

Reakcja alkalia-krzemionka (*alkali-silica reaction, ASR*) zachodzi pomiędzy reaktywną formą krzemionki w kruszywie a wodorotlenkami sodu i potasu, występującymi w cieczy porowej w kompozytach o matrycy cementowej. W wyniku rozpuszczania krzemionki w obecności wysokoalkalicznego roztworu tworzy się ekspansywny żel. Skutkiem tego jest spękanie zarówno ziaren kruszywa jak i matrycy cementowej, co w znaczący sposób wpływa na obniżenie trwałości materiału. Ze względu na warunki klimatyczne panujące na terenie Polski w okresie zimowym, na nawierzchnie drogowe (w tym coraz powszechniej budowane z materiałów o matrycy cementowej) stosowane są środki odladzające w postaci chlorku sodu (NaCl), mrówczanu potasu (HCOOK) i mrówczanu sodu (HCOONa), które mogą stanowić dodatkowe źródło alkaliów i przyczynić się do zwiększenia intensywności reakcji alkalia-krzemionka.

Celem Projektu jest analiza wpływu roztworów środków odladzających na skład chemiczny, mikrostrukturę i właściwości mechaniczne produktów reakcji alkalia-krzemionka powstałych w kompozytach o matrycy cementowej.

Program badawczy obejmuje wytworzenie i analizę produktów reakcji alkalia-krzemionka w kompozytach o matrycy cementowej przez odpowiedni dobór kruszywa, podatnego na tę reakcję. Szczegółowa ocena składu mineralnego kruszyw z uwagi na zawartość reaktywnych minerałów (jak np. opal, chalcedon, krystobalit, kwarc mikro- i krypto-krystaliczny, kwarc w stanie naprężenia) oraz minerałów, będących źródłem alkaliów zostanie przeprowadzona za pomocą analizy petrograficznej. Reakcja alkalia-krzemionka zostanie wywołana przy wykorzystaniu standardowych metod oceny reaktywności kruszyw (metoda przyspieszona tj. 1 M NaOH, 80°C; metoda długotrwała tj. 38°C). Obserwacje mikrostruktury powstałego żelu będą przeprowadzone zarówno przy wykorzystaniu mikroskopii optycznej, skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM), jak i transmisyjnej mikroskopii elektronowej (TEM). Do oceny składu chemicznego produktów reakcji zostanie wykorzystany EDS (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy) oraz XRD (X-Ray Diffraction). Zostanie rozpatrzone oddziaływanie NaCl o różnym stężeniu na potencjał wystąpienia reakcji alkalicznej w kompozytach o matrycy cementowej. W tym celu w metodzie przyspieszonej, roztwór wodorotlenku sodu zostanie zastąpiony przez zmienne koncentracje środków odladzających.

Połączenie FIB (Focused Ion Beam) ze skaningowym mikroskopem elektronowym, a także nanoindentacja zapewni zaawansowaną charakterystykę mechaniczną żelu ASR przy wcześniej niedostępnej rozdzielczości. Uzyskane dane będą obejmować wytrzymałość na ściskanie, moduł sprężystości i rozkład mikrotrwałości w żelu ASR w funkcji odległości od granicy międzyfazowej ziarno kruszywa/matryca cementowa i zewnętrznej granicy stanowiącej źródło zewnętrznych alkaliów. Uzupełnione danymi w skali makro otrzymanymi dla zmiennych warunków środowiskowych (wilgotność, temperatura) podejście zapewni dokładną charakterystykę produktów reakcji alkaliczno-krzemionkowej.

W dostępnej literaturze naukowej brakuje danych dotyczących rozpoznania jednoczesnego wpływu składu chemicznego i mikrostruktury produktów reakcji alkalia-krzemionka na ich właściwości mechaniczne, w obecności środków odladzających. Podjęcie tematyki badawczej jest podyktowane zainteresowaniem wnioskodawcy uzupełnieniem informacji dotyczących rozpoznania zjawiska reakcji alkalicznej w kompozytach o matrycy cementowej. Szczegółowa charakterystyka produktów ASR przyczyni się do pogłębienia wiedzy dotyczącej trwałości konstrukcji z materiałów o matrycach cementowych.

Wyniki zaproponowanych badań podstawowych będą służyły do wnioskowania o zależności pomiędzy składem chemicznym i mikrostrukturą produktów reakcji alkalia-krzemionka a ich właściwościami mechanicznymi. Hipotezy badawcze zakładają, że zmienne stężenia środków odladzających wpływają na zróżnicowanie składu chemicznego żelu ASR, co w konsekwencji znacząco przekłada się na jego właściwości mechaniczne. Warunki wilgotnościowe również wpływają na właściwości mechaniczne żelu ASR. Z kolei alkalia uwalniane z kruszywa mineralnego wpływają na właściwości mechaniczne żelu ASR przez zmianę jego składu chemicznego.

Planowane badania mają na celu pogłębienie poznania jak dotąd nie w pełni wyjaśnionego mechanizmu powstawania i ekspansji produktów reakcji alkalia-kruszywo oraz wpływu środków odladzających na potencjał i intensywność wystąpienia tego zjawiska, co przyczyni się do poszerzenia zakresu wiedzy o trwałości kompozytów o matrycy cementowej.