

DOBÓR PARAMETRÓW PROCESU REGENERACJI TECHNIKĄ LENS DLA STOPU INCONEL 625

SELECTION OF LENS REPAIR PROCESS PARAMETERS FOR INCONEL 625 ALLOY

Izabela Barwińska^{1,2,*}, Tomasz Durejko¹, Mateusz Kopec², Zbigniew L. Kowalewski²

¹ Wojskowa Akademia Techniczna, Instytut Inżynierii Materiałowej
 ul. gen. Sylwestra Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa

² Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, Zakład Mechaniki Doświadczalnej
 ul. Pawińskiego 5B, 02-106 Warszawa

*ibarw@ippt.pan.pl

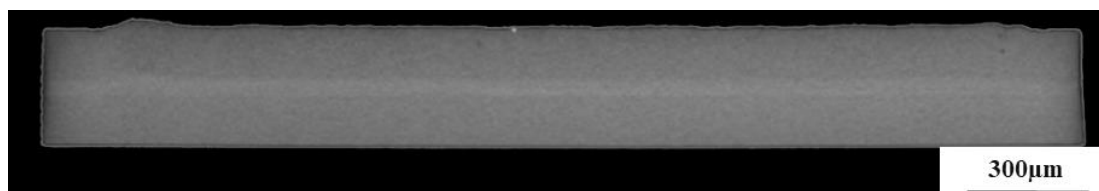
1. Wprowadzenie i metodyka badań

Inconel 625 jest materiałem na osnowie niklu, który charakteryzuje się wysoką wytrzymałością, odpornością na wysoką temperaturę, żaroodpornością oraz odpornością na działanie agresywnego środowiska. Zawartość niklu oraz innych pierwiastków stopowych pozwala osiągnąć właściwości umożliwiające wykorzystanie tego materiału w jednych z najbardziej wymagających sektorów przemysłowych, jakim jest lotnictwo i kosmonautyka. Regenerację elementów części maszyn i urządzeń można przeprowadzać za pomocą wielu metod, głównie spawalniczych, jednak wiąże się to z występowaniem szerokiej strefy wpływu ciepła, czy też segregacją składu chemicznego w obszarze napina-podłoże. Kolejną wadą wykorzystywania konwencjonalnych metod naprawczych jest również trudność w odzorowaniu złożonych kształtów regenerowanych elementów. Jedną z alternatywnych metod w tym obszarze jest technologia LENS (Laser Engineered Net Shaping), która wykorzystuje proces napawania laserowego, a ponadto jest zaliczana do technik przyrostowych. Metoda LENS poprzez zastosowanie źródła o dużej gęstości mocy oraz krótkim czasie oddziaływania promieniowania laserowego na dany materiał, zmniejsza ryzyko wystąpienia zmian strukturalnych w podłożu oraz umożliwia napawanie materiałami trudno topliwymi, co jest znacznie utrudnione w przypadku stosowania innych metod regeneracyjnych.

W niniejszej pracy przeanalizowano możliwości systemu LENS w zakresie regeneracji modelowych ubytków wykonanych na podłożu ze stopu Inconel 625. Podczas badań wykorzystano sferoidalny proszek z tego samego stopu o wielkości cząstek z przedziału 50-100 μm . Próby regeneracji przeprowadzono z użyciem lasera o mocy 550 W. W celu otrzymania napoiny o wysokiej jakości metalurgicznej sterowano takimi parametrami jak: posuw głowicy laserowej, szybkość podawania proszku, czas zwłoki włączenia/wyłączenia lasera (Laser On/Off Wait) względem startu napawania oraz włączeniem/wyłączeniem lasera ściśle skorelowanym z ruchem głowicy (Laser Off/On Shutter Delay). Po wypełnieniu modelowych ubytków materiałem regeneracyjnym dokonano oceny ich jakości metalurgicznej (ze szczególnym uwzględnieniem strefy napoina-podłoże) przy pomocy tomografu NIKON X-TEK XT H225 MICRO-CT, natomiast przy użyciu mikroskopu skaningowego Jeol JSM-6460LV wyposażonym w detektor EDS zarejestrowano liniowy rozkład pierwiastków w strefie napoina-materiał rodzimy (podłoże). W celu oceny stopnia umocnienia materiału po napawaniu przeprowadzono pomiary mikrotrwałości używając w tym celu twardościomierza ZWICK.

2. Najważniejsze wyniki

Badania przeprowadzone z wykorzystaniem 15 różnych parametrycznych prób technologicznych procesu regeneracji LENS pozwoliły wyznaczyć warunki napawania (Tab.1) umożliwiające otrzymanie napoiny o zadowalających właściwościach strukturalnych oraz brakiem nieciągłości w strefie przejścia napoina-materiał rodzimy, czego dowodem są przekroje wzdłużne uzyskane za pomocą techniki tomograficznej (Rys.1). Naniesiona napoina charakteryzowała się również jednorodnym rozkładem pierwiastków stopowych oraz łagodnym spadkiem mikrotrwałości w strefie przejścia napoina-podłoże (od 275 ± 10 HV1 w strefie napoiny do 245 ± 5 HV1 w strefie materiału rodzimego).



Rysunek 1. Przekrój wzdłużny finalnej napoiny wykonany techniką tomograficzną

Tabela 1. Docelowe parametry technologiczne procesu regeneracji techniką LENS

Moc lasera [W]	Posuw [mm/s]	Szybkość podawania proszku [RPM]	Laser On/Off Wait [ms]	Laser Off/On Shutter Delay [ms]	Temp podłoża [°C]
550	10,5	12	0	400	300

3. Dyskusja i wnioski

Analizując uzyskane wyniki z badań napoin ze stopu Inconel 625 otrzymanych laserową techniką przyrostową LENS stwierdzono, że:

- napawanie powinno być przeprowadzane w warunkach podwyższonej temperatury podłoża,
- ubytki powinny być wypełnianie w co najmniej trzech przejściach z wykorzystaniem sferycznego proszku Inconel 625, co w konsekwencji gwarantuje otrzymanie napoiny o właściwej geometrii i bez występowania nieciągłości w strefie przejścia napoina-materiał rodzimy

4. Literatura

- [1] Durejko, T., Ziętała, M., Łazińska, M.: Analiza możliwości dwustanowiskowego systemu LENS, Mechanik, R. 87, nr 12, 28-3, 2014
 [2] Napadłek, W., Chrzanowski, W., Durejko, T. Garyga, P. :Laserowe technologie 3D rewitalizacji łopat turbin parowych stopnia NP stosowanych w energetyce – problematyka technologiczna i diagnostyczna, Badania Nieniszczące i Diagnostyka nr 3, 7 – 11, 2017