

Hybrydowe, przyrostowe wytwarzanie narzędzi formierskich

Produkcja złożonych matryc do głębokiego tłoczenia jest kosztowna, energo- i czasochłonna. Zwłaszcza w przypadku wytwarzania małych partii pożądane jest opracowanie szybkich i tanich procesów. Takim rozwiązaniem jest zastosowanie arkuszy blachy oraz laserowego osadzania metalu do ich łączenia i wygładzania.

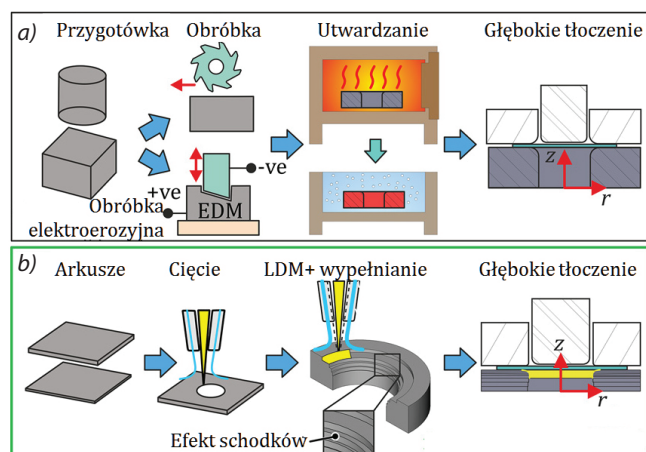
W trakcie konwencjonalnej produkcji (rys. 1a) matryce są obrabiane z pełnego materiału, a następnie hartowane w celu zmniejszenia tempa ich zużycia oraz poprawy żywotności. Nowy proces rozpoczyna się od wycięcia laserowo arkuszy metalu i połączenia ich w matrycę (rys. 1b). Poszczególne warstwy są spawane metodą laserowego osadzania metalu (*laser metal deposition* – LMD), który ma postać proszku. Główną zaletą LMD jest to, że osadzony materiał nie wymaga dodatkowego utwardzania. LMD zmniejsza również efekt schodków. W porównaniu z pełnym drukowaniem narzędzi do szybkiego prototypowania, w tym procesie zużywa się mniej energii, czasu i proszku.

Zaprojektowanie warstwowej matrycy wymaga określenia materiału, jego grubości i kolejności umieszczania poszczególnych arkuszy. W każdej kombinacji obszary stopnia (A_n) mogą się znacznie

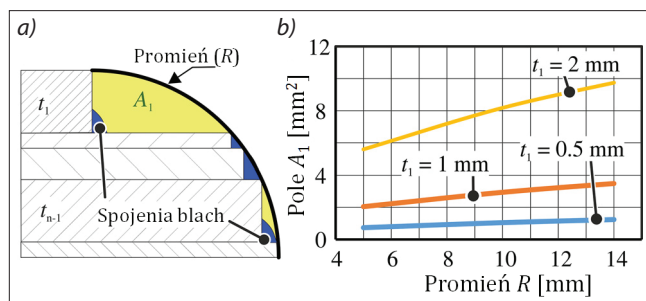
różnić (rys. 2a). Na rys. 2b pokazano wpływ początkowej grubości blachy (t_1) na powierzchnię stopnia (A_1) dla różnych promieni matrycy.

Do wypełniania obszarów po spojeniu stosuje się specjalną strategię: z wyjątkiem pierwszego i ostatniego arkusza w stosie, wszystkie pozostałe arkusze są cięte z przesunięciem (b) w stosunku do nominalnego promienia matrycy R (rys. 3a). Zbadano jednokierunkową i dwukierunkową ścieżkę wypełniania (rys. 3b). Dwukierunkowe wypełnianie wzdłuż promienia wykazuje o około 35% lepszą średnią chropowatość powierzchni ze względu na bardziej ciągłe osadzanie. Jednak czas produkcji jest trzykrotnie dłuższy, a żywotność dyszy laserowej jest krótsza niż w przypadku jednokierunkowego wypełniania.

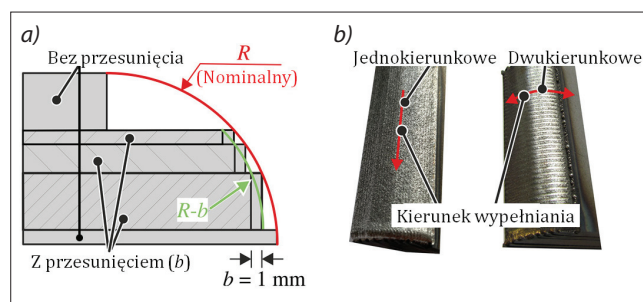
Ponieważ chropowatość powierzchni osadzonego obszaru jest nadal zbyt wysoka, konieczna jest obróbka wykończeniowa. Tu zastosowano trzy metody wygładzania powierzchni: frezowanie, nagniatanie kulowe i obróbkę laserową. Najlepszą jakość powierzchni uzyskuje się w wyniku frezowania, a następnie walcowania i obróbki laserowej. Wszystkie uzyskane wartości chropowatości powierzchni są porównywalne z chropowatością powierzchni uzyskaną w przy konwencjonalnej metodzie produkcji matrycy.



Rys. 1. Porównanie a) konwencjonalnego i b) nowego procesu szybkiego wytwarzania matryc do głębokiego tłoczenia



Rys. 2. Obszar efektu schodków (a), wpływ grubości blachy (t_1) na obszar pierwszego stopnia schodków (A_1) (b)



Rys. 3. Przesunięcie arkuszy (R – nominalny promień matrycy, b – odległość przesunięcia) (a), różne strategie wypełniania (b)

Opracował: prof. dr hab. inż. Krzysztof Jemielniak

LITERATURA

Joghnan Dardaei Hamed, Hahn Marlon, Sehrt Jan T., Tekkaya A. Erman. "Hybrid additive manufacturing of metal laminated forming tools". *CIRP Annals – Manufacturing Technology*. 71 (2022): 225–228, <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2022.03.018>.