

Poprawa porowatości przedmiotów z Inconelu 625 wytwarzanych metodą druku 3D

Druk 3D metodą bezpośredniej depozycji energii – DED (*direct energy deposition*) – wiąże się ze stosowaniem dużej ilości energii cieplnej, która generuje gradient temperatury w wytwarzanym wyrobie. Zwykle prowadzi to do niespodziewanej anizotropii i osłabienia materiału przez resztkową porowatość. Te problemy można rozwiązać dzięki dodatkowej procedurze przetapiania, zapewniającej kontrolowaną orientację kryształów i redukcję porowatości.

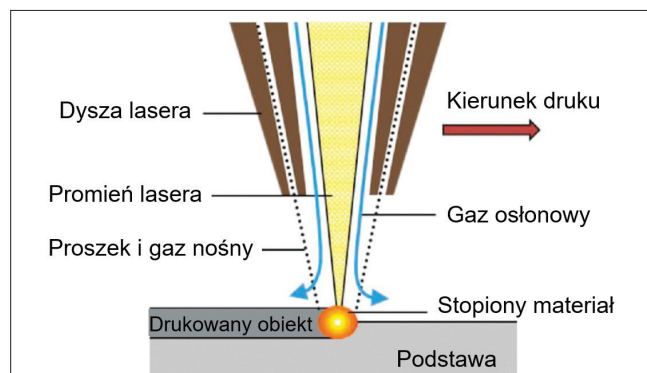
Druk 3D metodą DED pozwala na tworzenie przedmiotów o dowolnym kształcie z proszku poddanego oddziaływaniu wysokiej energii cieplnej. Zogniskowana energia cieplna topi proszek wydostający się z dyszy w trakcie jego nakładania (rys. 1). Gazy osłonowe i nośny są obojętne (np. argon), co zabezpiecza nakładany materiał przed utlenianiem.

W opisanych tu badaniach wykorzystano pięcioosiową obrabiarkę przystosowaną do metody DED (LASERTEC 65 3D, DMG Mori, Co., Ltd.) z laserem o długości fali 1020 nm, średnicy plamki 3 mm i maksymalnej mocy 2000 W (w próbach korzystano z mocy 1600 W). Wszystkie próby przeprowadzono z użyciem proszku z Inconelu 625. Przetapianie realizowano tym samym laserem, który był używany do nakładania stopionego metalu, co dziesięć nałożonych warstw.

Warunki nakładania materiału zestawiono w tabelicy.

W trakcie przetapiania stosowano ten sam posuw dyszy lasera, a przerwy na chłodzenie wynosiły 40 s.

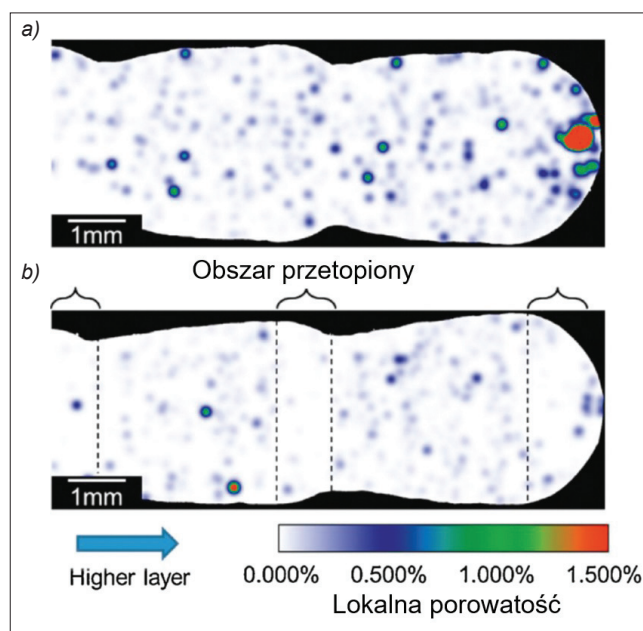
Na rys. 2 przedstawiono mapę lokalnej porowatości, najwyższej z 70 warstw przedmiotu wytworzonego konwencjonalną metodą DED i z przetapianiem. Obraz porów został sztucznie powiększony. Porowatość jest mniejsza zwłaszcza w obszarach przetopionych. Całkowita porowatość określana jest przez zliczenie porów i porównanie ich liczby z liczbą czarnych pikseli. Wyniki zestawiono na rys. 3.



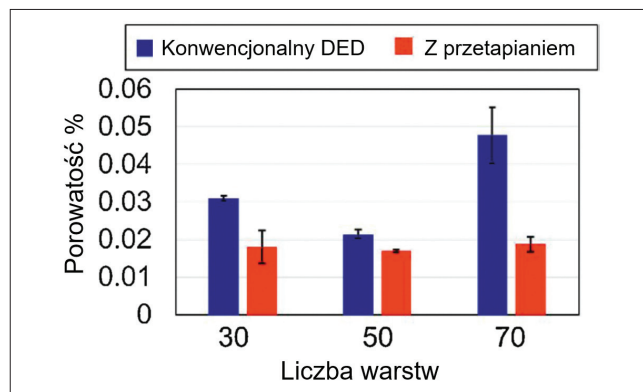
Rys. 1. Schemat druku 3D metodą bezpośredniej depozycji energii – DED (*direct energy deposition*)

TABELICA. Warunki nakładania warstw

Posuw dyszy lasera	1000 mm/min
Zasilanie proszku	18 g/min
Zasilanie gazu nośnego	6 l/min
Zasilanie gazu osłonowego	4 l/min
Rozmiar proszku	53+105 μ m
Materiał podstawy	SU304
Liczba warstw	30, 50, 70



Rys. 2. Mapa porowatości lokalnej przedmiotu wykonanego: a) konwencjonalną metodą DED, b) metodą DED z przetapianiem



Rys. 3. Podsumowanie redukcji porowatości dzięki zastosowaniu przetapiania

Jak widać, we wszystkich przypadkach porowatość uzyskana dzięki nowej technice jest mniejsza, przy czym najwyższy zysk osiągnięto przy 70 warstwach.

Opracował: prof. dr hab. inż. Krzysztof Jemielniak

LITERATURA

Koike R., Misawa T., Aoyama T., Kondo M. "Robotic assisted milling for increased productivity". *CIRP Annals – Manufacturing Technology*. 67, 1 (2018): 237–240.