

Wpływ popiołów ze spalania biomasy na wybrane właściwości zapraw cementowych

Mgr inż. Jakub Jura, dr hab., prof. PCz Małgorzata Ulewicz,
Politechnika Częstochowska

1. Wprowadzenie

Rozwój przemysłu i produkcja różnych materiałów powoduje wzrost zapotrzebowania na energię, którą ze względu na ochronę środowiska naturalnego produkuje się coraz częściej z wykorzystaniem biomasy. Najczęściej spalanymi roślinami w energetyce są wierzba wiciowa, trawy olbrzymie, topinambur oraz słonecznik. Spalanie biomasy ogranicza emisję CO₂ i SO₂. Niestety w zależności od rodzaju biomasy otrzymywany jest popiół lotny o różnym składzie chemicznym, co powoduje problemy z jego zagospodarowaniem. Obecnie popiół lotny pochodzący ze spalania samej biomasy jest deponowany na zakładowych składowiskach, co stanowi zagrożenie dla środowiska naturalnego. Dlatego podejmowane są prace badawcze w celu określenia możliwości efektywnego zagospodarowania tego popiołu. Jednym ze sposobów może być zastosowanie popiołu do wytwarzania zapraw cementowych i betonów. W ten sposób już zagospodarowywane są popioły pochodzące ze spalania paliw konwencjonalnych, tj. węgla kamiennego i brunatnego [1–7], a także popioły pochodzące z procesu współspalania biomasy z paliwami konwencjonalnymi.

W niniejszej pracy określono wpływ dodatku popiołów lotnych ze spalania biomasy, tj. drewna z dodatkiem słonecznika na wybrane właściwości fizyczne i mechaniczne zapraw cementowych.

2. Materiały i metodyka badań

Do badań wykorzystany został popiół lotny ze spalania biomasy (odpady drewna z domieszką słonecznika w stosunku od 80 do 20% w kotle fluidalnym. W badanych zaprawach cementowych użyto popiołu o frakcji uziarnienia 0,0–1,0 mm. Wykonane zostały próbki zaprawy normowej, a także zapraw cementowych, w których wykorzystano popiół zamiast części piasku normowego lub cementu w ilości 10, 20 i 30%. Próbkę zostały wykonane z cementu CEM I 42,5R. Belecarki 4x4x16 cm wykonane zostały zgodnie z normą PN-EN196-1. Próbkę zostały rozformowane po 24 h, a następnie trafiły do kąpielni wodnej, gdzie przebywały przez kolejne 27 dni. Następnie wykonane zostały badania wytrzymałości na ściskanie oraz mrozoodporności (po 25 cyklach zamrażania i rozmrażania) zgodnie z normami PN-EN 1015 11 i PN-B-04500. Dodatkowo po wysuszeniu próbek oznaczono nasiąkliwość zaprojektowanych zapraw cementowych.

W pierwszym etapie badań wykonane zostały serie zapraw normowych (PN) oraz zapraw cementowych zawierających

Tabela 1. Składy mieszanek badanych zapraw cementowych

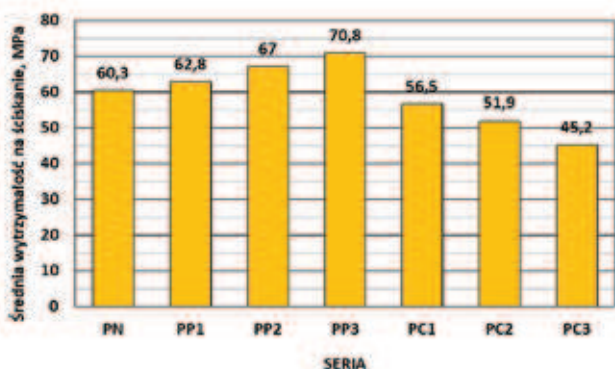
Skład	Seria zapraw						
	PN	PP1	PP2	PP3	PC1	PC2	PC3
Cement, g	450	450	450	450	405	360	315
Woda, cm ³	225	225	225	225	225	225	225
Piasek normowy, g	1350	1296	1242	1187	1350	1350	1350
Popiół lotny, g	0	45	90	135	45	90	135
Ilości popiołu lotnego, %	0	10	20	30	10	20	30

10, 20 i 30% popiołu lotnego jako zamiennika piasku normowego (PP) oraz jako zamiennika cementu (PC). W tabeli 1 przedstawione zostały składy mieszanek zapraw cementowych z wykorzystaniem popiołów.

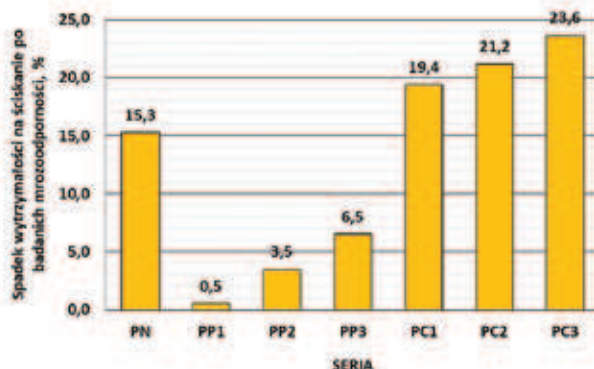
3. Wyniki badań

Na podstawie wykonanych próbek zapraw cementowych w pierwszym etapie określono średnią wytrzymałość na ściskanie dla zaprawy normowej, a także zapraw z dodatkiem popiołów lotnych. Jak wynika z danych przedstawionych na rysunku 1, średnia wytrzymałość na ściskanie zaprawy normowej wynosi 60,3 MPa, a wszystkie zaprawy z dodatkiem popiołu stosowanego jako zamiennik piasku normowego uzyskały wyższe średnie wytrzymałości na ściskanie niż zaprawa normowa. Wytrzymałość na ściskanie badanych próbek wzrasta wraz ze wzrostem ilości dodanego popiołu lotnego. Najwyższą wytrzymałość na ściskanie uzyskały próbki zapraw zawierające popiół lotny w ilości 30%. Zastosowanie dodatku popiołu w ilości 10, 20 i 30% wpłynęło na wzrost wytrzymałości na ściskanie odpowiednio o ok. 4, 11 i 17% w porównaniu z zaprawami normowymi. Natomiast wykorzystanie popiołu lotnego w zamian za cement spowodowało zmniejszenie wytrzymałości na ściskanie zapraw cementowych. Zastosowanie dodatku popiołu w ilości 10, 20 i 30% wpłynęło na obniżenie wytrzymałości na ściskanie odpowiednio o 6, 14 i 25%.

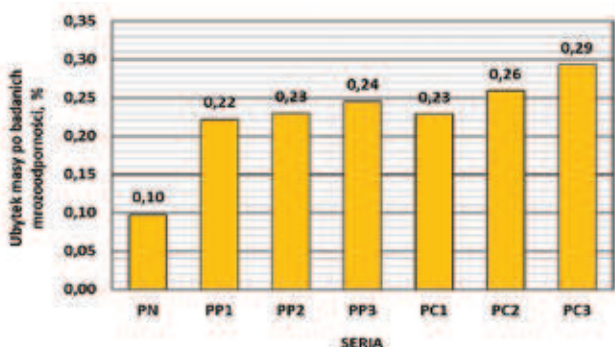
Następnie wykonano badania mrozoodporności zapraw cementowych. Jak wynika z danych przedstawionych na rysunku 2, średnie wartości spadku wytrzymałości na ściskanie po badaniach mrozoodpornościowych dla zapraw z wykorzystaniem popiołu lotnego jako zamiennika piasku normowego są mniejsze niż dla zaprawy normowej. Spadek wytrzymałości dla próbek normowych wynosił ok. 15%, natomiast dla zapraw z dodatkiem popiołu w ilości 10, 20 i 30% wyniósł



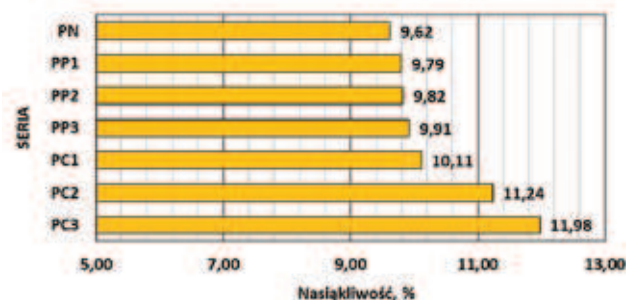
Rys. 1. Średnia wytrzymałość na ściskanie badanych zapraw cementowych



Rys. 2. Spadek średniej wytrzymałości na ściskanie po badaniach mrozoodporności



Rys. 3. Ubytek masy badanych próbek po badaniach mrozoodporności



Rys. 4. Nasiąkliwość próbek

odpowiednio 0,5, 3,5 oraz 6,5%. Natomiast zastosowanie popiołu lotnego jako zamiennika cementu w ilości 10, 20 i 30% spowodowało znaczny wzrost spadku wytrzymałości na ściskanie po badaniach mrozoodporności, który wniósł odpowiednio 19,4; 21,2 i 23,6%. Zastosowanie popiołu lotnego miało również wpływ na ubytek masy zapraw cementowych po badaniach mrozoodporności (rys. 3). Najmniejszy ubytek masy wykazywały próbki zapraw normowych (0,10%). W zaprawach cementowych z dodatkiem popiołu zamiast części piasku ubytki masy zwiększały się wraz ze wzrostem zawartości dodatku w składzie i wynosiły 0,22–0,24%. W zaprawach z popiołem użytym jako zamiennik cementu tendencja wzrostu ubytku była taka sama, a ubytki próbek osiągnęły wartości 0,23–0,29%. Użycie popiołu odpadowego wpłynęło także na nasiąkliwość zapraw cementowych (rys. 4). Najmniejszą nasiąkliwość wykazywała zaprawa normowa, natomiast wzrost ilości dodawanego popiołu ze spalania biomasy powodował zwiększanie nasiąkliwości badanych próbek. Najwyższą nasiąkliwość (prawie 12%) uzyskały próbki, w których 30% cementu zastąpiono popiołem lotnym.

4. Podsumowanie

Na podstawie uzyskanych wyników badań można stwierdzić, że zastosowanie w zaprawach cementowych popiołu lotnego ze spalania biomasy w kotłach fluidalnych jako zamiennika piasku (w ilości 10, 20 i 30%) może wpływać korzystnie na ich wybrane właściwości mechaniczne. Zaprawy

cementowe, w których stosowano popiół lotny ze spalania biomasy drzewnej i słonecznika jako zamiennik piasku normowego, uzyskały wyższe wartości wytrzymałości na ściskanie (62,8–70,8 MPa) niż zaprawa normowa (60,3 MPa). Zaprawy te wykazywały również niższy spadek wytrzymałości na ściskanie po badaniach mrozoodporności (od 0,5 do 6,5%) niż zaprawa normowa (15,3%) oraz nieznaczny wzrost ubytku masy po badaniach mrozoodpornościowych. Natomiast stosowanie popiołu lotnego jako zamiennika cementu (w ilości 10, 20 i 30%) powoduje obniżenie właściwości mechanicznych badanych zapraw cementowych. Wytrzymałość na ściskanie tych zapraw cementowych wyniosła 45,2–56,5 MPa. Zaprawy te wykazały również wyższy spadek wytrzymałości na ściskanie po badaniach mrozoodporności (19,4–23,6%) niż zaprawa normowa (15,3%).

BIBLIOGRAFIA

- [1] Bapat J.D., Performance of cement concrete with mineral admixtures. *Advances in Cement Research*, 2001, 13 (4), 139–155
- [2] Biernat K., Rozwój technologii wytwarzania biopaliw. *Czysta Energia*, 11, 2010, 33
- [3] Giergiczyński Z., Właściwości popiołu lotnego a trwałość betonu, *Budownictwa – Technologia – Architektura*, lipiec–wrzesień, 2007, 44–48
- [4] Halbiniak J., Projektowanie składu betonów z dodatkiem popiołów lotnych oraz ich wpływ na tempo przyrostu wytrzymałości, *Budownictwo o Zoptymalizowanym Potencjale Energetycznym*, 2, 2012, 29–36
- [5] Janecka L., Siemiątkowski G., Odpady dennie z kotłów fluidalnych – charakterystyka fizykochemiczna, ocean zagrożenia dla środowiska i możliwości zagospodarowania w produkcji klinkieru portlandzkiego, www.bg.utp.pl dostęp: 2.01.2017
- [6] Jarema-Suchorowska S., Kuczak B., Właściwości popiołów z kotłów fluidalnych w energetyce w aspekcie warunków gospodarczego wykorzystania tych odpadów, *Energetyka*, 1, 2010, 39–43
- [7] Roszkowski A., Biomasa i bioenergia – bariery technologiczne i energetyczne. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 3, 2012, 79–100