu ostatecznego unieszkodliwiania. Problemy przeróbki i unieszkodliwiania osadów stały się zagadnieniami pierwszoplanowymi, a ciągi przeróbki osadów na oczyszczalniach ścieków ulegają rozbudowie i modernizacji.

Zasadniczym celem przeróbki osadów jest [Fukas-Płonka Ł. (2007a)]:

- ❑ stabilizacja osadu – redukcja substancji organicznych w osadzie, zmniejszenie podatności na zagniwanie, likwidacja nieprzyjemnych zapachów,
- ❑ zmniejszenie objętości poprzez usunięcie wody z osadu – zagęszczanie, odwadnianie, suszenie,
- ❑ przygotowanie osadu do ostatecznej formy zagospodarowania – wapnowanie, kompostowanie, piroliza, zgazowanie,
- ❑ ostateczne unieszkodliwianie osadu – przyrodnicze zagospodarowanie, termiczna utylizacja (spalanie, współspalanie, spoielanie)

Procesy przeróbki osadów, jak zagęszczanie, odwadnianie, stabilizacja, higienizacja, poprzedzające ostateczne unieszkodliwianie są dobrze poznane i powszechnie stosowane. Problemem pozostaje ostateczne unieszkodliwianie osadów. W praktyce występują dwa kierunki ostatecznego unieszkodliwiania, tj. przyrodnicze zagospodarowanie i termiczna

utylicacja. Przyrodnicze zagospodarowanie osadów obwarowane jest szeregiem przepisów prawnych, ograniczających ten sposób postępowania, zmuszając oczyszczalnie ścieków do zastosowania termicznych metod przeróbki i utylizacji osadów. W szczególności dotyczy to dużych oczyszczalni ścieków na terenach zurbanizowanych.

2. Termiczne metody przeróbki osadów

Termiczne metody przeróbki osadów to [Nadziakiewicz J. (2007)]:

- suszenie,
- piroliza (odgazowanie).

Metody utylizacji osadów:

- spalanie (spopielanie),
- zgazowanie,
- szkliwienie.

Suszenie osadów ściekowych jest procesem pozwalającym na przekształcenie osadu w produkt o określonych parametrach ułatwiających jego przyrodnicze zagospodarowanie lub ostateczne unieszkodliwianie metodami termicznymi.

Uzyskiwany produkt w postaci granulatu posiada następujące właściwości:

- niewielką uciążliwość dla środowiska,
- ciężar nasypowy osadu wysuszonego wynosi 700-850 kg/m³,
- łatwość transportu, a w przypadku przyrodniczego zagospodarowania ułatwione rozprowadzanie na powierzchni ziemi,
- wzrost wartości opałowej – zależnie od stopnia ustabilizowania wynosi 10-22 kJ/kg sm,
- wysuszony osad nie ulega biodegradacji,
- nie stanowi zagrożenia dla zdrowia pracującej przy nim obsługi.

Proces suszenia pozwala na uzyskanie osadu o zawartości suchej masy od 50% do powyżej 90%. Na krajowym rynku spotyka się bardzo dużo ofert instalacji suszenia o różnych rozwiązaniach konstrukcyjnych i parametrach technologicznych. Są to suszarki kontaktowe, konwekcyjne – nisko, średnio i wysokotemperaturowe.

Proces suszenia osadów realizowany jest w instalacjach składających się zależnie od typu suszarki z:

- urządzenia suszącego,
- instalacji grzewczej,
- urządzeń transportu osadu odwodnionego i przygotowania osadu do parametrów wymaganych dla danego typu suszarki (uzyskanie odpowiedniego stężenia suchej masy w nadawie przez recyrkulację osadu wysuszonego, granulacja osadu),
- urządzeń transportu suszu,
- magazynu osadu odwodnionego,
- systemu odprowadzania oparów,
- instalacji obróbki suszu – schładzanie, przesiewanie,
- systemu kontrolno-pomiarowego.

Wybór instalacji do suszenia osadów jest trudny i powinien być poprzedzony wnikliwą analizą techniczno-ekonomiczną, uwzględniającą koszty inwestycyjne, eksploatacyjne oraz występujące zagrożenia.

Suszenie osadu jest procesem złożonym, a przy wykorzystaniu zewnętrznych źródeł energii (olej opałowy, gaz ziemny) kosztownym. Koszt wysuszenia 1m³ osadu o uwodnieniu 80% do uwodnienia 10% wynosi od 150 do 280zł. Największy wpływ na koszty eksploatacyjne ma energochłonność procesu charakteryzowana zapotrzebowaniem energii cieplnej i elektrycznej koniecznej do odparowania wody [Fukas-Płonka Ł.(2007b)].

Ilość energii potrzebnej do suszenia osadu zależy od:

- uwodnienia nadawy - osadu odwodnionego
- uwodnienia suszu
- rozwiązań technicznych suszarni, typu urządzenia, sposobu odzysku ciepła i rozwiązań doprowadzenia mediów grzewczych,

Teoretyczne zapotrzebowanie na energię potrzebną do odparowania 1kg wody wynosi przy normalnym ciśnieniu 0,627 kWh/kg. Ponieważ w osadzie występuje woda w formie związanej, przy jej odprowadzaniu część energii zostaje przeznaczona na przemiany fizyko-chemiczne związków, co powoduje zwiększenie energochłonności procesu suszenia. Przy pełnym wysuszeniu osadu średnie zapotrzebowanie na energię cieplną, w zależności od rozwiązań konstrukcyjnych i parametrów instalacji, wynosi od 0,6 do 1,2 kWh/kg.

Instalacje niskotemperaturowe charakteryzują się wyższą energochłonnością w stosunku do instalacji średnio i wysokotemperaturowych. Wynika to z konieczności ogrzania znacznych ilości powietrza (powyżej 1 kWh/kg). Przetłaczanie dużych objętości powietrza powoduje też większe, w porównaniu z innymi metodami, zużycie energii elektrycznej. Niewątpliwą zaletą instalacji niskotemperaturowych jest:

- możliwość wykorzystania ciepła odpadowego,
- brak konieczności oczyszczania powietrza odlotowego,
- możliwość suszenia osadu o wysokim uwodnieniu od 83% do wybranego uwodnienia suszu (10%-50%),
- łatwe włączanie i wyłączenie instalacji, co umożliwia bezpośrednią współpracę instalacji z urządzeniami do odwadniania

Urządzenia niskotemperaturowe charakteryzują się małą wydajnością parowania, zajmując duże powierzchnie i mogą być stosowane na średnich oczyszczalniach ścieków.

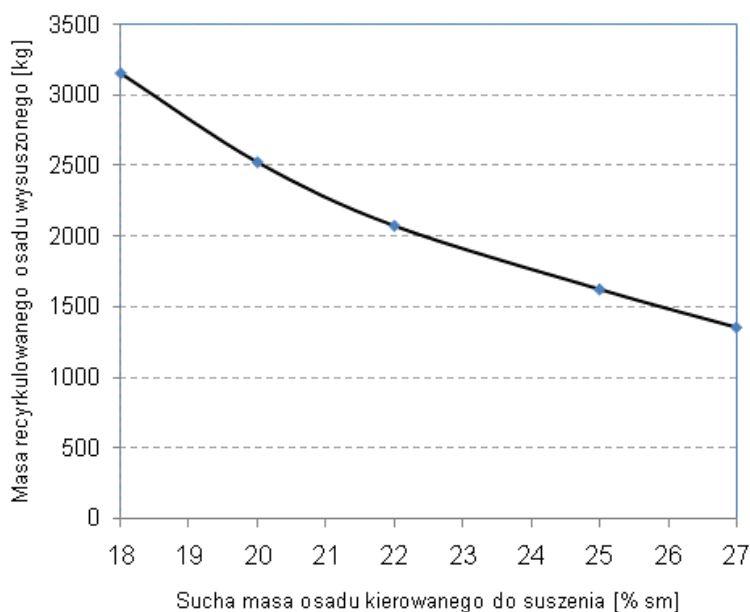
Instalacje średnio- i wysokotemperaturowe posiadają porównywalne współczynniki energochłonności oraz wysoką wydajność parowania. Instalacje te pracują w sposób ciągły. Ze względu na występujące zagrożenia, są bardzo rozbudowane pomimo niewielkich gabarytów samych urządzeń suszących.

Cechą charakterystyczną osadów ściekowych jest występowanie podczas suszenia fazy kleistej – pojawiającej się przy stężeniu suchej masy 40-50%, dlatego większość instalacji do suszenia wysokotemperaturowego wymaga wprowadzenia osadów o stężeniu suchej masy powyżej 50%. Wymagane stężenie suchej masy w osadzie uzyskuje się poprzez recyrkulację osadu wysuszonego (w postaci suchej, pylistej) i wymieszanie z osadem odwodnionym.

Stopień recyrkulacji zależy od uwodnienia osadu kierowanego do suszenia (Rys.1). W tabeli 1 przedstawiono wymagany stopień recyrkulacji w przeliczeniu na 1000kg sm osadu.

Tab.1. Wymagany stopień recyrkulacji w przeliczeniu na strumień 1000kg sm osadu kierowany do suszenia.

Stężenie suchej masy osadu [kg sm]	Stężenie suchej masy osadu [%]	Objętość osadu [m3]	Ilość wody do odparowania [m3]	Stężenie suchej masy osadu po wysuszeniu [%]	Objętość osadu po wysuszeniu [m3]	[%] Wymagane stężenie suchej masy na wejściu do suszarki	Stopień recyrkulacji osadu wysuszonego [%]	Objętość recyrkulowanego osadu [m3]	Sucha masa osadu w recyrkulacji [kg sm]
1000	18	5,6	4,4	90	1,1	45	60	3,5	3150
	20	5	3,9				56	2,8	2520
	22	4,5	3,4				51	2,3	2070
	25	4	2,9				44	1,8	1620
	27	3,7	2,6				40	1,5	1350



Rys.1. Wykres zależności ilości suchej masy recykulowanego osadu wysuszonego w przeliczeniu na strumień 1000kg sm osadu kierowany do suszenia dla różnej procentowej zawartości suchej masy osadu.

W procesie suszenia powstają silnie zanieczyszczone opary wymagające oczyszczenia przed odprowadzeniem do środowiska. Przy suszeniu bezpośrednim (konwekcyjnym) opary odprowadzane są z nośnikiem ciepła i suszem. Przy suszeniu pośrednim (kontaktowym) strumień oparów wyprowadzany jest samodzielnie bez kontaktu z nośnikiem ciepła. Odory uwalniane podczas suszenia stanowią emisję do atmosfery zwiększającą uciążliwość oczyszczalni dla środowiska. Rośnie ona wraz ze wzrostem temperatury suszenia. Z oparów wykraplany jest kondensat stanowiący wtórne obciążenie oczyszczalni ścieków. Kondensat z instalacji suszenia wysokotemperaturowego charakteryzuje się wysokimi stężeniami ChZT, azotu i fosforu. Stężenie zanieczyszczeń w kondensacie wzrasta wraz z temperaturą suszenia,

stężenia osadu wysuszonego oraz oddziaływania ciepła. [Fukas-Płonka Ł.(2007b)]. Ważne jest, aby suszony osad nie nagrzewał się do temperatury powyżej 80°C, gdyż przekroczenie tej temperatury powoduje spiekanie białek i wzrost uwalniania odorów. Dla instalacji suszenia wskazana jest pełna hermetyzacja stacji suszenia i kierowanie powietrza wylotowego na biofiltry.

3. Zagrożenia występujące w procesie suszenia osadów

W pełni wysuszony osad o stężeniu suchej masy powyżej 90%, ze swoim stosunkowo wysokim udziałem związków organicznych, jest materiałem palnym porównywalnym do węgla brunatnego, generując potencjał zagrożeń [Sprawozdanie ATV (1997)]:

- zapłon – temperatura zapłonu: 360 - 510°C, palenie się po zapłonie obcym źródłem zapłonu (np. iskra),
- jarzenie – temperatura jarzenia: 230 – 430°C, jest to najniższa, utrzymywana jako stała temperatura powierzchni, przy której odłożony materiał może ulec jarzeniu, żarzeniu lub paleniu,
- samozapłon – temperatura samozapłonu to 110 – 140 °C, pod tym pojęciem rozumie się temperaturę otoczenia lub składowania przy której następuje samozapłon materiału palnego po uprzednim samorozgrzaniu. Na samozapłon ma wpływ rodzaj składowania, struktura ziarna wysuszonego materiału oraz czas składowania,
- wybuch pyłów – do transportu osadu stosuje się zamknięte podajniki śrubowe z obiegiem chłodzącym. Podajniki dobierane są tak, aby zapewnić schłodzenie do 30-40°C. Instalacja nie może być zagrożona iskrzeniem, nagrzewaniem się elementów – np. przekładni, Osad odprowadzany z suszarki ma temperaturę 60-80°C i wymaga bardzo szybkiego schłodzenia

Wysuszony osad przed składowaniem w silosie powinien być schłodzony i przesiany, a drobne frakcje zawrócone jako recyrkulat.

Badania niemieckie wykazały, że składowanie 1m³ wysuszonego osadu o temperaturze 80°C w formie stożka nasypowego prowadzi do samozapłonu. Zagrożenie wybuchem istnieje nie tylko w samej instalacji do suszenia i składowania osadu, ale również w pomieszczeniach, gdzie zabudowana jest cała instalacja. Zależnie od stopnia hermetyzacji w obiekcie mogą gromadzić się pyły odkładające się na elementach wyposażenia hal.

Do najważniejszych wytycznych z punktu widzenia bezpieczeństwa instalacji suszenia osadów należą [Sprawozdanie ATV (1997)]:

- niskie stężenie tlenu w gazie suszącym (10-14%),
- konstrukcja suszarek minimalizująca możliwość gromadzenia pyłów,
- podłączenie suszarek, w których może występować pył, do filtra workowego z systemem odciągania pyłu,
- dodawanie azotu do zbiornika granulatu w przypadku wzrostu temperatury powyżej zadanej wartości temperatury w celu inertyzacji atmosfery,
- wyposażenie wlotu i wylotu suszarki, filtrów i zbiornika granulatu w dysze zraszające wodą – działające w przypadku przekroczenia temperatury powyżej kolejnej zadanej wartości,
- monitorowanie temperatury w różnych punktach instalacji,
- monitorowanie stężenia CO w zbiorniku granulatu i filtrach,
- niska temperatura osadu w suszarce – do 85°C,
- przesiewanie osadu - do składowania przekazywany jest granulak o wielkości

ziaren
3-5mm,

- wykluczenie możliwości kontaktu wysuszonego osadu z gorącymi elementami metalowymi,
- budowle muszą być odporne na maksymalne ciśnienie wywołane wybuchem,
- wyposażenie budowli w urządzenia kompensujące siłę wybuchu oraz jednoczesna odporność budowli na ciśnienie wywołane wybuchem,
- wyposażenie w urządzenia techniczne powodujące przerwanie wybuchu,
- składowanie osadu tylko odwodnionego lub częściowo wysuszonego wymaga szczególnej uwagi ze względu na możliwość wydzielania metanu,
- bardzo ważna jest instalacja wentylacyjna oraz przewody awaryjne wprowadzone ponad dach,
- konieczne jest zainstalowanie mierników wskazujących zagrożenie wybuchem,
- schładzanie osadu wysuszonego przed składowaniem.

4. Podsumowanie

Termiczne przeróbka osadów ściekowych w dużych oczyszczalniach jest nieunikniona. Proces suszenia jest kosztowny, trudny w eksploatacji, wymagający wykwalifikowanej obsługi i kontroli procesu. Procesem termicznej utylizacji osadów, który musi zostać wdrożony w naszym kraju jest spopielenie osadu, popularnie nazywane spalaniem.

Wybór technologii spopielenia powinien być poprzedzony analizą techniczno-ekonomiczną, która pozwoli na udzielenie odpowiedzi na pytania:

- Czy jest możliwe spalanie osadu bez udziału energii dodatkowej?
- Czy jest korzystne, suszenie osadu przed spalaniem?
- Jeżeli suszenie jest konieczne - do jakiego stopnia należy wysuszyć osady przed spalaniem?

Termiczne procesy suszenia nie są obojętne dla środowiska i wiążą się z powstawaniem odorów, które muszą zostać ujęte zatrzymane w instalacji biofiltrów. Ponadto procesowi suszenia termicznego towarzyszy zagrożenie wybuchem pyłów i samozapłon. Wymienionych wad można uniknąć stosując procesy suszenia niskotemperaturowego.

Osady ściekowe pomimo wysuszenia i wysokiej wartości opałowej nie są uznane za biomasę pozostając odpadem, stąd pozyskiwana w wyniku ich spalania energia nie jest zaliczana do energii zielonej.

Bibliografia

- Fukas-Płonka Ł. (2007a): Nowe kierunki w przeróbce osadów ściekowych. XII Seminarium Szkoleniowe Zarządzanie Gospodarką Odpadami. PZiTS, Oddział Wielkopolski w Poznaniu. Zakopane,
- Fukas-Płonka Ł.(2007b): *Suszenie osadów ściekowych*. Materiały seminarium szkoleniowego „Nowe technologie w przeróbce osadów ściekowych” Zakład Wodociągów i Kanalizacji, Politechnika Śląska, Brenna,

Nadziakiewicz J. (2007): *Termiczna utylizacja osadów ściekowych*. Materiały seminarium szkoleniowego „Nowe technologie w przeróbce osadów ściekowych” Zakład Wodociągów i Kanalizacji, Politechnika Śląska, Brenna,
Sprawozdanie ATV (1997): Suszenie osadu ściekowego. Wydawnictwo Seidel-Przywecki, Warszawa,