

APARATURA BADAWCZA I DYDAKTYCZNA

Badanie wpływu parametrów technologicznych na właściwości tribologiczne podczas wiercenia frezami trepanacyjnymi

DARIUSZ JABŁOŃSKI, JERZY NACHIMOWICZ

POLITECHNIKA BIAŁOSTOCKA, WYDZIAŁ MECHANICZNY, KATEDRA BUDOWY I EKSPLOATACJI MASZYN

STRESZCZENIE

W pracy przedstawiono stanowisko do badań procesu wiercenia frezami trepanacyjnymi. Prezentowane stanowisko pozwala badać wpływ prędkości skrawania, posuwu, rodzaju chłodziwa, rozmiaru wiertła trepanacyjnego oraz jego zagłębienia na siłę skrawania, siłę odporową i temperaturę.

**Research into influence of technological parameters on tribological properties during
the process of drilling by using core drills**

ABSTRACT

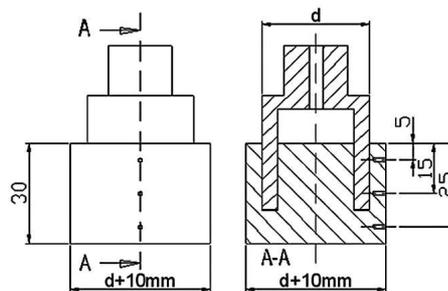
The article presents the research position of the process of drilling by using core drills. Presented research position permits to study the influence of cutting speed, feed, a type of coolant, the size of the core drill and the depth of the core drill on cutting force, axial force and the temperature.

1. WPROWADZENIE

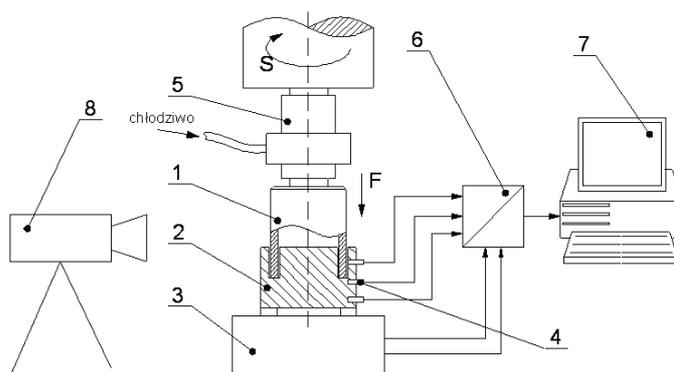
Frezy trepanacyjne (Rys. 1), zwane też wiertłami koronowymi, są narzędziami skrawającymi przeznaczonymi do wykonywania otworów przelotowych w metalach. Dzięki specyficznej konstrukcji, narzędzia te charakteryzują się bardzo małym zapotrzebowaniem na moc doprowadzoną. Wykonane są w całości ze stali szybko tnącej lub posiadają wlutowane płytki z węglików spiekanych. Ze względu na specyficzną konstrukcję umożliwiają wiercenie w pełnym materiale, bez konieczności powiercenia, niezależnie od średnicy otworu. Narzędzia te umożliwiają również wykonywanie operacji nieosiągalnych przy wierceniu zwykłym wiertłem krętym, np. wiercenie otworów zachodzących na siebie lub otworów niepełnych, wychodzących poza krawędź materiału [1, 2].



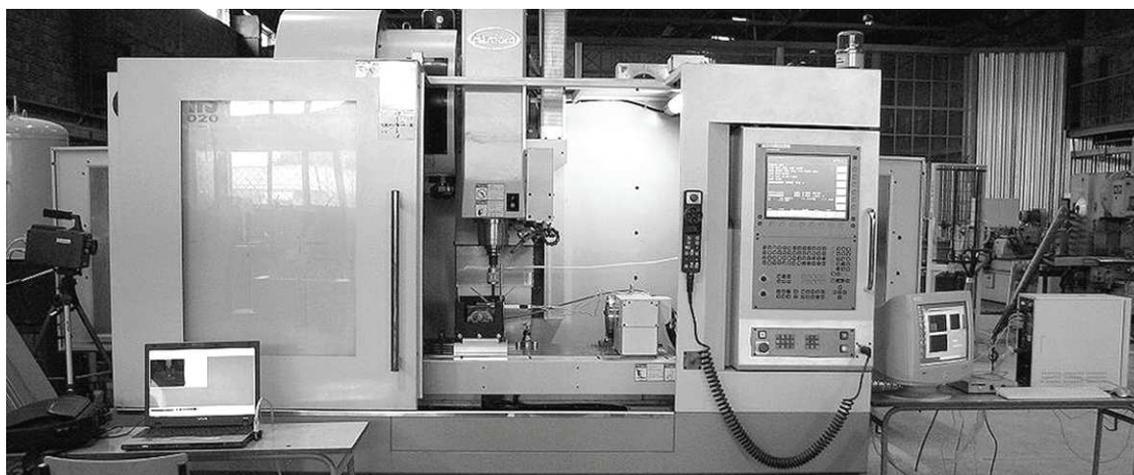
Rysunek 1. Frezy trepanacyjne



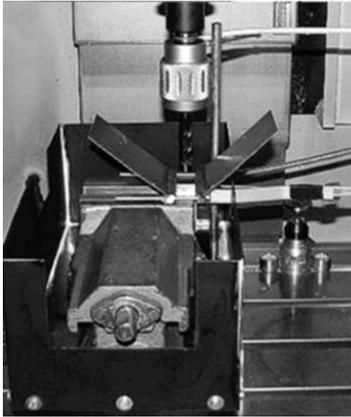
Rysunek 2. Wymiary wierzonych elementów



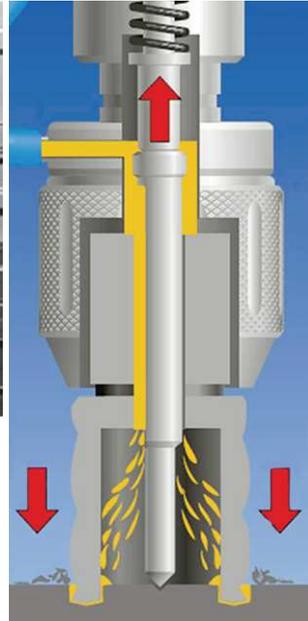
Rysunek 3. Schemat stanowiska badawczego
1–frez trepanacyjny, 2–obrabiany materiał, 3–uchwyt umożliwiający pomiar siły, 4–termopary, 5–oprawa freza, 6–przetwornik, 7–komputer do zapisu danych, 8–kamera termowizyjna



Rysunek 4a. Stanowisko badawcze – widok ogólny



Rysunek 4b. Stanowisko badawcze (widok wiertła i elementu wierconego)



Rysunek 5. Oprawa freza i sposób podania chłodziwa

wzmacniacz MSA6 (Rys. 7) a następnie wizualizowany i rejestrowany za pomocą programu NetForce (Rys. 8.) na dysku twardym komputera.

Do pomiaru bieżących wartości temperatury służą trzy termopary znajdujące się w wierconym elemencie w pobliżu strefy skrawania. Sygnał z termopar przetwarzany jest przez moduł pomiarowy PersonalDaq/55 (Rys. 9) a następnie wizualizowany i rejestrowany za pomocą programu Personal DaqView i zapisywany w pamięci komputera. Zapis danych z kamery termowizyjnej odbywa się na dysku twardym komputera.

Badania przeprowadzone na stanowisku obejmowały:

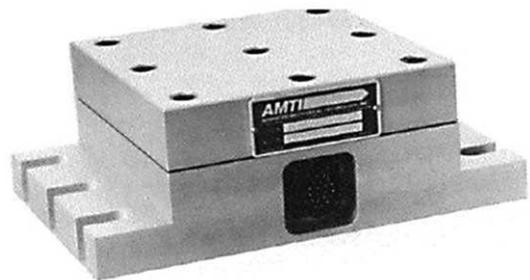
- badania wpływu zmiany prędkości skrawania na siły skrawania, temperaturę oraz jakość powierzchni obrabianej;
- badania wpływu zmiany posuwu na siły skrawania, temperaturę oraz jakość powierzchni obrabianej;

2. STANOWISKO BADAWCZE

Badania zostały przeprowadzone na centrum frezarskim CNC-HARTFOD, (Rys.4a). Frezy mocowano w oprawie AMT3-C19/3-3, PROMOTECH, (Rys. 4b, Rys. 5). Siły powstałe w procesie wiercenia mierzono za pomocą czujnika do pomiaru siły i momentu MC6:6x6, AMTI, (Rys. 3). Temperatury mierzono z zastosowaniem trzech termopar TP-202, CZAKI, umieszczonych co 5mm w obrabianym przedmiocie (Rys. 2) oraz kamerą termowizyjną TITANIUM. Wszystkie dane zapisywane były na dysku twardym komputera. Otwory wiercono w prostopadłościenne kostkach o podstawie kwadratu, o wymiarze każdorazowo większym o 10 mm od średnicy wiertła (Rys. 2), wykonanych ze stali S355.

3. METODYKA BADAŃ

Zmiana parametrów technologicznych (obroty narzędzia i posuw) następuje poprzez wprowadzenie odpowiednich danych do programu znajdującego się na dysku twardym centrum frezarskiego. Przed uruchomieniem programu obróbkowego należy włączyć rejestrację danych z pomiaru siły skrawania, siły odporowej oraz temperatury mierzonej termoparami oraz kamerą termowizyjną. Do pomiaru bieżących wartości siły skrawania oraz siły odporowej zastosowano tensometryczny czujnik MC6 (Rys. 6), pozwalający na pomiar siły i momentu w trzech osiach. Sygnał z tego czujnika jest przetwarzany przez



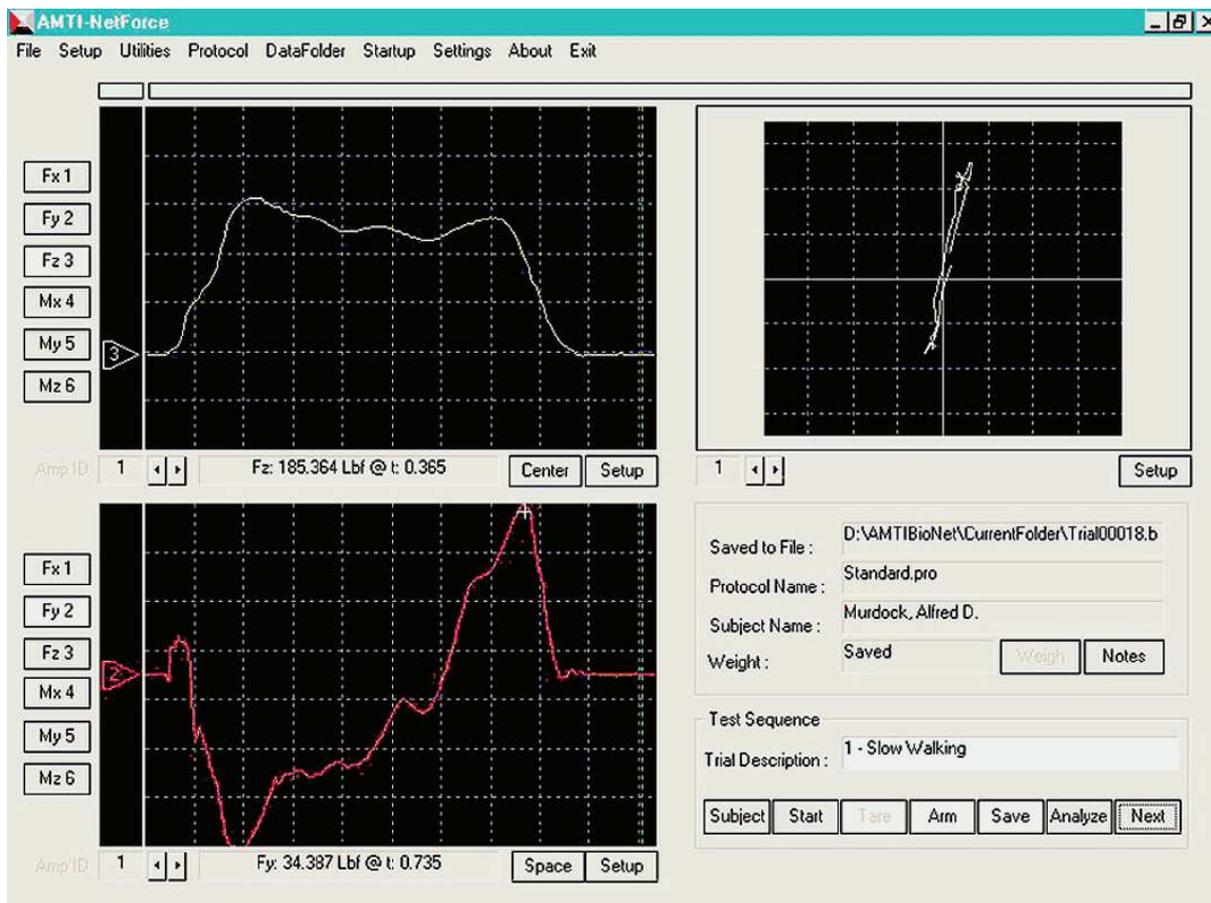
Rysunek 6. Czujnik do pomiaru siły i momentów MC6 [3]

- badania wpływu zmiany średnicy narzędzia na siły skrawania, temperaturę oraz jakość powierzchni obrabianej;
- badania wpływu zmiany chłodziwa na siły skrawania, temperaturę oraz jakość powierzchni obrabianej.

Pomiary przeprowadzono używając trzech frezów o następujących średnicach (d): 14 mm, 23 mm i 32 mm. Prędkość skrawania (v_c) przyjmowała następujące wartości: 18 m/min, 24 m/min, 30 m/min, natomiast posuw na ostrze (f_z): 0,02 mm, 0,035, i 0,05 mm. Obrabiany materiał to stal S355.



Rysunek 7. Wzmacniacz MSA6 [4]



Rysunek 8. Okno dialogowe programu NetForce [5]



Rysunek 9. Moduł pomiarowy PersonalDaq/55

4. WYNIKI BADAŃ

Na podstawie przeprowadzonych badań otrzymano przykładowe wyniki (Rys. 10-12).

Jak widać na powyższych wykresach wraz z wzrostem zagłębienia wiertła w materiale rośnie moment skrawania oraz siła odporowa. Jest to spowodowane tarciem ścianek wewnętrznych i zewnętrznych wiertła o obrabiany przedmiot oraz powstały wiór. Z obliczeń teoretycznych wynika, iż wartość momenty skrawającego (M_s) powinna przyjmować wartość 23,2 Nm natomiast siły odporowej (F_r) 1201N.

Wraz ze wzrostem zagłębienia wiertła w obrabianym przedmiocie rośnie temperatura. Największą wartość osiąga podczas zakończenia procesu wiercenia.

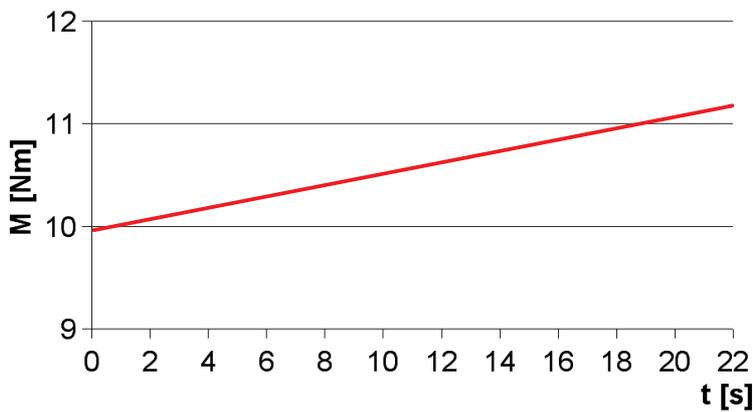
5. PODSTAWOWE PARAMETRY TECHNICZNE STANOWISKA

Centrum frezarskie ze sterowaniem CNC- HARTFOD [6]:

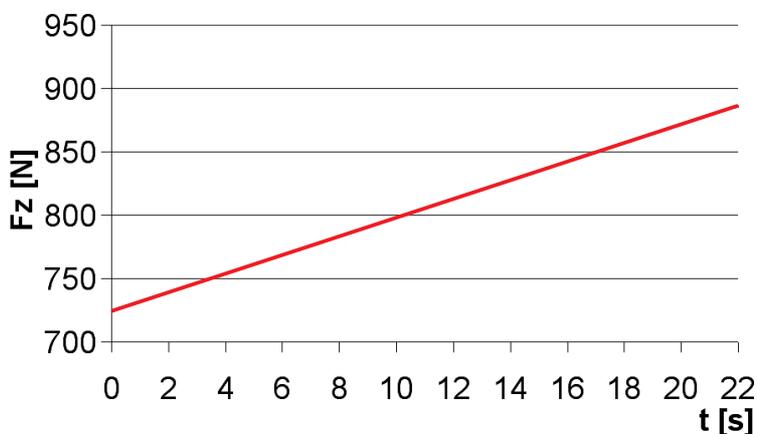
- dokładność pozycjonowania 0,005 μm ,
- zakres posuwów roboczych 1÷12 000 mm/min,
- szybkie przemieszczenia do 20 000 mm/min,
- zakres prędkości obrotowych wrzeciona 60-8000 obr/min,
- zakres przemieszczeń roboczych (XYZ) 1020 x 510 x 510.

Czujnik temperatury TP215 [7]:

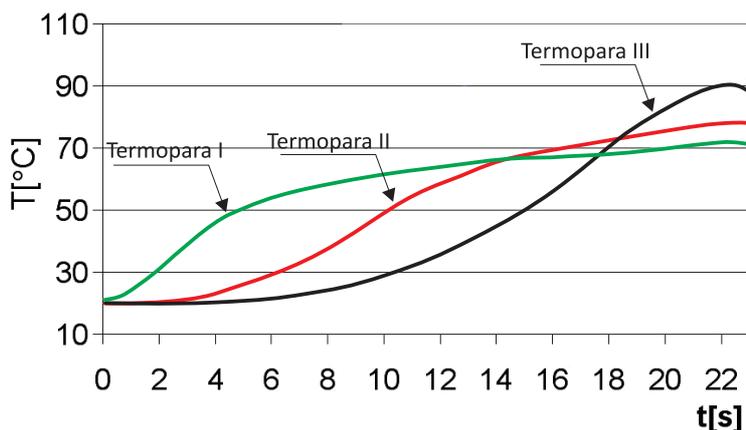
- termoelement płaszczowy NiCr –NiAl,
- klasa termoelementu I,
- maksymalna temperatura pomiaru 900°C.



Rysunek 10. Zmiana momentu skrawania w funkcji czasu
($d=14$ mm, $f_z=0.05$ mm, $v_c=18$ m/min)



Rysunek 11. Zmiana siły odporowej w funkcji czasu
($d=14$ mm, $f_z=0.05$ mm, $v_c=18$ m/min)



Rysunek 12. Zmiana temperatury w funkcji czasu
($d=14$ mm, $f_z=0.05$ mm, $v_c=18$ m/min)

Czujnik do pomiaru siły i momentu MC6:6x6 [3]:

- pomiar sił ($F_x = 2225$ N, $F_y = 2225$ N, $F_z = 4450$ N) i momentów ($M_x = 339$ Nm, $M_y = 339$ Nm, $M_z = 169$ Nm),
- masa 5,9 kg,
- temperatura pracy $-18^\circ\text{C} \dots +52^\circ\text{C}$,
- wyjście analogowe, 6 kanałów.

Kamera termowizyjna [6]:

- detektor Inst. o rozdzielczości 640 x 512 pikseli,
- czułość cieplna 25 mK,
- zakres pracy -20°C do 400°C .

6. PODSUMOWANIE

Zaprezentowane stanowisko dydaktyczno-badawcze przeznaczone jest do badania procesów tribologicznych zachodzących podczas wiercenia otworów frezami trepanacyjnymi. Umożliwia ono badanie wpływu średnicy wiertła, parametrów technologicznych (posuw, obroty) oraz typu chłodziwa na siły (siłę skrawania, siłę odporową) oraz temperaturę w procesie obróbki.

Badania przeprowadzone na opisanym stanowisku cechowały się dużą powtarzalnością oraz charakterem przebiegu (wzrost sił i temperatury wraz z zagłębieniem wiertła) a zastosowana aparatura pomiarowa i rejestracyjna pozwoliła na pełną wizualizację przebiegu procesu wiercenia. O poprawności otrzymanych wyników może świadczyć duża zbieżność z obliczeniami teoretycznymi. Obszerne wyniki badań wykonanych na prezentowanym stanowisku zamieszczono w pracy [8].

LITERATURA

- [1] www.zalco.pl,
- [2] www.eurotech.opole.pl,
- [3] Instrukcja obsługi MC6,
- [4] Instrukcja obsługi MSA6,
- [5] Instrukcja obsługi NetForce,
- [6] www.wm.pb.bialystok.pl,
- [7] www.czaki.pl,
- [8] Jabłoński D., Nachimowicz J., „Wpływ różnych czynników na siły odporowe występujące podczas wiercenia frezami trepanacyjnymi”, XXIV Sympozjon Podstaw Konstrukcji Maszyn, Białystok 2009, str. 12.