

Franciszek PLEWA, Piotr PIERZYNA
Politechnika Śląska, Gliwice

BADANIE WPLYWU WYBRANYCH DODATKÓW NATURALNYCH NA WŁASNOŚCI MECHANICZNE I FILTRACYJNE POPIOŁÓW LOTNYCH Z ELEKTROWNI „ŁAZISKA”

Streszczenie. Wykorzystanie odpadów energetycznych w górnictwie podziemnym, oprócz korzystnych efektów dla środowiska naturalnego, jest w niektórych technologiach górniczych, takich jak doszczelnianie zrobów zawałowych, likwidacja zbędnych wyrobisk czy też wykonywanie pasów podsadzkowych, wręcz nieodzowne i powszechnie stosowane. Najczęściej popioły lotne wykorzystywane są w górnictwie w postaci mieszanin popiołowo-wodnych z ewentualnym dodatkiem środków wiążących. Ilość powstających odpadów energetycznych skłania do poszukiwania nowych materiałów opartych na ich bazie, a co za tym idzie - możliwości ich szerszego wykorzystania w innych technologiach. W niniejszym artykule przedstawiono ocenę wpływu wybranych dodatków naturalnych na własności mechaniczne oraz filtracyjne mieszanin popiołowo-wodnych opartych na bazie odpadów z El. „Łaziska”.

THE RESEARCH ON INFLUENCE OF SELECTED NATURAL ADDITIVES ON THE MECHANICAL AND FILTRATION PROPERTIES OF FLY ASHES FROM “ŁAZISKA” POWER PLANT

Summary. Additionally to environmental benefits, the use of waste from power generation became almost necessary and widely used in certain technologies of the underground mining industry. In most cases mining technologies use fly ashes in a form of fly ash – water slurries with eventual admixture of binders. The amounts of power generation waste encourage for search of new materials, which base on them, and extended possibilities of their use in other technologies. The paper presents the assessment of influence of selected natural additives on the mechanical and filtration properties of fly ash – water slurries made from the fly ash from “Łaziska” power plant.

1. Wstęp

Wykorzystanie odpadów energetycznych w górnictwie podziemnym, oprócz korzystnych efektów dla środowiska naturalnego, jest w niektórych technologiach górniczych, takich jak doszczelnianie zrobów zawałowych, likwidacja zbędnych wyrobisk czy też wykonywanie pasów podsadzkowych, powszechnie stosowane [3]. Jednakże ilość powstających odpadów energetycznych skłania do poszukiwania nowych możliwości ich wykorzystywania, w tym również wytwarzanie nowych materiałów opartych na ich bazie, a co za tym idzie - możliwości ich szerszego wykorzystania np. do budowy barier izolacyjnych w podziemnych i powierzchniowych składowiskach odpadów, w technologiach związanych z likwidacją wyrobisk poziomych i pionowych, w budownictwie geotechnicznym [2, 4, 5].

2. Metodyka i zakres badań

Badaniami wpływu naturalnych dodatków modyfikujących na własności mieszanin popiołowo-wodnych objęto następujące parametry:

1. wytrzymałość graniczną na jednoosiowe ściskanie,
2. rozmakalność,
3. współczynnik filtracji,

które przeprowadzono zgodnie z normą PN-G-11011:1998. Badane materiały sezonowane były w komorze klimatyzacyjnej w temperaturze 25°C przy wilgotności wynoszącej 92% celem odwzorowania warunków klimatycznych panujących na dole kopalń.

3. Charakterystyka materiałów użytych do badań

Materiał bazowy stanowił popiół bez produktów odsiarczania spalin z El. „Łaziska”. Jako naturalne dodatki modyfikujące wykorzystano następujące materiały:

1. bentonit,
2. glinę pobraną w Zakładzie Ceramiki Budowlanej „Jopek” w Sierakowicach,
3. łupek ilasty pobrany ze składowiska odpadów górniczych KWK „Sośnica”.

Gлина oraz łupek ilasty przed wykonaniem mieszanin rozdrobniono do frakcji <1 mm.

Skład i oznaczenie badanych mieszanin popiołowo-wodnych przedstawiono w tab. 3.1.

Tabela 3.1

Skład i oznaczenie badanych mieszanin popiołowo-wodnych

Oznaczenie materiału	Rodzaj dodatku oraz jego udział masowy w bazowym materiale odpadowym
ŁB-1	popiół 100% (bez dodatków)
ŁB-2	bentonit 2%
ŁB-3	bentonit 7%
ŁB-4	glina 10%
ŁB-5	glina 30%
ŁB-6	łupek ilasty 10%
ŁB-7	łupek ilasty 30%

Badane mieszaniny charakteryzowały się rozlewnością równą 180 mm. Taka rozlewność odpowiada mieszaninom transportowalnym hydraulicznie, stosowanym do doszczelniania zrobów zawałowych, przy jednoczesnej minimalnej wodzie nadosadowej [1, 3].

4. Analiza wyników badań laboratoryjnych

4.1. Wytrzymałość graniczna na jednoosiowe ściskanie

Badanie wytrzymałości granicznej na jednoosiowe ściskanie przeprowadzono po 7, 14, 28 (jak stanowi norma [6]) oraz dodatkowo po 120 i 240 dniach sezonowania ich w komorze klimatyzacyjnej.

Wyniki badań wytrzymałości granicznej na jednoosiowe ściskanie przedstawiono w tabeli 4.1 oraz na rys. 4.1.

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że wytrzymałość graniczna na jednoosiowe ściskanie badanych materiałów w czasie 120 dni sezonowania rośnie. Po tym okresie materiały te zachowują się różnie. Część z nich charakteryzuje się dalszym jej wzrostem (ŁB-1 i ŁB-6).

W materiałach ŁB-1 (100% popiołu) i ŁB-6 (10% łupka ilastego) wytrzymałość na ściskanie po „normowym” czasie 28 dni w porównaniu do wartości po 240 dniach wzrasta 4-krotnie. Natomiast pozostałe materiały charakteryzują się brakiem (ŁB-5) lub bardzo niewielkim przyrostem wytrzymałości wynoszącym 10% (ŁB-3 i ŁB-7), jak też i średnim wynoszącym 40% i 80% odpowiednio dla ŁB-2 i ŁB-4.

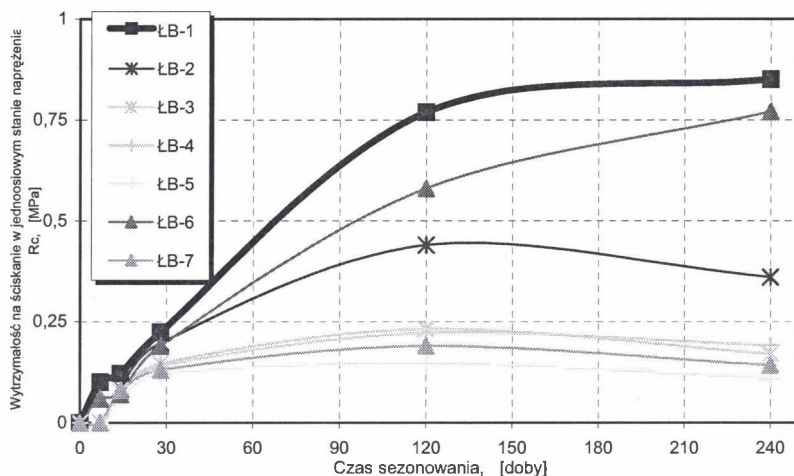
Tabela 4.1

Wytrzymałość graniczna na jednoosiowe ściskanie badanych materiałów

Oznaczenie materiału	Wytrzymałość na ściskanie [MPa] po czasie:				
	7 dni	14 dni	28 dni	120 dni	240 dni
ŁB-1	0,10	0,12	0,22	0,77	0,85
ŁB-2	plastyczna	0,08	0,20	0,44	0,36
ŁB-3	plastyczna	0,08	0,15	0,23	0,17
ŁB-4	plastyczna	0,07	0,14	0,22	0,19
ŁB-5	plastyczna	0,06	0,12	0,15	0,12
ŁB-6	0,06	0,07	0,19	0,58	0,77
ŁB-7	plastyczna	0,08	0,13	0,19	0,14

Rozpatrując natomiast zachowanie się ich w okresie pomiędzy 120 a 240 dniem można stwierdzić, że materiały ŁB-1 i ŁB-6 charakteryzują się przyrostem wytrzymałości odpowiednio o 10% i 30%, natomiast pozostałe spadkiem jej wartości w granicach 10-30%.

Wytrzymałość graniczna na ściskanie po 240 dniach sezonowania mieszanin popiołowo-wodnych w zależności od dodatku oraz jego ilości zmieniała się w granicach od 0,85 MPa (ŁB-1 – mieszanina popiołowo-wodna bez dodatku) do 0,12 MPa (ŁB-5 – mieszanina popiołowo-wodna z dodatkiem 30% gliny). Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że zastosowane dodatki naturalne zmniejszają wytrzymałość graniczną na ściskanie. Szczególnie znaczący spadek powodują dodatki 30% gliny i łupka ilastego oraz 7% bentonitu obniżając wytrzymałość z 0,85 MPa (ŁB-1) do 0,12 MPa (7-krotnie), 0,14 MPa (6-krotnie) i 0,17 MPa (5-krotnie) odpowiednio. Najmniejszy spadek wytrzymałości powoduje dodatek 10% łupka ilastego (ŁB-6) z wartości 0,85 MPa (ŁB-1) do 0,77 MPa (o 10%). Natomiast dodatek 2% bentonitu (ŁB-2) spowodował 2,5-krotne obniżenie wytrzymałości. Mając na uwadze powyższe wyniki oraz udział masowy dodatków można stwierdzić, że w porównaniu do materiału bazowego ŁB-1 (100% popiołu) najmniejszy spadek wytrzymałości na ściskanie powoduje łupka ilasty, pośredni glina, a największy bentonit.



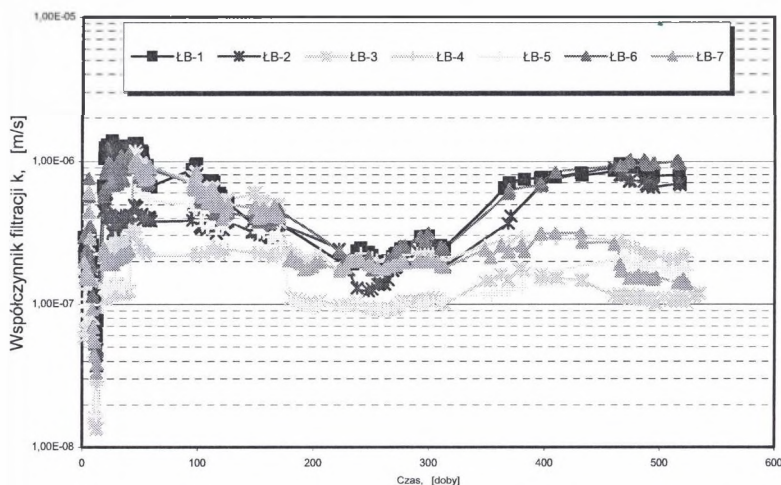
Rys. 4.1. Zależność wytrzymałość granicznej na jednoosiowe ściskanie od czasu badanych mieszanin
 Fig. 4.1. Uniaxial compressive strength as a function of curing time of tested slurries

4.2. Rozmakałość

Badane materiały kompozytowe oparte na bazie popiołu bez produktów odsiarczenia z El. „Łaziska” nie są odporne na działanie wody. Uległy one bowiem całkowitemu rozmyciu.

4.3. Współczynnik filtracji

Wyniki badań współczynnika filtracji przedstawiono na rys. 4.2.



Rys. 4.2. Zmienność współczynnika filtracji w czasie badanych materiałów
 Fig. 4.2. The variability of filtration ratio of tested materials during curing

Badane materiały po 520 dniach sezonowania uzyskały następujące wartości współczynnika filtracji:

- ŁB-1 (100% popiołu) – $8,0E10^{-7}$ m/s,
- ŁB-2 (dodatek 2% bentonitu) – $7,0E10^{-7}$ m/s,
- ŁB-3 (dodatek 7% bentonitu) – $1,0E10^{-7}$ m/s,
- ŁB-4 (dodatek 10% gliny) – $2,0E10^{-7}$ m/s,
- ŁB-5 (dodatek 30% gliny) – $1,7E10^{-7}$ m/s,
- ŁB-6 (dodatek 10% łupka ilastego) – $1,0E10^{-6}$ m/s,
- ŁB-7 (dodatek 30% łupka ilastego) – $1,5E10^{-7}$ m/s.

Zastosowane dodatki naturalne w postaci bentonitu, gliny i łupka ilastego powodują spadek wartości współczynnika filtracji z $8,0E10^{-7}$ m/s dla mieszaniny bazowej ŁB-1 (100% popiołu) do $1,0E10^{-7}$ m/s dla ŁB-3 (2% bentonitu). Wyjątek stanowi mieszanina ŁB-6 (10% łupka ilastego), dla której $k=10,0E10^{-7}$ m/s. Otrzymane wyniki współczynnika filtracji dla wszystkich badanych mieszanin mieszczą się w przedziale od $1,0E10^{-6}$ m/s do $1,0E10^{-7}$ m/s.

5. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań wpływu dodatków naturalnych na własności mechaniczne oraz filtracyjne popiołów lotnych można sformułować następujące wnioski:

1. Wytrzymałość graniczna na jednoosiowe ściskanie badanych materiałów w czasie 120 dni sezonowania rośnie. Po tym okresie dla dwóch materiałów obserwuje się dalszy jej wzrost (ŁB-1 i ŁB-6), natomiast dla pozostałych spadek wartości.
2. Zastosowane dodatki naturalne powodują zmniejszenie wytrzymałości granicznej na ściskanie bazowej mieszaniny popiołowo-wodnej (bez dodatku). Wytrzymałość graniczna na ściskanie badanych materiałów po 240 dniach sezonowania w zależności od dodatku oraz jego ilości zmieniała się w granicach od 0,85 MPa (ŁB-1 – mieszanina popiołowo-wodna bez dodatku) do 0,12 MPa (ŁB-5 – mieszanina popiołowo-wodna z dodatkiem 30% gliny). Biorąc pod uwagę udział masowy poszczególnych dodatków można stwierdzić, że najmniejszy spadek wytrzymałości na ściskanie powoduje łupek ilasty, pośredni glina, a największy bentonit.
3. Wyniki badań rozmakalności wskazują, że materiały te ulegają całkowitemu rozmyciu.

4. Badania wartości współczynnika filtracji wykazały, że zastosowane dodatki naturalne w postaci bentonitu, gliny i łupka ilastego powodują obniżenie jego wartości w porównaniu do uzyskanego dla mieszaniny popiołowo-wodnej bez dodatku (ŁB-1) wynoszącego $8,0E10^{-7}$ m/s (wyjątek stanowi ŁB-6). Otrzymane wyniki współczynnika filtracji dla wszystkich badanych mieszanin mieszczą się w przedziale od $1,0E10^{-6}$ m/s do $1,0E10^{-7}$ m/s.

LITERATURA

1. Mazurkiewicz M., Piotrowski Z., Tajduś T.: Lokowanie odpadów w kopalniach podziemnych. Biblioteka Szkoły Eksploatacji Podziemnej, Kraków 1997.
2. Palarski J., Plewa F., Babczyński W.: Modelowanie migracji zanieczyszczeń z podziemnych składowisk odpadów. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2002.
3. Plewa. F., Mysłek Z.: Zagospodarowanie odpadów przemysłowych w podziemnych technologiach górniczych. Wyd. Politechniki Śl., Gliwice 2001.
4. Plewa F., Pierzyna P.: Wykorzystanie odpadów górniczych do wytwarzania barier izolacyjnych. IX Konferencja Naukowo-Techniczna pt. „Działania proekologiczne samorządów terytorialnych oraz zakładów przemysłowych subregionu zachodniego województwa śląskiego po wstąpieniu do Unii Europejskiej”, Wyd. SiTG, 20.10.2004, Jastrzębie Zdrój, s. 305-309.
5. Plewa F., Pierzyna P.: Wpływ wybranych dodatków naturalnych na własności mechaniczne i filtracyjne popiołów lotnych z Elektrowni „Rybnik”. XI Międzynarodowe Sympozjum pt. „Geotechnika 2004”. Zeszyt specjalny WGiG Politechniki Śląskiej, 19-22.10.2004, Gliwice-Ustroń.
6. Polska Norma PN-G-11011. Materiały do podsadzki zestawionej i doszczelniania zrobów. Wymagania i badania.

Recenzent: Dr inż. Stanisław Reiser

Abstract

In the paper an assessment of influence of selected natural additives (bentonite, clay, shale) on the mechanical and filtration properties of fly ash – water slurries being made from the waste from “Łaziska” power plant has been presented. The range of tests covered uniaxial

compressive strength, soak resistance, and filtration rate, which have been measured along the Polish standard PN-G-11011:1998. The composition and description of fly ash – water slurries being investigated has been presented in the table 3.1.

Results of the tests indicate that the concerned additives cause the following:

1. A decrease of compressive strength in relation to a base slurry without the presence of the additives. The compressive strength of tested materials after 240 days of seasoning changes from 0,85 MPa for a slurry without any additive down to 0,12 MPa for a slurry with 30% clay addition, see Fig. 4.1.
2. For almost all slurries (an exception was the slurry LB-6) a decrease of filtration rate has been observed. It changes from the value of $8,0E10^{-7}$ m/s for the base slurry without any additive to the values from a range between $1,0E10^{-6}$ and $1,0E10^{-7}$ m/s respectively, see Fig. 4.2.

The results of the soak resistance measurements indicate a total deterioration of the materials.