

Pomiar wysokości napoiny za pomocą systemu optycznego zintegrowanego z głowicą laserową do napawania

Adrian Zakrzewski^{1,*}, Piotr Koruba¹, Jakub Mazur¹, Jacek Reiner¹

¹*Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczny,
ul. I. Łukasiewicza 5, 50-371 Wrocław*

**autor korespondencyjny: adrian.zakrzewski@pwr.edu.pl*

Słowa kluczowe: aberracja chromatyczna, pomiar wysokości napoiny, napawanie laserowe

Wstęp

Napawanie laserowe jest procesem technologicznym pozwalającym m.in. na nakładanie powłok w celu poprawy własności mechanicznych elementu bazowego [1]. Powłoka funkcjonalna stanowi wówczas szereg napoin wytwarzanych jedna przy drugiej. W celu spełnienia wymagań w zakresie dalszej obróbki mechanicznej wytworzonej powłoki, istotne jest by charakteryzowała się ona odpowiednią wysokością. Z jednej strony, do pomiaru wysokości powłok istnieją dedykowane rozwiązania obejmujące systemy wizyjne, laserowe, czy też optyczne [2]. Z drugiej strony, powszechnie do pomiaru wysokości elementów, jako urządzenia niezależne od procesów laserowych, wykorzystuje się czujniki chromatyczne [3].

W związku z powyższym, opracowano system optyczny będący integracją czujnika chromatycznego z głowicą laserową w celu współosiowego pomiaru wysokości wytwarzanej napoiny.

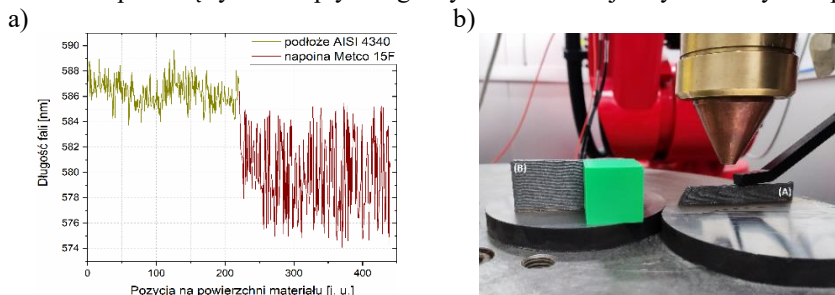
Materiały i metody

Zasada działania systemu optycznego bazuje na zjawisku podłużnej aberracji chromatycznej, której efektem jest rozszczepienie ognisk dla różnych długości fal wzdłuż osi optycznej układu.

System optyczny został zaprojektowany za pomocą narzędzia symulacyjnego Ansys Zemax OpticStudio bazującego na metodzie sekwencyjnej. W ramach symulacji wykorzystano funkcjonalność Extended Source Encircled Energy w celu optymalizacji zakresu pomiarowego systemu optycznego oraz szerokości piku spektralnego. Analizę efektywności systemu rozumianą jako stosunek mocy na wejściu systemu do jego wyjścia przeprowadzono za pomocą funkcjonalności Geometric Object Analysis dla przypadku Multi-Mode Coupling.

Wyniki i dyskusja

System optyczny został poddany charakteryzacji za pomocą metody zaproponowanej przez Leach [4] w celu wyznaczenia dokładności ($\pm 3 \mu\text{m}$), rozdzielczości ($1 \mu\text{m}$) oraz zakresu pomiarowego (do 10 mm). Uzyskany wynik pomiaru pojedynczej napoiny został zaprezentowany na poniższym rysunku (a) wraz z prezentacją efektywności zastosowania systemu optycznego podczas wytwarzania ścianki obejmującej szereg napoin wytwarzanych bezpośrednio jedna na drugiej (b) (Rys. 1). W pierwszym przypadku (A), zmiana położenia głowicy laserowej w stosunku do powierzchni efektu obróbki odbywała się ze stałym krokiem wynikającym z pomiaru wysokości pierwszej napoiny. W drugim przypadku (B), zmiana położenia głowicy była realizowana adaptacyjnie na bazie pomiaru za pomocą systemu optycznego wysokości każdej z wytworzonych napoin.



Rys. 1. Pomiar pojedynczej napoiny (a) oraz wynik zastosowania systemu optycznego podczas wytwarzania ścianki z napoin (b).

Podziękowania

Zaprezentowane wyniki zostały uzyskane w ramach realizacji projektu „Uniwersalny system optyczny do monitorowania i sterowania procesem napawania laserowego” finansowanego przez NCBR (POIR.01.01.01-00-0743/21-00).

Referencje

- [1] J. Sienicki, W. Żórawski, A. Dworak, P. Koruba, P. Jurewicz, and J. Reiner, “Cold spraying and laser cladding as an alternative to electroplating processes,” *Aircraft Eng. Aerosp. Technol.* 91, p. 205, 2019.
- [2] L. Wei-Wei, T. Zi-Jue, L. Xu-Yang, W. Hai-Jiang, and Z. Hong-Chao, “A review on in-situ monitoring and adaptive control technology for laser cladding remanufacturing,” *Procedia CIRP* 61, p. 235, 2017.
- [3] J. Seppä, K. Niemelä, and A. Lassila, “Metrological characterization methods for confocal chromatic line sensors and optical topography sensors,” *Meas. Sci. Technol.* 29, p. 54008, 2018.
- [4] R. Leach, “Displacement measurement,” in *Fundamental Principles of Engineering Nanometrology* (Elsevier), p. 95, 2014.