

Michał STYP-REKOWSKI¹, Janusz HERMANN²

e-mail: msr@utp.edu.pl

¹ Zakład Inżynierii Produkcji, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz² Katedra Chemii Środowiska, Wydział Rolnictwa i Biotechnologii, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz

Recykling środowiskowy, linia technologiczna do higienizacji osadów ściekowych

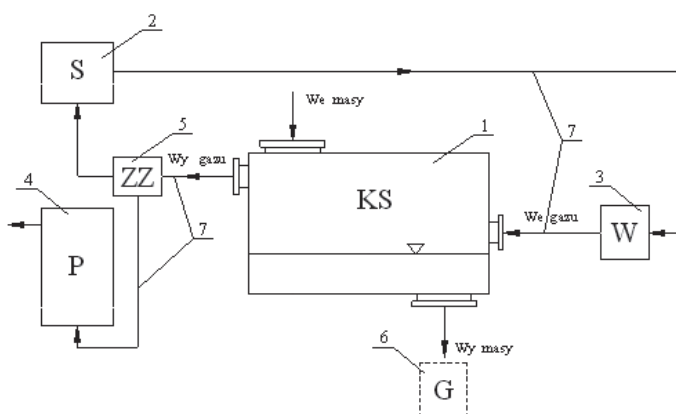
Wstęp

Osady ściekowe zawierają w swojej objętości dużą ilość bakterii i innych drobnoustrojów chorobotwórczych i z tego powodu nie mogą być wykorzystywane w stanie nie przetworzonym, np. jako nawozy w uprawie roślin. Ze względu na możliwość przenikania do środowiska ich szkodliwych składników nie nadają się one także do składowania bez zabezpieczenia. Celem pracy jest technologia unicestwienia występujących w osadach ściekowych drobnoustrojów stanowiących mikrobiologiczne zagrożenie środowiska. Przeprowadzono ich higienizację a następnie stabilizację, utralającą stan uzyskany w rezultacie higienizacji.

Struktura linii higienizującej

Jednym ze sposobów higienizacji osadów ściekowych jest metoda alkaliczna realizowana w warunkach adiabatycznych. Do tego celu proponuje się linię technologiczną (Rys. 1), w skład której wchodzi następujące elementy strukturalne [1]:

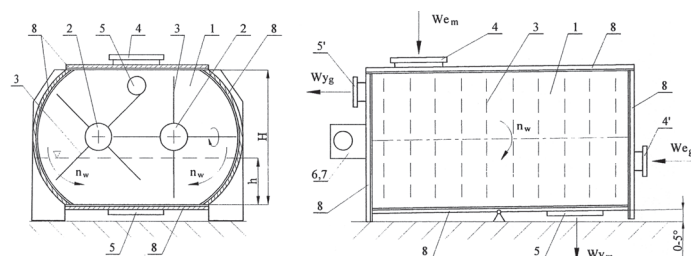
- reaktor adiabatyczny stanowiący komorę stabilizującą osady – 1,
- odwadniacz gazu higienizującego – 2, którym jest suszarka zawierająca czynnik wiążący wodę (sorbent),
- wentylator – 3 wymuszający okresowy ruch (przepływ) gazu higienizującego,
- płuczka gazu – 4 oczyszczająca gaz na wyjściu z obiegu technologicznego do środowiska,
- zawór zwrotny – 5 sterujący przepływem gazu do suszarki lub do płuczki,
- granulator – 6, jako składnik opcjonalny,
- system termiczny zaizolowanych rur – 7.



Rys. 1. Schemat strukturalny linii higienizującej osady (wg P 383193) [1]

Komorę stabilizującą – 1 w postaci poziomo usytuowanego zbiornika walcowego, o średnicy D i długości L , otworem zasypowym (We_m) usytuowanym w górnej części płaszcza, jest napełniana osadem ściekowym oraz czynnikiem higienizującym, którym jest tlenek wapnia do ok. 1/3 objętości komory, a więc ok. 40% jej wysokości. Składniki te podaje się w proporcji 1:1, przy czym odnosi się to do suchej masy osadów. Uwzględniając to, że osady zawierają do 85% wody, rzeczywisty stosunek masy osadów i tlenu wapnia wynosi ok. 5:1.

Komora (Rys. 2), stanowiąca reaktor adiabatyczny [2, 3], wyposażona jest w mieszadła, które umożliwiają dokładne wymieszanie wsadu. Reakcje zachodzące między składnikami osadu a czynnikiem higienizującym powodują wydzielanie się dużych ilości amoniaku, a ponieważ charakter tych reakcji jest egzotermiczny (wapno higienizujące jest substancją egzotermiczną) w komorze następuje wzrost temperatury nawet o $\Delta T = 80^\circ\text{C}$ i proporcjonalne zwiększenie ciśnienia. Szczelna i termicznie zaizolowana komora stabilizująca – 1 wyznacza objętość, w której zachodzi higienizacja osadów. Wysoka temperatura i ciśnienie pod jakim znajduje się w komorze amoniak daje efekt synergiczny: higienizacja jest szybsza, a cały proces – wydajniejszy.



Rys. 2. Reaktor adiabatyczny zastrzeżony wzorem użytkowym W 115430 [2]

W celu wytworzenia warunków do lepszego przystosowania komory do niezbędnej wydajności proponuje się segmentową budowę głównych elementów konstrukcyjnych reaktora do higienizacji odpadów, tj. zbiornika i mieszadeł z łopatkami.

Strukturę reaktora tworzą trzy rodzaje segmentów:

- napędowy,
 - podporowy,
 - środkowy,
- które mogą występować w różnych wariantach, przy czym segmenty: napędowy i podporowy występują zawsze, natomiast segment środkowy występuje opcjonalnie – może być ich od 0 do 2 sztuk. W ten sposób można lepiej dostosować wydajność reaktora do istniejących potrzeb. Wszystkie segmenty (także środkowe), mają długość l równą wysokości H reaktora, co zabezpiecza niezbędną sztywność płaszcza zbiornika. Liczba segmentów środkowych większa niż 2 nie jest wskazana, ponieważ powodowałaby zmniejszenie sztywności zbiornika i mieszadeł i prowadziłaby do pogorszenia niezawodności reaktora. Wszystkie segmenty pokryte są warstwą izolacyjną, dzięki czemu możliwa jest higienizacja w warunkach adiabatycznych. Segmenty są łączone za pomocą złączy śrubowych (połączenia rozłączne), przy zachowaniu współosiowości oraz szczelności połączenia.

Segmentowa budowa zbiornika powoduje, że mieszadła także muszą mieć budowę segmentową. Dzięki niej długość mieszadła, a więc i liczbę łopatek można dobrać przyjmując odpowiednią liczbę segmentów skojarzonych ze sobą kształtowo i połączonych także w sposób kształtowy.

Przy podanych wyżej relacjach H/l reaktor z dwoma segmentami środkowymi ma wydajność dwukrotnie większą niż reaktor bez takiego segmentu. Aby uzyskać jeszcze większą wydajność, należy wybrać z typoszeregu reaktor o kolejnej większej wysokości. Wysokości segmentów tworzą szereg zabezpieczający wszystkie wydajności w zakresie stosowanych wartości wysokości.

Izotermiczna powłoka komory – 1 i przewodów – 7 łączących poszczególne elementy składowe linii umożliwia wielokrotne, cykliczne wykorzystanie gazu higienizującego. Sorbent w suszarce – 2, stanowiącej element zamkniętego obiegu gazu higienizującego, odbiera wilgoć z minimalnymi stratami cieplnymi. W ten sposób przepływający gaz (ruch jest wymuszany przez wentylator – 3) spełnia dodatkowo funkcję suszącą osad.

Osuszony i zneutralizowany higienicznie osad odprowadzany jest grawitacyjnie przez otwór w dolnej części płaszcza komory (Wy_m).

Ze względu na konieczność uwolnienia energii cieplnej w reakcji z wodą, a także pożądaną dużą wartością wskaźnika pH, za przydatne do higienizacji i uzdatniania odpadów komunalnych uznano nawozy wapniowe zawierające jako składnik podstawowy tlenek wapniowy o zawartości CaO 88–93%. Oznaczanie jakości wapna palonego następuje według zdolności do reakcji hydratacji, charakteryzującej się wskaźnikiem t_{60} , który oznacza czas w jakim 150 g CaO ogrzeje 600 g H₂O od 20 do 60°C [4].

W interesujących badaniach zmian składu chemicznego osadów stabilizowanych alkalicznie, opisanych w pracy [5], stwierdzono, że wraz ze zwiększeniem dawki Ca(OH)₂ i wydłużeniem czasu alkalizacji, zachodzące procesy chemiczne powodują zmniejszenie stosunku atomowego O/C oraz zwiększenie stosunku CZT/OWO. Tłumaczy się to hydrolitycznym uwalnianiem z osadu jednostek budowy zawierających ugrupowania tlenowe (kwasy karboksylowe, alkohole, hydroksykwas, aminokwas itp.).

Efektywność oddziaływania tlenku wapniowego na bakterie i jaja pasożytów jest zdeterminowana licznymi czynnikami, z których najistotniejszymi są:

- rodzaj tlenku,
- ilość reagenta,
- temperatura,
- czas oddziaływania.

Przeprowadzone badania, np. [6] wykazały, że do higienizacji szczególnie przydatny jest ten rodzaj tlenku wapniowego, który reagując z wodą wydziela ciepło w krótkim czasie. Potwierdziły to próby, w których stwierdzono, że w rezultacie zastosowania tzw. wysoko reaktywnego tlenku wapnia temperaturę mieszaniny powyżej 70°C, przy której higienizacja następuje w efektywny sposób, uzyskuje się szybko – już w czasie do 4 minut.

Cechy charakterystyczne linii

W porównaniu do istniejących i stosowanych urządzeń do higienizacji i stabilizacji osadów ściekowych proponowana linia charakteryzuje się oryginalnymi rozwiązaniami innowacyjnymi, z których najistotniejsze to:

- zamknięty obieg gazu higienizującego (czynnik ekologiczny),
- możliwość wielokrotnego wykorzystania składników atmosfery higienizującej i suszącej (czynnik ekologiczny i ekonomiczny),
- higienizujące działanie amoniaku, wydzielającego się w wyniku reakcji chemicznej, wspomagane jest wysoką temperaturą (do 100°C) i podwyższonym ciśnieniem (do 0,5 MPa). Warunki takie powstają bez zasilania zewnętrznego – jedynie w rezultacie zachodzących procesów egzotermicznych (czynnik ekonomiczny).

O oryginalności proponowanych rozwiązań konstrukcyjnych i technologicznych świadczy fakt, że komora adiabatyka jest już chroniona świadectwem ochronnym (wzór użytkowy W 115430 z dnia 20.04.2005 r.), natomiast w sierpniu 2007 r., zgłoszono także wniosek o ochronę patentową (P 383193) linii do higienizacji osadów ściekowych wraz

z procesem realizowanym za pomocą linii, który jest w trakcie rozpatrywania w *Urzędzie Patentowym RP*. Zgłoszono ponadto wniosek o ochronę patentem segmentowej budowy reaktora adiabatyka. Wniosek jest w trakcie opracowania przez rzeczniczkę patentową.

Produkty higienizacji

Analizując reakcje chemiczne zachodzące w procesie higienizacji osadów realizowanym za pomocą opisywanej linii, na jej wyjściach można zidentyfikować następujące produkty:

- na wyjściu masy (Wy_m) uzyskuje się zasadniczy produkt, będący wynikiem reakcji zachodzących między osadami i wapnem. Produkt ten może stanowić nawóz przydatny przy zakładaniu i utrzymaniu miejskich terenów zielonych lub też przy rekultywacji nieużytków. Po to, aby można go było konfekcjonować i składować przydatne jest jego granulowanie, co umożliwi przewidziany w linii granulator – 6;
- na wyjściu gazu (Wy_g) uzyskuje się znaczne ilości amoniaku jako ubocznego produktu wspomnianych reakcji. Obecność tego gazu stanowi czynnik znacznie zwiększający efektywność procesu higienizacji. Po odwodnieniu w suszarce – 2 jest on zawracany do komory.

Po zakończeniu procesu higienizacji gaz ten, po przesterowaniu zaworu – 5, jest kierowany do płuczki, gdzie zachodzi reakcja między nim a medium płuczającym, w wyniku czego powstają związki (najczęściej sole), które mogą być wykorzystane jako nawozy lub roztwór przydatny przy kompostowaniu.

Dodatkowo gaz ten będąc nośnikiem ciepła – wydzielającego się w reakcjach chemicznych, które wraz z nim przemieszcza się w instalacji – przyczynia się do zwiększenia efektywności funkcjonowania linii.

Z powyższej analizy wynika, że wymienione produkty higienizacji stanowią użyteczne substancje, które bezpiecznie i z korzyścią dla ekosfery można do niej zawrócić. W ten sposób obciążający środowisko, bardzo szkodliwy i niebezpieczny dla niego czynnik, jaki stanowią osady ściekowe, zostaje zamieniony na użyteczny środowiskowo produkt.

Podsumowanie

Prezentowana linia do higienizacji osadów ściekowych stanowi przykład obiektu technicznego, dzięki któremu możliwy jest recykling produktów środowiskowych. Stanowi także potwierdzenie użyteczności i użyteczności procesu recyrkulacji, także w otaczającym nas środowisku naturalnym.

Rekuperacja ciepła, jaka jest możliwa w prezentowanej linii, stanowi dodatkowy przykład recyrkulacji nośnika ciepła, dzięki czemu cały proces staje się bardziej efektywny.

LITERATURA

- [1] Linia do higienizacji osadów ściekowych. Zgłoszenie patentowe w UP RP, No. P 383193, twórcy: J. Hermann, M. Styp-Rekowski.
- [2] Reaktor adiabatyka. Wzór użytkowy nr W.115430 z dnia 20.04.2005, twórcy: J. Hermann, M. Styp-Rekowski.
- [3] M. Styp-Rekowski, J. Hermann: Inż. Ap. Chem. **47**, nr 5, 39 (2008).
- [4] The Handbook on Water Treatment. Kemira Kemi AB. Water Treatment 1995. Tłumaczenie: M.Kwietniewski. Wydawn. PINIA, Gdańsk 1995.
- [5] T. Marcinkowski: Ekotechnika **36**, nr 4 (2005).
- [6] J. Hermann, G. Harasimowicz-Hermann, M. Leszczyński: Nawozy i nawożenie **27**, nr 2 (2006).