



## Z DZIAŁALNOŚCI CIRP

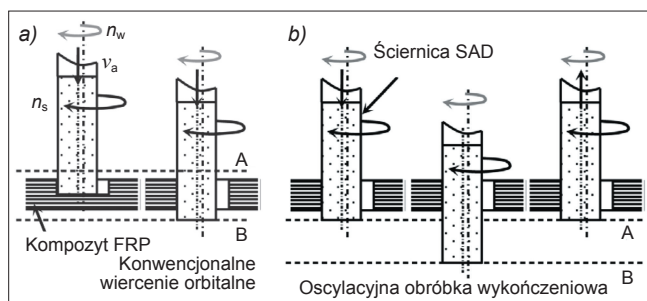
The International Academy for Production Engineering  
Międzynarodowa Akademia Inżynierii Produkcji

### Oscylacyjno-orbitalne wiercenie kompozytów ściernicami diamentowymi

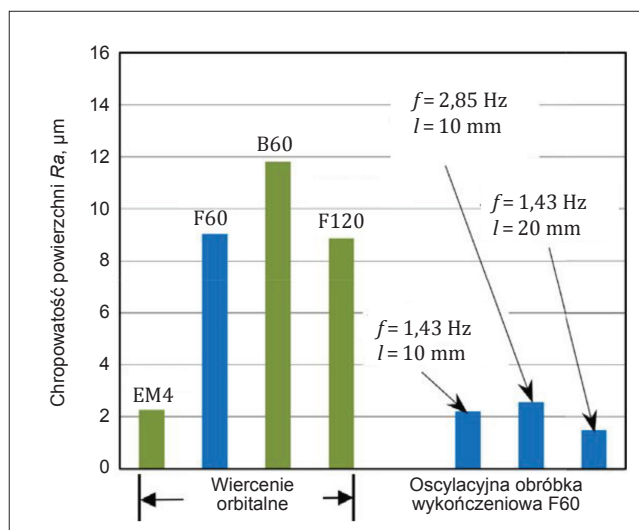
Orbitalne wiercenie otworów w materiałach kompozytowych jest znanym sposobem na ograniczenie uszkodzeń powierzchni wywołanych przez obróbkę. Atrakcyjną alternatywą dla używanych zazwyczaj drogich frezów palcowych z ostrzami z diamentu polikrystalicznego (PCD) są ściernice diamentowe SAD (*superabrasive diamond*), jednak uzyskiwane za ich pomocą chropowatości powierzchni  $R_a$  nie są zadowalające. Tę wadę można wyeliminować – bez podwyższania kosztu narzędzia i obniżania trwałości ostrza – dzięki zastosowaniu wiercenia oscylacyjno-orbitalnego.

Wiercenie oscylacyjno-orbitalne jest procesem dwustopniowym (rys. 1). Położenia początkowe i końcowe narzędzi są oznaczane jako A i B. W przypadku obróbki zgrubnej (rys. 1a) otwór jest obrabiany z prędkością skrawania  $v_s$  (odpowiadającą prędkości obrotowej  $n_s$ ), posuwem orbitalnym  $v_w$  (odpowiadającą prędkości obrotowej  $n_w$ ) i posuwem osiowym  $v_a$ . Niewielka ilość pozostałego materiału jest następnie usuwana za pomocą oscylacyjnej obróbki wykończeniowej (rys. 1b) z tą samą prędkością obrotową wrzeczona, lecz ze stosunkowo wysokim posuwem osiowym i niskim posuwem orbitalnym. W odróżnieniu od konwencjonalnego wiercenia orbitalnego narzędzie jest tu w stałym kontakcie z przedmiotem na całej długości otworu. Obracające się narzędzie drga wzdłuż swojej osi, wykonując ruch spiralny, co powoduje znoszenie kolejnych śladów obróbki i poprawę gładkości otworu.

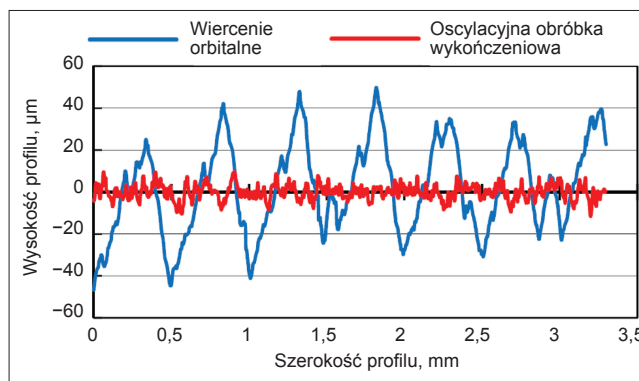
Do badań wykorzystano cztery narzędzia o średnicy  $\varnothing 9,525$  mm: ściernice F60 o płaskim zakończeniu, ziarnistości 60 i średnim wymiarze ziarna  $d_g = 252 \mu\text{m}$ ; ściernice B60 o zakończeniu kulistym oraz F120 o zakończeniu płaskim, ziarnistości 120 i  $d_g = 126 \mu\text{m}$ , a także frez palcowy czterostrzowy EM4 z węglików spiekanych. W pierwszej operacji wykonywano otwór o średnicy  $\varnothing 12$  mm, a w wyniku obróbki wykończeniowej uzyskiwano średnicę  $\varnothing 12,25$  mm. Stosowano prędkość skrawania  $v_s = 20$  m/s, posuw orbitalny  $v_w = 1500$  m/min oraz posuw osiowy 1 mm/obr ( $v_a = 193$  mm/min). W obróbce wykończeniowej stosowano posuw orbitalny  $v_w = 200$  m/min, dwie częstotliwości drgań 1,43 i 2,85 Hz i dwie amplitudy 10 i 20 mm. Materiałem obrabianym był wielokierunkowy kompozyt epoksydowo-węglowy. Na rys. 2 przedstawiono uzyskane chropowatości powierzchni. Jak widać, frez EM4 generował powierzchnię o parametrze chropowatości  $R_a$  mniejszym o ok. 75% w porównaniu z obróbką ściernicami. Redukcja wymiarów ziarna powinna poprawić chropowatość, jednak wiąże się z wyższą temperaturą i większymi siłami skrawania wynikającymi z zapychania się ściernicy.



Rys. 1. Schemat wiercenia wibracyjno-orbitalnego: a) obróbka zgrubna, b) oscylacyjna obróbka wykończeniowa



Rys. 2. Chropowatość powierzchni otworów wierconych frezem palcowym EM4 oraz ściernicami F60, B60 i F120



Rys. 3. Profile chropowatości powierzchni uzyskanych w wyniku konwencjonalnego wiercenia orbitalnego i wykończeniowego wiercenia oscylacyjno-orbitalnego ściernicą diamentową

Z tego względu oscylacyjną obróbkę wykończeniową prowadzono jedynie z użyciem ściernicy F60. Uzyskano wartość  $R_a$  o ok. 80% niższą niż w przypadku konwencjonalnego wiercenia orbitalnego (rys. 3).

Opracował: prof. dr hab. inż. Krzysztof Jemielniak

#### LITERATURA

Sultana I., Shi Z., Attia H., Thomson V. "A new hybrid oscillatory orbital process for drilling of composites using superabrasive diamond tools". *CIRP Annals – Manufacturing Technology*. 65 (2016): pp. 141–144. ■