

Cementy glinowo-wapniowe z układu $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$ należą do grupy specjalnych spoiw mineralnych wykorzystywanych przede wszystkim w ceramice ogniotrwalej. Mineralami cementotwórczymi w tym przypadku są CaAl_2O_4 , CaAl_4O_7 i $\text{Ca}_{12}\text{Al}_{14}\text{O}_{33}$, które w kontakcie z wodą w temperaturze otoczenia tworzą matrycę związków uwodnionych z układu $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}$, do których należą termodynamicznie nietrwałe hydraty heksagonalne typu faz CAH_{10} , C_2AH_8 , C_4AH_{13} i C_4AH_{19} ($\text{C} = \text{CaO}$, $\text{A} = \text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{H} = \text{H}_2\text{O}$). Z czasem i/lub w wyniku działania temperatury powyżej 35°C przechodzą one w stabilne produkty hydratacji takie jak hydrogarnet (C_3AH_6) i gibbsyt (AH_3). Na proces uwadniania cementów kompozytowych składają się pewne etapy obejmujące następujące charakterystyki zmieniające się w czasie: chemisorpcję wody, rozpuszczanie minerałów z wytworzeniem jonów Ca^{2+} i $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ w roztworze, nukleację, wytrącanie produktów hydratacji charakteryzujących się różnym stopniem uporządkowania struktury (amorficzne, submikrokrystaliczne, krystaliczne). W zależności od składu chemicznego i fazowego faz hydraulicznych oraz cementów kompozytowych ww. procesom towarzyszy wydzielanie pewnych ilości ciepła.

Duży potencjał badawczy posiadają także mało poznane dotąd fazy hydrauliczne z układów $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$, $\text{BaO-Al}_2\text{O}_3$ i $\text{SrO-Al}_2\text{O}_3$. Jak wynika z dotychczasowych badań Autorki projektu, glinian wapniowo-cyrkonowy ($\text{Ca}_7\text{ZrAl}_6\text{O}_{18}$) jako jedyny glinian zawierający Zr, w kontakcie z wodą ulega przemianom w uwodnione gliniany wapnia i CaZrO_3 o strukturze typu perowskitów. Dzieje się tak przez rozrywanie słabych wiązań chemicznych Al-O-Zr występujących w strukturze związku, obok wiązań typu Ca-O-Al czy Ca-O-Zr. Co więcej, aktualnie w Polsce nie prowadzi się badań nad cementami barowo- i strontowo-glinowych, uważanymi za doskonałe materiały do zastosowania w energetyce jądrowej, głównie jako składniki ogniotrwalej betonów ciężkich na osłony przed promieniowaniem radioaktywnym i promieniowaniem X. Mając powyższe na uwadze, a zwłaszcza rozwój energetyki jądrowej w Polsce oraz postęp w inżynierii materiałowej, Autorka projektu proponuje opracowanie innowacyjnej grupy cementów specjalnych tj. spoiw hydraulicznych o składzie mineralnym z układu $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$, modyfikowanych różnowartościowymi kationami. Celem naukowym projektu badawczego jest przede wszystkim określenie wpływu ładunku, promienia jonów w zależności od położenia w okresie i grupie układu okresowego na właściwości tworzących się faz. Myślą przewodnią projektu jest przekonanie, że przez domieszkowanie różnymi metalami można kształtować aktywność hydrauliczną minerałów cementotwórczych z układu $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$, co dodatkowo będzie usposabiać te związki do zastosowań specjalnych.

Głównym zamierzeniem projektu jest przede wszystkim określenie roli wybranych pierwiastków danej grupy, takich jak na przykład: **lantanowców** La^{3+} , Dy^{3+} , Gd^{3+} , Sm^{3+} , Er^{3+} , Eu^{3+} , **innych trójwartościowych kationów metali**, takich jak na przykład Fe^{3+} , Y^{3+} , Cr^{3+} , Bi^{3+} czy **dwuwartościowych kationów metali**, głównie Ba^{2+} i Sr^{2+} , a także Mg^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} , Mn^{2+} , Co^{2+} w kształtowaniu właściwości hydraulicznych nowej klasy cementów specjalnych należących do układu trójskładnikowego $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$. Wybrane pierwiastki charakteryzują się m.in. dużym przekrojem czynnym na radiacyjny wychwyty neutronów i wykazują zdolność absorpcji promieniowania wysokoenergetycznego. Będzie to podstawą do stworzenia nowej grupy innowacyjnych materiałów osłonowych.

Z punktu widzenia badań podstawowych, analiza naukowa materiałów z potencjalnymi domieszkami pozwoli na poznanie podstawowych właściwości fizykochemicznych cementów o złożonym składzie fazowym. Pozwoli to głównie na określenie wpływu poszczególnych pierwiastków modyfikujących na zmiany parametrów sieciowych związków cementotwórczych, strukturę i mikrostrukturę uwodnionych matryc wiążących oraz poznanie możliwości ich zastosowania w technologii specjalnych materiałów ogniotrwalej dla budownictwa związanego z energetyką jądrową.

Badania pilotażowe przeprowadzone przez Autorkę w tym zakresie pozwoliły stwierdzić, że fazę glinową $\text{Ca}_7\text{ZrAl}_6\text{O}_{18}$ można modyfikować w szerokim zakresie stężeń rozpuszczonego w niej strontu ($(\text{Ca},\text{Sr})_7\text{ZrAl}_6\text{O}_{18}$). W związku z tym istnieje przekonanie o możliwości otrzymania rodziny związków hydraulicznych będących roztworami stałymi różnowartościowych kationów w fazach glinowych występujących w układzie $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$, które będą stanowiły składniki konstytutywne cementów specjalnych. Ponadto, postawiona zostaje teza, iż istnieje ścisły związek pomiędzy rodzajem kationu modyfikującego, a charakterystykami impedancyjnymi układu, stopniem uporządkowania struktury wewnętrznej hydratów (amorficzne, krystaliczne) oraz stabilnością termiczną uwodnionych matryc.

Z punktu widzenia postępu w inżynierii materiałowej ważne będzie określenie warunków tworzenia się faz hydraulicznych domieszkowanych metalami ciężkimi, co pozwoli na wyznaczenie diagramów fazowych tych związków, analizę reakcji w fazie stałej i charakterystykę powstałych związków cementotwórczych i cementów kompozytowych, a co za tym idzie przyczyni się do rozszerzenia wiedzy w zakresie badanych wieloskładnikowych układów tlenkowych. Dostępnych prac na temat cementów specjalnych dla energetyki jądrowej jest niewiele i konieczne jest doświadczenie polskich naukowców w tym zakresie.