

Wiertarka dentystyczna

(S)

I. Zagadnienia

1. Fizyczne podstawy drgań i fal akustycznych, amplituda, częstotliwość.
2. Podstawy analizy sygnałów (przebieg czasowy, widmo).
3. Pojęcie temperatury i ciepła, sposoby pomiaru temperatury.
4. Mechanizmy transportu ciepła (przewodnictwo cieplne, konwekcja, promieniowanie).
5. Prędkość obrotowa. Zasada działania turbiny stomatologicznej. Turbiny w stomatologii.

II. Zadania

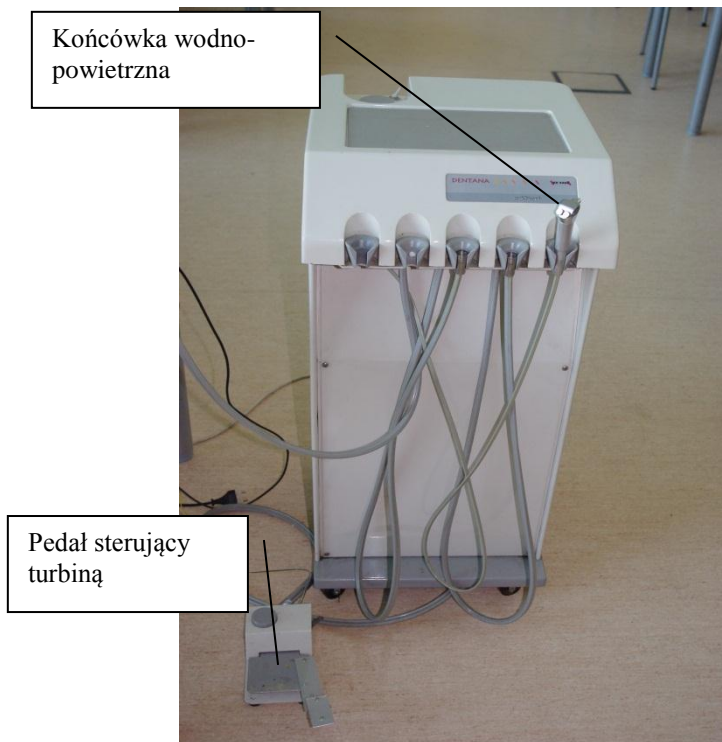
1. Badanie prędkości obrotowej wiertła nieobciążonego w funkcji czasu.
2. Zależność prędkości obrotowej wiertła od siły nacisku.
3. Badanie rozkładu temperatury na powierzchni fantomu w funkcji odległości od źródła ciepła (punktu przyłożenia wiertła).
4. Określenie efektywności chłodzenia powietrzem i cieczą w trakcie wiercenia.

III. Wykonanie ćwiczenia

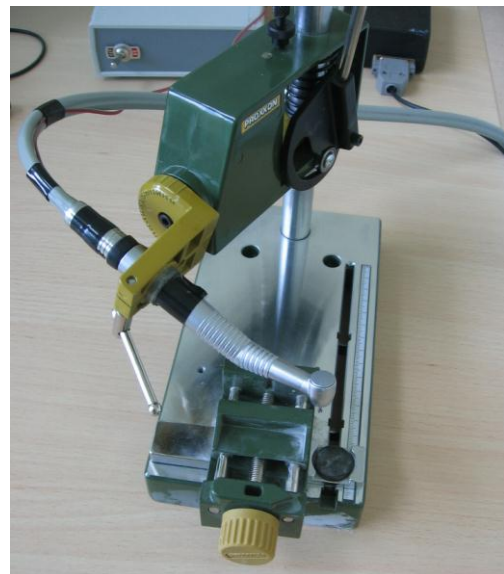
1. Badanie prędkości obrotowej wiertła nieobciążonego w funkcji czasu.

Podstawę układu pomiarowego stanowi unit stomatologiczny *Dentana Kr 9400* wraz z końcówką szybkoobrotową wyposażoną w wiertło (Rys. 1). Prędkość obrotowa turbinki sterowana jest za pomocą pedału. Unit wyposażony jest także w końcówkę wodno-powietrzną. Dodatkowe wyposażenie stanowi czujnik prędkości obrotowej zamontowany na końcówce (Rys. 2) oraz czujnik nacisku na pedał sterujący. Końcówkę obrotową z wiertłem umieszczono w statywie (Rys.2).

UWAGA. Wszelkie manewry końcówką wiertniczą wykonujemy używając rączki od statywu. Nie wolno wyciągać końcówki ze statywu !!!



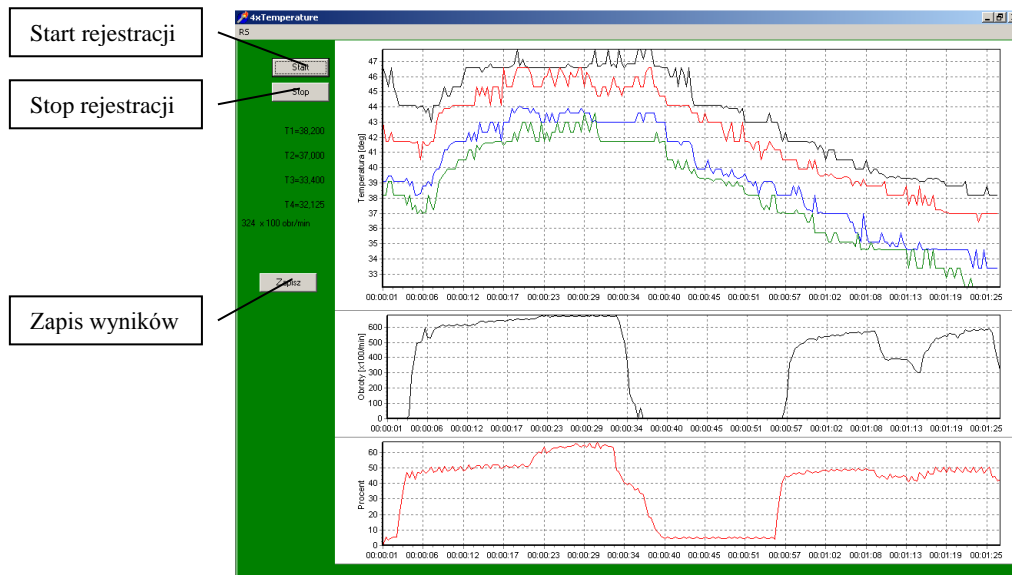
Rys.1 Unit stomatologiczny



Rys.2 Statyw wraz z końcówką obrotową

Prędkość obrotowa wiertła, nacisk na pedał sterujący turbiną oraz temperatura rejestrowane są przez aplikację *TempvsObrot*. Okno programu pokazano na rysunku 3.

Celem pierwszej części ćwiczenia jest obserwacja zależności prędkości obrotowej wiertła w funkcji czasu oraz nacisku na pedał sterujący.



Rys.3 Okno programu *TempvsObrot*.

Wykonanie pomiarów:

- włączyć unit stomatologiczny;
- uruchomić program *TempvsObrot*;
- wcisnąć przycisk *Start*;
- zarejestrować zmiany prędkości obrotowej wiertła powoli i jednostajnie zmieniając siłę nacisku na pedał sterujący turbiną (nacisk na pedał wyrażony jest na wykresie w procentach), zarejestrować przebieg zmian prędkości obrotowej.
- zapisać zarejestrowany sygnał (*Stop*->*Zapisz*);
- naciskając ze stałą maksymalną siłą na pedał napędzający turbinę (nacisk około 100%) zarejestrować kilkuminutowy sygnał prędkości obrotowej wiertła w czasie;
- zapisać zarejestrowany sygnał (*Stop*->*Zapisz*);
- uruchomić program *Statistica*;
- zaimportować zarejestrowane sygnały do 7 kolumn, I kolumna czas [s], II – V kolumna wartości temperatur zmierzonych przez układ czujników [$^{\circ}\text{C}$], VI kolumna obroty wiertła [obrot/min], VII kolumna – nacisk na pedał sterujący [%].
- wykonać wykres zależności prędkości obrotowej od nacisku na pedał sterujący;
- wykonać wykres zależności prędkości obrotowej od czasu;
- oszacować na podstawie wykresów minimalną i maksymalną prędkość obrotową;

2. Zależność prędkości obrotowej wiertła od siły nacisku.

Celem tej części ćwiczenia jest jakościowa analiza zachowania się wiertła w funkcji czasu w zależności od różnej siły nacisku wiertła na fantom.

Wykonanie pomiarów:

- zarejestrować zmiany prędkości obrotowej wiertła w czasie, zmieniając siłę nacisku wiertła na fantom (wiercenie w płytce), aż do momentu zatrzymania wiertła przy maksymalnym nacisku na pedał sterujący;
- wykonać wykres zależności prędkości obrotowej od czasu;

3. Badanie rozkładu temperatury na powierzchni fantomu w funkcji odległości od źródła ciepła

Obracające się wiertło turbinki przyłożone do materiału fantomu podlega tarcia. Energia kinetyczna wiertła zamieniona zostaje w ciepło, czego skutkiem jest wzrost temperatury w pobliżu miejsca przyłożenia turbiny. Transport ciepła pomiędzy poszczególnymi punktami fantomu odbywa się głównie na drodze przewodnictwa. Ilość energii cieplnej przepływającej w ciągu jednej sekundy przez jednostkę powierzchni prostopadłej do kierunku przepływu, nazywamy gęstością strumienia energii Φ [W/m²]. Jeśli przepływ ciepła odbywa się pomiędzy dwiema powierzchniami o różnych temperaturach T_0 i T_1 odległymi o skończoną długość l [m] to ilość przepływającej energii ψ [W] wyrażona jest wzorem:

$$\psi = S \frac{\lambda}{l} \Delta T \quad (1)$$

gdzie S [m²] jest średnią wartością pola przekroju poprzecznego płytki, λ to przewodnictwo cieplne właściwe wyrażone w W/m/K.

Do pomiaru rozkładu temperatury na powierzchni fantomu w trakcie wiercenia służy płytka wyposażona w cztery czujniki temperatury PT100 (Rys. 4). Są to oporniki cienkowarstwowe składające się z płytki ceramicznej z napyłoną warstwą materiału oporowego (platyna) i zakończone wyprowadzeniami. Czujniki oddalone są od siebie o pewną odległość. Materiał, z którego wykonano fantom dobrano tak, aby jego parametry termiczne zbliżone były do parametrów powszechnie stosowanych protez stomatologicznych.



Rys. 4 Płytkę pomiarową z czujnikami temperatury.

UWAGA. Płytkę pomiarową wraz z czujnikami stanowi bardzo delikatny element, łatwo ulegający uszkodzeniu. Prosimy o ostrożne traktowanie !!!

Czujniki znajdujące się na płytce oznaczono cyframi od 1 do 4. Wartości temperatur rejestrowanych przez odpowiednie czujniki oznaczono w programie *TempvsObrot* następującymi kolorami: 1 – niebieski, 2 – czerwony, 3 – zielony, 4 – czarny.

Odległości poszczególnych czujników od siebie wynoszą 4.30 mm. Układ czujników poprzez interfejs połączono z portem szeregowym komputera. Rejestracja temperatury odbywa się jednocześnie dla czterech czujników. Okno programu *TempvsObrot* obsługującego zestaw termorezystorów przedstawiono na Rys.3

Wykonanie pomiarów:

- umieścić fantom w imadle;
- nawiercać fantom jak najbliżej czujnika 1, **uważając jednocześnie, aby nie uszkodzić układu z sensorami;**
- rejestrować przebieg zmian temperatury w czasie do uzyskania stanu równowagi (osiągnięcie maksymalnej temperatury) używając programu *TempvsObrot*
- zapisać wyniki (Rys.3);
- zaimportować zarejestrowany sygnał do programu *Statistica*,

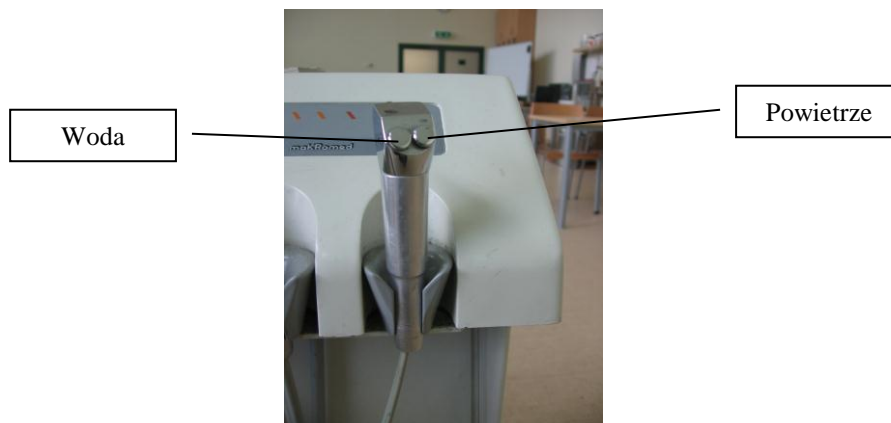
Czujniki rejestrują przyrost temperatury względem temperatury otoczenia; aby wyznaczyć bezwzględny przyrost temperatury na fantomie konieczna jest korekta wartości

zarejestrowanych temperatur. W tym celu należy odjąć w kolumnie reprezentującej wartości temperatur z danego czujnika najmniejszą zarejestrowaną przez dany czujnik temperaturę (Instrukcja programu *Statistica*). Wyniki bezwzględnych przyrostów temperatury dla każdego czujnika zapisać w czterech nowych kolumnach.

- używając programu *Statistica* wykonać wykres zależności zmian przyrostu temperatury od czasu dla wszystkich czujników jednocześnie;
- odczytać maksymalne zmiany przyrostu temperatury dla każdego czujnika i wykonać wykres zależności maksymalnej zmiany przyrostu temperatury w funkcji odległości od źródła (punktu nawiercania);
- oszacować ilość energii przepływającej pomiędzy dwoma skrajnymi czujnikami temperatury (1 i 4) (równanie (1)). Przyjąć $\lambda = 1 \text{ W/m/K}$.

4. Określenie efektywności chłodzenia powietrzem lub cieczą w procesie wiercenia.

Celem tego etapu ćwiczenia jest zbadanie rozkładu temperatury w funkcji odległości od źródła podczas wiercenia z zastosowaniem chłodzenia powietrzem lub cieczą. Elementem chłodzącym jest końcówka wodno-powietrzna wyposażona w dwa przyciski (Rys. 5).



Rys. 5 Końcówka wodno-powietrzna

Wykonanie pomiarów:

- powtórzyć procedurę pomiarową z poprzedniego rozdziału dmuchając powietrzem lub nakładając krople wody w nawiercane miejsce;
- wykonać wykres zależności zmian przyrostu maksymalnej temperatury w funkcji odległości od źródła z chłodzeniem i bez chłodzenia;
- oszacować ilość energii przepływającej pomiędzy dwoma skrajnymi czujnikami temperatury;
- porównać i zinterpretować otrzymane wartości;

IV. Sprawozdanie (szablon wiertarka.dotx).

1. Wykres zależności prędkości obrotowej od czasu podczas zmieniającej się siły nacisku na pedał sterujący.
2. Wykres zależności prędkości obrotowej od czasu z maksymalnym naciskiem na pedał sterujący.
3. Wykres zależności prędkości obrotowej od czasu dla wiertła obciążonego.
4. Porównanie wykresów charakterystyki prędkości obrotowej wiertła w różnych warunkach oraz komentarz.
5. Wykres zarejestrowanych przez czujniki przyrostów temperatury w czasie.
6. Wykres maksymalnej zmiany przyrostu temperatury w funkcji odległości od źródła.
7. Wykresy zarejestrowanych przez czujniki przyrostów temperatury w czasie w procesie wiercenia chłodzonego powietrzem lub cieczą.
8. Wykres zależności maksymalnej wartości przyrostu temperatury w funkcji odległości od źródła dla wiercenia bez chłodzenia i z chłodzeniem.
9. Oszacowanie ilości energii przepływającej przez fantom dla wiercenia bez chłodzenia i z chłodzeniem wraz z komentarzem.

V. Instrukcje

1. Instrukcja programu *Statistica*