

LILIANA KRZYSZEK  
AGNIESZKA ZAWADZKA  
STANISŁAW LEDAKOWICZ

Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska, Politechnika Łódzka, Łódź

# Biologiczne suszenie osadów ściekowych i organicznej frakcji miejskich odpadów stałych metodą kompostowania w reaktorze okresowym

## Wprowadzenie

Zagospodarowanie stałych odpadów komunalnych zgodnie z priorytetami polityki Komisji Europejskiej (dyrektywy: 91/156/CEE, 91/689/CEE, 94/62/CEE) dotyczy: selektywnej zbiórki odpadów, recyklingu materiałów, produkcji kompostu, odzysku energii z frakcji palnej i wykorzystania składowisk do deponowania odpadów poddanych uprzedniej obróbce (tzn. inertnych) [1]. Stąd też, szczególnego znaczenia nabierają technologie biologicznej degradacji stałych odpadów komunalnych lub ich frakcji, takie jak kompostowanie, biosuszenie, biostabilizacja. Pozyskiwanie energii ukrytej w materiałach odpadowych przyczynia się do zachowania zasobów naturalnych, obniżenia emisji metanu i ditlenku węgla oraz innych środowiskowych korzyści (obniżenie emisji  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , pyłów).

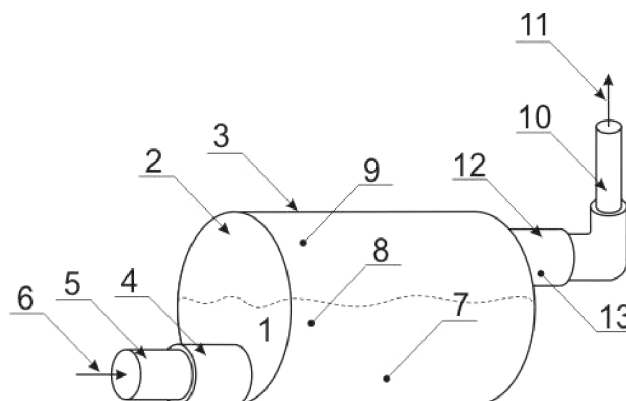
Osady ściekowe są bardzo uwodnione, a proces suszenia termicznego jest energochłonny i przez to kosztowny. Natomiast biosuszenie osadów ściekowych w wyniku ich współkompostowania z organiczną frakcją odpadów komunalnych jest interesującą alternatywą ich utylizacji. Odpowiednie zarządzanie parametrami procesu kompostowania pozwala na wykorzystanie uwolnionej energii do suszenia odpadów w bardzo krótkim czasie (8–9 dni) i uzyskanie paliwa organicznego pochodzącego z odpadów [2].

Dotychczas biosuszeniem odpadów stałych i osadów zajmowało się niewielu autorów. *Adani* i wsp. [1] a także *Sugni* i wsp. [2] prowadzili badania procesu biosuszenia stałych odpadów komunalnych o niskiej początkowej zawartości wilgoci –  $410 \text{ g kg}^{-1}$ . Jednakże nie prowadzono dotychczas badań biosuszenia mieszaniny osadów ściekowych i organicznej frakcji miejskich odpadów stałych o dużej początkowej zawartości wilgoci.

Celem niniejszej pracy było przeprowadzenie wstępnych badań procesu biosuszenia organicznej frakcji miejskich odpadów stałych i osadów ściekowych o wysokiej początkowej zawartości wilgoci w taki sposób, aby uzyskać biopaliwo o interesującej zawartości energii.

## Materiały i metody

Proces biosuszenia przeprowadzono w tunelu suszarniczym o pojemności  $240 \text{ dm}^3$  otulonym warstwą izolacyjną, zapobiegającą stratom ciepła (Rys. 1). Tunel został wyposażony w czujniki do pomiaru wilgotności i temperatury powietrza wlotowego i wylotowego, czujniki do pomiaru temperatury kompostowanych odpadów i powietrza nad kompostowaną



Rys 1. Tunel suszarniczy: 1 – kompostowana biomasa, 2 – tunel suszarniczy, 3 – warstwa izolacyjna, 4 – nagrzewnica, 5 – wentylator kanałowy, 6 – powietrze wlotowe, 7, 8 – czujniki temperatury kompostowanej biomasy, 9 – czujnik temperatury powietrza nad kompostowaną biomasą, 10 – biofiltr, 11 – powietrze wylotowe, 12 – wentylator wyciągowy, 13 – czujnik temperatury i wilgotności powietrza wylotowego

biomasą w tunelu. Dodatkowo mierzono temperaturę i wilgotność w pomieszczeniu gdzie prowadzony był proces. Do usuwania odorów został wykorzystany biofiltr.

Do kompostowanych odpadów doprowadzano powietrze za pomocą nagrzewnicy kanałowej i wentylatora kanałowego o wydajności  $86,35 \text{ m}^3/\text{h}$  o temperaturze  $35^\circ\text{C}$  przez 4–6 h tylko na początku procesu. Wentylator wyciągowy o wydajności  $27,34 \text{ m}^3/\text{h}$  użyto do usuwania wilgotnego powietrza. Czas pracy wentylatora wyciągowego kontrolowano automatycznie w zależności od temperatury kompostowanych odpadów. W badaniach wykorzystano tlenowy osad ściekowy z *Grupowej Oczyszczalni Ścieków* w Łodzi; rozdrobnioną (2–4 cm) organiczną frakcję miejskich odpadów stałych oraz odpadowy roślinny materiał strukturalny. Masa odpadów dodawanych do tunelu suszarniczego wynosiła ok. 22 kg.

## Wyniki badań

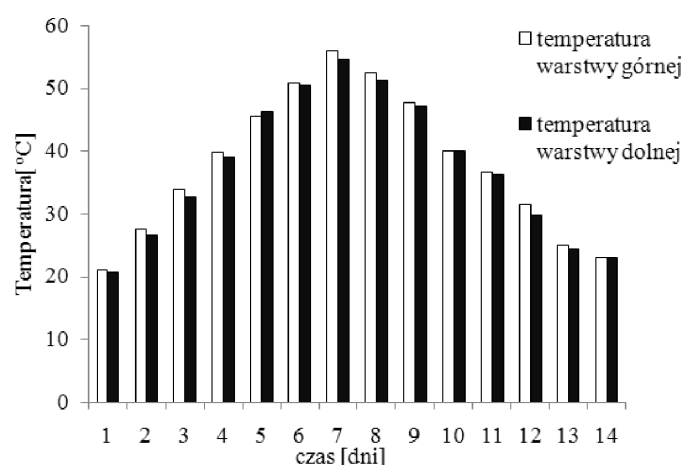
W pracy przeprowadzono dwie serie eksperymentów procesu autotermicznego suszenia. W procesie 1 do badań wykorzystano organiczną frakcję miejskich odpadów stałych i odpadowy roślinny materiał strukturalny o początkowej wilgotności  $849 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Do tunelu suszarniczego doprowadzano powietrze o temperaturze  $35^\circ\text{C}$  przez 4 godziny. W procesie 2 jako substrat wykorzystano osad ściekowy, organiczną frakcję miejskich odpadów stałych i odpadowy roślinny materiał

strukturalny o początkowej zawartości wilgoci  $860\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ . W procesie 2 do tunelu suszarniczego dodawano powietrze o temperaturze  $35^\circ\text{C}$  przez 6 godzin. Czas trwania procesu biosuszenia w serii doświadczalnej 1 wynosił 14 dni, a serii 2 – 15 dni.

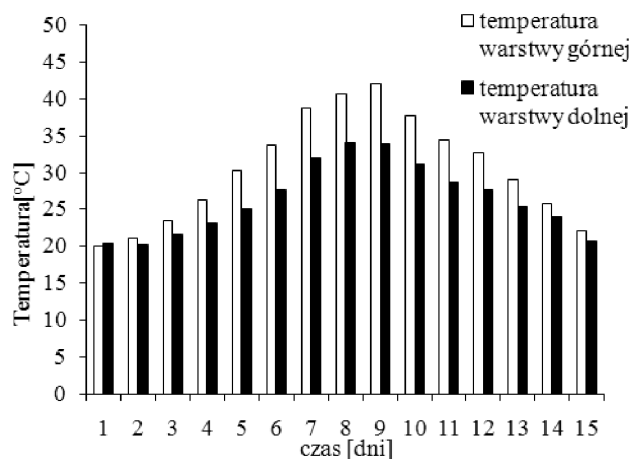
W obu procesach uzyskano 50% spadek wilgotności w kompostowanych i jednocześnie suszonych odpadach. W procesie 1 wilgotność końcowa masy odpadów wynosiła  $436\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ , natomiast w procesie 2 –  $479\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

W obu procesach uzyskano zadowalające wyniki ciepła spalania i wartości opałowej wysuszonego materiału. Wynosiły one dla procesu 1: ciepło spalania –  $16,12\text{ kJ/g}$ , wartość opałowa –  $14,84\text{ kJ/g}$  a dla procesu 2: ciepło spalania –  $17,45\text{ kJ/g}$ , wartość opałowa –  $16,17\text{ kJ/g}$ .

Na rys. 2 i 3 przedstawiono zmiany temperatury w górnej i dolnej warstwie kompostowanych i jednocześnie suszonych odpadów dla procesów 1 i 2.



Rys. 2. Temperatura górnej i dolnej warstwy odpadów w procesie 1



Rys. 3. Temperatura górnej i dolnej warstwy odpadów w procesie 2

W procesie 1, w którym nie dodawano osadów ściekowych, uzyskano wysokie wartości temperatury kompostowanych odpadów. Początkowo temperatura odpadów utrzymywała się na poziomie ok.  $30\text{--}35^\circ\text{C}$ . W kolejnych dniach procesu zaobserwowano wzrost temperatury obu warstw: w górnej warstwie do wartości  $56$  i  $54^\circ\text{C}$  w dolnej warstwie. W końcowej fazie procesu uzyskano spadek temperatur obu warstw do wartości około  $20^\circ\text{C}$ . W procesie 1 średnia wartość temperatury powietrza nad kompostowanymi odpadami kształtowała się na poziomie około  $25^\circ\text{C}$ . Średnie wartości wilgotności i temperatury powietrza wylotowego w tym procesie wynosiły odpowiednio: temperatura –  $24,5^\circ\text{C}$ , a wilgotność –  $65\%$ .

W procesie 2 temperatury początkowe obu warstw kształtowały się na poziomie  $20\text{--}23^\circ\text{C}$ . W kolejnych dniach obserwowano wzrost temperatur obu warstw, górnej warstwy do ok.  $42^\circ\text{C}$  natomiast dolnej warstwy do ok.  $34^\circ\text{C}$ . W końcowych dniach procesu stwierdzono spadek temperatur obu warstw: górnej warstwy do ok.  $22^\circ\text{C}$  i dolnej warstwy do ok.  $20^\circ\text{C}$ . W procesie 2 zaobserwowano duże różnice temperatur między warstwami odpadów rzędu  $6^\circ\text{C} - 9^\circ\text{C}$ . W tym procesie średnia wartość temperatury powietrza nad kompostowanymi odpadami wynosiła  $22^\circ\text{C}$ . Uzyskano również niższą temperaturę powietrza wylotowego –  $23^\circ\text{C}$  oraz niższą wartość wilgotności powietrza wylotowego –  $52,7\%$ .

### Podsumowanie

Przeprowadzone wstępne badania procesów biologicznego suszenia pokazują, że można uzyskać usunięcie wilgoci z masy odpadów o ok.  $50\%$ . W obu przeprowadzonych seriach doświadczalnych stwierdzono wysokie wartości ciepła spalania i wartości opałowej uzyskanego materiału (ciepło spalania –  $14\text{--}6\text{ kJ/g}$ , wartość opałowa –  $14\text{--}6\text{ kJ/g}$ ).

Porównując procesy biosuszenia organicznej frakcji odpadów stałych z gospodarstw domowych oraz ich mieszanie z osadami ściekowymi o wysokiej początkowej zawartości wilgoci (ok.  $850\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) zaobserwowano różnice przebiegu tych procesów pomimo zbliżonej końcowej zawartości wilgoci (ok.  $450\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ). W procesie biosuszenia mieszanki osadów i odpadów stwierdzono duże różnice temperatur pomiędzy górną i dolną warstwą odpadów  $6\text{--}9^\circ\text{C}$ , a także niższe o ok.  $14^\circ\text{C}$  temperatury tych warstw. Badania nad poprawą dystrybucji powietrza oraz podwyższeniem temperatur warstw kompostowanych i jednocześnie suszonych odpadów i osadów będą kontynuowane.

*Praca naukowa finansowana przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach projektu badawczego nr R 14 017 01.*

### LITERATURA

1. F. Adani, D. Baido, E. Calcaterra, P. Genevini: *Bioresource Technology*, 83, 173 (2002).
2. M. Sugni, E. Calcaterra, F. Adani: *Bioresource Technology*, 96, 1331 (2005).