

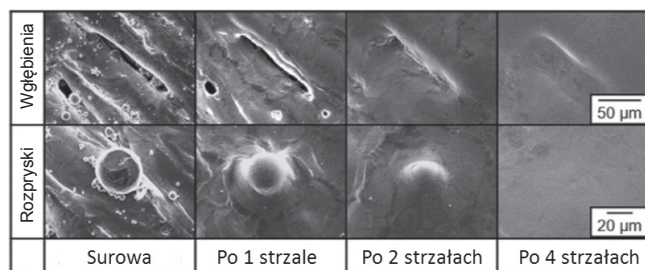
Wyglądanie i naprawa powierzchni wyrobów metalowych wytwarzanych przyrostowo za pomocą wielkopowierzchniowego napromieniowania wiązką elektronów

Powierzchnia wyrobów metalowych wytwarzanych przyrostowo ma dużą chropowatość, która wynika z rozmieszczenia kulek oraz nieregularności powierzchni, takich jak odpryski i wgłębienia. Napromieniowanie wiązką elektronów umożliwia efektywne wyglądzanie i naprawę tych powierzchni.

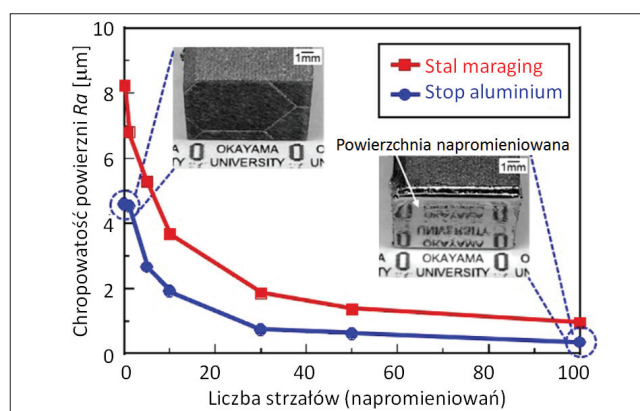
Wiązka elektronów (*electron beam* – EB) o średnicy $\varnothing 60$ mm może być używana do równomiernego i natychmiastowego topienia szerokiego obszaru powierzchni metalowej. Przebadano wykorzystanie tej techniki do wyglądzania i naprawy powierzchni próbek ze stali maraging (Fe-18%Ni-10%Co-5%Mo) i stopu aluminium (Al-12%Si) o wymiarach $10 \times 10 \times 5$ mm, wytworzonych metodą spiekania w złożu proszkowym (*powder bed fusion* – PBF). Średni wymiar ziarna obu materiałów nie przekraczał $20 \mu\text{m}$. Parametry wielkopowierzchniowego napromieniowania EB były następujące:

- gęstość energii 15 J/cm^2 ,
- liczba napromieniowań (strzałów) $1 \div 100$,
- czas trwania impulsu $2 \mu\text{s}$,
- częstotliwość impulsów $0,125 \text{ Hz}$.

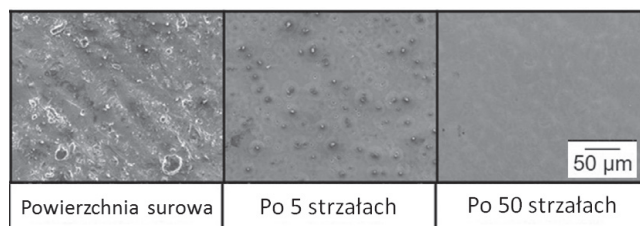
Na rys. 1 przedstawiono wgłębienia i rozpryski na powierzchni stali maraging po wytworzeniu i po kolejnych napromieniowaniach EB. Już po pierwszym napromieniowaniu wgłębienia stają się niewielkie, a rozpryski o średnicy mniejszej niż $10 \mu\text{m}$ są usuwane. Następnie maleją odpryski o dużej średnicy, ponieważ część z nich topi się, a stopiony metal opływa powierzchnię. Po więcej niż czterech strzałach EB stopiony metal całkowicie wypełnia wgłębienia, a rozpryski zostają usunięte. Chropowatość powierzchni znacznie spada po pierwszych strzałach, a po kolejnych stopniowo maleje, osiągając po stu strzałach wartości R_a poniżej $1 \mu\text{m}$ (rys. 2). Na rys. 2 pokazano także zdjęcia powierzchni stopu aluminium po wytworzeniu przyrostowym i po napromieniowaniu EB. Bezpośrednio po wytworzeniu powierzchnia jest matowa ze względu na chropowatość i utlenianie, a po napromieniowaniu EB staje się bardzo błyszcząca. Widać to na obrazach SEM powierzchni stopu Al bezpośrednio po wytworzeniu oraz po pięciu i 50 strzałach EB (rys. 3).



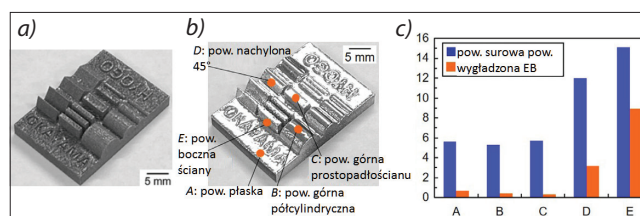
Rys. 1. Wgłębienia i rozpryski na powierzchni stali maraging po wytworzeniu i po kolejnych napromieniowaniach wiązką elektronową (EB)



Rys. 2. Zmiany chropowatości powierzchni stali maraging i stopu aluminium w zależności od liczby strzałów EB



Rys. 3. Stan powierzchni wyrobu ze stopu Al po wytworzeniu oraz po pięciu i 50 strzałach EB



Rys. 4. Wyglądanie powierzchni metalowych wyrobów o złożonym kształcie wytworzonych przyrostowo: a) przedmiot surowy, b) przedmiot wygladzony, c) chropowatości poszczególnych elementów powierzchni

Napromieniowanie EB może być również wykorzystane do wyglądzania wyrobów o złożonych kształtach, co pokazano na rys. 4.

Oprac.: prof. dr hab. inż. Krzysztof Jemielniak

LITERATURA

Shinonaga T., Yamaguchi A., Okamoto Y., Okada A. "Surface smoothing and repairing of additively manufactured metal products by large-area electron beam irradiation". *CIRP Annals – Manufacturing Technology*. 70 (2021): 143–146, <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2021.04.063>.