

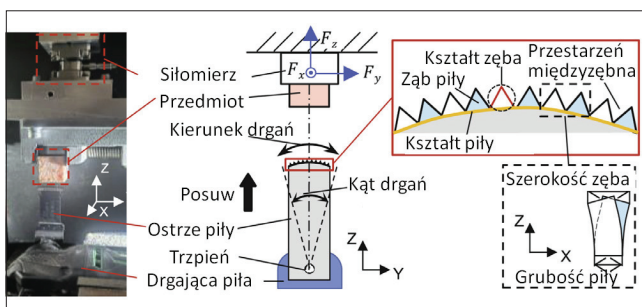
Chirurgiczna piła oscylacyjna obniżająca siły przy cięciu kości

Przy przecinaniu kości chirurgicznymi piłami oscylacyjnymi często występują znaczne siły skrawania, które zmniejszają dokładność i skuteczność zabiegu. W artykule przedstawiono eksperymenty dotyczące cięcia świeżych kości bydła i symulowanych kości z użyciem pił o różnych kształtach zębów i geometrii ostrza.

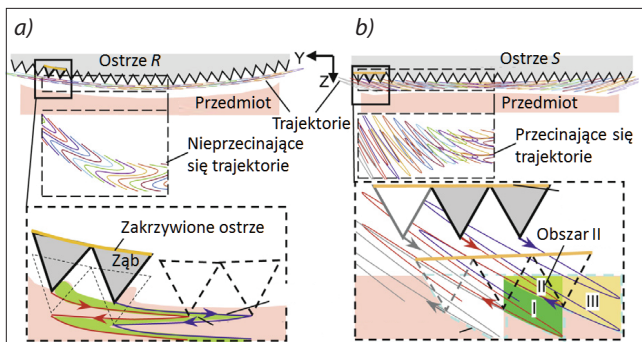
Powierzchnia i wnętrze kości składają się z warstwy korowej i gąbczastej, które mają różne właściwości mechaniczne. W tym badaniu próbki kości korowej i gąbczastej zostały pobrane ze świeżej bydłowej kości udowej.

Schemat stanowiska badawczego przedstawiono na rys. 1. Punkt obrotu piły oscylacyjnej był ustawiony na linii środkowej obrabianego przedmiotu. Siła poprzeczna (F_x), siła główna (F_y) oraz siła posuwowa (F_z) były mierzone siłomierzem 9327C firmy Kistler. Specyfikacje piły i warunki piłowania były podobne do stosowanych podczas operacji chirurgicznych.

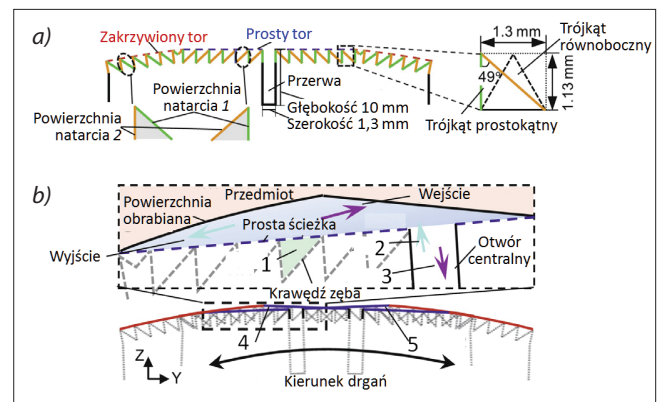
Przy piłowaniu oscylacyjnym trajektoria wierzchołka każdego ostrza przesuwana się w kierunku Z, a na promień oscylacji ma wpływ kształt piły. W piłę zakrzywioną ostrza były ułożone w łuk kołowy, czyli każde z nich miało taki sam promień oscylacji (rys. 2a). Obszar obrobiony każdym ostrzem to przestrzeń pomiędzy dwoma sąsiednimi trajektoriami, które się nie przecinają. Przestrzeń międzyzębna jest zamknięta, co uniemożliwia ewakuację wiórów.



Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego



Rys. 2. Trajektorie wierzchołków zębów przy: a) zakrzywionej krawędzi i b) prostej krawędzi



Rys. 3. Geometria proponowanego kształtu piły (a) oraz kształtowanie się ubytków podczas procesów wejścia i wyjścia (b). 1 – przestrzeń międzyzębna, 2 – wylot powietrza, 3 – wylot powietrza, 4 – przestrzeń 1, 5 – przestrzeń 2

W przypadku krawędzi prostej trajektorie pobliskich wierzchołków zębów przecinają się; zęby o małym promieniu oscylacji nie dotykają cały czas przedmiotu obrabianego, co umożliwia ewakuację wiórów.

W badaniach stwierdzono, że zapychanie się wiórami podczas piłowania kości zwiększa siły skrawania. Stwierdzono, że zęby piły o zerowym kącie natarcia zwiększały tworzenie i przenoszenie wiórów w porównaniu z zębami o ujemnym kącie natarcia, a piły z prostą krawędzią bardziej sprzyjały ewakuacji wiórów, ale powodowały większą siłę niż piły z zakrzywioną krawędzią.

Na podstawie tych wyników zaprojektowano nową piłę z połączonymi fragmentami prostymi i zakrzywionymi (rys. 3). Przy użyciu nowego narzędzia tworzyły się przemiennie dwie przestrzenie o zmieniającej się objętości. Gdy była ona mniejsza, powietrze i wióry były ewakuowane. Wyniki eksperymentalne wykazały, że zaproponowane ostrze znacznie poprawiło odprowadzanie wiórów i stłumiło wzrost sił skrawania podczas piłowania kości.

Opracował: prof. dr hab. inż. Krzysztof Jemielniak

LITERATURA

Han Wang, Urara Satake, Toshiyuki Enomoto. "Surgical oscillating saw blade to suppress forces in bone cutting". *CIRP Annals – Manufacturing Technology*. 71 (2022): 73–76, <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2022.04.066>.