

Uszkodzenia radiacyjne kompozytów cementowych w polu promieniowania gamma występują dopiero po przekroczeniu granicznej dawki pochłoniętej wynoszącej około  $2 \cdot 10^5$  kGy. Obserwuje się wówczas znaczne pogorszenie właściwości mechanicznych kompozytu. Poniżej tej dawki, główne produkty hydratacji cementu są uważane za niepodatne na uszkodzenia spowodowane promieniowaniem i dlatego zakłada się stabilność właściwości fizycznych i mechanicznych materiałów o matrycy cementowej w zakresie umiarkowanych dawek promieniowania gamma (do 20 MGy). Założenie to może być jednak błędne, jeśli wewnętrzne reakcje pęcznienia, takie jak reakcja alkalia-krzemionka (ASR), są wyzwalane przez promieniowanie gamma lub temperaturę otoczenia. Kinetyka reakcji alkalia-krzemionka pod wpływem promieniowania gamma i podwyższonej temperatury nie była szeroko badana niezależnie od rozważanej dawki promieniowania. Aby prawidłowo przewidywać zmiany właściwości termosprężystych kompozytów cementowych z reaktywnymi kruszywami w polu promieniowania gamma, potrzebne jest lepsze zrozumienie zagadnienia i eksperymentalna identyfikacja parametrów modelu obliczeniowego.

Celem pracy jest ocena stabilności objętościowej i właściwości termosprężystych materiałów kompozytowych o matrycy cementowej oraz identyfikacja modeli ich przewidywania pod wpływem temperatury i promieniowania gamma. Program badawczy zakłada zaawansowaną charakterystykę kompozytów cementowych przed i po ekspozycji na promieniowanie gamma i temperaturę. Zakres badań obejmuje wybór materiałów składowych, opracowanie metodologii ekspozycji kompozytów na promieniowanie gamma, scharakteryzowanie zmian objętości i właściwości termosprężystych oraz implementacja określonych właściwości w modelach obliczeniowych zjawisk degradacji materiału.

Materiały składowe kompozytów zostaną dobrane tak, aby zapewnić warunki do wystąpienia ASR. Określony zostanie skład chemiczny materiałów (cementu, kruszywa i modyfikatorów) w poszukiwaniu kruszywa o wysokiej zawartości  $\text{SiO}_2$  i cementów o wysokiej zawartości alkaliów wymywalnych. Podatność kruszyw na ASR zostanie oceniona poprzez określenie ich składu mineralogicznego i identyfikację reaktywnych składników mineralnych tj. kwarc mikro- i kryptokrystaliczny, kwarc zdeformowany, chalcedon i szkło wulkaniczne. Potencjał wybranych kruszyw i dodatków do kontrolowania kinetyki reakcji alkalia-krzemionka zostanie określony na podstawie obserwacji zmian objętościowych próbek kompozytów cementowych wystawionych na działanie środowiska alkalicznego i podwyższonej temperatury.

Opracowana zostanie metodologia ekspozycji materiałów o matrycy cementowej na promieniowanie gamma przy jednoczesnym zachowaniu wysoce alkalicznego środowiska. Zaprojektowana zostanie kapsuła na próbki oraz wybrane zostanie źródło promieniowania gamma. Przeprowadzone zostaną wstępne testy laboratoryjne w celu potwierdzenia możliwości określenia wybranych właściwości termosprężystych na próbkach dostosowanych do warunków źródła promieniowania gamma. Dokładnie zaplanowany zostanie proces przygotowania próbek, ich bezpiecznej wysyłki, przechowywania oraz pomiarów podczas ekspozycji na promieniowanie gamma.

Analizowany będzie wpływ zmienności składu mineralnego i zawartości składników, a także wpływ wybranych warunków ekspozycji na kinetykę procesów degradacji w wyniku reakcji alkalia-krzemionka. Próbki przygotowane z wybranych materiałów zostaną poddane działaniu promieniowania gamma lub podwyższonej temperatury w środowisku alkalicznym. Kinetyka procesów degradacji będzie mierzona poprzez rejestrację zmian wymiarów próbek kompozytowych w czasie. Analizowany będzie wpływ różnych dawek promieniowania i różnych temperatur. Trwałość kompozytu w środowiskach o wysokim pH zostanie oceniona poprzez zbadanie zmian wybranych właściwości termosprężystych, takich jak współczynnik rozszerzalności cieplnej, mikrotwardość, moduł sprężystości i porowatość. Analiza zmian właściwości termosprężystych zapewni lepsze zrozumienie konsekwencji zmian objętości kompozytów spowodowanych ASR.

Dane uzyskane z badań eksperymentalnych kompozytów o matrycy cementowej pozwolą na określenie parametrów modelu obliczeniowego w zależności od składu materiału, co umożliwi modelowanie zjawisk pęcznienia wewnętrznego oraz przewidywanie właściwości w czasie i w funkcji pochłoniętej dawki promieniowania gamma.

Znaczenie tematu Projektu jest związane z obecnym i przyszłym rozwojem źródeł energii. Kluczowa rola zachowania materiałów w unikalnym środowisku promieniowania sprawia, że inżynieria materiałowa jest tematem o pierwszorzędym znaczeniu dla przyszłości energii jądrowej na świecie. Z odpowiednio skromną perspektywą, rozróżniającą rolę materiałów znajdujących się blisko rdzenia reaktora i materiałów dotkniętych znacznie mniej intensywnymi polami promieniowania, cele tego Projektu stanowią uzupełnienie szerszego zrozumienia efektów promieniowania i temperatury w materiałach konstrukcyjnych.