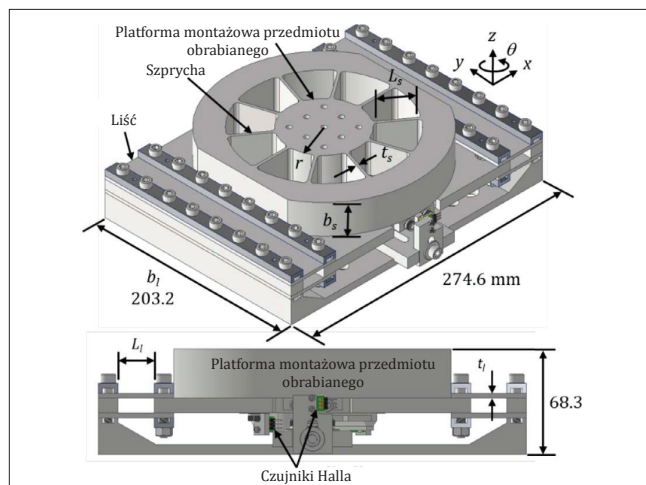


## Dynamometr wiertarski z pomiarem przemieszczenia za pomocą czujnika Halla

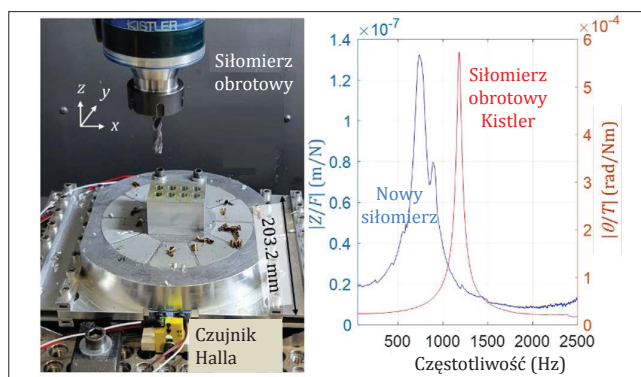
Niedrogie czujniki o wysokiej dokładności są kluczowym elementem usprawnień w automatyce przemysłowej i kontroli. W artykule opisano konstrukcję i testy taniego, montowanego na stole dynamometru do pomiaru momentu obrotowego i siły posuwowej podczas wiercenia.

Opracowana konstrukcja jest oparta na zginaniu w ograniczonym zakresie elementów podatnych. Moment obrotowy wiercenia określa się na podstawie przemieszczenia obrotowego platformy montażowej przedmiotu obrabianego, a siłę posuwową – na podstawie przemieszczenia pionowego platformy (rys. 1). Platforma jest podparta promieniowo przez 10 elementów podatnych („szprych”), które zapewniają podatność obrotową  $\theta$  wokół osi pionowej, i wspierana przez cztery elementy giętkie („liście”), które zapewniają podatność pionową ( $z$ ). Konfiguracja ta umożliwia wykonywanie ruchów w pożądanym kierunku ( $\theta, z$ ), jednocześnie ograniczając ruch w innych kierunkach. Przemieszczenia platformy montażowej mierzy się czujnikami Halla, a następnie przelicza przez odpowiednią sztywność na wartości momentu obrotowego i siły posuwowej.

Ocenę jakości zbudowanego siłomierza przeprowadzono przez porównanie wyników uzyskanych z użyciem nowego siłomierza z wynikami uzyskanymi za pomocą dynamometru obrotowego Kistler 9170A1312, w którym mocowano wiertła (rys. 2). Wiercono nieprzelotowo aluminium 6060 i stal nierdzewną DIN EN 1.4301 wiertłami z węglików spiekanych pokrytych TiAlN, o średnicy  $\varnothing 8$  mm i 12 mm, i kącie wierzchołkowym  $140^\circ$  (Kennametal 1913487 i 1913502). Prędkości obrotowe wyniosły odpowiednio: 3581 obr/min i 2387 obr/min dla aluminium oraz: 1592 obr/min i 1061 obr/min dla stali nierdzewnej. Moment obrotowy wiercenia i siła posuwowa były próbkowane z częstotliwością 20 kHz. Przykładowe funkcje odpowiedzi częstotliwościowej obu siłomierzy przedstawiono z prawej strony rys. 2. Wartości średnie określono na podstawie części stanu ustalonego każdego testu – patrz rys. 3.

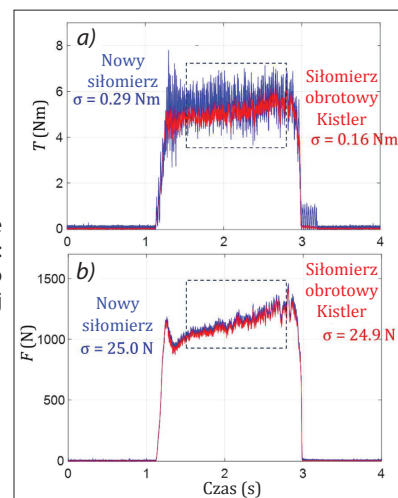


Rys. 1. Konstrukcja dynamometru wiertarskiego



Rys. 2. Stanowisko pomiarowe z aluminiową próbką przykręconą do platformy montażowej nowego siłomierza i wiertłem zamocowanym w obrotowym siłomierzu oraz zmierzone funkcje odpowiedzi częstotliwościowej

Rys. 3. Przykładowe przebiegi sygnałów:  
a) momentu obrotowego  
b) siły posuwowej



Dla każdego zestawu parametrów wyznaczono momenty obrotowe i siły posuwowe wiercenia na podstawie trzech wartości średnich. W celu określenia niepewności pomiarów obliczono odchylenia standardowe sygnałów w stanie ustalonym. Porównanie wyników uzyskanych z obu siłomierzy dla wielu warunków wiercenia wykazało maksymalną różnicę procentową wartości średnich wynoszącą 8,2% dla momentu obrotowego i 7,9% dla siły posuwowej. We wszystkich przypadkach zaobserwowano nakładające się zakresy błędów.

Opracował: prof. dr hab. inż. Krzysztof Jemielniak

### LITERATURA

Zameroski R., Ramsauer Ch., Habersohn Ch., Bleicher F., Schmitz T. "Flexure-based torque and thrust force drilling dynamometer with Hall effect sensor displacement measurement". *CIRP Annals - Manufacturing Technology*. 73 (2024): 281-284, <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2024.04.086>.