
PRACE

**Instytutu Ceramiki
i Materiałów Budowlanych**

Scientific Works
of Institute of Ceramics
and Building Materials

Nr 20
(styczeń–marzec)

Prace są indeksowane w BazTech i Index Copernicus

ISSN 1899-3230

Rok VIII

Warszawa–Opole 2015

WOJCIECH KALINOWSKI*

Suszenie lekkich frakcji materiałów kawałkowych w doświadczalnej suszarce fluidalnej

Słowa kluczowe: suszenie fluidalne, pomiary technologiczne, suszarka doświadczalna, emisje gazowe.

W ramach prac statutowych Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych podjęto próbę opracowania sposobu suszenia lekkich frakcji materiałów kawałkowych w złożu fluidalnym. Jako materiał do badań wykorzystano paliwa alternatywne, coraz szerzej stosowany substytut paliw konwencjonalnych. Wykorzystując doświadczenia z wcześniejszych badań zmodernizowano stanowisko, zmieniając kształt komory procesowej, co pozwoliło na zwiększenie prędkości gazów suszących. Na podstawie pomiarów parametrów pracy suszarki określono wskaźniki jakościowe procesu. Pomiar składu gazów odlotowych pozwolił na ocenę koncentracji zanieczyszczeń gazowych emitowanych z procesu. Wykorzystując formuły empiryczne dla warunków eksperymentu, obliczono wartości współczynników wymiany ciepła i masy. Dla badanego materiału nie stwierdzono zwiększonych poziomów emisji zanieczyszczeń gazowych suszarni. W związku z dużym zróżnicowaniem własności składników paliw alternatywnych stwierdzono, że wykorzystanie techniki fluidyzacji złoża może mieć ograniczone zastosowanie.

1. Wprowadzenie

Paliwa z odpadów charakteryzują się wysoką zawartością wilgoci, przekraczającą niekiedy nawet 40%. Zwiększona zawartość wilgoci istotnie obniża ich jakość i cenę rynkową, jest przyczyną niekorzystnych zmian w procesie spalania oraz może być źródłem nadmiernych strat ciepła w procesach technologicznych. W praktyce przemysłu cementowego zawartość wilgoci paliw stanowi pierwsze kryterium oceny jakości dostaw i jest jednym z czynników decydujących o wyborze paleniska (palnik główny pieca, kalcynator).

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

Skalę problemu mogą obrazować dane dotyczące ilości paliw alternatywnych wykorzystywanych energetycznie w krajowym przemyśle cementowym. Podstawową grupę paliw alternatywnych stanowią paliwa grupy 191210, których zużycie w 2011 r., według danych Stowarzyszenia Przemysłu Cementowego [1], wyniosło 939,5 tys. t przy całkowitym zużyciu paliw alternatywnych na poziomie 1227,1 tys. t. Udział ciepła z paliw alternatywnych w krajowym przemyśle cementowym przekracza już 40% (średnia w państwach UE – 34%), w większych zakładach oscyluje wokół 50%, a w jednym z przedsiębiorstw produkcyjnych przekracza nawet 80%.

W ramach działalności statutowej Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych podjęto realizację pracy badawczej, której celem jest opracowanie sposobu suszenia lekkich materiałów kawałkowych.

Pierwsze badania suszenia paliw alternatywnych na stanowisku doświadczalnym [2] wykazały stosunkowo niską efektywność procesu wymiany masy, wynikającą głównie z niskiego obciążenia powierzchni rusztu gazami suszącymi. Rzeczywista prędkość gazów suszących w warstwie fluidalnej wahała się w zakresie 0,2–0,5 m/s i była znacznie niższa od teoretycznej wartości prędkości fluidyzacji warstwy. Przy wyższej prędkości gazów obserwowano porywanie drobniejszej frakcji paliwa ze złoża i transport pneumatyczny w gazach odlotowych. Dla poprawy warunków pracy złoża wykonano modernizację komory procesowej, co pozwoliło na istotne zwiększenie jednostkowego strumienia gazów suszących.

W niniejszym artykule przedstawiono wyniki badań procesu suszenia lekkich frakcji materiałów kawałkowych na przykładzie paliwa alternatywnego typu 191210.

2. Modernizacja stanowiska doświadczalnego

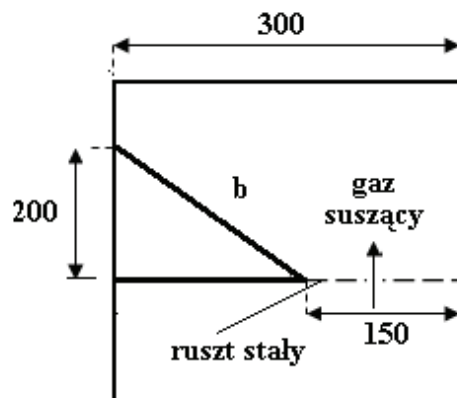
Na rycinie 1 przedstawiono stanowisko pomiarowe. Z lewej strony widoczne są analizatory gazu wraz z systemem rejestracji danych, w głębi model suszarni. Materiał do badań zmagazynowano w worku typu big-bag.



Ź r ó d ł o: Opracowanie własne.

Ryc. 1. Widok stanowiska suszarni fluidalnej

Doświadczenia z pierwszego etapu prac wykorzystano do rekonstrukcji stanowiska badawczego suszarni fluidalnej. Modernizacja objęła układ doprowadzenia gazów grzewczych, układ wyciągu gazów odlotowych oraz samą komorę procesową. Dla poprawy warunków transportu w warstwie zmieniono organizację przepływu gazów suszających przez modelową suszarnię. Przyjęto pracę złoza w warunkach nadciśnienia, co wymagało zmiany regulacji wydajności wentylatora wyciągowego. Zastosowano dławieniową regulację z quasi-ciągłym otwieraniem przepustnicy. Dla zmniejszenia oporów przepływu gazów wykonano bezpośrednie podłączenie rurociągu gazów wylotowych z suszarki do wentylatora wyciągowego. Rozbudowano układ doprowadzenia gazów pod ruszt oraz wyeliminowano komorę mieszającą o dużej bezwładności cieplnej (wykładzina ogniotrwała). Modernizacja stanowiska pozwoliła na zwiększenie możliwości regulacyjnych oraz skrócenie czasu jego nagrzewania. Najważniejszym elementem modernizacji była przebudowa komory procesowej. Istotę rozwiązania pokazano schematycznie na rycinie 2.



Ź r ó d ł o: Opracowanie własne.

Ryc. 2. Schemat modernizacji komory procesowej
(przekrój poprzeczny)

W pierwotnie prostokątnym przekroju komory nad rusztem zabudowano skośnie ustawioną ściankę „b”. W wyniku tego uzyskano zmianę kształtu warstwy i stopniowe zwiększanie się przekroju czynnego aparatu w kierunku przepływu gazów. Zmniejszenie powierzchni rusztu pozwoliło na uzyskanie stosunkowo wysokich prędkości gazów w warstwie materiału suszonego przy istotnym ograniczeniu prędkości gazów odlotowych. Dzięki temu zmniejszono wynoszenie drobnych frakcji suszonego materiału z komory wraz z gazami odlotowymi.

Podstawowa charakterystyka stanowiska:

1. Suszarnia fluidalna:

podajnik wibracyjny rynnowy typ PR 300/2500-2SW,
wydajność – 500 kg/h,
powierzchnia czynna rusztu – 0,3480 m² (150 x 2321 mm),
obciążenie jednostkowe rusztu – 1450 kg/m²h,
pochylenie – regulowane +/-15°.

2. Wytwornica ciepła:

typ MASTER B 100CED,
wydajność cieplna – nom. 29,0 kW,
paliwo – olej opałowy lekki L1,
zużycie paliwa – 2,7 dm³/h,
kaloryczność paliwa – 42,0 MJ/kg.

3. Wentylator wyciągowy:

typ WPHS 31.5/0.75PO,
strumień – 3,0 m³/s,
spiętrzenie – 4500 Pa,
moc – 18,5 kW.

3. Charakterystyka badanego materiału

Materiał wprowadzany do suszarki fluidalnej stanowią paliwa alternatywne – kod odpadu 191210. Duża zmienność wymiarów i kształtu ziaren oraz własności fizykochemicznych rozdrobnionych odpadów stwarzają poważne trudność w ustaleniu jednoznacznej charakterystyki materiału.

Tabela 1

Metody badań materiału

Rodzaj materiału	Oznaczenie	Metoda badań
Paliwo alternatywne	TOC	PN-EN 13137:2004 P
	C, H, N, S	PN-G-04584:2001 (S) PN-G-04571:1998 (CHN)
	zawartość wilgoci	PN-EN 15934:2012
	ciepło spalania	PN-EN 15400:2001

Charakterystykę paliwa w stanie roboczym przedstawiono w postaci tabelarycznej (tab. 2–4). Oznaczenie kaloryczności paliwa oraz podstawowych składników pierwiastkowych zobrazowano w tabeli 2.

Tabela 2

Charakterystyka techniczna paliwa alternatywnego

Paliwo	Wilgoć	C	H	N	S	Ciepło spalania
	%	%	%	%	%	kJ/kg
Paliwo alternatywne	19,0	41,42	5,47	1,29	0,63	22 892

Źródło: Opracowanie własne.

Dla badanego paliwa została wyznaczona również gęstość nasypowa. Wyniki tego oznaczenia widnieją w tabeli 3.

Tabela 3

Oznaczenie gęstości nasypowej badanego paliwa

Objętość naczynia 0,010999 m ³		
Paliwo alternatywne	masa próbki	gęstość
	g	kg/m ³
	1 373	124,83
	1 390	126,37
	1 575	143,19
	1 459	132,65
	średnio	131,76

Źródło: Opracowanie własne.

Badania morfologii odpadów wskazują na obecność odpadów komunalnych, papieru, gumy, drewna, folii, elementów plastiku. Średnią wartość gęstości właściwej materiału określono jako średnią ważoną jej składników.

Tabela 4

Morfologia paliwa alternatywnego

Rodzaj odpadu	Udział masowy*	Gęstość właściwa [4–5]
	%	kg/m ³
Papier + tektura	6,9	715
Tworzywa sztuczne (folie)	46,0	915
Tworzywa sztuczne (twardy plastik)	13,0	920
Tekstylią	14,0	300
Guma	7,3	1 300
Drewno	3,3	500
Skóra	1,8	860
Balast (metal, szkło, części mineralne)	7,7	2 200
Średnia		928,11

* Opracowanie własne.

4. Pomiary na stanowisku doświadczalnym

4.1. Metodyka pomiarów

Do określenia parametrów procesu suszenia wykorzystano aparaturę pomiarową stanowiącą wyposażenie mobilnego Laboratorium Pomiarów Przemysłowych Oddziału Inżynierii Procesowej Materiałów Budowlanych w Opolu. Pomiary wykonano przy zastosowaniu metod pomiarowych zamieszczonych w tabeli 5.

Tabela 5

Metody pomiarowe

Badane cechy	Metody badawcze/pomiarowe	Normy i/lub udokumentowane procedury badawcze
Strumień objętości gazu	metoda spiętrzenia	PN-z-04030-7:1994
Pobieranie próbek do badań: stężenie pyłu, emisja pyłu	metoda grawimetryczna	PN-z-04030-7:1994
Stężenie O ₂	metoda elektrochemiczna	PN-ISO10396:2001 SOP-OP-02
	metoda celka cyrkonowa	
Stężenie CO, CO ₂ , NO, SO ₂	metoda z detekcją w podczerwieni (NDIR)	
	metoda FT-IR	

Źródło: Opracowanie własne.

Strumień objętości gazów obliczono z pomiaru średniej prędkości gazu w rurociągu, metodą sondowania przekroju poprzecznego. Zastosowano spiętrzące

rurki Prandtla. Równocześnie mierzono temperaturę gazów oraz podciśnienie w rurociągu. Pomiar wykonano przy pomocy automatycznego pyłomierza typu EMIOTEST 2598.

Stopień zawilżenia gazów – określono metodą kondensacyjno-wagową, a wilgotność resztkową gazów po przejściu przez skraplacz przy pomocy modułu higrometrycznego stanowiącego wyposażenie przyrządu EMIOTEST 2598. Stopień zawilżenia gazu jest określany jako suma zawilżenia obliczonego z kondensatu i zawilżenia resztkowego odczytanego z modułu higrometrycznego.

Pomiar stężeń składników gazowych spalin – pomiary wykonano analizatorami – Gasmert DX-4000 (FTIR) i analizatorem tlenu AMS 3220 oraz analizatorem Horiba PG-250 (NDIR dla CO, CO₂ i SO₂; CLD dla NO/NO_x oraz celką paramagnetyczną dla O₂). Pobór prób prowadzony jest według metodyki referencyjnej opartej na procedurze badawczej SOP-OP-02.

Pomiar temperatury – pomiar temperatury gazów przeprowadzono przy użyciu termopary NiCr-NiAl oraz termopary typu N wraz z miernikiem Digital Thermometer HH 506 R.

Wydajność suszarni – strumień masowy paliwa po suszeniu obliczono na podstawie pomiaru masy i czasu napełniania wytarowanego pojemnika z materiałem na wylocie z suszarni. Do pomiaru mas wykorzystano wychyłową wagę dziesiętną.

Pomiar warunków otoczenia – warunki otoczenia ustalono za pomocą termohigrobarometru.

4.2. Próba zerowa

W tabeli 6 przedstawiono podstawowe parametry suszarni, po wygrzaniu stanowiska i ustabilizowaniu się rozkładu temperatur, bez obciążenia materiałem. Jest to tzw. próba zerowa dla określenia tła emisji gazowej.

T a b e l a 6

Pomiar tła emisji gazowej

Parametr	Jednostka	Punkt 1	Punkt 2	Punkt 3
Temperatura gazów suszących	C	143	147	151
Temperatura gazów (wylot)	C	89	105	99
Strumień objętości gazów	m ³ n/h	219	193	208
Stopień zawilżenia gazów (emitor)	kg/m ³	0,020	0,020	0,020
Ciśnienie gazów pod rusztem (wlot)	hPa	0,01	0,01	0,01
Ciśnienie gazów na wylocie	hPa	-1,0	- 1,0	-1,0

Ź r ó d ł o: Opracowanie własne.

Punkty 1, 2, 3 oznaczają punkty pomiarowe w kanałach wyciągowych gazów odlotowych z suszarni. Podczas pomiarów prowadzono ciągłą rejestrację składu

gazów wylotowych z suszarni. Zarejestrowano przebiegi 19 składników spalin, z których wartości średnie wybranych składników gazowych zestawiono w tabeli 7.

Tabela 7

Skład gazów odlotowych (gazy spalinowe)

	Pomiar stężenia składników gazowych							
	O ₂	CO ₂	H ₂ O	CO	SO ₂	HCl	CH ₄	C ₆ H ₁₄
	[%]	[%]	[%]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]
Wartość	19,11	1,13	1,68	4,08	3,73	0,42	1,66	0,18
$\tilde{\sigma}$	0,57	0,03	0,02	0,22	0,96	0,26	0,08	0,04

Źródło: Opracowanie własne.

4.3. Pomiary technologiczne

Aby uniknąć wyprowadzenia frakcji drobnej paliwa z gazami odlotowymi, ustalono wartość strumienia objętości gazów na podstawie obserwacji złoża. Dla każdego obciążenia suszarni modelowej wykonano pomiary jej wydajności (pomiar masy i czasu napełniania wytarowanego naczynia). Wydajność układu zmieniano poprzez zmianę grubości warstwy materiału przy ustalonej pozycji mas wirujących na wibratorze. Próby wykonano dla trzech wydajności instalacji. Dla zachowania jednorodności rozkładu wilgoci w materiale wprowadzanym do suszarni pomiary wykonano na próbce pierwotnej, bez dodatkowego zwilżania nadawy podczas prób. Wyniki suszenia materiału przedstawiono w tabeli 8 oraz na rycinach 3 i 4.

Tabela 8

Wyniki suszenia materiału

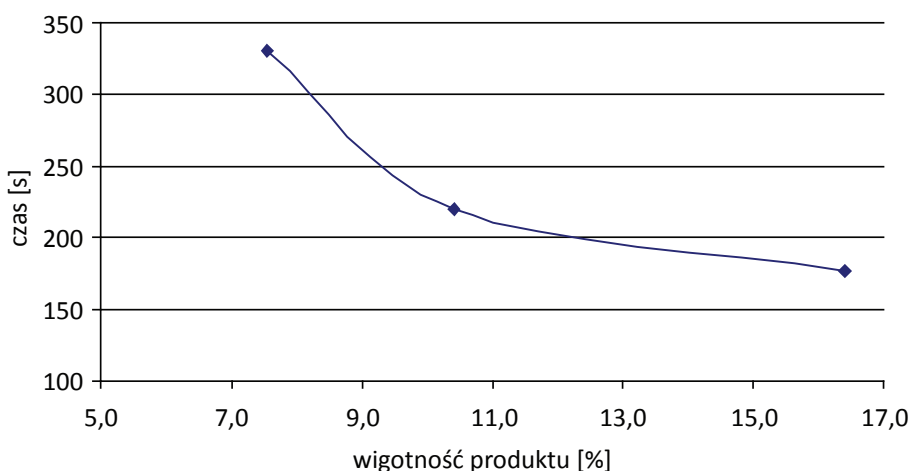
Rodzaj materiału	Wydajność instalacji	Wilgotność nadawy	Wilgotność produktu	Czas suszenia
	[kg/h]	[%]	[%]	[s]
Paliwo alternatywne	23,85	23,52	10,42	219
	39,30	24,90	16,4	177
	51,25	13,52*	7,56	153

* – Materiał po wstępnym suszeniu.

Źródło: Opracowanie własne.

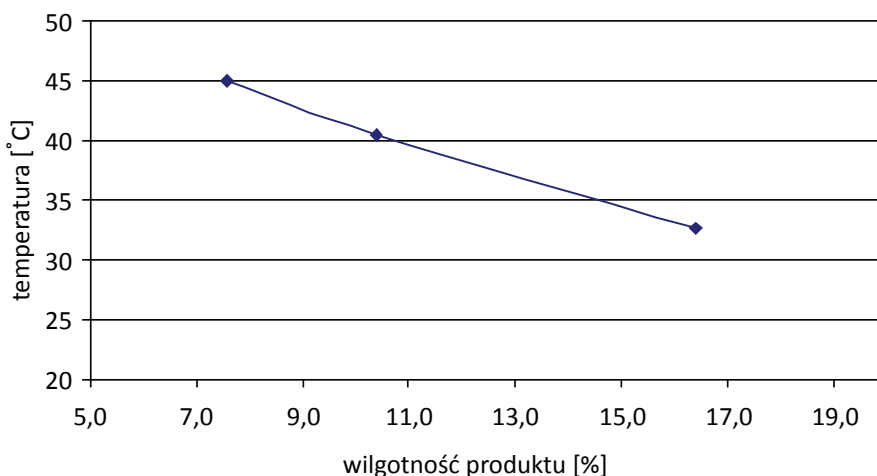
Dla wilgotności materiału na wejściu do suszarni na poziomie 23–24% uzyskano zmniejszenie wilgotności materiału o ok. 8–13% w zależności od wydajności instalacji. Wynik ten odnosi się do jednorazowego przejścia materiału przez

suszarnię. Przy rosnącym czasie przebywania materiału w suszarni, obserwuje się nieliniowy spadek wilgotności produktu.



Ź r ó d ł o: Opracowanie własne.

Ryc. 3. Krzywa suszenia paliw typu RDF w złożu fluidalnym



Ź r ó d ł o: Opracowanie własne.

Ryc. 4. Zależność temperatury materiału od zawartości wilgotności produktu

W badanym zakresie zmian temperatury gazów suszących 133–150°C temperatura materiału na wylocie mieściła się w zakresie 33–45°C, co pozwala zauważyć, że wraz z obniżeniem się wilgotności materiału na wylocie z suszarni rośnie jego temperatura. Charakter obserwowanych zależności odpowiada wynikom teoretycznej symulacji procesu suszenia fluidalnego dla innych materiałów ziarnistych [6–8].

Uzyskane z danych eksperymentalnych wartości wskaźników charakteryzujących jakość procesu zestawiono w tabeli 9.

T a b e l a 9

Charakterystyka procesu suszenia

Wielkość	Jednostka	Pomiar 1	Pomiar 2	Pomiar 3
Wydajność suszarni	kg/s	0,0066	0,0109	0,0142
	kg/h	23,85	39,30	51,25
Strumień odparowanej wody	kg/s	0,0011	0,0012	0,0010
Gęstość strumienia odparowanej wody m'_{H_2O}	kg/m ² h	14,07	15,36	12,17
Prędkość gazów w warstwie *	m/s	0,782	1,888	1,805
Obciążenie rusztu *	m ³ n/m ² s	0,582	1,487	1,747
Moc strumienia cieplnego	kW	29,7	82,5	79,8

* – w przeliczeniu na pusty przekrój.

Ź r ó d ł o: Opracowanie własne.

Modyfikacja kształtu komory procesowej pozwoliła na niemal trzykrotne zwiększenie prędkości gazów w złożu, w porównaniu z wynikami wcześniejszych badań [2]. W wyniku tego istotnie zwiększyła się intensywność procesów wymiany masy i ciepła, ale wskaźnik jednostkowego odparowania wody, w przeliczeniu na pusty przekrój, wykazuje nadal stosunkowo niskie wartości (12,2–15,4 kg/m²h). Możliwość wzrostu wydajności badanej suszarni są ograniczone, co wynika z konieczności utrzymywania prędkości gazów w warstwie poniżej prędkości transportu pneumatycznego materiału oraz ograniczonych warunków transportowych podajnika wibracyjnego. Próby dociążania suszarni wilgotnym materiałem oraz zmiana pochyleń rusztu, w zakresie możliwości regulacyjnych stanowiska, nie dały satysfakcjonujących wyników.

W praktycznych rozwiązaniach urządzeń do suszenia lekkich frakcji materiałów kawałkowych typu paliwa alternatywne, oprócz utrzymania warstwy fluidalnej materiału, należy poprawić warunki transportu materiału wzdłuż suszarni oraz zainstalować układ separacji drobnych frakcji z gazów odlotowych.

Gazy emitowane z procesu suszenia paliw alternatywnych, materiału wytworzonego z odpadów, mogą stwarzać problemy wynikające z emisji zanieczyszczeń, zwłaszcza zanieczyszczeń gazowych uwalnianych w procesie suszenia oraz emisji odorów. W trakcie badań prowadzono ciągłą rejestrację składu gazów wylotowych z suszarni. Zarejestrowano przebiegi 19 składników, z których średnie wartości wybranych składników gazów emitowanych z procesu suszenia paliw zestawiono w tabeli 10.

Tabela 10

Pomiar składu gazów wylotowych z suszarni

Obciążenie	Pomiar stężeń składników gazowych							
	O ₂	CO ₂	H ₂ O	CO	SO ₂	HCl	CH ₄	C ₆ H ₁₄
	[%]	[%]	[%]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]
Pomiar 1	18,74	1,61	4,51	5,64	5,20	0,37	1,76	1,40
Pomiar 2	20,04	0,56	2,04	0,56	1,11	0,00	1,84	0,47
Pomiar 3	20,10	0,49	1,66	1,37	0,89	0,00	1,88	0,37

Źródło: Opracowanie własne.

Zwraca uwagę pojawienie się w gazach odlotowych nieznaczących ilości węglowodorów grupy C_nH_{n+2}, z których największy udział ma metan CH₄. Obok wymienionych wyżej składników pojawiają się także inne, ale ich koncentracja nie jest wysoka.

5. Uwagi końcowe

Paliwa wytworzone z odpadów charakteryzują się zróżnicowanym składem morfologicznym, uzależnionym od rodzaju odpadów wchodzących w ich skład, wysoką zawartością wilgoci oraz stosunkowo niską wartością opałową. W celu opracowania efektywnego sposobu suszenia lekkich frakcji materiałów kawałkowych typu paliwa alternatywne oraz oceny stopnia zanieczyszczeń gazowych, emitowanych z takiego procesu, podjęto badania doświadczalne procesu suszenia w warstwie fluidalnej.

Wcześniejsze badania suszenia paliw alternatywnych na stanowisku doświadczalnym [2] wykazały stosunkowo niską efektywność procesu wymiany masy, wynikającą głównie z niskiego obciążenia powierzchni rusztu gazami suszącymi. Zastosowana modyfikacja kształtu komory procesowej pozwoliła na niemal trzykrotne zwiększenie prędkości gazów w złożu. Uzyskane wyniki gęstości strumieni odparowanej wody m'_{H_2O} , w przeliczeniu na pusty przekrój suszarni, mieszczą się w przedziale 12–16 kg/m²h, co stanowi o ok. 50% wzrost wartości tego wskaźnika w stosunku do wcześniejszych doświadczeń. Wyniki te świadczą jednak o nadal stosunkowo niskiej intensywności procesów wymiany masy.

Zwiększenie nadmuchu gazów suszących aeracji warstwy suszonego paliwa pogarsza warunki transportowe złoża, co nie pozwala na zwiększenie grubości warstwy materiału. W wyniku tego uzyskuje się stosunkowo niską wydajność suszarni, a konieczność ograniczania prędkości gazów, ze względu na unoszenie drobnych frakcji z gazami odlotowymi, ujemnie wpływa na intensywność procesów wymiany ciepła i masy.

Pomiary składu gazów odlotowych z doświadczalnej suszarni fluidalnej paliwa alternatywnego wykazały występowanie nieznacznych ilości węglowodorów uwalnianych w procesie suszenia, zwłaszcza grupy C_nH_{2n+2} , z których największy udział ma metan CH_4 . Obok wymienionych składników (tab. 10) pojawiają się także inne zanieczyszczenia, ale ich koncentracja nie jest wysoka. Odczuwalna jest także emisja odoru.

W praktycznych rozwiązaniach urządzeń do suszenia lekkich frakcji materiałów w warstwie fluidalnej należy usprawnić warunki transportu materiału wzdłuż suszarni oraz zainstalować układ separacji drobnych frakcji z gazów odlotowych.

Literatura

- [1] *Przemysł cementowy w liczbach*, Stowarzyszenie Producentów Cementu, Kraków 2014.
- [2] K a l i n o w s k i W., *Suszenie paliw alternatywnych w warstwie fluidalnej*, „Prace Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych” 2013, nr 15, s. 18–29.
- [3] B r e t s z n a j d e r S., *Własności gazów i cieczy*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1962.
- [4] J a s i ń s k i A., *Obecny i perspektywiczny rynek paliw alternatywnych – rynek odbiorców paliw alternatywnych*, <http://www.forum-dyrektorow.pl/zipy/mat,wisla>, 2011/A.Jasinski_Obecny_i_perspektywiczny_rynek_paliw_alternatywnych.pdf (20.02.2015).
- [5] W a n d r a s z J.W., W a n d r a s z A.J., *Paliwa formowane, biopaliwa i paliwa z odpadów w procesach termicznych*, Wydawnictwo „Seidel-Przywecki” Sp. z o.o., Warszawa 2006.
- [6] S t r u m i ł ł o C., *Podstawy teorii i techniki suszenia*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1983.
- [7] C i e s i e l c z y k W., K a m i ń s k a A., S ł o n e c z n a J., *Badania procesu suszenia fluidalnego biomasy drzewnej*, „Inżynieria i Aparatura Chemiczna” 2011, nr 5, s. 26–27.
- [8] P a w ł o w K.F., R o m a n k o w P.G., N o s k o w A.A., *Przykłady i zadania z zakresu aparatury i inżynierii chemicznej*, wyd. 5 pol. przer. i uzup., Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1981.

WOJCIECH KALINOWSKI

DRYING OF LIGHT LUMP MATERIALS FRACTIONS IN EXPERIMENTAL FLUID BED DRYER

Keywords: fluid bed drying, technological measurements, research dryer unit, gas emissions.

As part of the statutory works of ICiMB attempt was made to develop a method for drying light fractions of lump materials in the fluidized bed. Alternative fuels were used as the material in the research, more widely applied substitute for conventional fuels. Using experience from previous studies [1]

test stand was modernized by changing the shape of the process chamber, which increased the speed of drying gas. Based on measurements the dryer operating parameters quality indicators of the process were determined. The measurement of composition of exhaust gases allowed the assessment of the concentration of gaseous pollutants emitted from the process. Using formula for fluidized bed heat and mass transfer coefficients for the experiment were calculated. For test material, there was no increased levels of gaseous emissions from the dryer. Due to the large diversity of properties of alternative fuels has been found that the use of fluidized bed technology may be limited.