

# 1. Wstęp

Podczas prowadzenia prac wiertniczych, górniczych oraz w budownictwie hydrotechnicznym i inżynierskim, jak również w budownictwie komunikacyjnym oraz w pracach geoinżynierskich, często występują problemy techniczne spowodowane najczęściej skomplikowanymi warunkami geologicznymi i hydrogeologicznymi w jakich prowadzone są prace inżynierskie, a często także wynikają one z błędów technologicznych powstających w trakcie realizacji prac [6, 12, 64, 74]

Problemy zagrożeń naturalnych w działalności inżynierskiej zmuszają do wykonywania prac, których zasadniczym celem jest [10, 26, 62, 81]:

- wyeliminowanie lub zminimalizowanie fizycznych nieciągłości utworów geologicznych,
- polepszenie właściwości fizyczno-mechanicznych ośrodka gruntowego lub masywu skalnego, a zwłaszcza zwięzłości, wytrzymałości i przepuszczalności,
- zlikwidowanie lub zmniejszenie dopływu wód gruntowych i złożowych do wyrobisk górniczych,
- zamknięcie i oddzielenie od siebie horyzontów ropnych, gazowych oraz nadległych warstw płonnych, aby uniknąć przedostawania się węglowodorów do tych warstw.

Podstawowe prace zmierzające do osiągnięcia tego celu polegają na: izolacji, stabilizacji, wzmocnieniu i uszczelnieniu ośrodka gruntowego lub masywu skalnego wokół realizowanych wyrobisk górniczych (otwór wiertniczy, szyb, obudowa) lub obiektów inżynierskich (ekrany przeciwfiltracyjne pod zaporami wodnymi, zbrojenie ośrodka gruntowego, zagęszczanie gruntu).

Przedstawione wyżej zamierzenia osiągnąć można stosując odpowiednie zabiegi inżynierskie. Jednym z wielu, a coraz częściej stosowanym ze względu na dużą skuteczność jest iniekcja typu otworowego z równoczesnym stosowaniem odpowiednio dobranych zaczynów uszczelniających, których receptury przedstawia niniejsza monografia. Powszechność stosowania metody uszczelniania i wzmocnienia skał i gruntów z wykorzystaniem technologii wiertniczych wynika z szerokiego zakresu dostępności różnego typu i rodzaju zaczynów uszczelniających.

Aktualnie na rynku wiertniczym oraz geoinżynierskim dostępne są krajowe jak i zagraniczne spoiwa hydrauliczne zarówno typu nieorganicznego jak i organicznego.

Spoiva te charakteryzują się szerokim wachlarzem właściwości fizyczno-chemicznych i bardzo zróżnicowanymi cenami [17, 19, 21, 22, 27, 29, 36, 41].

Tym niemniej, generalnie można stwierdzić, że nie ma takiego spoiva, z którego można sporządzić zaczyn uszczelniający, który byłby uniwersalny oraz wypełniał wszystkie wymagania technologiczne podczas izolacji, stabilizacji, wzmacniania lub uszczelniania gruntów i skał przy wykorzystaniu technologii wiertniczych. Spowodowane to jest między innymi celem i zakresem wykonywanych prac.

Niejednokrotnie, stosowanie zaczynów uszczelniających sporządzanych na osnowie cementu portlandzkiego nie jest korzystne, wykazują one bowiem wiele wad:

- długi czas wiązania,
- nieodpowiednie właściwości reologiczne,
- dużą przepuszczalność,
- słabą przyczepność do warstw iłowo-łupkowych,
- małą odporność korozyjną na silnie zmineralizowane wody złożowe.

Niekorzystne właściwości zaczynów cementowych można w sposób istotny poprawić poprzez wprowadzenie odpowiednio dobranych dodatków mineralnych. W związku z powyższym, w ostatnich latach prowadzone są intensywne badania nad rozwojem nowej generacji spoiw specjalnych, zwanych geopolimerami. Zaczyny na osnowie geopolimerów oparte są wyłącznie na składnikach pochodzenia nieorganicznego. Otrzymuje się je poprzez modyfikację składu zaczynów sporządzonych na osnowie cementów wiertniczych klasy G lub powszechnego użytku, z dodatkami o właściwościach pucolanowych. Do grupy pucolan sztucznych zalicza się zdehydratyzowane minerały ilaste oraz popioły lotne powstające ze spalania węgla.

Popioły lotne nowej generacji powstają przy spalaniu węgla w kotłach fluidalnych z równoczesnym odsiarczaniem gazów. Proces ten przebiega w temperaturze około 850°C. Powstałe popioły różnią się swoimi właściwościami fizykochemicznymi w sposób zasadniczy od tradycyjnych popiołów krzemionkowych. W związku ze zwiększoną powierzchnią właściwą popiołów używanych do sporządzania zaczynów aplikowanych do uszczelniania ośrodka gruntowego lub/i masywu skalnego metodami iniekcji otworowej oraz używanych do cementowania kolumn rur okładzinowych dodatki te wymagają wszechstronnego opisanie [7, 8, 16, 28, 31, 71, 72, 75, 78].

Popioły fluidalne powstałe ze spalania węgla brunatnego zawierają w swoim składzie aktywną pucolanę występującą w formie zdehydratyzowanych minerałów ilastych oraz aktywne składniki aktywujące proces hydratacji tych popiołów jakimi są nie związane CaO, anhydryt II oraz CaCO<sub>3</sub>. Słabą stroną tych popiołów jest ich duża wodoodporność a tym samym w tradycyjnej technologii zaczynów uszczelniających do prac iniekcyjnych nie uzyskano by pożądaných właściwości reologicznych związanych z promieniem ich rozprzestrzeniania się w górotworze. Dodanie do tych zaczynów superplastyfikatorów najnowszej generacji, jakimi są polikarboksylany, eliminuje tą ujemną właściwość popiołów fluidalnych.

Podjęcie tej tematyki badawczej pozwoliło ocenić ilościowe i jakościowe zmiany zachodzące w zaczynach uszczelniających, zawierających popioły fluidalne i polikarboksylany. Badania opisane w tej monografii dotyczą, zarówno właściwości reologicznych samych zaczynów, jak również właściwości stwardniałych zaczynów ze szczególnym uwzględnieniem ich trwałości. Wykonanie tego typu badań pozwoliło na opracowanie założeń technologicznych do wytwarzania nowych zaczynów, wykorzystujących surowiec odpadowy. Popioły te zawierają w sobie aktywatory mineralne. Zatem nie ma potrzeby stosowania dodatku w postaci cementu i wapna, których produkcja generuje do atmosfery od 700–1000 kg CO<sub>2</sub>/1 tonę tych materiałów wiążących.

Niniejsza monografia, uwzględniająca najnowsze badania przeprowadzone na Wydziale Wiertnictwa, Nafty i Gazu oraz Inżynierii Materiałowej i Ceramiki uzupełnia dotychczasowy brak w literaturze informacji odnośnie do badań z zakresu wpływu popiołów fluidalnych na trwałość zaczynów czy betonów. W tym przypadku chodzi o powstawanie opóźnionego ettringitu, który może powodować spękania stwardniałych zaczynów. Na proces ten wpływać może ilość zawartego anhydrytu II w popiołach fluidalnych. Zatem w badaniach tych określono również ilość dopuszczalnego anhydrytu II w tych popiołach.

Zawartość krystalicznych faz w popiołach zależy od ich powierzchni właściwej, a zatem również od stopnia uziarnienia. Badania wpływu powierzchni właściwej i stopnia uziarnienia tych popiołów na właściwości zaczynów dodatkowo poszerzają zakres wiedzy związanej z określeniem ich właściwości oraz struktury i mikrostruktury twardniejących zaczynów. Zatem jest to dodatkowy parametr który pozwolił na opracowanie podstaw nowego materiału w technologii mineralnych hydraulicznych zaczynów uszczelniających. Drugim istotnym elementem jest określenie wpływu nowej generacji superplastyfikatorów, jakimi są polikarboksylany, na właściwości reologiczne zaczynów oraz właściwości stwardniałych zaczynów, w szczególności na ich mikrostrukturę.

Uzyskane wyniki z badań laboratoryjnych dają podstawę do znalezienia wzajemnej kompatybilności pomiędzy popiołami, a nową generacją domieszek, jakimi są polikarboksylany. Zastosowanie dodatków pucolanowych w postaci popiołów fluidalnych z węgla brunatnego do zaczynów uszczelniających sporządzanych na osnowie cementów wiertniczych oraz powszechnego użytku w sposób istotny poprawiają cechy użytkowe zaczynów. Dodatki pucolanowe spełniające również funkcje zarodnikujące dla krystalizacji zeolitów.