

Streszczenie

Zaprojektowanie i wytworzenie nowych materiałów o niedostępnych obecnie właściwościach jest jednym z podstawowych wyzwań w realizacji idei elektrowni opartych na syntezie termojądrowej. W szczególności dotyczy to materiałów konstrukcyjnych przeznaczonych na ściany reaktora oraz diwertor, które muszą sprostać wymagającemu środowisku pracy. Materiały takie powinny charakteryzować się niskim potencjałem aktywacyjnym, wysoką żaroodpornością i żarowytrzymałością, odpornością na promieniowanie neutronowe oraz dużą wytrzymałością.

Dotychczasowe badania w tym zakresie koncentrowały się głównie na stalach ferrytycznych i ferrytyczno-martenzytycznych dodatkowo wzmocnianych drobnodispersyjnymi tlenkami, bowiem wykazywały one lepsze zachowanie w warunkach napromieniowania. Zastosowanie stali austenitycznych w reaktorach jądrowych stanowiło pewne wyzwanie ze względu na podatność na puchnięcie oraz trudności technologiczne. W ostatnich latach stwierdzono jednak, że puchnięcie można znacząco ograniczyć poprzez dodatek nanocząstek tlenków. Dostępne doniesienia literaturowe opisują jednak jedynie klasyczne stale z wysoką zawartością niklu jako stabilizatora austenitu. Jednakże, nikiel jest pierwiastkiem o wysokim potencjale aktywacji, co czyni go materiałem niewłaściwym w środowiskach radioaktywnych. Innymi pierwiastkami, stabilizującymi austenit, które mogłyby zastąpić nikiel są azot oraz mangan.

W niniejszej pracy podjęto próbę zaprojektowania i wytworzenia beznikłowych stopów austenitycznych z dodatkiem azotu, zawierających drobnodispersyjne tlenki. Badany materiał został wytworzony w procesie mechanicznej syntezy w atmosferze azotu. Podczas mielenia nastąpiło wbudowywanie się azotu w strukturę, co wpłynęło na zajście przemiany fazowej $\alpha \rightarrow \gamma$. Zmielony proszek spieczono w czterech warunkach, wykorzystując metodę Spark Plasma Sintering. Aby określić wpływ warunków wytwarzania na materiał, przeprowadzono badania XRD, TEM, SEM/EDS, pomiar gęstości i próbę mikrotwardości.

Jednym z najważniejszych zagadnień w materiałach wzmocnianych drobnodispersyjnymi tlenkami jest charakterystyka nanocząstek (w tym określenie ich składu chemicznego, udziału objętościowego i rozkładu wielkości) oraz zrozumienie ich wpływu na właściwości mechaniczne (w tym wytrzymałość) i stabilność cieplną. W tym celu zastosowano analizę różnicy kontrastu (ACV), łącząc konwencjonalne bardzo-nisko kątowe rozpraszanie promieni rentgenowskich (USAXS) i nisko kątowe rozpraszanie neutronów (SANS).

Słowa kluczowe: austenityczna stal ODS, mechaniczna synteza (MA), spark plasma sintering (SPS), nanocząstki, analiza różnicy kontrastu (ACV)