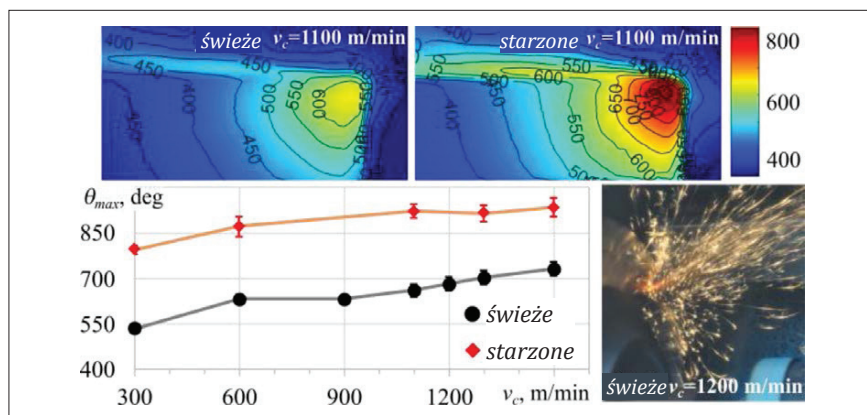


Wpływ starzenia na wydajność obróbki żeliwa szarego i jego kompensacja poprzez zarządzanie prędkością skrawania

Zła skrawalność żeliwa szarego bezpośrednio po odlaniu może być znacznie poprawiona dzięki procesowi starzenia. W niniejszym artykule przedstawiono wyniki badań wpływu prędkości skrawania na wydajność obróbki narzędziami PCBN w przypadku niestaryzowanego materiału.

W eksperymentach obróbki skrawaniem wykorzystano przemysłowe elementy kół zamachowych z żeliwa szarego GG25 o przeważającej mikrostrukturze perlitycznej z wtrąceniami niemetalicznymi MnS, z których niektóre (<2%) wykazywały strukturę rdzeń-powłoka. Rdzeń stanowiła płytka Al_2O_3 oraz frakcja steadytu i drobnych węglików (Ti,V)C ($12\ \mu m$). Zastosowano toczenie czołowe na sucho przy $a_p = 1,0\ mm$ i $f = 0,4\ mm/obr$ oraz prędkościach skrawania $v_c = 300\text{--}1500\ m/min$, z użyciem narzędzi CBN600 (Seco Tools) o wysokiej zawartości CBN (90%) ze spoiwem AlN i AlB₂.

W przypadku żeliwa starzonego najniższe zużycie powierzchni przyłożenia VB wystąpiło dla $v_c = 600\text{--}900\ m/min$ i nieznacznie wzrosło przy wyższych prędkościach (rys. 1a). Zakres ten odpowiada warunkom powszechnie stosowanym w przemyśle. Obróbka świeżego (niestarzonego) żeliwa w tych samych warunkach prowadziła do nadmiernego zużycia, a obniżenie prędkości powodowało dalszy wzrost zużycia. Natomiast zwiększenie prędkości do $v_c = 1200\ m/min$ skutkowało zużyciem mniejszym niż w przypadku żeliwa starzonego. Dalszy wzrost prędkości powodował gwałtowny wzrost zużycia. Oznacza to, że dla świeżego



Rys. 2. Temperatury narzędzia PCBN dla świeżego i starzonego żeliwa szarego, z reprezentatywnymi obrazami termografii IR

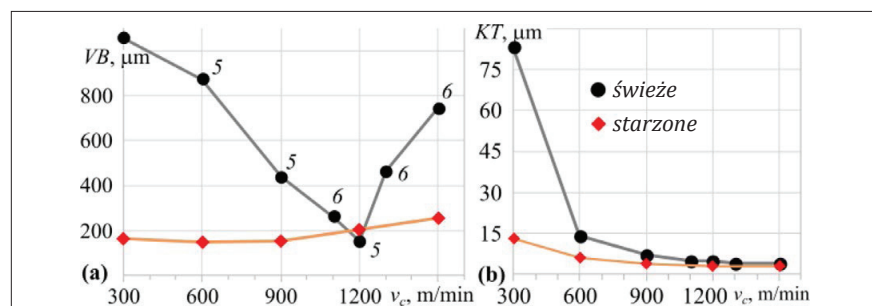
żeliwa istnieje bardzo wąski zakres lokalnego minimum zużycia, możliwy do osiągnięcia przez optymalny dobór prędkości skrawania. W tym przypadku prędkość ta była wyższa niż standard przemysłowy. Zużycie powierzchni natarcia KT (rys. 1b) okazało się istotne tylko dla $v_c = 300\text{--}600\ m/min$ i było pomijalne przy wyższych prędkościach.

Stwierdzono, że zużycie kraterowe występuje w pobliżu obszaru minimalnej grubości warstwy skrawanej (h_{1min}), natomiast pozostała część powierzchni natarcia pozostaje niezmienną. Jest to najprawdopodobniej związane z obecnością warstwy narostowej (BUL, ang. build-up layer). Podczas obróbki niestarzonego żeliwa przy prędkościach optymalnych narzędzie

dla PCBN zostaje jednolicie pokryte warstwą narostową złożoną z Al_2O_3 i MnS. Tworzenie się tej warstwy jest zależne od temperatury. Przy niskich prędkościach i temperaturach brak BUL przyspiesza degradację narzędzia, natomiast przy zbyt wysokich prędkościach ochronny Al_2O_3 jest zastępowany przez słabszy $(Fe,Mn)_2SiO_4$, co przyspiesza utlenianie i degradację narzędzia. Wyższa wytrzymałość i twardość żeliwa starzonego powodują wzrost temperatury narzędzia o $170^\circ C$ (rys. 2), co sprzyja stabilnemu osadzaniu BUL i ochronie głównie dzięki Al_2O_3 . Zidentyfikowana optymalna prędkość skrawania dla świeżego GCI jest wyższa niż standard przemysłowy, co pozwala osiągnąć dobrą wydajność obróbki przy większej szybkości usuwania materiału.

LITERATURA

V. Bushlya et al., Effect of ageing on machining performance of grey cast iron and its compensation by cutting speed management, *CIRP Annals – Manufacturing Technology* 73 (2024) 45-48, <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2024.04.061>



Rys. 1. Zużycie powierzchni przyłożenia (a), i powierzchni natarcia (b) przy obróbce świeżego i niestarzonego żeliwa szarego narzędziami PCBN

Opracował:
prof. dr hab. Krzysztof Jemielniak