

*Streszczenie popularnonaukowe*

***Amorficzne powłoki ochronne na bazie oksywęglika krzemu na stali do zastosowań w reaktorach jądrowych***

*Magdalena Gawęda*

Narodowe Centrum Badań Jądrowych w Świerku/Otwocku

Nadmierna eksploatacja oraz niedobór paliw kopalnych przyczyniają się do głębokiego kryzysu gospodarczego i ekologicznego związanego z efektem cieplarnianym i zanieczyszczeniem powietrza. Niestety, klimat i topografia Polski powodują, że wydajność zielonych źródeł energii (elektrowni słonecznych, wodnych i wiatrowych) jest niewystarczająca. Reaktory jądrowe najnowszej generacji są jedyną alternatywą, która pozwoli na całkowite zastąpienie lub uniezależnienie się od paliw kopalnych. Wykonaliśmy już historyczny krok w kierunku budowy naszej pierwszej elektrowni jądrowej, podpisując stosowne umowy. Jednak najnowsze technologie wymagają nowych lub zmodernizowanych niezawodnych materiałów, które zachowują swoje właściwości pomimo wydłużonego czasu eksploatacji. Najszerzej stosowane elementy konstrukcyjne, metale i stopy, posiadają doskonałe właściwości mechaniczne i są łatwe w produkcji. Ich odporność na niekorzystne warunki (wysoka temperatura i promieniowanie) jest wystarczająca dla obecnie stosowanych technologii, ale nowe stawiają poprzeczkę wyżej.

Neutrony i jony oddziałują na materiał tworząc defekty punktowe, które mogą rozprzestrzeniać się w materiale kaskadowo, powodując poważne uszkodzenia strukturalne skutkujące stopniowym pogorszeniem właściwości i ostatecznym zniszczeniem elementu konstrukcyjnego. Istnieje kilka sposobów na powstrzymanie tych zniszczeń. Do stopu można wprowadzić cząstki tlenków (tzw. ODS – ang. *oxide dispersion strengthened alloys*). W ten sposób tworzy się granica międzyziarnowa metal/cząstka, która zatrzymuje rozprzestrzenianie się defektu. Skuteczniejszym sposobem jest wprowadzenie bariery w postaci szczelnej warstwy między metalem lub stopem, która ochroni daną część konstrukcyjną przed środowiskiem, jakie panuje wewnątrz reaktora. W tym projekcie proponuję powłoki amorficzne. Oznacza to, że nie posiadają one uporządkowania dalekiego zasięgu i struktury krystalicznej, w której defekty mogłyby się rozprzestrzeniać. Towarzyszyć temu powinna również odporność na wysoką temperaturę. Proponowane w tym projekcie są powłoki ochronne na bazie oksywęglika krzemu (SiOC). Jest to materiał hybrydowy łączący amorficzną krzemionkę z zaletami węglika krzemu, takimi jak bardzo dobre parametry mechaniczne, trwałość oraz stabilność chemiczna i termiczna. Ponadto SiOC posiada w swojej strukturze fazę wydzielonego węgla grafitopodobnego.

**Głównym celem proponowanego projektu jest opracowanie amorficznych powłok ochronnych na bazie oksywęglika krzemu (SiOC) podnoszących odporność na promieniowanie i stabilność wysokotemperaturową elementów konstrukcyjnych reaktorów jądrowych. Dlatego na stali austenitycznej nałożone zostaną warstwy o różnej zawartości węgla i domieszkowane jonami żelaza. Dokładne badanie pokaże zachowanie materiałów pod wpływem promieniowania i w wysokich temperaturach. Na tej podstawie będzie można ocenić przydatność SiOC i SiFeOC jako powłok ochronnych w reaktorach jądrowych.**

Niemożliwe jest otrzymanie oksywęglika krzemu przez topienie jak w przypadku konwencjonalnych szkieł. W ramach tego projektu SiOC zostanie otrzymany jako ceramika na bazie polimerów (ang. *polymer-derived ceramics, PDC*), co oznacza wytwarzanie poprzez wysokotemperaturowy rozkład polimerów krzemooorganicznych. Metoda ta pozwala na modyfikowanie prekursorów (a co za tym idzie ceramiki) różnymi jonami w celu wzmocnienia lub nadania nowych właściwości. W tym konkretnym przypadku będą to jony żelaza.

Rezultatem realizacji proponowanego projektu będą nowatorskie, niezawodne powłoki ochronne o dobrze zdefiniowanych właściwościach do zastosowań na stalowych elementach konstrukcyjnych reaktorów jądrowych. Będą w stanie zwiększyć wydajność i bezpieczeństwo. Ponadto pod kierunkiem PI zostanie zbudowana baza eksperymentalna oferująca unikalne interdyscyplinarne i kompleksowe badania od próbki do zastosowania, nie tylko dla samego projektu, ale i przyszłych wyzwań.