

## Streszczenie

Kompozyty polimerowe zbrojone włóknem ciągłym (FRP – z ang. *Fiber Reinforcement Polymers*) znajdują coraz szersze zastosowanie w budownictwie. Obecnie stosowane są głównie w trzech obszarach: jako elementy wykonane w całości z materiałów kompozytowych (profile, belki, pomosty), materiały służące do podwieszania, zbrojenia i sprężania nowo wznoszonych obiektów oraz jako materiały używane do napraw, modernizacji i wzmacniania obiektów (siatki, taśmy, maty, kształtki przyklejane do wzmacnianej powierzchni za pomocą żywicznych zapraw klejowych). Głównymi zaletami kompozytów FRP są: odporność na działanie środowiska chemicznie agresywnego, wysoka wytrzymałość na rozciąganie, duża wytrzymałość zmęczeniowa, niska gęstość objętościowa, możliwość stosowania elementów o dowolnej długości bez wykonywania złączy, łatwy transport materiału. Zbrojenie elementów betonowych prętami wykonanymi z kompozytów FRP uważa się obecnie za zbrojenie alternatywne do zbrojenia stalowego. Najczęściej stosowane są pręty FRP z włóknem szklanym GFRP, a ostatnio z włóknami bazaltowymi BFRP. Pręty FRP są wykonywane w procesie pultruzji z ciągłych włókien kompozytowych (80% wagowo) oraz żywicy (20% wagowo), najczęściej epoksydowej. Dodatkowo wykonywany jest tzw. oplót poprawiający przyczepność do betonu.

Celem badań i analiz prezentowanych w niniejszej pracy doktorskiej było określenie wpływu modyfikacji składu prętów zbrojeniowych BFRP na ich odporność na oddziaływanie środowiska alkalicznego. Badano dwa warianty modyfikacji składu prętów BFRP. W pierwszym wariancie część włókien bazaltowych zastąpiono włóknami węglowymi zachowując przyjęty udział objętościowy włókien w pręcie (pręty HFRP). W drugim wariancie zmodyfikowano matrycę epoksydową dodając do niej nanokrzemionkę (pręty nHFRP).

Szczegółową charakterystykę prętów FRP przedstawiono w Rozdziale 2. Obejmuje ona ogólny opis wszystkich rodzajów kompozytów z polimerów zbrojonych włóknami wraz z obszarami ich zastosowania. Podkreślono rosnące zainteresowanie tymi materiałami w budownictwie, w szczególności w obszarach, w których decydującą rolę odgrywa wytrzymałość, sztywność oraz odporność na czynniki środowiskowe. W kolejnym Rozdziale 3. skupiono się na charakterystyce prętów zbrojeniowych z włóknami bazaltowymi, natomiast w Rozdziale 4. omówiono zagadnienia związane z trwałością kompozytów FRP. W Rozdziałach 5, 6 oraz 7 omówiono odpowiednio koncepcję badawczą, wyniki badań doświadczalnych oraz ich analizę przeprowadzoną w celu uzyskania odpowiedzi na postawione w pracy pytania badawcze

dotyczące wpływu modyfikacji składu kompozytów BFRP na ich właściwości. Badania odporności na działanie alkaliów przeprowadzono w oparciu o wytyczne ACI 440.3R-04 B6. Metoda ta składa się z trzech procedur (A, B i C) badań prowadzonych w temperaturze 60°C, każda z nich dla zróżnicowanego stopnia obciążenia. Próbki w procedurach A i B zanurzone są w roztworze alkalicznym. W procedurze B pręty są dodatkowo obciążone do uzyskania odkształcenia 2%. W procedurze C próbki są obciążone tak jak w procedurze B, ale badane pręty są zabetonowane w próbkach walcowych o wymiarach 150 mm × 330 mm. Po upływie okresu 1, 2, 3, 4, i 6 miesięcy przechowywania w środowisku alkalicznym określono zmianę masy i spadek wytrzymałość na rozciąganie. Badania odporności na działania alkaliów według procedury B i C zostały przeprowadzone z wykorzystaniem autorskiego urządzenia zbudowanego specjalnie do utrzymywania stałego odkształcenia w trakcie sezonowania próbek. Na tym etapie sezonowanie próbek w procedurach B i C było prowadzone w temperaturze pokojowej.

Na podstawie przeprowadzonych badań odporności na alkalia stwierdzono, że modyfikacja składu prętów kompozytowych BFRP przez ich hybrydyzację polegającą na częściowej zamianie włókien bazaltowych na włókna węglowe (pręty HFRP) wpływa na wzrost odporności prętów na działanie alkaliów – największa stabilność i najmniejszy spadek wytrzymałości na rozciąganie w okresie sezonowania próbek w środowisku alkalicznym przez 6 miesięcy. Natomiast dodatkowa modyfikacja składu prętów kompozytowych HFRP przez dodanie nanokrzemionki do spoiwa epoksydowego (pręty nHFRP) nie zapewniła oczekiwanej stabilności właściwości wytrzymałościowych w roztworze alkalicznym o podwyższonej temperaturze. Po 6 miesiącach sezonowania w temperaturze 60°C spadek wytrzymałości był istotnie większy niż wytrzymałości na rozciąganie prętów BFRP i HFRP.

Słowa kluczowe: pręty kompozytowe, włókna bazaltowe, hybrydyzacja, trwałość, alkalia