

Poziom rozwoju współczesnej urbanizacji jest skorelowany ze zużyciem cementu portlandzkiego i betonu, ponieważ są to najczęściej używane materiały budowlane na świecie. Beton jest materiałem o ugruntowanej pozycji w skali makro. Specjaliści potrafią przewidzieć zachowanie materiału o różnym składzie oraz przy długotrwałej ekspozycji w różnych warunkach. Jednak wciąż istnieje wiele problemów, które muszą zostać rozwiązane przez naukowców i producentów, zwłaszcza w celu zaprojektowania kompozytów bardziej ekologicznych, zgodnie z założeniami zrównoważonego rozwoju i gospodarki o obiegu zamkniętym. W ciągu ostatnich kilku dekad uwaga naukowców i producentów skupia się na niekorzystnych zmianach klimatycznych. W dziedzinie badań chemii cementu i betonu szczególną uwagą objęto cementy siarczanoglinowe (CSA) i belitowo-ye'elemitowo-żelazianowe (BYF), ponieważ wydają się być obiecującą, przyjazną dla środowiska alternatywą dla cementów portlandzkich ze względu na ich dużo mniejszy ślad węglowy. Ponadto literatura donosi, że cementy CSA/BYF można syntezować z różnych materiałów odpadowych. Jednak pozostaje wiele pytań związanych z ich produkcją i pytań dotyczących mechanizmu hydratacji tych spoiw ugruntowanego badaniami podstawowymi. Kompleksowa analiza możliwych zmian, jakie można wprowadzić na etapie produkcji jak również wykorzystania cementów BYF w kompozytach cementowych pozwoliłaby na opracowanie spoiw o lepszym składzie, zrozumienie równowagi między substratami i produktami hydratacji oraz określenie mechanizmów korozji w betonach zawierających BYF.

Głównymi celami projektu jest: synteza poszczególnych faz klinkieru BYF – jelemitu, belitu, glinianu wapnia i glikożelazianu wapnia, zarówno z wybranymi stabilizatorami, jak i bez nich; scharakteryzowanie ich struktury i aktywności chemicznej, a następnie zbadanie procesu hydratacji i właściwości reologicznych modelowych cementów BYF wytworzonych czystych faz opracowanych w trakcie trwania projektu. Dodatkowo przeprowadzona zostanie strukturalna i mikrostrukturalna charakterystyka produktów hydratacji modelowych cementów BYF oraz kontrolowana synteza stechiometrycznych produktów hydratacji w celu lepszego obserwowania różnych zmian strukturalnych związanych z hydratacją i oceny trwałości hydratów w środowiskach korozyjnych. Główna hipoteza projektu brzmi: *„Zmiany składu chemicznego i fazowego cementów BYF w istotny sposób wpływają na ich właściwości takie jak: konsystencja, czas wiązania, wytrzymałość na ściskanie i odporność na korozję, ponieważ fizykochemiczny charakter produktów hydratacji, a co za tym idzie, ich indywidualna wkład we właściwości kompozytów jest inny”*.

Trwają poszukiwania nowych stabilizatorów jelemitu i belitu oraz dodatków, które pozwoliłyby obniżyć ich temperaturę spiekania. Celem projektu jest opracowanie syntetycznych klinkierów cementowych BYF, zawierających starannie wyselekcjonowane ilości składników oraz niezbadane wcześniej stabilizatory ye'elemit i belite. Hydratacja cementów BYF budzi kontrowersje ze względu na trudności w opisanu równowagi amorficzno-kryształicznej produktów reakcji oraz wpływu jonów zewnętrznych na proces. Program składa się z dwóch głównych etapów. Etap I obejmuje syntezę faz klinkieru BYF, zarówno ze stabilizatorami, jak i bez nich. Następnie zbadana zostanie ich aktywność i hydratacja. Opracowane zostaną modelowe mieszaniny czystych faz, odpowiadające cementom BYF o różnym składzie chemicznym i fazowym. Reaktywność takich modelowych cementów będzie oceniana poprzez monitorowanie postępu ich hydratacji metodami instrumentalnymi. W etapie II nastąpi badanie różnic w składzie fazowym, strukturze i mikrostrukturze produktów hydratacji cementów otrzymanych w etapie I. Etap ten doprowadzi do syntezy modelowych hydratów o kontrolowanym składzie chemicznym, co pozwoli wyjaśnić różnice w stabilności strukturalnej ettringitu i CASH w warunkach symulujących rzeczywisty proces hydratacji cementu BYF i związaną z nim równowagę jonową fazy ciekłej. Na koniec zostanie przeprowadzona szczegółowa analiza fizykochemiczna hydratów i ich odporności na korozję. Przygotowane zostaną roztwory soli odpowiadające rzeczywistym środowiskom korozyjnym. Wszystkie zsyntetyzowane fazy zostaną poddane działaniu roztworów na specjalnie zaprojektowanych stanowiskach laboratoryjnych.

Badania doprowadzą do charakterystyki fizykochemicznej struktury i mikrostruktury faz klinkieru BYF oraz produktów ich hydratacji. Bardzo ważnym aspektem jest opisanie wzajemnych oddziaływań pomiędzy fazami modelu oraz ich indywidualnej odporności na korozję, ponieważ przekładają się one na ogólne właściwości kompozytów w makroskali. Dlatego temat ma potencjał poznawczy i przyczyni się do opracowania nowych materiałów.