
PRACE

**Instytutu Ceramiki
i Materiałów Budowlanych**

Scientific Works
of Institute of Ceramics
and Building Materials

Nr 15
(październik–grudzień)

Prace są indeksowane w BazTech i Index Copernicus

ISSN 1899-3230

Rok VI

Warszawa–Opole 2013

KARINA PŁACHETKA*

Ocena zawartości alkaliów w surowcach i cementach stosowanych w przemyśle materiałów budowlanych

Słowa kluczowe: całkowita zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$, wymagania normowe, materiały i surowce budowlane.

W artykule przedstawiono wyniki badań całkowitej zawartości alkaliów w materiałach oraz surowcach stosowanych w przemyśle materiałów budowlanych, przeprowadzonych w latach 2010–2013. Zestawiono minimalne i maksymalne wartości alkaliów, co pozwala scharakteryzować dany materiał w tym zakresie. Wykazano normy badawcze i wymagania dotyczące całkowitej zawartości alkaliów oraz częstotliwości badań alkaliów. Porównano otrzymane wyniki badań alkaliów z tymi dostępnymi w literaturze.

1. Wprowadzenie

Przeprowadzono wiele badań, których celem było określenie zawartości alkaliów w popiołach lotnych, pyłach krzemionkowych, cementach, klinkierach, wysiewkach syderytowych oraz w wodzie zarobowej wykorzystywanej do produkcji betonu, a także w innych materiałach, stanowiących nadawę surowcową do produkcji klinkieru. Rezultaty tych badań są znaczące, gdyż nadmierna ilość alkaliów w materiale surowcowym oraz w paliwach może powodować zakłócenia technologiczne w procesie wypalania klinkieru (niebezpieczeństwo powstawania narostów) [1]. Udowodniony jest negatywny wpływ zwiększonej ilości alkaliów w porach betonu na jego jakość (trwałość) związaną z korozją alkaliczną. Na ten rodzaj korozji składają się dwa rodzaje procesów: reakcja alkaliczno-krzemionkowa (z ang. *alkali-silica re action* – ASR) oraz reakcja alkaliczno-węglanowa (z ang. *alkali-carbonate reaction* – ACR) [2].

W przypadku ASR aktywne alkalia zawarte w porach kruszywa wchodzi w reakcję z reaktywną krzemionką ze składu kruszywa [3], powstające produkty tej reakcji powodują pęcznienie betonu, rysowanie warstwy kontaktowej oraz two-

* Mgr inż., Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Warszawie, Oddział Inżynierii Procesowej Materiałów Budowlanych w Opolu, k.plachetka@icimb.pl

rzenie głębokich rys w betonie [4], pojawienie się wykwitów oraz nacieków na powierzchni betonu, a także znaczne zmniejszenie trwałości betonu [5]. Reakcja alkaliczno-węglanowa jest znacznie rzadziej spotykana, następuje w wyniku reakcji alkaliów z kruszywem węglanowym. Na rycinie 1 wyraźnie widać niszczenie betonu na skutek korozji alkalicznej.



Ryc. 1. Typowy obraz szkodliwego działania reakcji pomiędzy alkaliami a aktywną krzemionką z kruszywa [3]

Istnieją normowe wymagania dotyczące zawartości alkaliów:

- dla betonu: limit zawartości alkaliów to 3 kg/m^3 betonu [5],
 - dla popiołu lotnego do betonu: $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} = 5\%$ masy popiołu [6],
 - dla cementów portlandzkich CEM I wartością graniczną jest suma $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} = \text{Na}_2\text{O} + 0,658 \text{ K}_2\text{O} = 0,6\%$ masy cementu [7]. Graniczna wartość $0,6\% \text{ Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ w cemencie dotyczy przeciętnej zawartości cementu w betonie, to jest 400 kg na 1 m^3 , co odpowiada $2,4 \text{ kg}$ alkaliów w 1 m^3 betonu [8],
 - dla wody wykorzystywanej do produkcji betonu: $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} = 1500 \text{ mg/l}$ [9].
- Na uwadze należy mieć także alkalia pochodzące ze składu domieszek chemicznych, kruszywa oraz stosowanych środków zimowego utrzymania dróg.

2. Normy dotyczące badań i oceny zawartości alkaliów w surowcach i cementach stosowanych w przemyśle budowlanym

Kluczową normą w zakresie badań alkaliów w materiałach stosowanych w przemyśle budowlanym jest metoda zawarta w normie PN-EN 196-2 – Metody badania cementu. Część 2: Analiza chemiczna cementu. Przywołana jest ona w normach:

- PN-EN 450-1 – Popiół lotny do betonu. Część 1: Definicje, specyfikacje i kryteria zgodności;

- PN-EN 13263-1+A1 – Pył krzemionkowy do betonu. Część 1: Definicje, wymagania i kryteria zgodności;
- PN-EN 1008 – Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu;
- PN-EN 197-1 – Cement. Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku;
- PN-B-19707 – Cement. Cement specjalny. Skład, wymagania i kryteria zgodności.

Normy te określają między innymi częstotliwość badań zawartości całkowitej alkaliów w poszczególnych składnikach oraz, w niektórych przypadkach, graniczne dopuszczalne wartości. W tabeli 1 zamieszczono informację na temat częstotliwości badań zawartości alkaliów w poszczególnych składnikach materiałów budowlanych w ramach autokontroli.

T a b e l a 1

Częstotliwość badań całkowitej zawartości alkaliów

Rodzaj badanego materiału	Norma odnosząca się do częstotliwości badań	Metoda badania	Badania w ramach autokontroli	
			minimalna częstotliwość badań	
			sytuacja typowa	początkowy okres produkcji nowego produktu
Popiół lotny do betonu ^{a)}	PN-EN 450-1 ^{b)}	PN-EN 196-2	1 raz/miesiąc	2 razy/miesiąc
Pył krzemionkowy do betonu	PN-EN 13263-1+A1	PN-EN 196-2	1 raz/miesiąc	–
Cement powszechnego użytku	PN-EN 197-1	PN-EN 196-2	brak danych	brak danych
Cement specjalny ^{c)}	PN-B-19707	PN-EN 196-21	2 razy/tydzień	4 razy/tydzień
Woda zarobowa do betonu ^{d)} : – woda odzyskana z procesów produkcji betonu,	PN-EN 1008	PN-EN 196-2 ^{e)}		– określa załącznik A w PN-EN 1008,

cd. tab. 1

Rodzaj badanego materiału	Norma odnosząca się do częstotliwości badań	Metoda badania	Badania w ramach autokontroli	
			minimalna częstotliwość badań	
			sytuacja typowa	początkowy okres produkcji nowego produktu
– woda ze źródeł podziemnych, naturalna woda powierzchniowa i woda ze ścieków przemysłowych,			– przed pierwszym użyciem i następnie 1 raz/miesiąc ^{f)} ,	
– woda morska lub woda zasolona			– przed pierwszym użyciem i następnie 1 raz/rok i jeśli to konieczne	

a) Do oceny zgodności należy użyć co najmniej 10 próbek reprezentujących okres nie dłuższy niż 12 miesięcy i nie krótszy niż 1 miesiąc.

b) Badania należy wykonać w przypadku popiołu lotnego otrzymywanego przez współspalanie pyłu węglowego z materiałami współspalanymi dla spełnienia wymagań zawartych w 5.2.8 i 5.2.9 normy PN-EN 450-1. Badania popiołu lotnego otrzymywanego ze spalania wyłącznie pyłu węglowego wykonuje się w celu uzyskania informacji podawanych na życzenie.

c) Badania dotyczą cementów niskoalkalicznych.

d) Badaniu nie podlega woda pitna.

e) Stosowane mogą być inne metody, jeśli wykazano, że dają one równoważne wyniki z wynikami uzyskanymi metodą PN-EN 196-2.

f) Badania aż do czasu ustalenia zmienności składu wody, następnie można zastosować mniejszą częstotliwość.

Ź r ó d ł o: Opracowanie własne.

W tabeli 2 zamieszczono wymagania dotyczące całkowitej zawartości alkaliów, zestawienie wykonano na podstawie aktualnych norm.

T a b e l a 2

Najwyższa dopuszczalna wartość równoważnika alkaliów

Rodzaj badanego materiału	Norma odnosząca się do wymagania	Wartość dopuszczalna $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$
Popiół lotny do betonu	PN-EN 450-1	5%
Cement specjalny, w tym cementy niskoalkaliczne N/A [10]:	PN-B-19707	
CEM I		0,60%
CEM II/A-LL		0,60%
CEM II/A-V		1,20%
CEM II/A-S		0,70%
CEM II/A-M (S-V)		1,20%
CEM II/B-V		1,50%
CEM II/B-S		0,80%
CEM II/B-M (S-V)		1,30%
CEM III/A ^{a)}		0,95%
CEM III/A ^{b)}		1,10%
CEM III/B		2,00%
CEM III/C		2,00%
CEM IV/A (V)		1,50%
CEM IV/B (V)		2,00%
CEM V/A (S-V) ^{c)}		1,60%
CEM V/A (S-V) ^{d)}		2,00%
CEM V/B (S-V)		2,00%
Woda zarobowa do betonu	PN-EN 1008	1500 mg/l

a) Przy udziale granulowanego żużla wielkopieczowego $S \leq 49\%$.

b) Przy udziale granulowanego żużla wielkopieczowego $S \geq 50\%$.

c) Przy udziale sumy popiołu lotnego krzemionkowego (V) i granulowanego żużla wielkopieczowego (S) $(S+V) \leq 49\%$.

d) Przy udziale sumy popiołu lotnego krzemionkowego (V) i granulowanego żużla wielkopieczowego (S) $(S+V) \geq 50\%$.

Ź r ó d ł o: Opracowanie własne.

3. Część doświadczalna

W niniejszym artykule zebrano wyniki oznaczeń całkowitej zawartości alkaliów wykonanych w latach 2010–2013 (do 25.10.2013 r.). Badania obejmują 216 próbek popiołów lotnych do betonu, 16 próbek wysiewek syderytowych, 54 próbki pyłu krzemionkowego, 44 próbki cementu, 9 próbek popiołów lotnych ze współspalania, 6 próbek pyłu z bypassa, 12 próbek klinkierów, 6 próbek mąki surowcowej, 3 próbki żużli hutniczych oraz po dwie próbki kamienia dolomitowego oraz wapiennego.

W tabelach 3–5 przedstawiono przedziały wyników badań całkowitej zawartości alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ w popiołach lotnych do betonu z różnych źródeł. Zestawienie wykonano w odniesieniu do lat 2010, 2011, 2012 oraz 2013 (do 25.10.2013 r.).

Tabela 3

Przedział wyników całkowitej zawartości alkaliów w popiołach lotnych do betonu na przykładzie próbek ze źródła nr 1

Źródło nr 1 (33 próbki)			
$\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ [% masy]			
2010 r.	2011 r.	2012 r.	2013 r. (do 25.10.2013 r.)
3,20–3,45	3,06–4,25	2,72–4,14	2,80–3,50

Źródło: Badania własne.

Tabela 4

Przedział wyników całkowitej zawartości alkaliów w popiołach lotnych do betonu na przykładzie próbek ze źródła nr 2

Źródło nr 2 (43 próbki)			
$\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ [% masy]			
2010 r.	2011 r.	2012 r.	2013 r. (do 25.10.2013 r.)
3,30–3,47	3,12–3,82	3,10–3,44	3,12–3,36

Źródło: Badania własne.

Tabela 5

Przedział wyników całkowitej zawartości alkaliów w popiołach lotnych do betonu na przykładzie próbek ze źródła nr 3

Źródło nr 3 (50 próbek)			
$\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ [% masy]			
2010 r.	2011 r.	2012 r.	2013 r. (do 25.10.2013 r.)
3,06–4,78	3,06–3,98	2,75–3,19	2,79–3,33

Źródło: Badania własne.

Analizując wyniki badań zamieszczone w tabelach 3–5, zauważyć można, że największe zróżnicowanie w całkowitej zawartości alkaliów wykazują popioły lotne otrzymane ze źródła nr 1. Natomiast najbardziej stabilne są popioły ze źródła nr 2. W żadnym wypadku nie zostało przekroczone wymaganie odnośnie do maksymalnej zawartości alkaliów w popiołach lotnych do betonu, czyli $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 5,0\%$ masy.

Na przykładzie próbek dostarczonych ze źródła nr 4 przedstawiono wyniki badań całkowitej zawartości alkaliów w pyłe krzemionkowym do betonu (tab. 6).

T a b e l a 6

Przedział wyników całkowitej zawartości alkaliów w pyłach krzemionkowych do betonu na przykładzie próbek ze źródła nr 4

Źródło nr 4 (54 próbki)			
Na ₂ O _{eq} [% masy]			
2010 r.	2011 r.	2012 r.	2013 r. (do 25.10.2013 r.)
0,73–1,35	0,71–1,16	0,41–1,98	0,96–1,84

Ź r ó d ł o: Badania własne.

Pył krzemionkowy to bardzo drobne ziarna bezpostaciowego dwutlenku krzemu, zbierane jako produkt uboczny otrzymywania metalicznego krzemu i stopów żelazokrzemowych [11]. Podstawowym składnikiem pyłu jest krzemionka w ilości powyżej 80% masy, natomiast zawartość alkaliów jest stosunkowo niska. Analizując wyniki badań zamieszczone w tabeli 6 można zauważyć ich dużą zmienność. Przykładowo różnica między minimalną a maksymalną zawartością alkaliów w 2012 r. wynosiła aż 1,57% masy.

W tabeli 7 zamieszczono wyniki badań wysiewek syderytowych.

T a b e l a 7

Przedział wyników całkowitej zawartości alkaliów w wysiewkach syderytowych na przykładzie próbek ze źródła nr 5

Źródło nr 5 (16 próbek)			
Na ₂ O _{eq} [% masy]			
2010 r.	2011 r.	2012 r.	2013 r. (do 25.10.2013 r.)
0,84–0,98	0,84–1,06	0,85–1,01	0,83–0,98

Ź r ó d ł o: Badania własne.

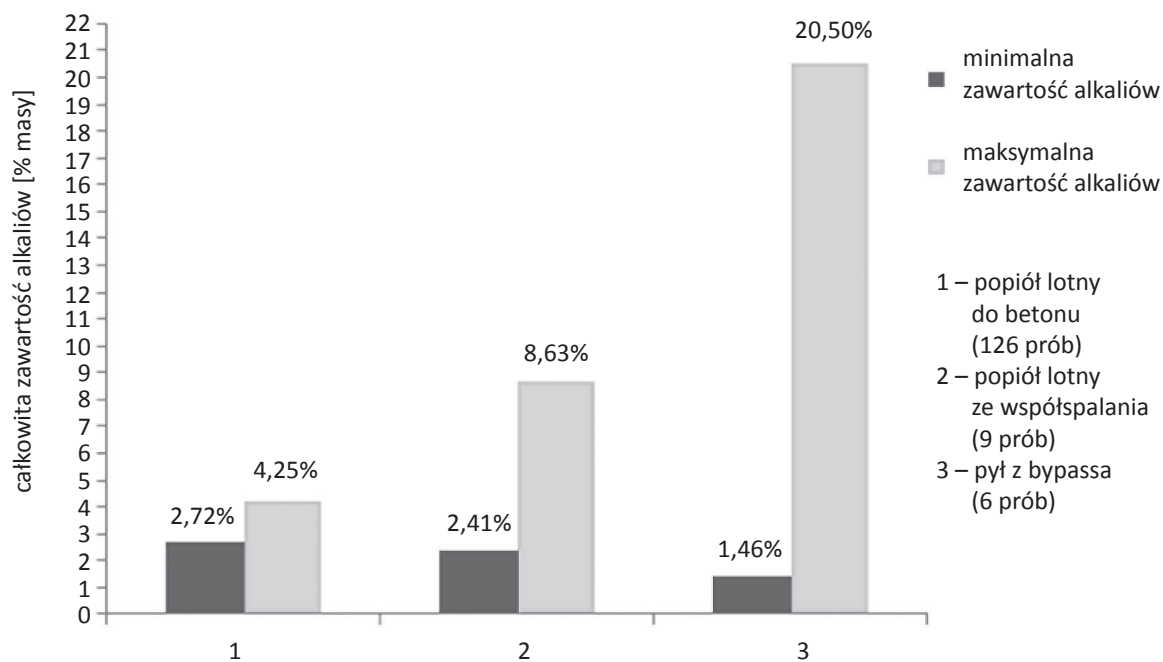
Jak można zauważyć, zawartość związków alkalicznych w wysiewkach syderytowych jest stabilna. Zawartość alkaliów oznaczono także w popiołach lotnych uzyskanych ze spalania pyłu węglowego przy udziale znacznej ilości materiałów współspalanych, głównie pochodzenia roślinnego [12]. W tabeli 8 przedstawiono otrzymane wyniki badań. Wyróżniono próbki badanego popiołu o wyraźnie przekroczonej zawartości całkowitej alkaliów ($\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 5,0\%$ masy), dopuszczalnej dla popiołu lotnego do betonu według wymagań normy PN-EN:2012.

Tabela 8

Zawartość alkaliów w popiołach lotnych otrzymanych ze współspalania [12]

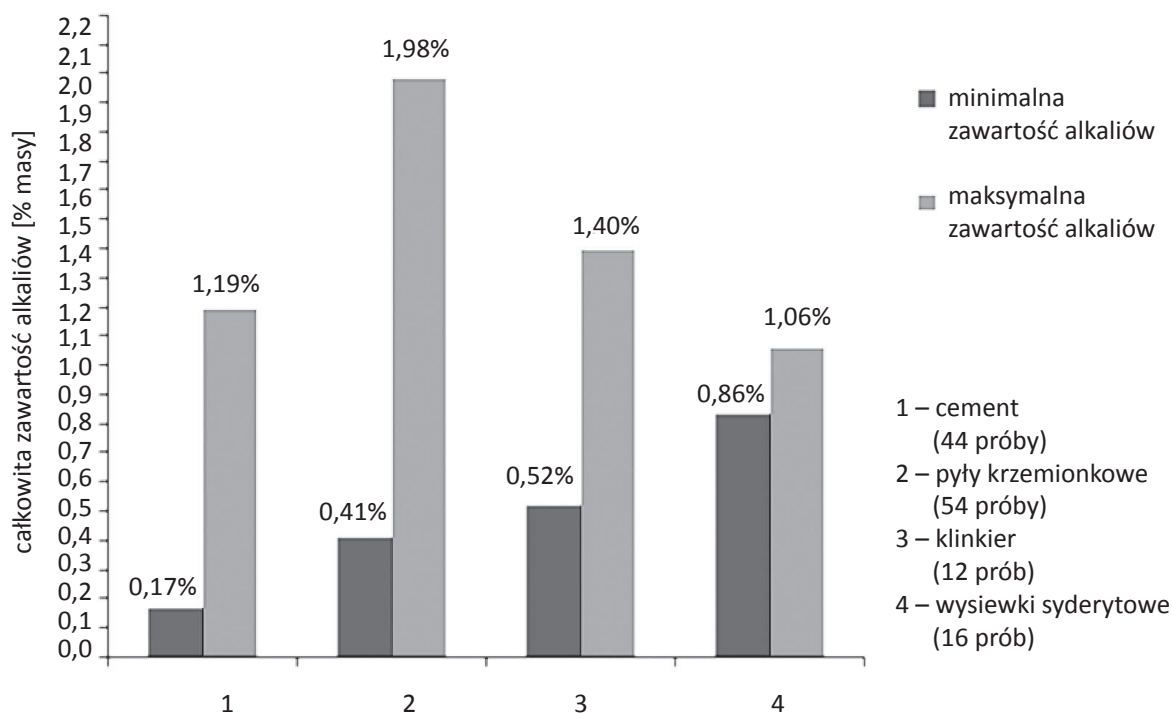
Charakterystyka próbki	Zawartość Na ₂ O [% masy]	Zawartość K ₂ O [% masy]	Zawartość Na ₂ O _{eq} [% masy]
64% biomasy (pelety drzewne)	1,08	2,02	2,41
63% biomasy (pelety ze zboża)	1,42	10,96	8,63
60% biomasy (słoma)	1,00	5,76	4,79
60% biomasy (słoma z dodatkiem innych paliw)	1,42	7,03	6,04
55% biomasy (słonecznik i drewno)	1,04	5,76	4,83
55% biomasy (słoma, drewno i słonecznik)	0,94	3,50	3,24
51% biomasy (słoma z dodatkiem innych biopaliw)	1,08	5,38	4,62
49% biomasy (pelety ze zboża)	0,96	8,30	6,42
48% biomasy (słoma i drewno)	1,15	5,42	4,72

Zauważyć można dużą fluktuację otrzymanych wyników, w szczególności dotyczy to zawartości tlenku potasu. Najniższą zawartość wynoszącą 2,02% K₂O charakteryzują się popioły lotne otrzymane z procesu współspalania węgla kamiennego i peletów drzewnych, a najwyższą 10,96% K₂O charakteryzuje się popiół otrzymany w wyniku współspalania węgla kamiennego i peletów ze zboża. Ryciny 2–4 przedstawiają graficzną ilustrację minimalnej i maksymalnej zawartości alkaliów na przykładzie badanych surowców odpadowych w latach 2010–2013. Rycina 5 obrazuje zestawienie minimalnej zawartości alkaliów w przebadanych składnikach materiałów budowlanych, natomiast rycina 6 ukazuje maksymalną ich zawartość.



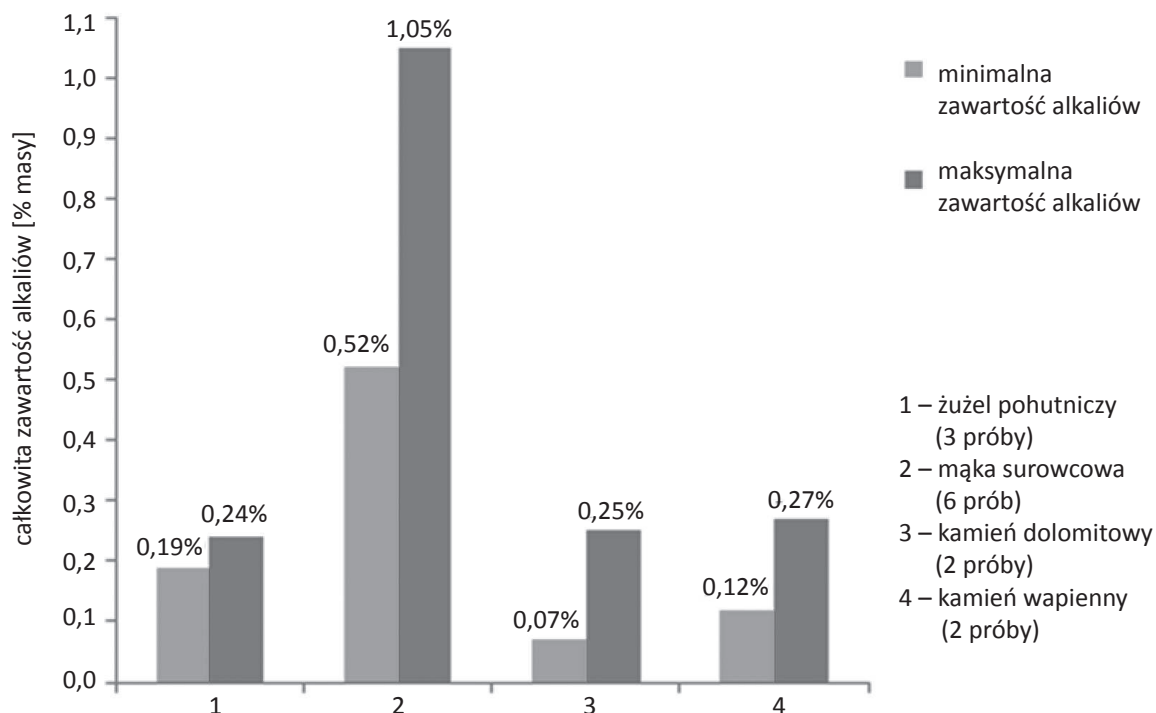
Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 2. Przedział zawartości alkaliów w latach 2010–2013 na przykładzie popiołu lotnego, popiołu lotnego ze współpalania oraz pyłu z bypassa



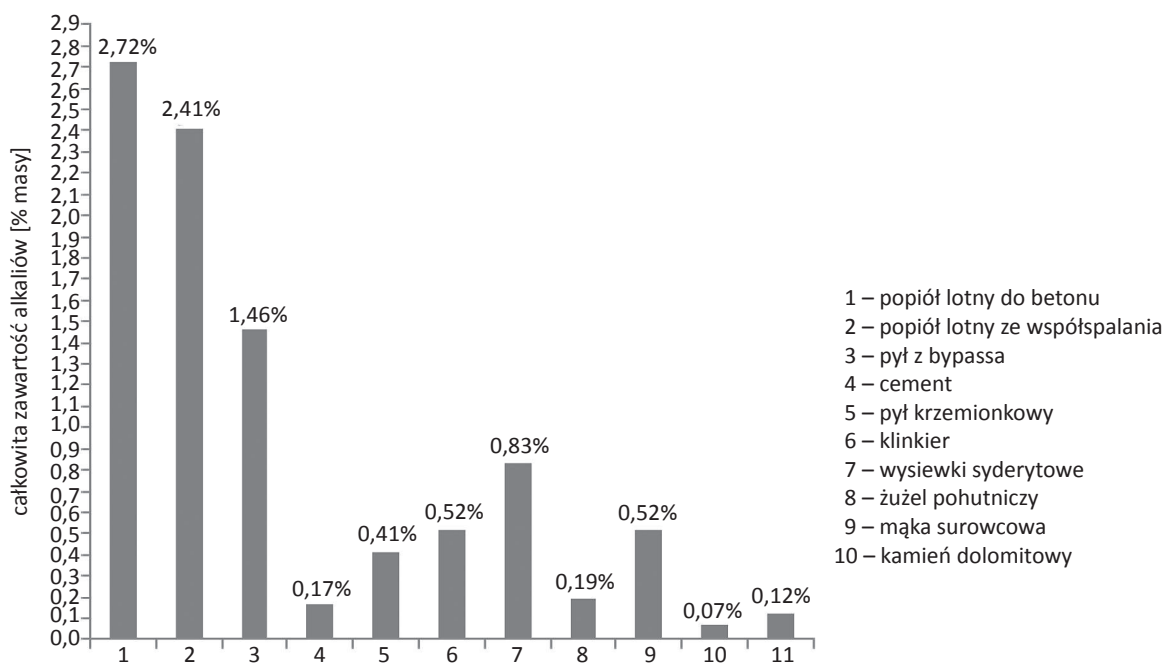
Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 3. Przedział zawartości alkaliów w latach 2010–2013 na przykładzie cementu, pyłu krzemionkowego, klinkieru oraz wysiewek syderytowych



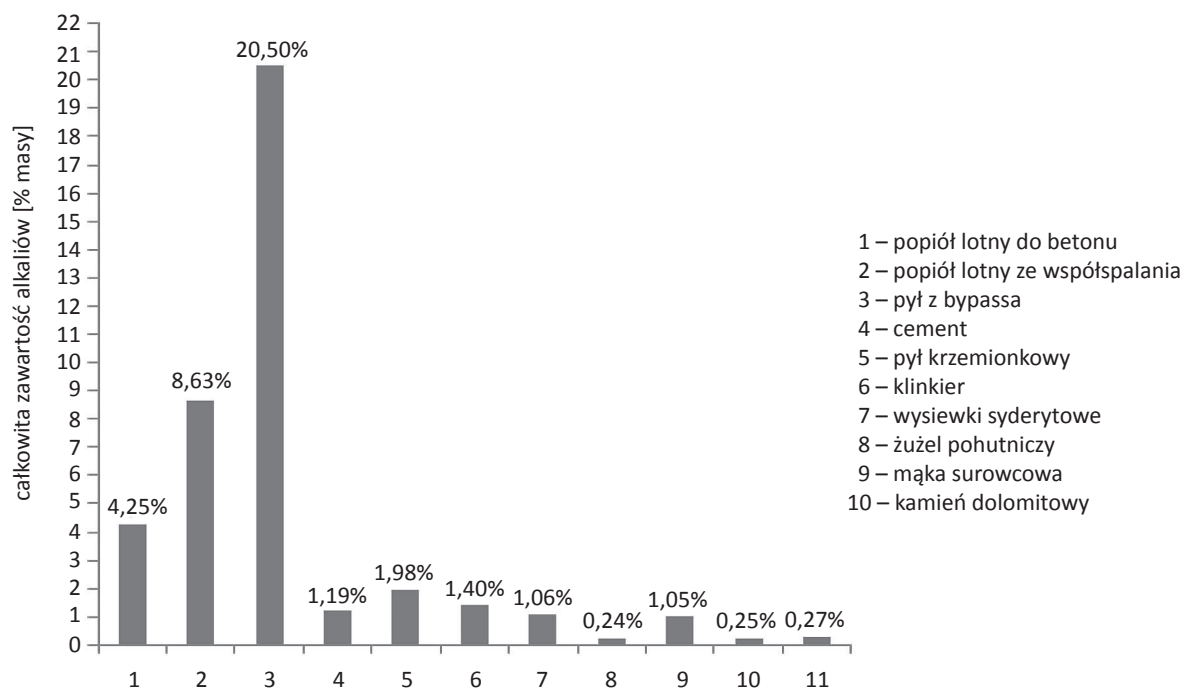
Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 4. Przedział zawartości alkaliów w latach 2010–2013 na przykładzie żużla pohutniczego, mąki surowcowej, kamienia dolomitowego i wapiennego



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 5. Minimalna zawartość alkaliów w próbkach przebadanych w latach 2010–2013



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 6. Maksymalna zawartość alkaliów w próbkach przebadanych w latach 2010–2013

4. Porównanie zawartości alkaliów w badanych materiałach z danymi literaturowymi

W dostępnej literaturze [13–15] znaleźć można wyniki badań całkowitej zawartości alkaliów w różnorodnych surowcach i półproduktach służących do wytwarzania materiałów budowlanych. Jednak najczęściej są to wyniki pojedynczych próbek, bądź nieokreślonej ilości, rzadziej podawane są przedziały uzyskanych wyników zawartości alkaliów w poszczególnych pojedynczych składnikach. W tabeli 9 przedstawiono porównanie wyników badań własnych z tymi dostępnymi w literaturze.

Tabela 9

Zestawienie wyników badań alkaliów otrzymanych w praktyce laboratoryjnej i dostępnych w literaturze

Rodzaj badanego materiału	Przedział wyników badań całkowitej zawartości alkaliów	
	otrzymany w praktyce laboratoryjnej [% masy]	dostępny w literaturze [% masy]
Popiół lotny	2,72–4,25 (126 przebadanych próbek)	1,85–3,46 [16]
Cement portlandzki	0,62–1,19 (36 przebadanych próbek)	0,50–1,80 [7]
Klinkier	0,52–1,40 (12 przebadanych próbek)	0,43–1,06 [17]
Pył krzemionkowy	0,41–1,98 (54 przebadane próbki)	0,31–1,35 [18]

5. Podsumowanie

Przedstawione wyniki badań dają możliwość oceny minimalnej i maksymalnej zawartości alkaliów w surowcach i ubocznych produktach przemysłowych stosowanych w przemyśle materiałów budowlanych. Pozwala to na odpowiedni dobór jakościowy i ilościowy surowców, zwłaszcza ubocznych i odpadowych, do produkcji określonego asortymentu materiałów budowlanych, np. cementu niskoalkalicznego NA zgodnego z wymaganiami normy PN-EN 19707:2013-10 [10].

Oceniając poziom zawartości alkaliów, należy mieć także na uwadze charakter alkaliów występujących w poszczególnych surowcach, np. czy są trudno czy łatwo rozpuszczalne. Zazwyczaj alkalia zawarte w ubocznych produktach przemysłowych po obróbce cieplnej wysokotemperaturowej (powyżej 1200°C) są składnikiem fazy szklistej i trudno się rozpuszczają (popioły lotne, granulowany żużel wielkopiecowy, pył krzemionkowy). Stosując tego rodzaju surowce w składzie betonu lub zapraw, ograniczamy ilość aktywnych alkaliów dostępnych w porach kompozytu cementowego. I stąd te produkty odpadowe, pomimo stosunkowo wysokiej zawartości alkaliów, są składnikami cementów niskoalkalicznych NA według wymagań normy PN-EN 19707:2013-10 [10]. Problematyka ta jest przedmiotem dalszych badań własnych.

Literatura

- [1] J a n e c k a L., Mechanizm i przyczyny powstawania napięć i narostów w zewnętrznych wymiennikach ciepła w półsuchej i suchej metodzie produkcji cementu, symbol pracy 5/617/O/S, Opole 1995.
- [2] M a r e k A., *Pełna ochrona betonu z wykorzystaniem produktów systemu Penetron. Obiekty kubaturowe i inżynierskie*, Wydawnictwo i-Press, Kraków 2013, s. 17–19.
- [3] T i t z e A., *Szkody wywołane przez alkalia w betonie. Ryzyko, którego można uniknąć*, „Infrastruktura Transportu” 2011, nr 2, s. 56–58.
- [4] http://www.technologia.gda.pl/dydaktyka/index/w/tmb_chb/pdf_z/wyklad_6.pdf (8.09.2013).
- [5] K o n o p s k a - P i e c h u r s k a M., J a c k i e w i c z - R e k W., *Reaktywność alkaliczna kruszyw jako czynnik zagrażający trwałości konstrukcji betonowych w Polsce*, [w:] *Awarie budowlane: zapobieganie, diagnostyka, naprawy, rekonstrukcje: XXVI konferencja naukowo-techniczna Szczecin-Międzyzdroje 21–24 maja 2013*, t. 1, red. M. Kaszyńska, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Szczecin [2013], s. 833–842.
- [6] Norma PN-EN 450-1:2012 – Popiół lotny do betonu. Część 1: Definicje, specyfikacje i kryteria zgodności.
- [7] K u r d o w s k i W., *Chemia cementu*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1991.
- [8] J a m r o z y Z., *Beton i jego technologie*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa–Kraków 2000.
- [9] Norma: PN-EN 1008:2004 – Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu.

- [10] Norma: PN-B-19707:2013-10 – Cement. Cement specjalny. Skład, wymagania i kryteria zgodności.
- [11] Norma: PN-EN 13263-1+A1:2010 – Pył krzemionkowy do betonu. Część 1: Definicje, wymagania i kryteria zgodności.
- [12] R a j c z y k K., G i e r g i c z n y E., J a r o c k a A., P ł a c h e t k a K., P a w ł o w - s k a A., *Wpływ zwiększonej ilości biomasy w paliwie na jakość powstających popiołów lotnych*, „Prace Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych” 2012, nr 11, s. 88–100.
- [13] S z c z e r b a J., *Korozja chemiczna wyrobów magnezjowo-cyrkonowych przez wsad pieca cementowego*, „Materiały Ceramiczne” 2009, nr 4, s. 253–259.
- [14] S y n o w i e c K., *Właściwości cementów popiołowo-żużlowych o nienormowym składzie, zawierających popiół lotny wapienny*, „Budownictwo i Architektura” 2013, nr 3, s. 215–222.
- [15] T k a c z e w s k a E., K ł o s e k - W a w r z y n E., *Wpływ jonów fosforanowych PO_4^{3-} na proces hydratacji cementu*, „Cement, Wapno, Beton” 2012, nr 6, s. 401–408.
- [16] W o n s W., *Właściwości krzemionkowych popiołów lotnych na proces spiekania mas ceramicznych*, AGH, Kraków 2010, s. 17, praca doktorska.
- [17] K a l a r u s D., *Chemiczna identyfikacja cementów portlandzkich produkowanych w Polsce na podstawie zawartości pierwiastków śladowych*, AGH, Kraków 2007, s. 11, praca doktorska.
- [18] J a s i c z a k J., M i k o ł a j c z a k P., *Technologia betonu modyfikowanego domieszkami i dodatkami. Przegląd tendencji krajowych i zagranicznych*, Politechnika Poznańska, Poznań 2003.

KARINA PŁACHETKA

RESEARCH OF THE TOTAL ALKALIES CONTENT IN RAW MATERIALS USED IN THE BUILDING INDUSTRY

Keywords: total alkalies content Na_2O_{eq} , standard requirements, building materials.

The article presents the results of research of total alkalies content in the materials used in the construction industry. Research was conducted in 2010–2013. Summarized the minimum and maximum values of alkalies, which allows to characterize the materials in this range. It has been shown the test standards and requirements for the total alkalies content and frequency of their testing. The obtained results were compared with the results of alkalies research available in the literature.