

Rozwój w zakresie badań trwałości porowatych materiałów budowlanych eksponowanych na chemiczną i fizyczną korozję siarczanową

Autor: Iman Abbasi Nattaj Omrani, M.Sc.

Promotor: prof. dr hab. inż. Marcin Koniorczyk

Promotor pomocniczy: dr inż. Piotr Konca

Korozja siarczanowa jest uznawana za jeden z najistotniejszych czynników zagrażających trwałości porowatych materiałów budowlanych stosowanych w obiektach mieszkalnych, przemysłowych a także infrastrukturalnych. Spośród licznych soli zawierających siarczan, siarczan sodu jest uznawany za jeden z najbardziej agresywnych, gdyż może inicjować zarówno chemiczną oraz fizyczną degradację materiałów budowlanych. Korozja chemiczna w kompozytach na bazie cementu jest stosunkowo dobrze rozpoznana i opisana w literaturze naukowej i technicznej. Natomiast korozja fizyczna, znana również jako uszkodzenia wywołane krystalizacją soli, stała się przedmiotem badań w obszarze nauk o materiałach budowlanych dopiero w ostatnich dekadach. Pomimo wcześniejszych badań, nadal istnieją istotne braki w metodologii badań, które dotyczą obu wspomnianych rodzajów agresji. W związku z tym, niniejsza praca doktorska przedstawia nowatorskie rozwinięcia metod badawczych służących ocenie trwałości porowatych materiałów budowlanych pod kątem chemicznego i fizycznego oddziaływania siarczanu sodu. Badania wykonane w przedstawionej pracy obejmują następujące materiały budowlane: cegła ceramiczna, piaskowiec, kompozyty na bazie cementu portlandzkiego oraz kompozyty cementowe na bazie wapienia i kalcynowanej gliny. W szczególności przeanalizowano cztery problemy badawcze. Pierwszy dotyczył wpływu procesu ekstrakcji roztworu porowego na destrukcję mikrostruktury zaczynów na bazie cementu portlandzkiego poddanego chemicznemu oddziaływaniu siarczanów. Stwierdzono, że suszenie w piecu i próżni, nawet w łagodnych temperaturach 30–40°C, a także wymiana rozpuszczalnika przy użyciu czystego etanolu, prowadzą do częściowego rozkładu kryształów etryngitu i gipsu powstałych w wyniku korozji siarczanowej. Metodą powodującą najmniejszy wpływ na zmianę mikrostruktury zaczynu cementowego, okazała się być wymiana rozpuszczalnika za pomocą czystego izopropanolu w chłodnym środowisku, tj. 5°C. Drugi problem badawczy dotyczył opracowania nowej, przyspieszonej metody symulacji i badania trwałości zapraw cementowych pod kątem możliwej krystalizacji siarczanu sodu. Przemiany fazowe mirabilitu ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) wywołane przez zmiany temperatury środowiska zewnętrznego, zapraw początkowo całkowicie nasyconych roztworem, okazały się skuteczne w wywołaniu fizycznej degradacji materiałów pojawiającej się w czasie krótszym niż miesiąc. Pomiar odkształceń zapraw w trakcie eksperymentu uznano za odpowiednie kryterium w ocenie postępu uszkodzenia materiału. Zaprawy z cementu portlandzkiego o stosunku wodno-cementowym (w/c) 0,5 i 0,4 uległy zniszczeniu, natomiast zaprawy o W/C 0,35 oraz zaprawy wapienno-glinowe o W/C 0,5 wykazały odporność dzięki mniejszej objętości porów i ich drobniejszej strukturze. W trzecim zagadnieniu podjęto próbę nieniszczącego szacowania zawartości kryształów soli w pustkach cegły ceramicznej oraz piaskowca. Skorelowano zawartość mirabilitu, wyznaczoną za pomocą różnicowej kalorymetrii skaningowej, z prędkością fali ultradźwiękowej. W wyniku tych badań opracowano nową nieniszczącą metodę, wykorzystującą różnicową kalorymetrie oraz pomiar

prędkości fali ultradźwiękowej, do oceny zawartości mirabilitu zawartego w pustkach materiałów budowlanych. Ostatni problem badawczy dotyczył rozszerzenia modelu losowego układu wiązek kapilar (RHCB – Random Hierarchical Capillary Bundle). Przeanalizowano wpływ różnych funkcji gęstości prawdopodobieństwa zmiennych losowych występujących w modelu matematycznym na rozkład gęstości przepuszczalności właściwej. Stwierdzono, że udoskonalony model RHCB może być wykorzystany do szacowania wzrost przepuszczalności gazu w zaprawach cementowych ekspozowanych na fizyczną korozję siarczanową.