

Doktorant: Piotr Steckowicz  
Promotor: Prof. dr hab. inż. Paweł Pyrzanowski  
Doktorant Szkoły Doktorskiej Politechniki Warszawskiej

**Opracowanie naprawy wybranego komponentu turbiny gazowej poprzez zastosowanie wielowarstwowego napawania z zastosowaniem zrobotyzowanego napawania łukowego/  
Development of a repair of the selected gas turbine component by the use of robotic multi-layer wire arc cladding process**

Wytwarzanie addytywne (AM) to zestaw metod precyzyjnego i powtarzalnego wytwarzania różnych elementów technikami przyrostowymi polegającymi na nakładaniu wielu warstw materiału w celu uzyskania założonego kształtu i wymiarów. Pierwsze, nowoczesne metody druku 3D zaczęto stosować w latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku i obecnie podlegają one niezwykle intensywnemu rozwojowi. Metody te pozwoliły na znaczne skrócenie procesu rozwoju i wdrożenie modelu, prototypu oraz końcowego produktu.

Metody addytywne bazujące na spawaniu łukowym takie jak MIG/MAG (Metal Inert Gas/Metal Active Gas) znane są od dziesięcioleci. Stosowane są one między innymi w procesie napawania. Proces ten polega na nakładaniu materiału na powierzchnie części. Stopiwo uzyskane z elektrody topliwej i wymieszane z nadtopioną warstwą wierzchnią materiału bazowego nakładane jest na część lub komponent. Udowodniono, że metody te są konkurencyjne cenowo, zapewniają wysoki depozyt materiału oraz są łatwe do zautomatyzowania/robotyzacji. Pomimo wielu zalet metod addytywnych oraz coraz większej dostępności doskonalszych urządzeń. Niewiele jest publikacji opisujących sposób wykorzystania tej metody do tworzenia części 3D. Część z nich odnosi się do Wire Arc Additive Manufacturing i ma na celu prototypowanie różnych modeli 3D wykonanych ze stali, aluminium do celów przemysłowych. Stosowanie metod addytywnych z wykorzystaniem łuku spawalniczego w obszarze napraw/modyfikacji i modernizacji jest bardzo ograniczona. Jednak ta metoda w wersji zrobotyzowanej może być z powodzeniem zaimplementowana do naprawy części turbin gazowych.

Z powyższego wynika, że właściwym kierunkiem badań są zrobotyzowane naprawy z wykorzystaniem technik addytywnych (napawanie łukowe, CMT). Brakuje prac badawczych skupiających się na tego typu działaniach w odniesieniu do elementów turbin (dyski turbin, wtryskiwacze paliwa, membrany, łopatki turbiny itp.)

Regeneracja/naprawa części turbin gazowych (a także parowych) z wykorzystaniem zrobotyzowanego wielowarstwowego napawania łukowego jest zatem perspektywnym obszarem wprowadzania innowacji związanych z szeroko rozumianymi naprawami addytywnymi z wykorzystaniem robota, źródła spawalniczego oraz urządzeń peryferyjnych. Jest to jednocześnie konkurencyjne rozwiązanie do stosowanych obecnie metod wytwarzania przyrostowego/napraw takich jak SLS, SLM, DMLS.

W niniejszej pracy zastosowano innowacyjny proces naprawy addytywnej wybranego elementu turbiny gazowej w taki sposób, aby był bardziej niezawodny i posiadał dłuższą żywotność. Zaproponowany proces naprawy zapewnia znaczną oszczędność czasu i kosztów w porównaniu do tradycyjnych metod druku.

**Słowa kluczowe:** WAAM, Diaphragma (membrana uszczelniająca), Turbiny gazowe, CMT, Zrobotyzowane naprawy przyrostowe, Spawanie łukowe, Ni-Resist.