

WPŁYW CEMENTU PORTLANDZKIEGO NA WARTOŚCI WSKAŹNIKÓW AKTYWNOŚCI POPIOŁÓW LOTNYCH KRZEMIONKOWYCH

Tomasz Baran, Mikołaj Ostrowski,
Paweł Pichniarczyk, Piotr Francuz
Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych,
Oddział Szkła i Materiałów Budowlanych
w Krakowie

Ryszard Dobranowski
„ELPOLOGISTYKA” Spółka z o.o.

STRESZCZENIE

W niniejszym artykule analizowano wpływ cementów portlandzkich CEM I, które spełniają wymagania normy PN-EN 450-1 „Popiół lotny do betonu”, na wartości wskaźników aktywności K28 i K90 popiołów lotnych krzemionkowych. Do badań pozyskano 12 próbek popiołu lotnego krzemionkowego z różnych zakładów energetyki zawodowej oraz 7 próbek cementu portlandzkiego CEM I z różnych cementowni, zróżnicowane z uwagi na skład fazowy i chemiczny; głównie zawartość glinianu trójwapniowego oraz alkaliów. Wykonano podstawowe badania pozyskanych materiałów. Próbki popiołów lotnych krzemionkowych zbadano, z uwagi na przydatności popiołu lotnego do cementu i betonu. Dla próbek cementu CEM I wykonano podstawowe badania właściwości zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 197-1.

Badania wykazały, że dla porównawczego cementu portlandzkiego CEM I z różnych cementowni uzyskano różne wartości wskaźników aktywności K28 i K90, dla tego samego popiołu lotnego krzemionkowego. Taki wpływ cementów portlandzkich na wskaźniki aktywności należy tłumaczyć różnymi właściwościami cementów portlandzkich zastosowanych do badań, a spełniających wymagania normy PN-EN 450-1. Uzyskane wyniki badań pozwalają stwierdzić, że producent cementów popiołowych CEM II/A,B-V lub CEM IV/A,B(V) powinien wybrać popiół lotny krzemionkowy, najbardziej kompatybilny z jego cementem portlandzkim.

1. WSTĘP

Przemysł cementowy kieruje się strategią zrównoważonego rozwoju, której głównym celem jest ograniczenie zanieczyszczeń środowiska naturalnego, a przede wszystkim zmniejszenie emisji CO₂ i pyłu oraz wykorzystywanie odpadów z innych przemysłów. Produkcja klinkieru portlandzkiego wiąże się ze znaczną emisją CO₂. Źródłem emisji CO₂ jest rozkład węgla wapnia zawartego w zestawie surowcowym oraz spalanie paliwa, w procesie spiekania klinkieru. Jednym z rozwiązań, mającym na celu zmniejszenie emisji CO₂ jest modyfikacja procesu technologii wypalania klinkieru niskoemisyjnego, tzw. belitowego, z bardzo małą ilością lub bez wysokoemisyjnego alitu [1-6]. Drugim kierunkiem ograniczenia emisji CO₂ jest produkcja cementów z dodatkami, tj. zastępowanie klinkieru portlandzkiego w cemencie dodatkami mineralnymi. W ciągu ostatnich 10 lat produkcja cementów z dodatkami mineralnymi wzrosła w Polsce o około 10% [7]. W Polsce do produkcji cementów z dodatkami mineralnymi stosuje się głównie granulowany żużel wielkopiecowy oraz popiół lotny krzemionkowy. Ponadto wzrasta wykorzystanie wapienia, głównie jako składnika drugorzędowego cementów, tj. w ilości do 5% masy cementu.

Zgodnie z założeniem normy PN-EN 450-1 „Popiół lotny do betonu” do badań wskaźników aktywności mogą być stosowane cementy portlandzkie CEM I (tzw. cementy porównawcze), które muszą spełniać trzy główne kryteria, dotyczące: powierzchni właściwej (powyżej 3000 cm²/g) zawartości alkaliów (0,5 - 1,2 % Na₂O_e) oraz zawartość C₃A (6 - 12%). Tak duża ilość zmiennych, co do wymagań dla cementu portlandzkiego do badań wskaźników aktywności K₂₈ i K₉₀ powoduje, że dla różnych cementów można uzyskać różne wartości wskaźników K₂₈ i K₉₀ dla tego samego popiołu. Zmiany takie podkreślają różne wyniki badań wskaźników aktywności, uzyskiwane przez producentów popiołu i wyniki uzyskiwane w Instytucie OSiMB w ramach oceny zgodności popiołu. Należy podkreślić, że wartości wskaźników aktywności k₂₈ i k₉₀ są bezpośrednią oceną właściwości pucolanowych popiołów, odniesionych do cementu wyprodukowanego przez daną cementownię.

W niniejszym artykule badano wpływ cementów portlandzkich CEM I, które spełniają wymagania normy PN-EN 450-1, na wartości wskaźników aktywności K₂₈ i K₉₀ popiołów lotnych krzemionkowych. Do badań pozyskano 12 próbek popiołu lotnego krzemionkowego z różnych zakładów energetyki zawodowej oraz 7 próbek cementu portlandzkiego CEM I z różnych cementowni, zróżnicowane z uwagi na skład fazowy i chemiczny; głównie zawartość glinianu trójwapniowego oraz alkaliów. Wykonano podstawowe badania pozyskanych materiałów. Próbkę popiołów lotnych krzemionkowych zbadano, z uwagi na przydatności popiołu lotnego do cementu i betonu. Dla próbek cementu CEM I wykonano podstawowe badania właściwości zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 197-1.

Badania wykazały, że dla cementu portlandzkiego CEM I z różnych cementowni uzyskano różne wartości wskaźników aktywności K₂₈ i K₉₀ dla tego samego popiołu lotnego krzemionkowego. Taki wpływ cementów portlandzkich na wskaźniki aktywności należy tłumaczyć różnymi właściwościami cementów portlandzkich zastosowanych do badań, a spełniających wymagania normy PN-EN 450-1. Uzyskane wyniki badań pozwalają stwierdzić, że producent cementów

popiołowych CEM II/A,B-V lub CEM IV/A,B(V) powinien wybrać popiół lotny krzemionkowy V, najbardziej kompatybilny z jego cementem portlandzkim.

2. MATERIAŁY I METODY BADAWCZE

Do badań pozyskano 12 próbek popiołu lotnego krzemionkowego z różnych zakładów energetyki zawodowej. Składy chemiczne popiołów podano w tabelicy 1. Z popiołów tych wykonano badania wskaźników aktywności K28 i K90 stosując 7 próbek cementu portlandzkiego CEM I 42,5R z różnych cementowni, o składzie chemicznym i fazowym podanym w tabelicy 2.

Tabela 1. Składy chemiczne popiołów lotnych krzemionkowych

Oznaczenie popiołu	Składnik								
	LOI	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃
	% masy,								
Popiół 1	1,54	53,6	26,8	6,9	2,86	2,35	0,91	3,27	0,05
Popiół 2	2,44	49,6	28,0	9,0	3,21	2,09	1,42	2,59	0,03
Popiół 3	3,60	51,3	27,6	6,3	3,22	1,80	1,01	2,89	0,02
Popiół 4	3,74	49,1	27,2	6,5	3,97	2,90	1,15	3,24	0,18
Popiół 5	3,75	50,7	26,2	7,3	3,31	2,74	1,15	3,18	0,04
Popiół 6	4,50	50,6	26,8	6,4	3,65	2,40	0,91	3,01	0,04
Popiół 7	4,87	51,7	27,6	6,0	2,30	1,78	0,60	3,03	0,06
Popiół 8	4,96	52,2	24,5	7,1	3,05	2,48	0,99	3,08	0,14
Popiół 9	5,40	49,2	26,5	6,9	3,62	2,17	2,14	2,60	0,04
Popiół 10	5,54	51,1	25,2	6,7	3,27	2,50	1,05	2,97	0,07
Popiół 11	7,15	48,7	26,4	6,8	3,32	2,18	0,88	2,83	0,03
Popiół 12	9,26	47,5	24,9	5,7	4,01	2,85	1,07	2,90	0,24

Tablica 2. Skład chemiczny cementów CEM I 42,5R

Składnik	Oznaczenie cementu						
	Cement 1	Cement 2	Cement 3	Cement 4	Cement 5	Cement 6	Cement 7
	% masy						
Str. Praż.	3,04	3,13	4,85	4,75	3,28	1,23	3,07
SiO ₂	19,83	19,71	19,34	19,26	19,89	20,82	19,80
Al ₂ O ₃	4,37	4,60	5,26	5,14	4,73	4,41	4,39
Fe ₂ O ₃	3,36	3,54	2,28	2,75	2,26	5,34	3,38
CaO	64,19	62,14	62,56	61,91	63,17	63,31	64,15

Składnik	Oznaczenie cementu						
	Cement 1	Cement 2	Cement 3	Cement 4	Cement 5	Cement 6	Cement 7
	% masy						
MgO	0,60	2,33	1,59	1,36	1,78	0,93	0,59
SO ₃	2,89	3,05	2,75	3,11	3,31	2,57	2,29
Na ₂ O	0,21	0,09	0,12	0,14	0,13	0,33	0,20
K ₂ O	0,51	0,89	0,68	0,83	0,82	0,25	0,51
Na ₂ O _e	0,55	0,68	0,57	0,69	0,67	0,50	0,55
Skład fazowy obliczony wzorami Bogue'a, % masowy [8]							
C ₃ S	68	59	61	58	62	55	68
C ₂ S	4	11	8	10	9	17	4
C ₃ A	6	6	10	9	9	3	6
C ₄ AF	10	11	7	8	7	16	10

3. WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Zgodnie z normą PN-EN 450-1 „Popiół lotny do betonu” z materiałów o właściwościach podanych w tablicach 1 i 2 wykonano mieszanki zawierające 25% popiołu i 75% cementu. Mieszanki do badań o ww. proporcji popiołu i cementu, uzyskano przez uśrednianie na mieszadle rolkowym przez ok. 30 minut składników, odważanych do pojemników plastikowych wypełnionych korkami gumowymi. W sumie wykonano 84 mieszanki, które poddano badaniom wskaźników aktywności K28 i K90, tj. wytrzymałości na ściskanie po 28 i 90 dniach badanych mieszanek, porównanych do odpowiednich cementów CEM I bez dodatku popiołu (cementu porównawczego). Wyniki badań wskaźników aktywności K28 i K90 wszystkich popiołów, dla poszczególnych cementów zamieszczono w tablicach 3-9. Na rysunkach 1-12 przedstawiono wartości wskaźników aktywności dla jednego popiołu i badanych cementów.

Tablica 3. Wskaźniki aktywności popiołów lotnych krzemionkowych uzyskane dla cementu 1

Oznaczenie popiołu	Wytrzymałość na ściskanie, MPa		Wartości wskaźników aktywności, %	
	Po 28 dni	Po 90 dni	K28	K90
Bez popiołu, tzw. cement odniesienia	57,1	63,4	100	100
Popiół 1	46,2	62,9	80,9	99,2
Popiół 2	46,9	60,8	82,1	95,9
Popiół 3	47,4	56,7	83,0	89,4
Popiół 4	45,4	58,9	79,5	92,9
Popiół 5	51,1	64,1	89,5	101,1
Popiół 6	46,1	59,1	80,7	93,2
Popiół 7	46,2	56,6	80,9	89,3
Popiół 8	47,3	61,2	82,9	96,6
Popiół 9	48,5	64,0	84,9	100,9

Oznaczenie popiołu	Wytrzymałość na ściskanie, MPa		Wartości wskaźników aktywności, %	
	Po 28 dni	Po 90 dni	K28	K90
Popiół 10	46,0	56,8	80,6	89,6
Popiół 11	48,9	61,2	85,6	96,5
Popiół 12	46,3	60,3	81,1	95,1

Tablica 4. Wskaźniki aktywności popiołów lotnych krzemionkowych uzyskane dla cementu 2

Rodzaj dodanego popiołu	Wytrzymałość na ściskanie, MPa		Wartości wskaźników aktywności, %	
	Po 28 dni	Po 90 dni	K28	K90
Bez popiołu, tzw. cement odniesienia	56,4	63,1	100	100
Popiół 1	45,3	61,2	80,3	97,0
Popiół 2	42,3	56,0	75,0	88,7
Popiół 3	42,7	51,8	75,7	82,1
Popiół 4	43,8	53,7	77,7	85,1
Popiół 5	45,0	59,1	79,8	93,7
Popiół 6	39,0	54,3	69,1	86,1
Popiół 7	38,2	51,4	67,7	81,5
Popiół 8	39,7	52,4	70,4	83,0
Popiół 9	40,6	56,1	72,0	88,9
Popiół 10	38,8	51,5	68,8	81,6
Popiół 11	42,8	56,7	75,9	89,9
Popiół 12	41,0	55,7	72,7	88,3

Tablica 5. Wskaźniki aktywności popiołów lotnych krzemionkowych uzyskane dla cementu 3

Rodzaj dodanego popiołu	Wytrzymałość na ściskanie, MPa		Wartości wskaźników aktywności, %	
	Po 28 dni	Po 90 dni	K28	K90
Bez popiołu, tzw. cement odniesienia	54,9	61,7	100	100
Popiół 1	46,9	59,5	85,4	96,4
Popiół 2	49,8	58,0	90,7	94,0
Popiół 3	49,1	56,1	89,4	90,9
Popiół 4	49,2	58,7	89,6	95,1
Popiół 5	50,4	64,2	91,8	104,1
Popiół 6	46,4	58,7	84,5	95,1
Popiół 7	43,7	54,1	79,6	87,7
Popiół 8	47,5	58,5	86,5	94,8
Popiół 9	46,2	63,3	84,2	102,6
Popiół 10	44,0	54,6	80,1	88,5
Popiół 11	49,5	57,3	90,2	92,3
Popiół 12	49,6	57,7	90,3	93,5

Tablica 6. Wskaźniki aktywności popiołów lotnych krzemionkowych uzyskane dla cementu 4

Rodzaj dodanego popiołu	Wytrzymałość na ściskanie, MPa		Wartości wskaźników aktywności, %	
	Po 28 dni	Po 90 dni	K28	K90
Bez popiołu, tzw. cement odniesienia	47,8	56,2	100	100
Popiół 1	39,3	54,2	82,2	96,4
Popiół 2	42,3	52,6	88,5	93,6
Popiół 3	37,2	51,7	77,8	92,0
Popiół 4	41,1	58,6	86,0	104,3
Popiół 5	45,5	58,8	95,2	104,6
Popiół 6	42,7	61,1	89,3	108,7
Popiół 7	41,5	51,8	86,8	92,2
Popiół 8	44,7	58,7	93,5	104,4
Popiół 9	43,7	52,6	91,4	93,6
Popiół 10	40,0	54,7	83,7	97,3
Popiół 11	40,8	59,1	85,4	105,2
Popiół 12	41,3	56,4	86,4	100,4

Tablica 7. Wskaźniki aktywności popiołów lotnych krzemionkowych uzyskane dla cementu 5

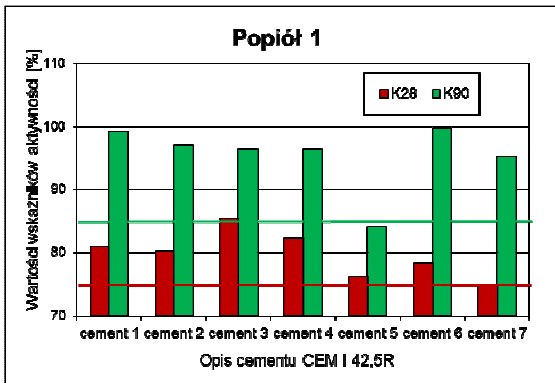
Rodzaj dodanego popiołu	Wytrzymałość na ściskanie, MPa		Wartości wskaźników aktywności, %	
	Po 28 dni	Po 90 dni	K28	K90
Bez popiołu, tzw. cement odniesienia	55,4	62,2	100	100
Popiół 1	42,2	52,3	76,2	84,1
Popiół 2	48,9	57,4	88,2	92,3
Popiół 3	43,3	51,1	78,1	82,2
Popiół 4	42,6	50,8	76,9	81,7
Popiół 5	46,4	54,8	83,7	88,1
Popiół 6	46,2	56,2	83,5	90,4
Popiół 7	46,6	56,9	84,2	91,5
Popiół 8	46,2	53,6	83,5	86,2
Popiół 9	47,8	57,8	86,2	92,9
Popiół 10	44,9	54,7	81,1	87,9
Popiół 11	46,9	55,6	84,7	89,4
Popiół 12	46,8	57,3	84,5	92,1

Tablica 8. Wskaźniki aktywności popiołów lotnych krzemionkowych uzyskane dla cementu 6

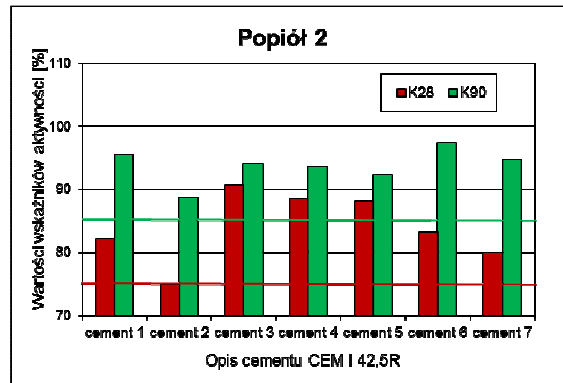
Rodzaj dodanego popiołu	Wytrzymałość na ściskanie, MPa		Wartości wskaźników aktywności, %	
	Po 28 dni	Po 90 dni	K28	K90
Bez popiołu, tzw. cement odniesienia	47,0	59,3	100	100
Popiół 1	36,8	59,1	78,3	99,7
Popiół 2	39,1	57,8	83,2	97,4
Popiół 3	35,9	55,9	76,4	94,3
Popiół 4	40,5	55,3	86,1	93,2
Popiół 5	39,2	60,1	83,5	101,3
Popiół 6	35,9	59,5	76,4	100,3
Popiół 7	33,7	50,0	71,7	84,3
Popiół 8	38,6	57,1	82,2	96,3
Popiół 9	37,1	59,6	78,9	100,5
Popiół 10	40,4	59,6	86,0	100,5
Popiół 11	42,8	58,5	91,1	98,6
Popiół 12	42,3	58,1	90,0	97,9

Tablica 9. Wskaźniki aktywności popiołów lotnych krzemionkowych uzyskane dla cementu 7

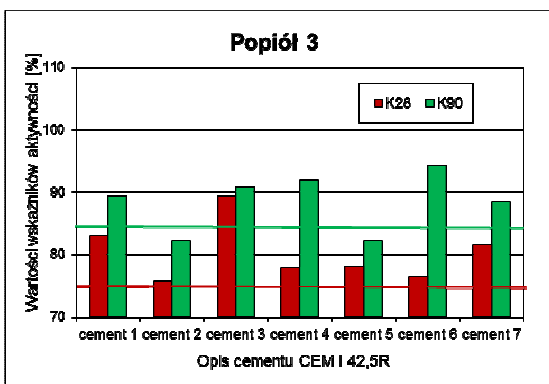
Rodzaj dodanego popiołu	Wytrzymałość na ściskanie, MPa		Wartości wskaźników aktywności, %	
	Po 28 dni	Po 90 dni	K28	K90
Bez popiołu, tzw. cement odniesienia	57,2	63,6	100	100
Popiół 1	42,9	60,6	75,0	95,3
Popiół 2	45,7	60,2	79,9	94,7
Popiół 3	46,7	56,2	81,6	88,4
Popiół 4	44,5	54,1	77,8	85,1
Popiół 5	47,2	63,8	82,5	100,3
Popiół 6	47,8	58,7	83,6	92,3
Popiół 7	43,9	57,9	76,7	91,0
Popiół 8	44,0	62,4	76,9	98,1
Popiół 9	44,1	61,3	77,1	96,4
Popiół 10	45,6	59,9	79,7	94,2
Popiół 11	45,9	55,4	80,2	87,1
Popiół 12	45,7	60,8	79,9	95,6



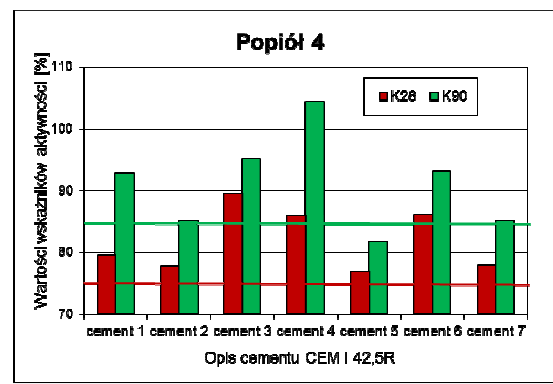
Rys. 1 Wskaźniki aktywności k28 i k90 dla popiołu 1



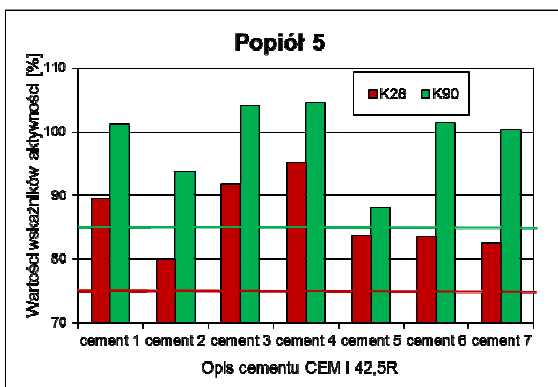
Rys. 2 Wskaźniki aktywności k28 i k90 dla popiołu 2



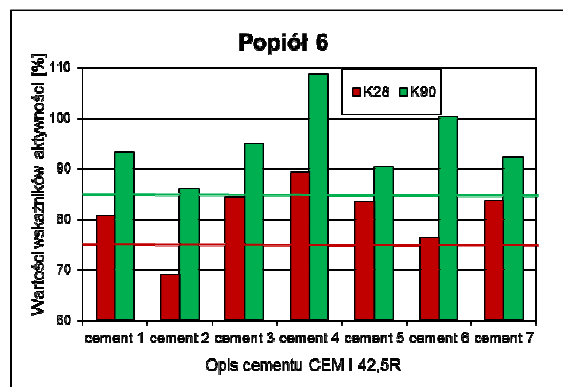
Rys. 3 Wskaźniki aktywności k28 i k90 dla popiołu 3



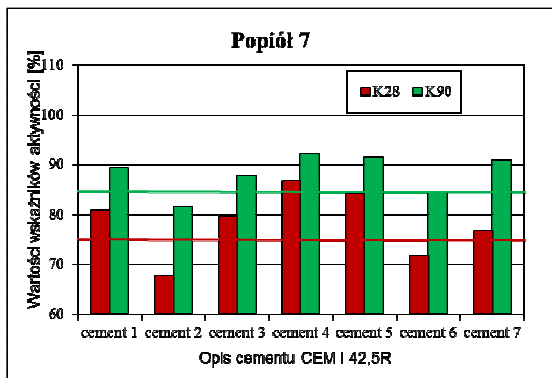
Rys. 4 Wskaźniki aktywności k28 i k90 dla popiołu 4



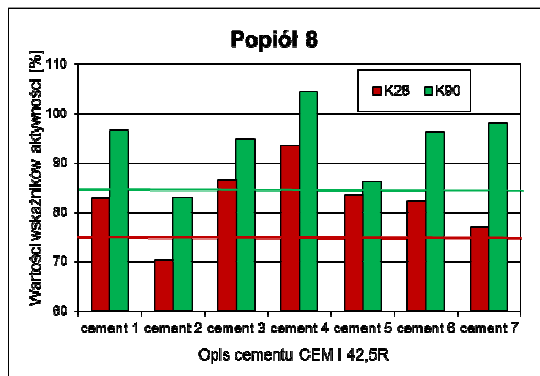
Rys. 5 Wskaźniki aktywności k28 i k90 dla popiołu 5



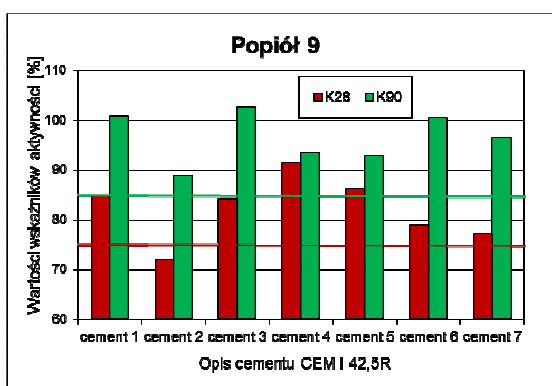
Rys. 6 Wskaźniki aktywności k28 i k90 dla popiołu 6



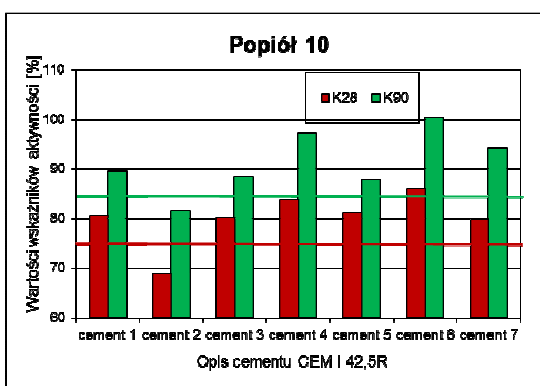
Rys. 7 Wskaźniki aktywności k28 i k90 dla popiołu 7



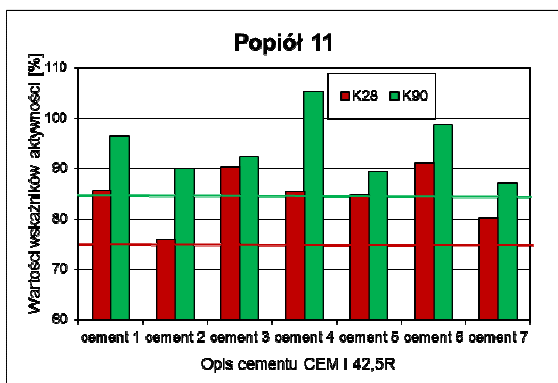
Rys. 8 Wskaźniki aktywności k28 i k90 dla popiołu 8



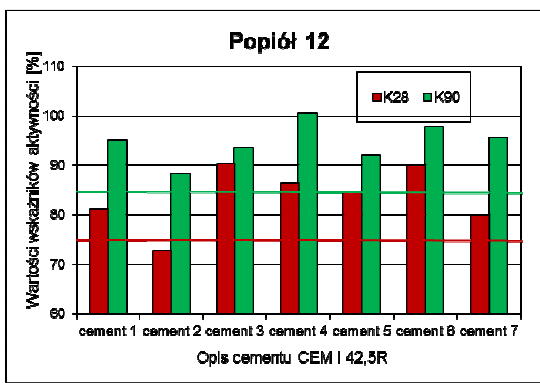
Rys. 9 Wskaźniki aktywności k28 i k90 dla popiołu 9



Rys. 10 Wskaźniki aktywności k28 i k90 dla popiołu 10



Rys. 11 Wskaźniki aktywności k28 i k90 dla popiołu 11



Rys. 12 Wskaźniki aktywności k28 i k90 dla popiołu 12

Z pośród zastosowanych materiałów do badań (tab. 1 i 2) tylko popiół 12 nie spełniał wymagań normy PN-EN 450-1, przekraczając straty prażenia kategorii C popiołów o 0,26% (tab. 1). Także cement 6 nie spełniał wymagań normy PN-EN 450-1, zawierając 3% glinianu trójwapniowego C₃A (tab. 2), a zgodnie z normą PN-EN 450-1, cement porównawczy do badań wskaźników aktywności k28 i k90

powinien zawierać od 6 do 12% C₃A. Pomimo to materiały te zastosowano do badań celem sprawdzenia wpływu dużej zawartości części palnych w popiele i małej zawartości glinianu trójwapniowego C₃A w cemencie na wartości wskaźników aktywności k₂₈ i k₉₀.

W przypadku cementu 1 (tab. 3), wszystkie badane popioły spełniają wymagania normy osiągając wskaźniki aktywności k₂₈ i k₉₀ odpowiednio powyżej 75 i 85%, w stosunku do porównawczego cementu portlandzkiego CEM I. Największe wskaźniki aktywności k₉₀, przekraczające 100% uzyskano dla popiołu 5 i 9.

W przypadku cementu 2 (tab. 4), 50% badanych popiołów spełnia wymagania dla wskaźnika aktywności k₂₈, a 67% spełnia wymagania dla wskaźnika aktywności k₉₀. Największe wskaźniki aktywności uzyskał popiół 1.

W przypadku cementu 3 (tab. 5), wszystkie badane popioły spełniają wymagania dla wskaźników aktywności k₂₈ i k₉₀. Podobnie jak dla cementu 1 największe wskaźniki aktywności k₉₀, przekraczające 100% uzyskano dla popiołu 5 i 9.

W przypadku cementu 4 (tab. 6), wszystkie badane popioły spełniają wymagania dla wskaźników aktywności k₂₈ i k₉₀. Natomiast dla 50% badanych popiołów uzyskano wskaźniki aktywności k₉₀, przekraczające 100%.

W przypadku cementu 5 (tab. 7), wszystkie popioły spełniają wymagania dla wskaźnika aktywności k₂₈, a 75% spełnia wymagania dla wskaźnika aktywności k₉₀. Największe wskaźniki aktywności uzyskały popioły 2 i 9.

W przypadku cementu 6 (tab. 8), tylko popiół 7 nie spełnia wymagań dla wskaźników aktywności k₂₈ i k₉₀. Pozostałe popioły spełniają te wymagania, a dla popiołów 5, 6, 9 i 10 wskaźniki aktywności k₉₀ przekraczają 100%.

W przypadku cementu 7 (tab. 9), wszystkie badane popioły spełniają wymagania dla wskaźników aktywności k₂₈ i k₉₀. Największy wskaźnik aktywności k₉₀, przekraczający 100% uzyskał popiół 5.

4. WNIOSKI

Uzyskane wyniki badań pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

- Tak jak oczekiwano, dla tego samego popiołu lotnego krzemionkowego można uzyskać bardzo duże wartości wskaźników aktywności k₂₈ i k₉₀ dla jednego normowego cementu porównawczego i bardzo niskie dla innego normowego cementu porównawczego. Dla popiołów 6 i 8 uzyskano bardzo dobre wyniki wskaźników aktywności k₂₈ i k₉₀ w przypadku porównawczego cementu 4 i bardzo niskie wskaźniki k₂₈ i k₉₀, nie spełniające wymagań normy PN-EN 450-1, dla porównawczego cementu 2.
- Popioły lotne krzemionkowe 1, 2, 5 i 11 (rys. 1-12) spełniają wymagania wskaźników aktywności k₂₈ i k₉₀ dla każdego cementu porównawczego, w tym także dla cementu 6, nie spełniającego wymagań normy PN-EN 450-1.
- Z pośród badanych cementów porównawczych najgorsze wyniki wskaźników aktywności popiołów k₂₈ i k₉₀ uzyskano dla cementu 2.

- Producent cementów popiołowych CEM II/A,B-V lub CEM IV/A,B(V) powinien wybrać taki popiół lotny krzemionkowy V, który jest najbardziej kompatybilny z jego cementem portlandzkim CEM I.

5. LITERATURA

1. I, Campillo, A, Guerrero, J,S, Dolado, A, Porro, J,A, Ibanez; S, Goni, Improvement of initial mechanical strength by nanoalumina in belite cements, *Materials Letters*, vol, 61, 2007, p, 1889-1892.
2. L, Kacimil, A, Simon-Masseron, S, Salem, A, Ghomari, Z, Derriche, Synthesis of belite cement clinker of high hydraulic reactivity, *Cement and Concrete Research*, vol, 39, 2009, p, 559-565.
3. K, Morsli, A,G, De La Torre, M, Zahir, M,A,G, Aranda, Mineralogical phase analysis of alkali and sulphate bearing belite rich laboratory clinkers, *Cement and Concrete Research*, vol, 37, 2007, p, 639-646.
4. A, Garbacik, T, Baran; M, Ostrowski, Energy saving low emissions belite cements, XIII ICCO, Madrid, 2011, p, 22.
5. A, Garbacik, T, Baran; M, Ostrowski, H.Radelczuk, Calcareous fly ash in production of low emission ordinary Portland clinker Proceedings from XIV ICCO, Pekin 2015
6. A, Garbacik, T, Baran; M, Ostrowski, The research is carried out under the European Structural Project PO IG 01,01,02,-24-005/09 Innovative cementitious binders and concretes from calcareous fly ash.
7. Informator Stowarzyszenia Producentów Cementu za lata 2006-2016.
8. Bogue R. H.: „The Chemistry of Portland Cement”. Reinhold Publishing Corporation, New York 1955.

INFLUENCE OF PORTLAND CEMENT ON ACTIVITY INDEX VALUES OF SILICEOUS FLY ASHES.

ABSTRACT

This article analyzes the impact of CEM I Portland Cements which meet the requirements of EN 450-1 standard "Fly ash to concrete", on K28 and K90 activity index values of siliceous fly ash. Twelve samples of siliceous fly ash from various power plants and 7 samples of Portland cement CEM I from different cement plants were selected for the study, varied due to phase and chemical composition; mainly tricalcium aluminate and alkali content. Basic research of the materials were made. Samples of siliceous fly ash were investigated due to the suitability for cement and concrete. For CEM I cement samples, basic properties tests were carried out in accordance with the requirements of the EN 197-1 standard.

Studies have shown that different values of K28 and K90 activity index for the same siliceous fly ash were obtained for the comparative CEM I Portland cement from different cement plants. The impact of Portland Cements on activity index is explained by the different properties of Portland cements used for testing and meeting the requirements of EN 450-1. The results obtained show that producer of CEM II / A, B-V or CEM IV / A, B (V) cement ashes should select the siliceous fly ash, most compatible with his Portland cement.
