

## **Wpływ temperatury bezpośredniego podgrzewania indukcyjnego prądami wysokiej częstotliwości na obniżenie skłonności do pęknięć likwacyjnych oraz zmiany mikrostrukturalne nadstopu niklu o dużym ułamku objętościowym fazy międzymetalicznej $\gamma'$**

Stopy na osnowie niklu stosowane do pracy w wysokich temperaturach homologicznych to najbardziej zaawansowane metaliczne materiały konstrukcyjne. Unikalna kombinacja żarowytrzymałości i żaroodporności sprawia, że jest to niezastąpiona grupa materiałów w najważniejszych gałęziach przemysłu, mianowicie w lotnictwie wojskowym i cywilnym oraz energetyce konwencjonalnej i jądrowej. Nieosiągalne dla innych materiałów własności sprawiają, że najczęściej nazywane są nadstopami (z ang. superalloys). Liczne dodatki stopowe (m.in. chrom, kobalt, molibden, aluminium, wolfram) oraz technologia wytwarzania nadają osnowie niklowej własności, których nie można osiągnąć nawet w zaawansowanych stalach wysokostopowych.

Nadstop Alloy 108 jest nowo opracowanym odlewniczym stopem na osnowie niklu. Możliwość pracy w agresywnym środowisku korozyjnym oraz przy długotrwałych obciążeniach mechanicznych i cieplnych jest zasługą umocnienia wydzieleniowego. Głównym obszarem zastosowań nadstopu Alloy 108 mogą być krytyczne komponenty w energetycznych turbinach gazowych oraz odrzutowych silnikach lotniczych, gdzie z powodzeniem mógłby zastąpić dotychczas wykorzystywane nadstopy m.in. Inconel 713C. Mocno rozwijanym trendem na dzień dzisiejszy jest projektowanie złożonych konstrukcji, gdzie konieczne jest łączenie nadstopów odlewniczych z przerabianymi plastycznie, jak również nakładanie warstw poprawiających własności użytkowe. Jednym z głównych problemów charakteryzujących stopy niklu umacniane wydzieleniowo jest bardzo wysoka wrażliwość na pęknięcia likwacyjne (powstające w strefie wpływu ciepła podczas procesów spawalniczych). Wyżej wspomniany efekt jest bardzo niepożądany i prowadzi do bardzo szybkiego niszczenia materiału. Dotychczas przeprowadzono badania na niewielkiej grupie nadstopów, które wskazują, iż efekt jest zapoczątkowany przez nierównowagowe nadtapianie fazy międzymetalicznej  $\gamma'$ . **Co najważniejsze, brak jest jakichkolwiek informacji na temat wrażliwości nadstopu Alloy 108 na pękanie, zmian mikrostrukturalnych po procesach spawalniczych oraz jak zmieniają się własności fizykochemiczne tego nadstopu wraz ze wzrostem temperatury.** Ze względu na to, że nadstop Alloy 108 jest nowo opracowanym materiałem i istnieje perspektywa zastąpienia nim obecnie stosowanych koniecznym jest określenie skłonności do pękania, zmian mikrostrukturalnych po spawaniu oraz sposobu jej kształtowania w celu redukcji wrażliwości do pęknięć.

W pracach dotyczących skłonności nadstopów niklu do pęknięć w trakcie procesów spawalniczych (prowadzonych także przez Kierownika projektu) wskazano, że faza umacniająca  $\gamma'$  determinuje zarówno wysokie własności mechaniczne, jak również wyżej wspomnianą skłonność do pęknięć. Wskazano, że zapoczątkowanie procesu pękania wiąże się zasadniczo ze zmianą zachowania nadstopów w trakcie szybkich cykli cieplnych względem równowagowego wolnego nagrzewania. Za konieczne można uznać zmianę szybkości nagrzewania celem zredukowania ich negatywnego wpływu na mikrostrukturę fazy  $\gamma'$  w trakcie procesu spawalniczego. **W prowadzonych dotychczas badaniach nie skupiono się na możliwości zmniejszenia ułamka objętościowego fazy  $\gamma'$  poprzez zwiększenie temperatury tuż przed rozpoczęciem procesu spawalniczego. W pełni nowatorskim sposobem mającym na celu przeprowadzenie tego zabiegu może być podgrzewanie indukcyjne prądami wysokiej częstotliwości.**

Na dzień dzisiejszy, brakuje danych na temat kształtowania mikrostruktury, własności i skłonności do pękania nadstopów na osnowie niklu (w tym też nadstopu Alloy 108) poprzez zmianę cykli cieplnych z zastosowaniem indukcji magnetycznej. **Stąd też, oryginalnym i w pełni istotnym wkładem w istniejący stan wiedzy będzie realizacja podstawowego celu przedstawionego projektu, którym jest eksperymentalna ocena wpływu podgrzewania indukcyjnego prądami wysokiej częstotliwości na ograniczenie skłonności do pęknięć likwacyjnych podczas procesu spawalniczego i ewolucję mikrostruktury oraz własności nadstopu niklu Alloy 108.** Opisany cel projektu zostanie zrealizowany poprzez rozplanowanie i wykonanie prac z wykorzystaniem podstawowych oraz zaawansowanych technik badawczych takich jak: mikroskopia świetlna (LM), skaningowa (SEM) i transmisyjna (TEM) mikroskopia elektronowa; spektroskopia promieni rentgenowskich (EDS); dyfrakcja elektronów wstecznie rozproszonych (EBSD); dyfrakcja promieniowania rentgenowskiego (XRD) w tym badania wysokotemperaturowe in situ; dylatometria (DIL); skaningowa kalorymetria różnicowa (DSC); różnicowa analiza termiczna (DTA); pomiary mikrotwardości ( $\mu$ HV).