

Energia z osadu

Sebastian Werle

Instytut Techniki Ciepłej, Politechnika Śląska

Rosnąca ilość osadów ściekowych oraz brak instalacji do ich termicznego przekształcania jest jednym z problemów, z jakim borykają się przedsiębiorstwa. Pojawiająca się silna konieczność rozwoju termicznych metod zagospodarowania osadów doskonale wpisuje się w polską politykę energetyczną.

Według danych statystycznych opublikowanych przez GUS w 2010 r. w Polsce powstało 895,1 tysięcy ton suchej masy osadów (podane dane są sumą powstałych osadów w oczyszczalniach komunalnych i przemysłowych) [1]. Co więcej, szacuje się, iż ilość ta w roku 2018 wyniesie aż 706,6 tys. ton s.m., zaś w roku 2020 już niemal milion ton s.m. [2]. Polskie oczyszczalnie ścieków obsługują w Polsce 63% społeczeństwa. Wskaźnik ten w krajach Europy Zachodniej wynosi 78% [3]. Dominującym kierunkiem zagospodarowania komunalnych osadów ściekowych w Polsce jest ich unieszkodliwianie przez składowanie. Z punktu widzenia zobowiązań w dostosowywaniu polskiego prawa do wymogów Unii Europejskiej jest to wysoce niekorzystne.

Przyszłość w OZE

Z punktu widzenia problemu zagospodarowania osadów ściekowych szczególnie istotne jest postulowane zwiększenie wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Dzięki temu uzyskuje się większy stopień uniezależnienia się od dostaw energii z importu. Promowanie wykorzysta-

nia OZE pozwala na zwiększenie stopnia dywersyfikacji źródeł dostaw oraz stworzenie warunków do rozwoju energetyki rozproszonej opartej na lokalnie dostępnych surowcach. Energetyka odnawialna to zwykle niewielkie jednostki wytwórcze zlokalizowane blisko odbiorcy, co pozwala na podniesienie lokalnego bezpieczeństwa energetycznego oraz zmniejszenie strat przesyłowych. Wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych cechuje się niewielką lub zerową emisją zanieczyszczeń, co zapewnia pozytywne efekty ekologiczne. Rozwój energetyki odnawialnej przyczynia się również do rozwoju słabiej rozwiniętych regionów, bogatych w zasoby energii odnawialnej.

Co ma osad w środku?

Rozwój termicznych metod utylizacji osadów ściekowych musi być poprzedzony badaniami nad podstawowymi właściwościami paliwowymi. Ważną cechą każdego paliwa jest skład elementarny, zawartość części lotnych czy też wartość opałowa.

Celem pracy jest określenie podstawowych właściwości palnych komunalnych osadów ściekowych. Wykonano

Rozwój termicznych metod utylizacji osadów ściekowych musi być poprzedzony badaniami nad podstawowymi właściwościami paliwowymi

Fot.: Energopomiar

analizę techniczną osadów ściekowych, w skład której wchodziło oznaczenie zawartości wilgoci, części lotnych oraz popiołu (substancji mineralnej), oraz określono wartość opałową osadów, a także temperaturowe wskaź-

GŁÓWNE CELE POLSKIEJ POLITYKI ENERGETYCZNEJ:

- Poprawa efektywności energetycznej,
- Wzrost bezpieczeństwa dostaw paliw i energii,
- Dywersyfikacja struktury wytwarzania energii elektrycznej poprzez wprowadzenie energetyki jądrowej,
- Rozwój wykorzystania odnawialnych źródeł energii (OZE), w tym biopaliw,
- Rozwój konkurencyjnych rynków paliw i energii,
- Ograniczenie oddziaływania energetyki na środowisko [4].

niki charakterystyczne dla popiołu. Wyniki porównano z wybranymi przykładami „tradycyjnej” biomasy: trocin dębowych, sosnowych, z wierzby energetycznej oraz słomy pszenicznej i rzepakowej.

Wilgoć, popiół i części lotne

Aby określić przydatność osadów ściekowych do ich termicznego przekształcania, należy poznać ich podstawowe właściwości fizyczne i chemiczne. Skład elementarny osadów ściekowych, zawartość pierwiastków śladowych oraz związków nieorganicznych zależy od wielu czynników. Badania przeprowadzono dla dwóch rodzajów wysuszonych osadów ściekowych z polskich oczyszczalni ścieków: A, B oraz dla pięciu przykładów „tradycyjnej” biomasy: trocin dębowych, sosnowych, z wierzby energetycznej oraz słomy pszenicznej i rzepakowej.

Wyniki analizy elementarnej oraz zawartość wilgoci, oraz popiołu w analizowanych próbkach przedstawiono na rys. 1. Wilgoć na ogół jest niepożądanym składnikiem paliw, wpływa bowiem na zmniejszenie jego kaloryczności i znacznie utrudnia zapłon. Substancja mineralna (popiół), podobnie jak wilgoć stanowi balast w paliwie i wpływa negatywnie na własności palne, takie jak wartość opałowa i temperatura zapłonu. Zawartość wilgoci została określona na podstawie normy PN-EN 14774-3:2010 [5]. Spektroskop podczerwieni został użyty

do wykonania analizy elementarnej badanych próbek. Zawartość części lotnych została oznaczona wg normy PN-EN 15402:2011 [6]. Zawartość popiołu oznaczono, wykorzystując normę PN-EN 15403:2011 [7]. Wyniki wartości opałowej uzyskano, wykorzystując metodykę opisaną w standardach CEN/TS15400:2006 [8]. Analizując dane przedstawione na rys. 1, można zauważyć,

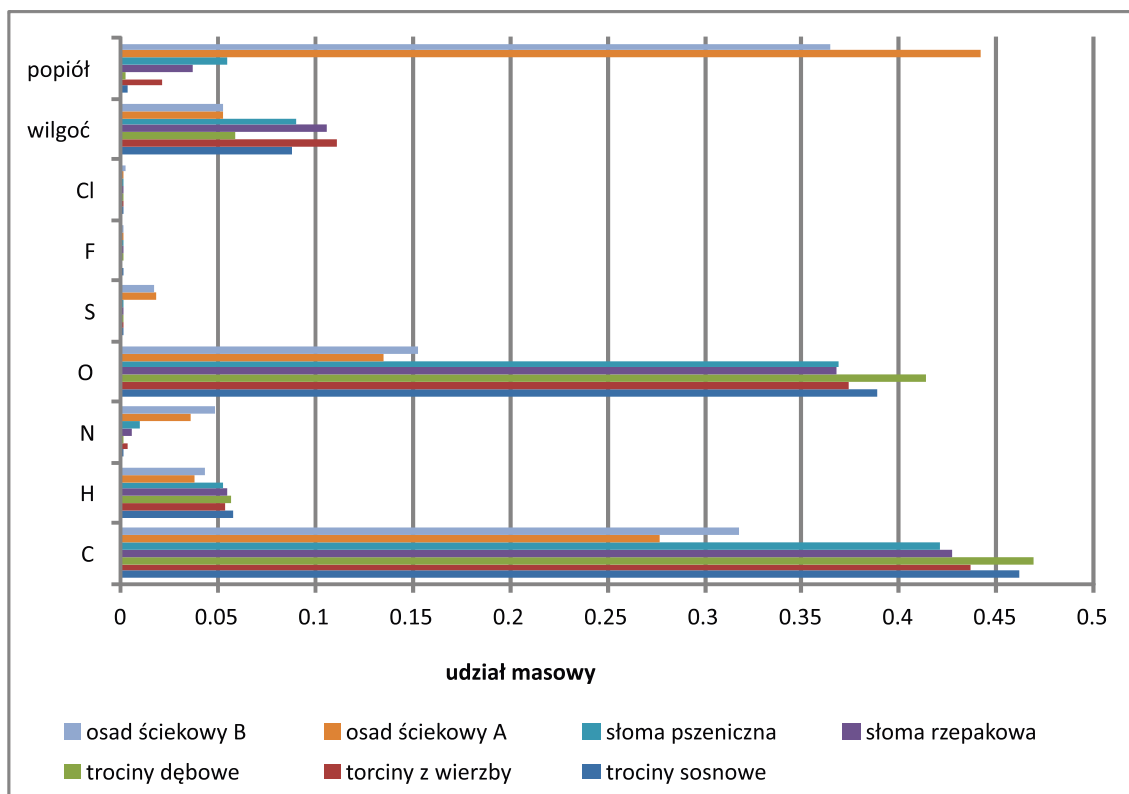
GLÓWNE CELE POLSKIEJ POLITYKI ENERGETYCZNEJ W OBSZARZE ENERGII ODNAWIALNEJ OBEJMUJĄ:

- Wzrost udziału odnawialnych źródeł energii w finalnym zużyciu energii co najmniej do poziomu 15% w 2020 roku oraz dalszy wzrost tego wskaźnika w latach następnych.
- Osiągnięcie w 2020 roku 10% udziału biopaliw w rynku paliw transportowych oraz zwiększenie wykorzystania biopaliw II generacji.
- Ochronę lasów przed nadmiernym eksploatowaniem w celu pozyskiwania biomasy oraz zrównoważone wykorzystanie obszarów rolniczych na cele OZE, w tym biopaliw, tak aby nie doprowadzić do konkurencji pomiędzy energetyką odnawialną i rolnictwem oraz zachować różnorodność biologiczną.
- Wykorzystanie do produkcji energii elektrycznej istniejących urządzeń piętrzących, stanowiących własność Skarbu Państwa.
- Zwiększenie stopnia dywersyfikacji źródeł dostaw oraz stworzenie optymalnych warunków do rozwoju energetyki rozproszonej opartej na lokalnie dostępnych surowcach.

iz nie ma zasadniczej różnicy pomiędzy analizowanymi próbkami, mając na względzie udział węgla, wodoru, chloru i fluoru. Niemniej jednak, biorąc pod uwagę udział siarki, azotu i tlenu, widać pomiędzy analizowanymi prób-

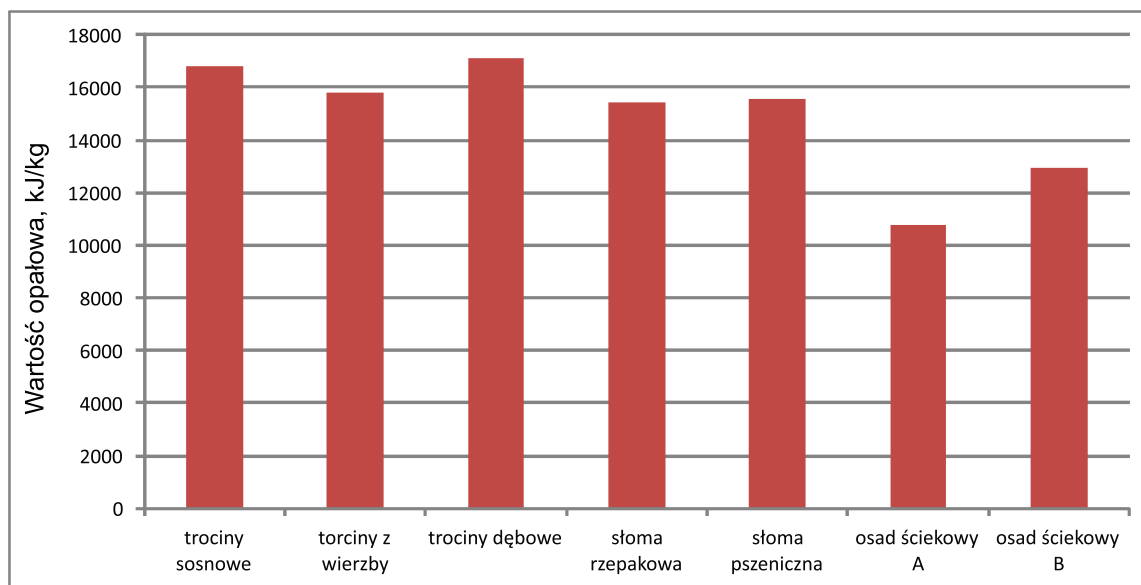
kami dość znaczną różnicę. Należy jednak zauważyć, iż pomimo tego, że osady ściekowe zawierają sporo azotu, siarki niż „tradycyjne” przykłady biomasy, zgazowanie posiada szereg zalet w stosunku do tradycyjnego procesu spalania. Zgazowanie przebiega w środowisku o niższej zawartości tlenu, co sprzyja zapobieganiu tworzenia się dioksyn oraz nadmiernych ilości tlenków azotu oraz tlenków siarki [9]. Siarka bowiem jest przekształcana w procesie zgazowania głównie do siarkowodoru [10], zaś azot do amoniaku [11]. Co więcej, podczas zgazowania fosfor znajdujący się w próbce jest transformowany do fazy stałej (nie gazowej) [12]. Objętość gazu, który powstaje w wyniku zgazowania, jest mniejsza niż objętość spalin, która powstałaby podczas spalania tej samej porcji paliwa. Jest to związane z mniejszym udziałem tlenu doprowadzanym do komory zgazowania. Z tych powodów zgazowanie wymaga mniejszych (i tańszych) instalacji do oczyszczania gazu [13]. Analizując ponadto rys. 1 widać, iż osady ściekowe charakteryzują się wyższą zawartością popiołu niż „tradycyjna” biomasa, zaś wartość opałowa (rys. 2) przyjmuje wartości porównywalne dla wszystkich analizowanych próbek.

Na rys. 3 przedstawiono wyniki zawartości części lotnych w analizowanych próbkach. Części lotne są produktami rozkładu paliwa podczas ogrzewania bez dostępu tlenu. Duża zawartość części lotnych wpływa korzystnie na parametry zapłonu (temperaturę, czas zwłoki zapłonu), obniża jednak wartość opałową paliwa. Kombinacja niskiej zawartości tlenu oraz wysokiej zawartości części lotnych w osadach ściekowych pozwala wskazywać na mały potencjał tworzenia nieorganicznych lotnych zwią-

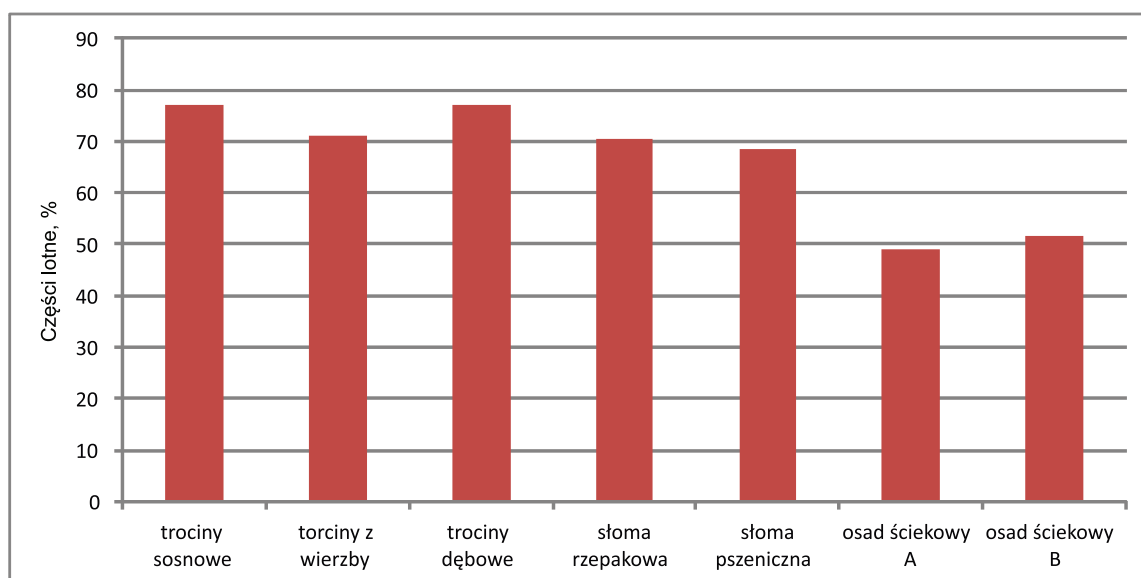


Rys. 1.
Analiza elementarna
oraz zawartość wilgoci
i popiołu w analizowa-
nych próbkach

Rys. 2.
Wartość opałowa analizowanych próbek



Rys. 3.
Zawartość części lotnych w analizowanych próbkach



ków podczas spalania i innych procesów termicznych. Jest to pozytywna cecha osadów ściekowych jako paliwa.

Wyniki badań analizy chemicznej popiołu ze spalenia analizowanych próbek przedstawiono na rys. 4. Spektrometr plazmowy Thermo iCAP 6500 Duo ICP został wykorzystany do przeprowadzenia analiz.

Cechy popiołu oraz tendencja do tworzenia depozytów oraz aglomeratów w komorze spalania jest określana przy użyciu zależności empirycznych [14].

Pierwsza z nich, indeks alkaliczny (AI) jest definiowany jako stosunek sumy udziałów podstawowych składników w popiele (CaO , MgO , K_2O , Na_2O i Fe_2O_3) do udziału „kwaśnych” związków w popiele (SiO_2 i Al_2O_3), pomnożony przez udział popiołu w próbce (równanie (1)).

$$AI = \text{popiol\%} \cdot \frac{\text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{Fe}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3} \quad (1)$$

Wraz ze wzrostem indeksu AI rośnie tendencja do zjawiska slaggingu („żużlowania”).

Kolejnym wskaźnikiem jest wskaźnik $R_{b/a}$ (równanie (2)), który obrazuje tendencję do zjawiska „foulingu” (obrastania powierzchni). W miarę jego wzrostu tendencja ta również wzrasta.

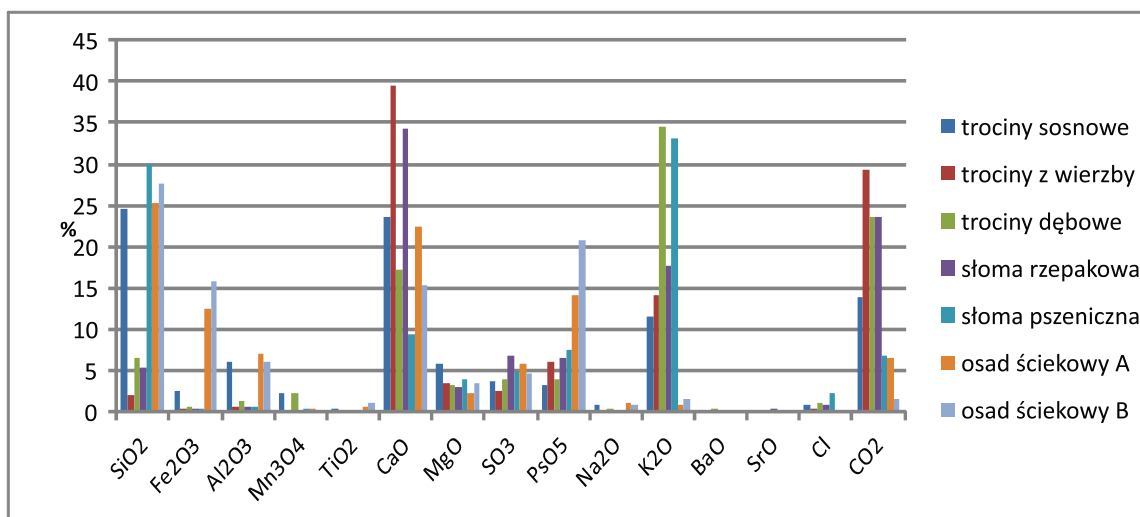
$$R_{b/a} = \frac{[\%(\text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{Fe}_2\text{O}_3)]}{\%(\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3)} \quad (2)$$

Wskaźnik aglomeracji złoża BAI (równanie (3)) określa tendencję do tworzenia aglomeratów i spieków popiołowych. Przyjmuje się, iż aglomeracja nastąpi, kiedy BAI jest mniejszy niż wartość 0,15.

$$BAI = \frac{\% \text{Fe}_2\text{O}_3}{\%(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})} \quad (3)$$

Analizując dane przedstawione na rys. 5, widać, iż osady ściekowe w porównaniu do tradycyjnej biomasy charakteryzują się wyższą tendencją do slaggingu („żużlowania”) i tworzenia aglomeratów oraz niższą tendencją do zjawiska foulingu („obrastania” powierzchni wewnętrznych kotła/pieca/reaktora).

Rys. 4.
Chemiczna analiza
popiołu



Analiza własności różnych próbek biomasy, które stanowić mogą alternatywę dla paliw kopalnych w obiektach energetyki zawodowej, pokazuje, iż charakteryzują się one dużą zmiennością parametrów. Należy podkreślić, iż osady ściekowe charakteryzują się najwyższą zawartością popiołu (~50%) w porównaniu z innymi paliwami. Co więcej, należy podkreślić, że kombinacja niskiej zawartości tlenu oraz wysokiej zawartości części lotnych w osadach ściekowych pozwala wskazywać na mały potencjał tworzenia nieorganicznych lotnych związków podczas spalania i innych procesów termicznych. Jest to pozytywna cecha osadów ściekowych jako paliwa. Dodatkowo, należy zwrócić uwagę na to, iż osady ściekowe w porównaniu do tradycyjnej biomasy charakteryzują się wyższą tendencją do slaggingu („żużlowania”) i tworzenia aglomeratów oraz niższą tendencją do zjawiska foulingu („obrastania” powierzchni wewnętrznych kotła/pieca/reaktora).

Literatura:

- [1] Bochenek D., Ochrona środowiska 2011, GUS, Departament Badań Regionalnych i Środowiska.
- [2] Werle S., Technologie termicznego zagospodarowania osadów ściekowych, IV Konferencja Naukowo-Techniczna „Woda, ścieki i odpady w przemyśle”, 13-14 września 2010, Wrocław, s. 15-23.

- [3] Mały rocznik statystyczny Polski 2009.
- [4] Polityka energetyczna Polski do 2030 roku. Dokument przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 10 listopada 2009 roku.
- [5] PN-EN 14774-3:2010 – Biopaliwa stałe Oznaczanie zawartości wilgoci – Metoda suszarkowa – Część 3: Wilgoć w ogólnej próbie analitycznej.
- [6] PN-EN 15402:2011 – Stałe paliwa wtórne – Oznaczanie zawartości części lotnych.
- [7] PN-EN 15403:2011 – Stałe paliwa wtórne – Oznaczanie zawartości popiołu.
- [8] CEN/TS15400:2006 – Stałe paliwa wtórne – Oznaczanie wartości opałowej.
- [9] Werle S. 2012. Modeling of the reburning process using sewage sludge-derived syngas. Waste Management, 32: 753-758.
- [10] Werle S. 2011. Estimation of reburning potential of syngas from sewage sludge gasification process. Chemical and Process Engineering, 4: 411-421.
- [11] Werle S., Wilk R.K. 2011. Reburning potential of gas from the sewage sludge gasification process. Archivum Combustionis, 31: 55-62.
- [12] Werle S. 2012. Analysis of the possibility of the sewage sludge thermal treatment. Ecological Chemistry and Engineering A, 19: 137-144.
- [13] Werle S. 2012. A reburning process using sewage sludge-derived syngas. Chemical Papers, 2: 99-107.
- [14] Vamvuka D., Zografos D., Alevizos G. 2008. Control methods for mitigating biomass ash-related problems in fluidized beds. Bioresource Technology, 99: 3534-3544.

Rys. 5.
Wskaźniki charaktery-
styczne dla popiołu

