|  |  |
| --- | --- |
| POLITECHNIKA KRAKOWSKA  Instytut Technologii Maszyn  i Automatyzacji Produkcji  Katedra Technologii Maszyn i Narzędzi | ....................................................  Imię i nazwisko  Grupa.........Zespół.......r. ak........ |

# LABORATORIUM

# TECHNOLOGII OBRÓBKI

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Ćwiczenie odpracowano | | Ćwiczenie zaliczono | | |
| Prowadzący |  | Prowadzący |  | Ocena |
| Podpis |  | Podpis |  |
| Data |  | Data |  |

## Ćwiczenie nr 5

### ZJAWISKA FIZYKALNE W OBRÓBCE SKRAWANIEM

I. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest doświadczalne i obliczeniowe określenie wpływu różnych czynników na wybrane zjawiska fizykalne w procesie skrawania, a mianowicie:

* powstawanie wiórów, ich budowę i rodzaje,
* zjawiska towarzyszące powstawaniu wióra, odkształcenia oraz przemieszczenia materiału obrabianego w strefie skrawania i narost na ostrzu,
* siły i opory skrawania,
* praca, ciepło, moc oraz energochłonność procesów skrawania.

II. Wymagane wiadomości

1. Proces burzenia spójności materiału w obróbce wiórowej, budowa i rodzaje wiórów oraz ich bieg i spływ.
2. Charakterystyka sił i oporów skrawania – rozkład składowych sił i oporów skrawania w różnych sposobach obróbki oraz ich zależność od różnych czynników.
3. Praca i moc skrawania.
4. Ciepło i temperatura w procesie skrawania.

III. Opis stanowiska laboratoryjnego

Tokarka uniwersalna. Nóż tokarski wykańczak prostoliniowy lub przecinak obustronnie odsadzony. Materiał wg wskazań prowadzącego ćwiczenie w postaci wałków rowkowanych obwodowo i o powierzchni ciągłej. Mikrometr i suwmiarka uniwersalna. Nóż tokarski imakowy wygięty prawy. Płytki skrawające z łamaczem i zwijaczem wióra. Siłomierz, wzmacniacze ładunków, rejestrator.

IV. Przebieg ćwiczenia

Zadanie laboratoryjne 1

Budowa, rodzaje i odmiany wiórów oraz ich ocena.

1. Określić wpływ prędkości skrawania i posuwu na budowę, rodzaj i odmiany wiórów oraz kierunek ich spływu. Przeprowadzić obserwacje mikroskopowe zewnętrznej i wewnętrznej strony wióra. Zwrócić uwagę na kolor wióra wynikający ze zmian temperatury procesu skrawania. Przeprowadzić ocenę powstających wiórów ze względu na bezpieczeństwo pracy i możliwość uszkodzenia powierzchni obrobionej.

Poniżej zamieszczono przykładowe wyniki testu.

Materiał obrabiany: …Stal 15 HGM.

Narzędzie: DWLNR2020K08; WNMG120408-PF,

α*0* =...6○.*, γ0* = …-6○.*,*.., *κr* = …95○., *λs* = …-6○.*,*..,

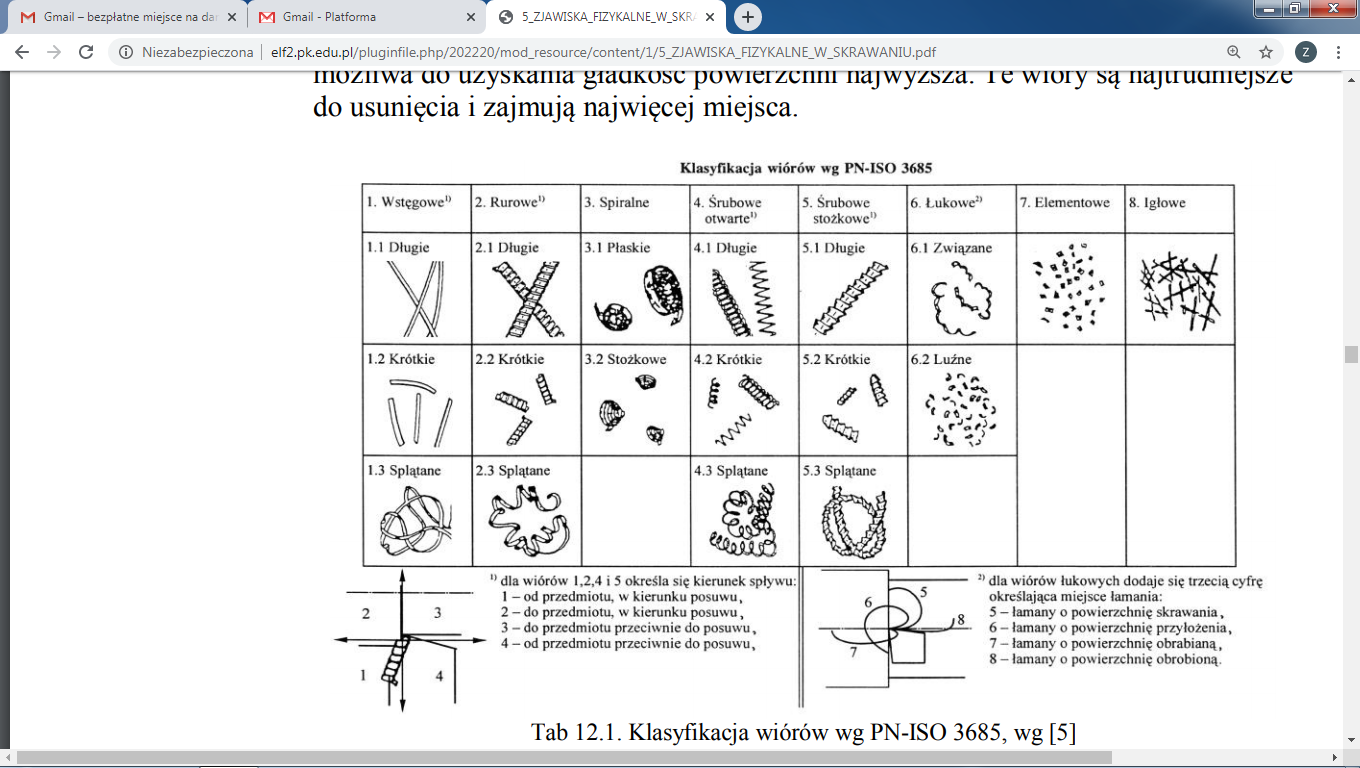
Obrabiarka: Masterturn 400., głębokość skrawania *ap* = 1.5… mm

Tabela 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| l.p. | *vc*  m/min | *f*  mm/obr | Rodzaj | Odmiana | Postać  Kształt | Kierunek spływu | Ocena | Wygląd strony zewn i wewn |
| 1 | 200 | 0,077 | Śrubowe | Stożkowe | Długie | 1 | - | z-gładka; w-segmentowa |
| 2 | 200 | 0,153 | Śrubowe | Otwarte | Krótkie | 1 | 0 | z-gładka; w-segmentowa |
| 3 | 200 | 0,230 | Łukowe | Luźne | Krótkie | 1 | + | z-gładka; w-segmentowa |
| 4 | 200 | 0,307 | Lukowe | Luźne | Krótkie | 1 | + | z-gładka; w-segmentowa |

Oznaczenie (-) oznacza wiór niekorzystny, (+) wiór korzystny, (0) wiór dopuszczalny.

Tabela 3. Klasyfikacja wiórów wg PN-ISO 3685, wg [3]



Zadanie laboratoryjne 2

Pomiar oporów skrawania

1. Przeprowadzić pomiary składowych oporów skrawania przy toczeniu w zależności od głębokości skrawania oraz posuwu. Wyniki pomiarów zamieścić w tablicy 5. (po oszacowaniu statystycznym).

W tabeli zamieszczono przykładowe wyniki testów.

Tabela 4

Materiał obrabiany: Stal 15 HGM,

Narzędzie: DWLNR2020K08; WNMG120408-PF,

α*0* =...6○.*, γ0* = …-6○.*,*.., *κr* = …95○., *λs* = …-6○.*,*..,

Obrabiarka: Masterturn 400

Moc obrabiarki: 7.5 kW.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| l.p | Parametry skrawania | | | Składowe siły skrawania [N] | | Moc skrawania [W] | | |
|  | *f*  [mm/obr] | *ap*  [mm] | *vc*  [m/min] | *Fc* | *Ff* | *Pc* | *Pf* | *Pe* |
| 1 | 0,077 | 1 | 200 | 347 | 247 |  |  |  |
| 2 | 0,153 | 535 | 286 |  |  |  |
| 3 | 0,230 | 697 | 309 |  |  |  |
| 4 | 0,307 | 868 | 363 |  |  |  |
| 5 | 0,230 | 0,5 | 200 | 931 | 421 |  |  |  |
| 6 | 1,0 | 697 | 309 |  |  |  |
| 7 | 1,5 | 504 | 208 |  |  |  |
| 8 | 2 | 261 | 94 |  |  |  |

**V. Zadania do samodzielnego wykonania.**

1. Na podstawie przeprowadzonych pomiarów składowych sił skrawania, obliczyć moc skrawania niezbędną do pokonania oporów skrawania w kierunku ruchu głównego *Pc* i posuwowego *Pf* oraz mocą efektywną *Pe*.
2. Wykonać wykresy zależności: *Fc = f(ap); Fc = f(f);   
   Ff = f(ap); Ff = f(f)*.

VI Materiały uzupełniające

Siłomierz piezoelektryczny f-my KISTLER

Trójskładowy siłomierz piezoelektryczny szwajcarskiej firmy KISTLER (rys. 1) umożliwia jednoczesny pomiar trzech składowych wypadkowej siły skrawania: Fx – siły posuwowej, Fy– siły odporowej i Fz – siły obwodowej, w zakresie od –8kN do 8kN. Pomiar składowych sił skrawania dokonywany jest na podstawie wartości ładunku generowanego w kryształach piezoceramicznych, odkształcanych pod wpływem sił skrawania. W tym przypadku sygnał wyjściowy musi być wzmacniany przez wzmacniacz ładunku rys 2). Siłomierz taki posiada możliwość pomiaru wszystkich trzech składowych sił Fc , Ff , Fp.

Wyniki pomiarów sił toczenia wykorzystuje się m.in. do:

• analizy procesu skrawania i jego optymalizacji,

• porównania i optymalizacji strategii obróbkowych,

• określenia skrawalności materiałów,

• analizy mechanizmów zużycia narzędzia,

• weryfikacji modeli i symulacji procesu skrawania.

Wybrane parametry techniczne siłomierza:

⇒ zakres mierzonych sił (Fx, Fy, Fz) -8 ÷ 8kN;

⇒ zakres mierzonych momentów sił (Mx, My) -150 ÷ 150 N·m, (Mz) -300 ÷ 300 N·m;

⇒ liniowość w zakresie pomiarowym 10% - 100% - %/FSO ≤ ±0,3;

⇒ liniowość w zakresie pomiarowym 0% ... < 10% - %/FSO ≤ ±0,5;

⇒ czułość Fx, Fz pC/N ≈ – 26; Fy pC/N ≈ – 13;

⇒ spełnia wymagania klasy IP67;

⇒ umożliwia pomiary w zakresie temperatur -20 °C ÷ 70 °C;

⇒ umożliwia zamocowanie narzędzi do toczenia zewnętrznego; wewnętrznego i obróbki otworów na tokarce;

⇒ płyta montażowa o wymiarach 55x80 mm;

⇒ urządzenie jest skalibrowane dla 1, 10 i 100% zakresu nominalnego.

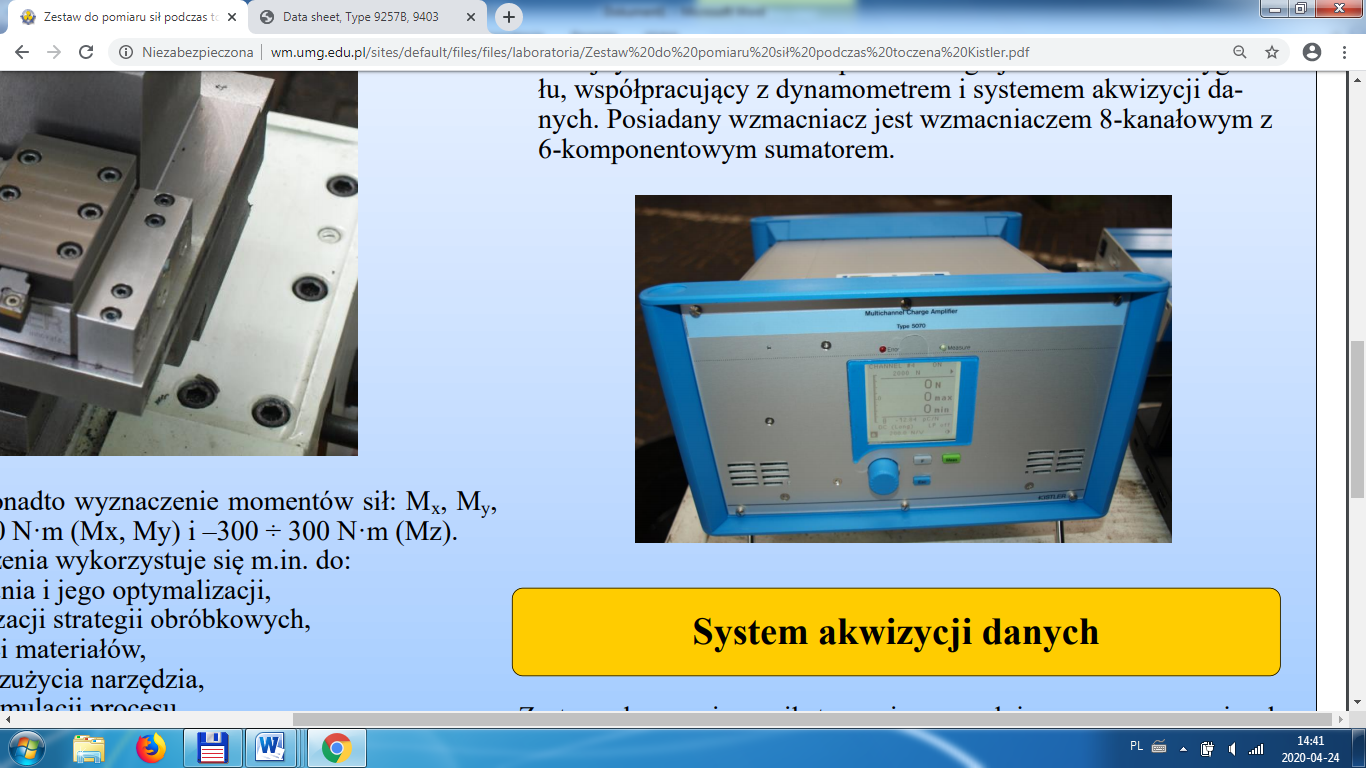
Zestaw do pomiaru sił toczenia uzupełnia oprogramowanie służące do akwizycji i analizy wyników pomiarów Kistler DynoWare. Dane pomiarowe można przedstawić w postaci graficznej i edytowanej.



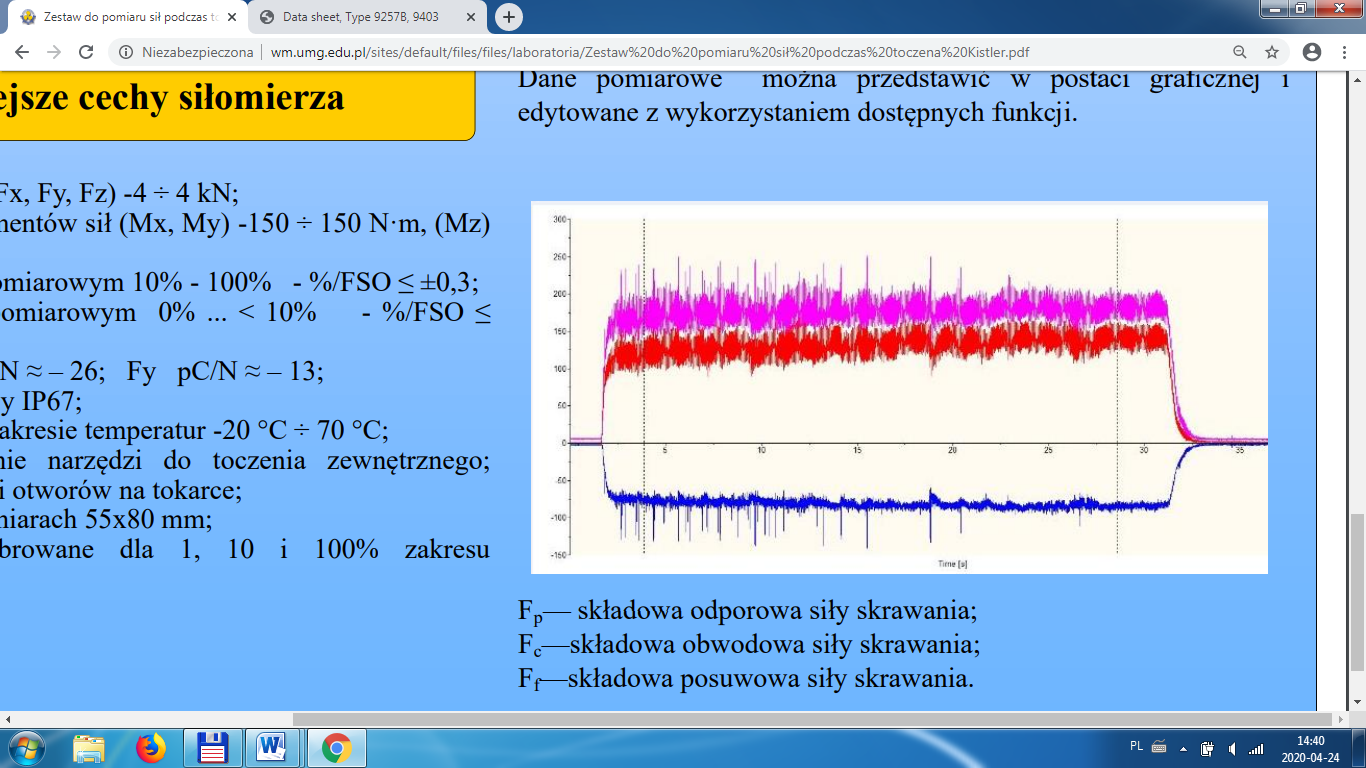
a)

b)

Rys. 1. Widok dynamometru siłomierza Kistler - a); oraz dynamometru wraz z zamontowanym imakiem nożowym oraz nożem tokarskim prawym- b).



Rys. 2. Widok wielokanałowego wzmacniacza ładunku Kistler.



Rys. 3. Przykładowy protokół z zarejestrowanych wartości trzech składowych siły skrawania.

VII. Literatura

* 1. Dmochowski J.: Podstawy obróbki skrawaniem, PWN, Warszawa, 1983.
  2. Grzesik W.: Podstawy skrawania materiałów konstrukcyjnych, WNT, Warszawa, 2019.
  3. Jemielniak K.: Obróbka skrawaniem, PWN, Warszawa, 1998.
  4. Katalogi narzędziowe.
  5. Notatki z wykładów.
  6. Poradnik inżyniera – Obróbka skrawaniem, t.1, WNT, Warszawa, 1991.
  7. Przybylski L.: Strategia doboru warunków skrawania współczesnymi narzędziami, PK, Kraków, 1999.
  8. Wysiecki M.: Nowoczesne materiały narzędziowe stosowane w obróbce skrawaniem, WNT, Warszawa, 1997.