

---

**PRACE**

**Instytutu Ceramiki  
i Materiałów Budowlanych**

---

***Scientific Works***  
of Institute of Ceramics  
and Building Materials

---

**Nr 31**  
(październik–grudzień)

Prace są indeksowane w BazTech i Index Copernicus

ISSN 1899-3230

**Rok X**

**Warszawa–Opole 2017**

---

ALFRED NOLEPA\*  
GRZEGORZ SIEMIĄTKOWSKI\*\*

# Analiza poziomów emisji NH<sub>3</sub> i LZO w trakcie doświadczalnego suszenia paliw alternatywnych z odpadów innych niż niebezpieczne

**Słowa kluczowe:** paliwa alternatywne, suszenie paliw, emisja NH<sub>3</sub>, emisja LZO.

Przeprowadzono badania dwóch próbek paliw alternatywnych wytworzonych na bazie odpadów przemysłowych innych niż niebezpieczne oraz na bazie odpadów komunalnych pod kątem emisji amoniaku i lotnych związków organicznych z procesu ich suszenia. Badania wykonano w suszarni laboratoryjnej dla różnych temperatur i natężeń przepływu czynnika suszącego. Uzyskane wyniki odniesiono do wartości dopuszczalnych zawartych w BAT dla tego procesu. Wyniki badań koncentracji LZO i amoniaku w gazach odlotowych za suszarnią nie przekraczają wielkości emisji podanych w BAT.

## 1. Wstęp

Paliwa alternatywne są cennym źródłem energii cieplnej, ich zastosowanie nie pozwala na redukcję zużycia nieodnawialnych paliw kopalnych i jednocześnie na bezpieczne unieszkodliwienie części powstającego, w wyniku działalności przemysłowej i socjalno-bytowej, strumienia odpadów. Aby paliwo alternatywne mogło być wykorzystane w praktyce, musi ono spełnić określone warunki, tj. nie może mieć negatywnego wpływu na proces technologiczny, w którym jest stosowane, nie może pogorszyć jakości produktu końcowego oraz nie może wpływać na stan środowiska naturalnego w stopniu powodującym przekroczenie obowiązujących w tym zakresie standardów. Z tego też względu wymogi, względem paliw alternatywnych określa odbiorcy w zależności od rodzaju stosowanych technologii i lokalnych warunków środowiskowych.

---

\* Inż., Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Warszawie, Oddział Inżynierii Procesowej Materiałów Budowlanych w Opolu, a.nolepa@icimb.pl

\*\* Dr inż., Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Warszawie, Oddział Inżynierii Procesowej Materiałów Budowlanych w Opolu, g.siemiatkowski@icimb.pl

Literatura fachowa dotycząca informacji na temat uwarunkowań w zakresie wykorzystania oraz wymagań jakościowych w odniesieniu do paliw alternatywnych oraz instalacji, w których mogą być stosowane jest bardzo obszerna [3–6]. Natomiast brak jest informacji na temat emisji zanieczyszczeń z procesu suszenia paliw alternatywnych wytworzonych na bazie odpadów stałych, co przyczyniło się do określenia celu pracy, tj.: określenie wielkości emisji  $\text{NH}_3$  i LZO z procesu suszenia paliw alternatywnych, wytworzonych na bazie frakcji palnych wyselekcjonowanych z odpadów innych niż niebezpieczne.

Jednym z najważniejszych parametrów każdego paliwa jest jego wartość opałowa, która jest uzależniona oprócz innych czynników od wilgotności. Im wilgotność jest większa, tym więcej ciepła zostanie zużyte na jej odparowanie i w konsekwencji mniej ciepła zostaje do wykorzystania w procesie technologicznym.

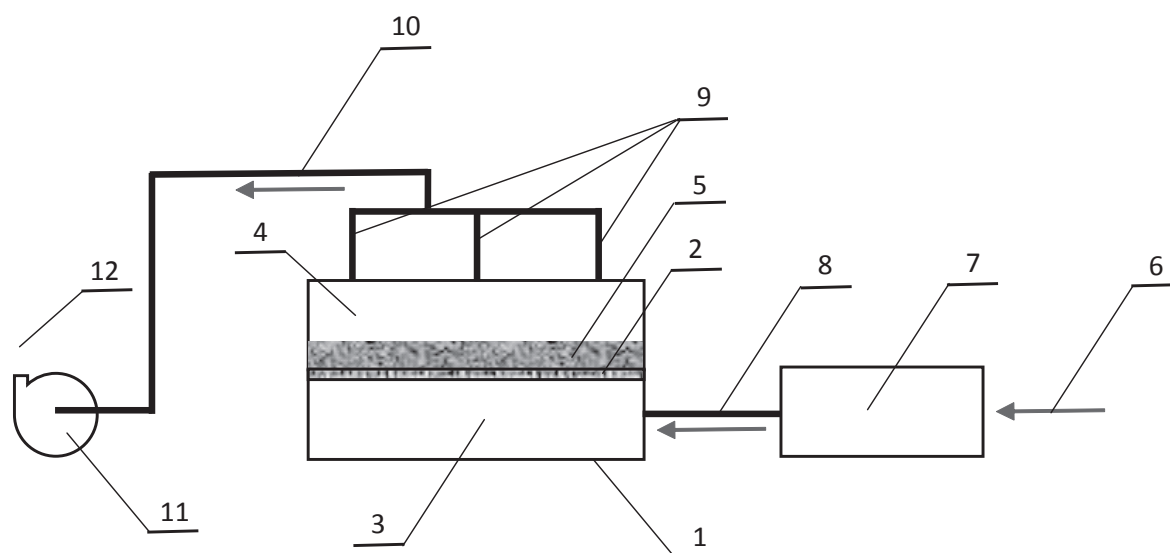
W celu zredukowania zawartości wilgoci w odpadach przeznaczonych do wytwarzania paliw alternatywnych należy je poddać procesowi suszenia, który przebiega w rzeczywistych warunkach przemysłowych w temperaturze ok.  $100^\circ\text{C}$ . W trakcie procesu suszenia, razem z parą wodną, uwalniane są między innymi lotne związki organiczne (LZO) oraz amoniak ( $\text{NH}_3$ ).

W czasie realizacji prac badawczych między innymi korzystano z dokumentu BREF dotyczącego przetwarzania odpadów [2]. Przy czym informacje w nim zawarte dotyczą jedynie dopuszczalnych wartości emisji zanieczyszczeń do środowiska z szeroko rozumianego procesu obróbki odpadów bez szczegółowego odniesienia się do samego procesu suszenia. Informacje te zostały wykorzystane w niniejszym artykule do porównania uzyskanych wyników emisji w odniesieniu do wartości najlepszych dostępnych technik w zakresie przetwarzania odpadów oddziaływania tego procesu na środowisko naturalne.

## 2. Stanowisko badawcze i aparatura pomiarowa

Badania przeprowadzono w suszarni laboratoryjnej znajdującej się w hali technologicznej opolskiego Oddziału Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych. Na rycinie 1 przedstawiono schemat doświadczalnej suszarni fluidalnej (1). Suszarnia jest podzielona na dwie części za pomocą dna sitowego (2). Pod dnem sitowym znajduje się komora gorącego powietrza (3), nad nią natomiast komora suszenia (4). Na dnie sitowym w komorze suszenia umieszczona jest warstwa materiału do suszenia (5). Chłodne powietrze (6) pobierane jest z otoczenia do nagrzewnicy elektrycznej (7) o mocy 30 kW. Gorące powietrze jest transportowane rurociągiem (8) do dolnej komory suszarni, skąd poprzez całą powierzchnię dna sitowego dostaje się do warstwy suszonego paliwa. Przez wymianę ciepła pomiędzy gorącym powietrzem a paliwem następuje odparowanie wody i ostudzenie czynnika grzewczego. Mieszanina powietrza, pary wodnej i odparowanych zanieczyszczeń (m.in.  $\text{NH}_3$  i LZO) zawartych w suszonym paliwie jest

wyprowadzana z komory suszenia trzema rurociągami rozmieszczonymi równomiernie na górnej części komory suszenia. Rurociągi te są następnie połączone w jeden rurociąg zbiorczy (10), na którym zostały założone króćce pomiarowe do zainstalowania sond i czujników wchodzących w skład aparatury pomiarowej do badania parametrów gazów odlotowych i wielkości emisji. Gazy odlotowe są zasysane przez wentylator wyciągowy (11) i wyprowadzane dalej emitorem (12) do atmosfery.



Ryc. 1. Doświadczalnia suszarnia fluidalna w hali technologicznej opolskiego Oddziału Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych

Dla maksymalnego ograniczenia strat ciepła, kanały zasilające suszarnię gorącym powietrzem zostały dodatkowo zaizolowane wełną mineralną. Strumień przepływu gazów odlotowych regulowany był ręcznie, za pomocą przepustnicy o regulowanym stopniu otwarcia.

Pomiary wielkości emisji LZO i  $\text{NH}_3$  wykonano przy pomocy aparatury pomiarowej opisanej poniżej.

Wielkość emisji LZO określono zgodnie z normą PN-EN 12619:2013 przy pomocy urządzenia J.U.M. OVF 3000 pracującego z wykorzystaniem metody ciągłego pomiaru z detekcją płomieniowo-jonizacyjną. Działanie detektora FID opiera się na zjawisku jonizacji atomów węgla organicznego w płomieniu wodorowym. Mierzony prąd jonizacji w tym detektorze zależy od ilości atomów węgla organicznego spalanego w płomieniu detektora. Współczynnik odpowiedzi jest funkcją rozwiązań konstrukcyjnych detektora i dobranych warunków pracy. Zaletą detektora FID jest to, że reaguje on mocnym sygnałem na obecność węgla w związkach organicznych, a słabszym na obecność nieorganicznych składników węgla organicznego.

Emisję  $\text{NH}_3$  określono zgodnie z normą PN-ISO 10396:2001 z wykorzystaniem przenośnego analizatora DX 4000 z czujnikiem FTIR.

### 3. Badanie emisji $\text{NH}_3$ i LZO z procesu suszenia paliw alternatywnych

Przedmiotem badań było paliwo alternatywne RDF o kodzie 19 12 10, wytworzone na bazie frakcji paliwych w odpadach innych niż niebezpieczne, obejmujących odpady przemysłowe oraz komunalne.

Do badań wykorzystano dwie partie paliw:

- pierwsza partia to paliwo alternatywne wytworzone na bazie odpadów przemysłowych innych niż niebezpieczne;
- druga partia to paliwo alternatywne wytworzone na bazie wysegregowanych frakcji paliwych innych niż niebezpieczne z odpadów komunalnych.

Paliwa te, które charakteryzowały się wilgotnością dochodzącą do 40% w.g. W tabeli 1 przedstawiono skład morfologiczny badanych paliw.

Tabela 1

Skład morfologiczny badanych próbek paliw

Frakcja	Udział frakcji [% w.g.]	
	próbka nr 1 (paliwo na bazie odpadów przemysłowych)	próbka nr 2 (paliwo na bazie odpadów komunalnych)
Drewno	11,3	5,0
Papier i tektura	5,7	8,9
Tworzywa	59,4	41,6
Tekstylna	1,9	7,9
Odpady organiczne pozostałe	–	4,0
Kompozyty	1,9	4,0
Frakcja < 10 mm	19,8	28,7

Źródło: Tabela 1–4, 6 – opracowanie własne.

Zgodnie z założeniami proces suszenia prowadzony był dla paliw o wilgotności początkowej ok. 40% do wilgotności końcowej RDF odpowiadającej poziomowi, w zależności od składu paliwa, ok. 10–20%. W istniejącym układzie st nowisk doświadczenia było możliwość wykonania takich doświadczeń jedynie w procesie cyklicznego suszenia. Wymagało to kosztowniejszego prowadzenia wcześniejszego wygrzewania reaktorów do temperatury wyższej niż wymagana dla procesu suszenia, następnie wyłączenia układu grzewczego i wentylatora wyciągowego, równomiernego usypnięcia w rstwy paliwa na dnem sitowym suszarni, złączenia układu grzewczego i wentylatora oraz utrzymania procesu suszenia w zadanej temperaturze przez określony czas. Po wyłączeniu układu grzewczego i wenty-

latora wyciągowego oraz opróżnieniu wnętrza suszarni z wysuszonego paliwa powtarzano cykl załadunku i suszenia.

Taki sposób prowadzenia doświadczenia wymuszał zwykle ok. 35–40 min przerwy technologicznie związanej z wypróżnieniem suszarni, jej wyczyszczeniem i równomiernym rozłożeniem na ruszcie nowej partii paliwa RDF. W tym czasie reaktor suszący ulegał wychłodzeniu. Temperatura pod rusztem suszarni spadała do ok. 30°C. Po załadowaniu reaktora, włączano układ grzewczy oraz wentylator wyciągowy i doprowadzano instalację do właściwej temperatury pracy (czas nagrzewania trwał przeciętnie 5–7 min). Od momentu uzyskania zadanej temperatury pracy liczono czas suszenia.

Zakres badań obejmował wyznaczenie stężenia amoniaku i TOC w następujących warunkach temperaturowych i powtórzeń procesu suszenia:

- próbka nr 1 – badania w temperaturze: 90 i 105°C – 1 seria pomiarowa,
- próbka nr 2 – badania w temperaturze: 90°C – 2 serie pomiarowe i w 105°C – 3 serie pomiarowe.

T a b e l a 2

*Warunki w jakich prowadzono poszczególne testy badawcze*

Opis próbki	Nr serii pomiarowej	Masa próbki [kg]	Czas trwania testu [min]	Temperatura suszenia [°C]	Strumień gazów wilgotnych w warunkach umownych* [m <sup>3</sup> <sub>u</sub> /h]	Wilgotność próbki paliwa po suszeniu [% wag.]
Próbka nr 1 – paliwo na bazie odpadów przemysłowych	1	15,60	18	90	771	8,66
	1	16,20	15	105	975	9,62
Próbka nr 2 – paliwo na bazie odpadów komunalnych	1	17,71	30	90	506	19,90
	2	19,18	30	90	538	22,10
	1	12,96	20	105	669	18,30
	2	12,79	25	105	560	19,40
	3	14,87	30	105	735	17,90

\*Warunki umowne: P<sub>u</sub> = 1013 hPa, t<sub>u</sub> = 0,1°C.

## 4. Wyniki badań i ich omówienie

Wyniki badań stężeń amoniaku i LZO emitowanych z procesu suszenia paliw alternatywnych, które uzyskano w poszczególnych testach, przedstawiono w poniższych tabelach 3 i 4.

Tabela 3

Wyniki badań stężenia amoniaku w trakcie testów suszenia paliw alternatywnych na stanowisku badawczym

Średnie stężenie amoniaku – NH <sub>3</sub> [mg/m <sup>3</sup> ]							
Nr próbki	Próbka nr 1		Próbka nr 2				
	90°C	105°C	90°C Seria 1	90°C Seria 2	105°C Seria 1	105°C Seria 2	105°C Seria 3
Wartość średnia	0,66	0,37	3,09	4,47	4,72	3,59	2,99
Minimum	0,34	0,00	1,83	2,27	3,26	3,30	2,58
Maksimum	1,09	0,90	3,72	5,32	5,51	3,78	3,31
Odchylenie standardowe	± 0,19	± 0,22	± 0,48	± 0,79	± 0,66	± 0,12	± 0,17

Tabela 4

Wyniki badań stężenia TOC w trakcie testów suszenia paliw alternatywnych na stanowisku badawczym

Średnie stężenie LZO [mg/m <sup>3</sup> ]							
Nr próbki	Próbka nr 1		Próbka nr 2				
	90°C	105°C	90°C Seria 1	90°C Seria 2	105°C Seria 1	105°C Seria 2	105°C Seria 3
Wartość średnia	2,17	2,81	2,59	3,02	3,34	3,64	3,20
Minimum	1,79	2,30	2,25	2,45	2,94	3,04	2,70
Maksimum	2,58	3,27	3,14	4,50	4,96	5,52	4,83
Odchylenie standardowe	± 0,19	± 0,21	± 0,18	± 0,43	± 0,41	± 0,38	± 0,40

#### 4.1. Wpływ parametrów procesu suszenia na stężenie emisji NH<sub>3</sub> i LZO

Zgodnie z założeniami badawczymi proces suszenia paliw alternatywnych przebiegał w temperaturze maksymalnie do 105°C. W tych warunkach amoniak nie powstaje. Źródłem emisji amoniaku są reszkowe zanieczyszczenia, które nie zostały wysegregowane z odpadów, zwłaszcza komunalnych, będących bazą do produkcji paliw alternatywnych, stąd też wyższą emisję amoniaku stwierdzono w przypadku prób z paliwem wytworzonym na bazie odpadów komunalnych (próbka nr 2). Wyniki badań emisji amoniaku przedstawiono w tabeli 3, analizując wartości pokazane w tej tabeli, można stwierdzić, że stężenie amoniaku w gazach odlotowych jest bardziej zależne od zawartości tego zanieczyszczenia w paliwie aniżeli od temperatury suszenia.

W fazie suszenia paliw alternatywnych emitowane są również lotne związki organiczne zwane dalej LZO. Zgodnie z definicją LZO podaną w Dyrektywie 2010/75/UE, a wcześniej w Dyrektywie 1999/13/WE, LZO to każdy związek organiczny, który w temperaturze 293,15 K ma prężność par nie mniejszą niż



0,01 kPa, względnie posiada analogiczną lotność w szczególnych warunkach użytkowania.

Wykorzystane do badań urządzenie pomiarowe mierzy emisję węglowodorów jako sumę węgla organicznego zwanego TOC. Zakres oznaczenia TOC zawiera w sobie również oznaczenie lotnych związków organicznych. W trakcie pomiarów pobierana była próbka gazów odlotowych, w których węglowodory znajdowały się tylko w postaci gazowej, w związku z czym można przyjąć, że pomierzone wartości TOC odzwierciedlają poziomy emisji LZO.

Emisja związków organicznych w procesie suszenia paliw alternatywnych ma źródło podobne do źródła amoniaku, a więc pochodzi od zanieczyszczeń znajdujących się w odpadach. Poszczególne związki organiczne tworzące LZO posiadają różne prężności par, stąd też ich intensywność parowania jest różna. Związki te znajdują się na powierzchni poszczególnych rodzajów odpadów, np. tkaniny i ręczniki papierowe nasycone tłuszczami i olejami spożywczymi itp. Ich udział w sumarycznym składzie paliwa jest niewielki (tab. 1), przy czym nie wszystkie te odpady są zanieczyszczone związkami organicznymi.

#### **4.2. Wpływ składu chemicznego paliw alternatywnych na stężenie $\text{NH}_3$ i LZO w gazach odlotowych z procesu ich suszenia**

Skład chemiczny paliwa alternatywnego jest związany z jego morfologią. Analizując poszczególne wartości w tabeli 1, można zauważyć, że w przypadku próbki nr 1 (paliwo z odpadów przemysłowych) więcej jest tworzyw sztucznych i drewna, natomiast w próbce nr 2 (paliwo z odpadów komunalnych) więcej jest papieru, tekstyliów, frakcji  $< 10$  mm oraz pojawiła się frakcja oznaczona jako „odpady organiczne pozostałe” w postaci liści.

Badania morfologii badanych paliw alternatywnych wykazały, że różnice w ich składzie w odniesieniu do substancji źródłowych będących bazą do ich wytworzenia są niewielkie. Naturalnie odpady przemysłowe nie będą zawierać takiej ilości frakcji roślinnej oraz frakcji  $< 10$  mm jak odpady komunalne. Ma to jednak wpływ na uzyskany stopień wysuszenia badanego paliwa w tych samych warunkach. Paliwo wytworzone na bazie odpadów przemysłowych, po przeprowadzonym w określonych warunkach teście, miało wilgotność na poziomie ok. 8–10%, natomiast paliwo wytworzone na bazie odpadów komunalnych, wysuszone w podobnych warunkach, miało wilgotność na poziomie ok. 18–22%. Biorąc po uwagę to, że wilgotność wyjściowa obydwu rodzajów paliwa kształtowała się na poziomie 40%, a warunki suszenia były podobne, ważnym czynnikiem w procesie suszenia paliw alternatywnych jest ich struktura, a zwłaszcza udział frakcji  $< 10$  mm.



Ze względu na to, że paliwa alternatywne dostarczane do odbiorcy muszą odpowiadać normom jakościowym, które są przez niego wymagane, to on decyduje o wartościach brzegowych dla składu jakościowo-ilościowego danego paliwa. Oznacza to również, że w skład paliw nie mogą wchodzić odpady zawierające zanieczyszczenia powodujące wzrost emisji ponad dopuszczalne normatywy.

### 4.3. Porównanie wielkości emisji z wymaganiami BAT dla procesu suszenia paliw

Dokument BREF pt.: „Zintegrowane zapobieganie i kontrola zanieczyszczeń – dokument referencyjny nt. najlepszych dostępnych technik – przemysł przetwarzania odpadów, sierpień 2006” zawiera poniżej zaprezentowaną tabelę 5 z poziomami emisji z procesu wytwarzania paliwa z odpadów.

Tabela 5

*Wielkość emisji dopuszczalnej w trakcie obróbki odpadów [2]*

Parametr	Wielkość emisji	Jednostka
LZO	7 – 20 <sup>1</sup> <sup>1</sup> W przypadku niskich ładunków LZO, górną granicę zakresu można rozszerzyć do 50	mg/m <sup>3</sup> <sub>n</sub>
NH <sub>3</sub>	< 1-20	mg/m <sup>3</sup> <sub>n</sub>

W celu przeprowadzenia analizy porównawczej mającej stwierdzić dotrzymanie wymagań BAT, w tabeli 6 zebrano maksymalne wartości stężeń badanych zanieczyszczeń uzyskane w wyżej opisanych testach w odniesieniu do wartości dopuszczalnych BAT. W Polsce nie obowiązują dopuszczalne standardy emisji dla procesu suszenia paliw alternatywnych, stąd też jako poziom odniesienia przyjęto wartości podane w wyżej przywołanym dokumencie BREF.

Tabela 6

*Zbiornicze zestawienie maksymalnych wyników pomiarów uzyskanych w różnych warunkach suszenia*

Temperatura °C	NH <sub>3</sub>		LZO jako TOC	
	mg/m <sup>3</sup> <sub>u</sub>	mg/m <sup>3</sup> <sub>u</sub>	mg/m <sup>3</sup> <sub>u</sub>	mg/m <sup>3</sup> <sub>u</sub>
	max.	wartość dopuszczalna	max.	wartość dopuszczalna
90	1,09	< 1-20	2,58	< 7-20
105	0,90		3,27	
90	3,72		2,58	
90	5,32		4,50	
105	5,51		4,96	
105	3,78		5,52	
105	3,31		4,81	
169	0,36		b.d.	

Analizując tabelę 6 można stwierdzić, że w żadnym przypadku nie miało miejsca przekroczenie wartości uznawanej jako BAT. Uzyskane wartości maksymalne kształtują się poziomie:

- NH<sub>3</sub> – ok. 28% maksymalnej wartości dopuszczalnej BAT,
- TOC – ok. 28% maksymalnej wartości dopuszczalnej BAT.

## 5. Podsumowanie

W trakcie badań wykorzystano dwie próbki paliw alternatywnych. Próbkę nr 1 stanowi paliwo wytworzone na bazie frakcji palnych odpadów przemysłowych innych niż niebezpieczne, natomiast próbkę nr 2 stanowi paliwo wytworzone na bazie frakcji palnych innych niż niebezpieczne odpadów komunalnych.

Uzyskane wyniki badań pozwalają stwierdzić, że próbka nr 1 (paliwo na bazie odpadów przemysłowych) jest źródłem mniejszej emisji amoniaku i TOC w porównaniu do próbki nr 2 (paliwo na bazie odpadów komunalnych). Również stopień redukcji wilgotności był zdecydowanie wyższy dla próbki nr 1 niż dla próbki nr 2.

Wielkości emisji amoniaku i LZO dla obydwu próbek nie przekraczają wartości stężeń uznawanych, zgodnie z dokumentem BREF [2], jako wartości BAT.

Wymagania odbiorcy wobec jakości paliw alternatywnych stosowanych w różnych procesach technologicznych pozwalają stwierdzić, że suszenie paliw nie będzie źródłem emisji amoniaku i LZO na poziomie powodującym przekroczenia wartości uznawanych jako BAT.

Temperatura gazów wykorzystywanych do suszenia paliw alternatywnych, zwłaszcza w przemyśle cementowym, gdzie są one najczęściej wykorzystywane, mieści się w granicach temperatury, w której prowadzono badania. Stąd też wyniki uzyskane w poszczególnych testach powinny być porównywalne do wielkości emisji uzyskiwanej w warunkach przemysłowych\*.

## Literatura

[1] Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach – tekst jednolity z dnia 7 listopada 2016 r., Dz.U. z 2016 r. poz. 1987.

[2] Integrated Pollution Prevention and Control – Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Treatments Industries, August 2006, [eipbeb.ec.europa.eu/reference/BREF/wt\\_bref\\_0806.pdf](http://eipbeb.ec.europa.eu/reference/BREF/wt_bref_0806.pdf) (1.12.2017).

[3] R a h m a n A., R a s u l M.G., K h a n M.M.K., S h a r m a S., *Recent development on the uses of alternative fuels in cement manufacturing process*, „Fuel” 2015, Vol. 145, s. 84–99.

---

\* Praca została sfinansowana ze środków na badania własne Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych.

- [4] Sładeczek F., *Wymagania najlepszych dostępnych technik (BAT) dla współspalania odpadów w przemyśle cementowym*, „Prace Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych” 2012, nr 11, s. 125–135.
- [5] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE z dnia 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych, Dz.U. UE L 334/17.
- [6] B o e r d e n E., Jak zwiększyć kaloryczność RDF?, (10.12.2017).

*ALFRED NOLEPA*  
*GRZEGORZ SIEMIĄTKOWSKI*

ANALYSIS OF NH<sub>3</sub> AND VOC EMISSION LEVELS  
DURING EXPERIMENTAL DRYING OF ALTERNATIVE FUELS  
FROM NON-HAZARDOUS WASTE

**Keywords:** alternative fuels, fuel drying, NH<sub>3</sub> emission, VOC emission.

Two samples of alternative fuels made on the basis of non-hazardous industrial waste and based on municipal waste in terms of ammonia emissions and volatile organic compounds from the drying process were tested. The tests were carried out for different conditions in terms of temperature and flow rate of the drying agent. The results obtained were referred to the limit values included in BAT for this process. The test results showed that in no case do they exceed the values given in BAT.