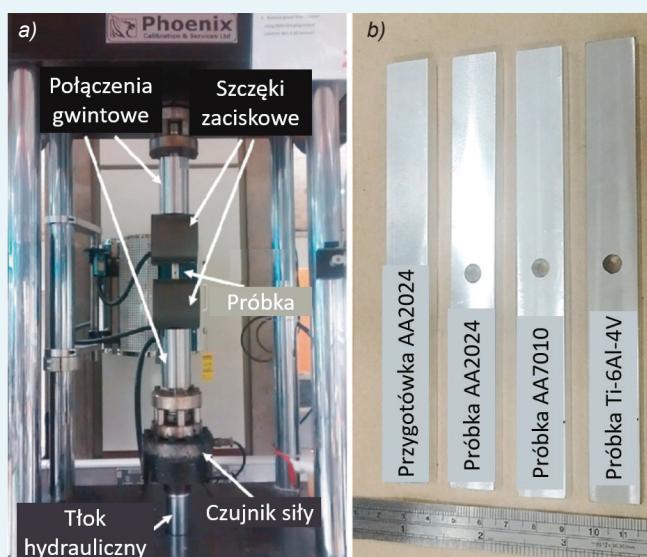


Wpływ zadziorów i posuwu na wytrzymałość zmęczeniową wierconych elementów ze stopów Al i Ti stosowanych w przemyśle lotniczym

We współczesnych korpusach lotniczych wiele elementów przenoszących obciążenia krytyczne zawiera nitowane połączenia kompozytów z metalami, wymagające wiercenia otworów o wąskich tolerancjach. Wytrzymałość zmęczeniowa łączonych elementów w znacznym stopniu zależy od zadziorów powstałych w czasie wiercenia oraz od zastosowanego posuwu.

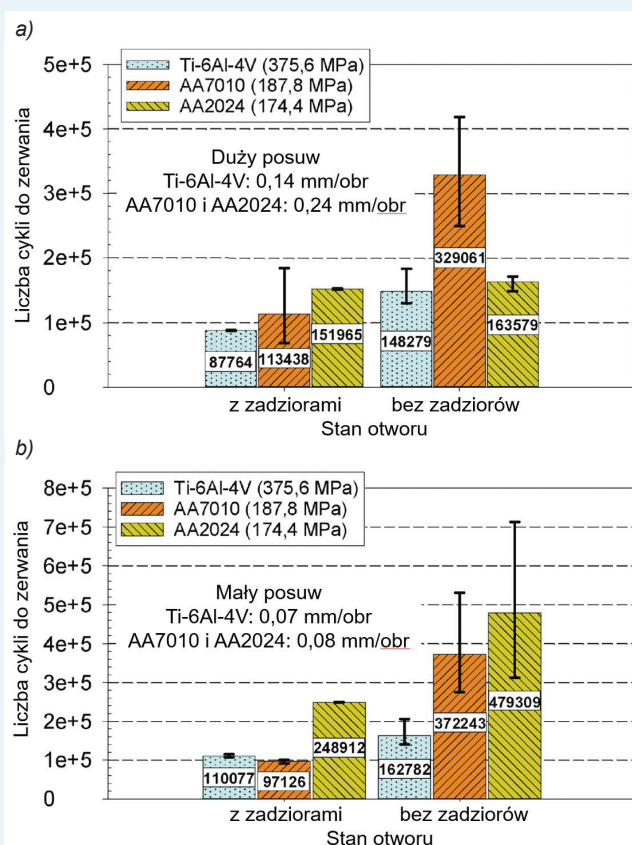
Na rys. 1 przedstawiono stanowisko badawcze oraz badane próbki o wymiarach $150 \times 17 \times 7$ mm, wykonane ze stopu tytanu Ti-6Al-4V oraz dwóch stopów aluminium: AA7010-T7451 i AA2024-T351. Za pomocą wiertła z węglika o średnicy 6,35 mm w środkowej części próbek wywiercono pojedyncze otwory.



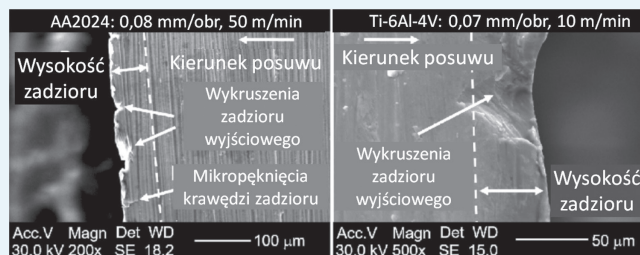
Rys. 1. Stanowisko badawcze (a) i próbki do badań (b)

W przypadku Ti-6Al-4V stosowano posuw f o wartościach 0,07 i 0,14 mm/obr oraz prędkość skrawania $v_c = 10$ m/min, a w przypadku stopów Al parametry te wynosiły $f = 0,08$ i 0,24 mm/obr oraz $v_c = 50$ m/min. Duże i małe posuwu stosowano w celu uzyskania małych i dużych zadziorów. Próby rozciąganie-rozciąganie prowadzono zgodnie ze standardami firmy Airbus, z częstotliwością 15 Hz i ze stosunkiem naprężeń $R = 0,1$. W części próbek przed testami wytrzymałościowymi usunięto zadziory. Próbki te z reguły wykazywały wyższą wytrzymałość zmęczeniową, choć różnica zależała od posuwu i obrabianego materiału (rys. 2). Głównym czynnikiem wpływającym na obniżenie wytrzymałości próbek z zadziorami była obecność defektów w postaci mikropęknięć i wykruszeń w rejonie wejścia i wyjścia wiertła z otworu, podobnych do pokazanych na rys. 3.

Ze względu na ostre kształty tych defektów mogą one działać jako koncentratory naprężeń i miejsca inicjacji pęknięć. Ponadto formowanie zadziorów wiąże się z odkształceniami plastycznymi i umocnieniem materiału. Miejsca umocnione sąsiadują z miękkimi, co również sprzyja powstawaniu pęknięć zamiast odkształceń plastycznych zadzioru poddanego podwyższonym naprężeniom.



Rys. 2. Liczba cykli do zerwania próbki dla dużych (a) i małych (b) posuwów



Rys. 3. Przykłady fotografii SEM zadziorów wyjściowych

Opracował: prof. dr hab. inż. Krzysztof Jemielniak

LITERATURA

Abdelhafeez A.M., Soo S.L., Aspinwall D.K., Dowson A., Arnold D. "The influence of burr formation and feed rate on the fatigue life of drilled titanium and aluminium alloys used in aircraft manufacture". *CIRP Annals – Manufacturing Technology*. 67, 1 (2018): s. 103–108. ■