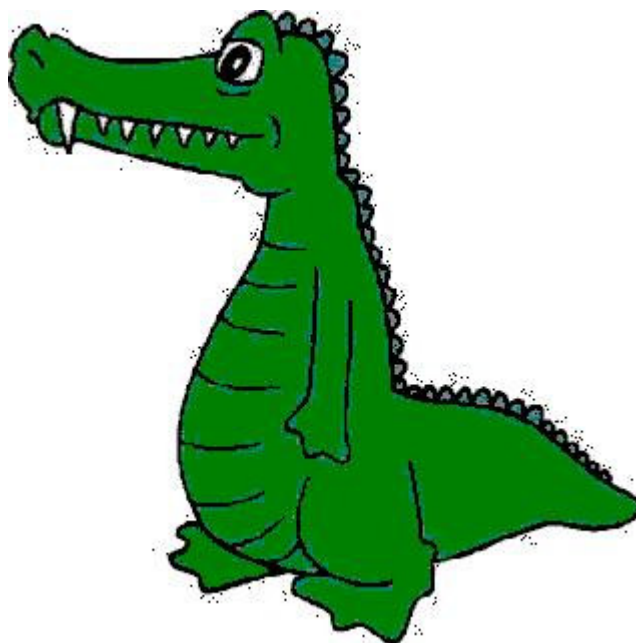


Instrukcja obsługi programu



MIKODYL

dla Windows 95 / 98 / NT / 2000 / XP / VISTA etc.

FREEWARE

Przedmowa*

Instrukcja ta opracowana została przez nasz Zakład w celu umożliwienia Wam właściwego wykorzystania programu “MIKODYL” – zgodnie z jego przeznaczeniem. Zapoznanie z jej treścią personelu bezpośrednio zatrudnionego przy instalacji, uruchomieniu i eksploataowaniu programu to podstawowy obowiązek Zakładu otrzymującego program.

Dokładne wykonywanie wszystkich naszych zaleceń ujętych niniejszą instrukcją bezwzględnie wpłynie dodatnio na wskazania oraz żywotność programu.

Życzymy Wam jak najlepszej pracy na otrzymanym programie “MIKODYL”.

Elektronika Jądrowa

Kraków

*Opracowana na podstawie “Przedmowy” do instrukcji obsługi twardościomierza “ŁUCZNIK” z 1961 roku produkcji Zakładów Metalowych im. Gen. Waltera w Radomiu

Przeznaczenie

Program “MIKODYL” przeznaczony jest do sterowania temperaturą pieca z reaktorem chemicznym oraz jednoczesnego odczytu i gromadzenia danych z dylatometru. Jest niejako zespoleniem w jedno urządzenie komputerowego systemu akwizycji danych ze sterownikiem “PC-PID” autorstwa naszej firmy.

Główny cel przygotowania tego programu to wykonywanie eksperymentów dylatometrycznych. Cel ten realizuje się przy pomocy poleceń zawartych w menu Mmeasurement.

Innym zastosowaniem programu jest obróbka termiczna substratów – wystarczy odpowiednio ustawić aparaturę i zaprogramować przebiegi temperaturowe. Przydatne do tego polecenia zawiera menu Mmeasurement /Heating.

Porządek czynności

Przeprowadzenie typowego eksperymentu dylatometrycznego składa się z następujących etapów:

1. włączenie aparatury (komputer, dylatometr, gaz chłodzący) i odczekanie kilkudziesięciu minut na ustabilizowanie się wskazań, szczególnie z dylatometru.
2. ustawienie linii zerowej na wartość możliwie bliską 0
3. dobranie wzmocnienia dylatometru tak, by najwyższe spodziewane wydłużenie nie przekroczyło górnej granicy rejestracji (wskazanie +2047)
4. przemyślenie warunków eksperymentu i właściwe zaprogramowanie przebiegów temperatury, tj. prędkości narostów, temperatur końcowych, czasów wygrzewania w stałych temperaturach, częstości próbkowania sygnału dylatometru.
5. uruchomienie pomiaru
6. dorywcza kontrola przebiegu eksperymentu (wskazania temperatury, wielkość przesunięć dylatometru) wraz z okresowym zapisywaniem zebranych danych na dysk
7. po skończonym pomiarze zapisanie zebranych danych
8. wyłączenie aparatury, odcięcie gazu chłodzącego, schłodzenie pieca

Cechy użytkowe programu

- zakres temperatur pieca **-200..+1200°C**
- zakres prędkości narostu / opadania temperatury **0.01 .. 1200°C/s**
0.6 .. 72000°C/min
- zakres czasów wygrzewania **0 .. 10080 min (7 dób)**
- zakres nastaw parametrów PID
 - P : **0 .. 100 %/°C**
 - I : **1 .. 999 s**
 - D : **0 .. 240 s**
- pojemność bufora okrężnego na historię temperatury pieca **100000 punktów**
- okres zapamiętywania historii temperatury **>= 1 s**
- zapis do pliku kontrolnego pełnej historii temperatur pieca, setpointu i mocy grzania
- jednoczesne wykreślanie przebiegów temperatury pieca i setpointu w funkcji czasu
- powiększanie wykresu dla obejrzenia szczegółów przebiegu
- przeglądanie wykresów z użyciem ruchomego markera i wyświetlaniem wartości liczbowych w punkcie pomiarowym wskazywanym przez marker
- maks. ilość punktów pomiarowych **limitowana dostępną pamięcią operacyjną**
- zakres okresów próbkowania przebiegów dylatometrycznych **0.05 .. 60 s**
- maks. ilość segmentów narostu temperatury i wygrzewania **4**
- możliwość włączania i wyłączania próbkowania sygnału DIL dla poszczególnych etapów narostu temperatury i wygrzewania
- możliwość zadawania różnych okresów próbkowania sygnału DIL dla poszczególnych etapów narostu temperatury i wygrzewania
- możliwość wykreślania przebiegu sygnału DIL w funkcji czasu bądź temperatury próbki
- brak ograniczeń licencyjnych programu (*freeware*)

Zasada działania

Program MIKODYL współpracuje z kartą pomiarową PCI-1800L firmy ICP DAS.

Jest to 12-bitowa, 8-wejściowa karta przetwornika A/C, wyposażona we wzmacniacz o programowanym wzmacnieniu, 2 kB bufor wyników pomiarowych, dwa 12-bitowe przetworniki C/A oraz 16 wejść i 16 wyjść cyfrowych w standardzie TTL. Karta ta służy do :

- pomiaru napięcia z czujnika przesunięć dylatometru (+1V)
- pomiaru napięcia z termopary typu K w piecu (-4.3 .. +48 mV)
- pomiaru napięcia z czujnika temperatury otoczenia (10 mV/°C)
- wysyłania do tyrystorowego, fazowego regulatora wartości mocy grzewczej pieca (0..+5V)

Program MIKODYL składa się z 3 modułów :

1. moduł akwizycji danych z dylatometru
2. moduł regulacji temperatury wg algorytmu PID
3. moduł koordynujący pracę modułów 1 i 2

Moduł akwizycji bez przerwy odczytuje i wyświetla wartość napięcia z czujnika dylatacji. Pozwala to m.in. śledzić i korygować położenie linii bazowej dylatometru jeszcze przed uruchomieniem pomiaru. Podczas pomiaru dane z modułu akwizycji są zapamiętywane przez moduł koordynujący w dynamicznej tablicy danych pomiarowych.

Moduł regulacji temperatury wylicza niezbędną moc grzewczą w taki sposób, by temperatura pieca (*Temp*) była jak najbardziej zbliżona do temperatury zadanej (*Setpoint*). Wyliczenia są przeprowadzane wg algorytmu PID.

Wyliczona moc grzania o zakresie 0 .. 100% wysyłana jest do tyrystorowego, fazowego regulatora mocy jako napięcie analogowe o zakresie 0..+5V.

Moduł koordynujący na podstawie zaprogramowanego przez użytkownika algorytmu pomiarowego wyznacza przebiegi czasowe temperatury zadanej i co 1 sekundę wysyła wyliczoną wartość *setpointu* do modułu regulacji, a także włącza i wyłącza gromadzenie danych z dylatometru.

Instalacja programu

Program w postaci zestawu plików :

MIKO_DYL.EXE
zlportio.sys
manual_mikodyl.PDF

kopiuje się do dowolnego katalogu na dysku komputera. Następnie należy utworzyć na pulpicie skrót do MIKO_DYL.EXE i ustawić we “Właściwościach” domyślny katalog roboczy, w którym będą przechowywane pliki danych wejściowych i wyjściowych.

Obsługa programu

Program obsługuje się wybierając z menu potrzebne opcje myszką lub klawiaturą. Każda opcja ma tzw. “gorący klawisz”, który w połączeniu z klawiszem *ALT* szybko uruchamia żadaną akcję. Niektóre opcje w podmenu są zaznaczone **pogrubioną czcionką**. Są to tzw. “opcje domyślne”. Po szybkim, dwukrotnym kliknięciu w opcję z menu nadrzędnego zostanie z podmenu wybrana opcja domyślna. Przyspiesza to znacznie dostęp do częściej używanych funkcji programu.

Jeszcze szybszy dostęp do najpotrzebniejszych funkcji zapewniają “skróty klawiszowe”, czyli jednoczesne wciśnięcie klawisz *CTRL* i odpowiedniej litery. Można tak m.in. szybko zapisać na dysk dane pomiarowe (*CTRL + S*), włączyć na wykresie przebieg temperatury pieca (*CTRL + P*), itp.

Po uruchomieniu programu rozpoczyna się nieustanny odczyt danych z dylatometru i termopary oraz zapamiętywanie historii temperatury wraz z rysowaniem wykresu temperatury od czasu. Dla prawidłowego działania algorytmu PID konieczna jest znajomość ostatnich 4-ech wartości temperatury, toteż program nie od razu jest gotowy do pracy, co zaznacza się nieaktywnością niektórych opcji w menu.

1. *File --> List History* - wyświetlenie wartości liczbowych historii termicznej

Otwiera się okienko edytora tekstu, a w nim wyświetla się zawartość pliku z historią termiczną układu. Danych nie można zmieniać, można je tylko przeglądać.

Każde uruchomienie programu MIKODYL powoduje utworzenie pliku HISTORY.DAT, a w nim w 4 kolumnach cyklicznie zapisywane są następujące parametry :

1. czas [s]
2. setpoint [°C]
3. temperatura pieca [°C]
4. moc grzania [%]

Prócz tego pierwsza i ostatnia linia w pliku zawierają odpowiednio czas uruchomienia i czas zakończenia działania programu MIKODYL :

```
Start :      Śr.      29-09-2008      10:12:24
      4.00      22.32      22.32      0.0
      8.00      22.33      22.33      0.0
     12.00      22.31      22.31      0.0
.....
.....
     96.16     30.51      22.31      4.5
    100.16     31.18      22.31      5.0
    104.16     31.85      22.33      5.5
    108.16     32.51      22.29      6.5
Finish :      Śr.      29-09-2008      10:14:23
```

Temperature History Listing				
File Edit Search				
Start :	Sr.	15-10-2008	14:53:01	
4.00	8888.8	8888.8	0.0	
5.00	8888.8	8888.8	0.0	
6.00	8888.8	8888.8	0.0	
7.00	8888.8	8888.8	0.0	
8.00	8888.8	8888.8	0.0	
9.00	8888.8	8888.8	0.0	
10.00	8888.8	8888.8	0.0	
11.03	8888.8	8888.8	0.0	
12.03	8888.8	8888.8	0.0	
13.03	8888.8	8888.8	0.0	
14.03	8888.8	8888.8	0.0	
15.03	8888.8	8888.8	0.0	
16.03	8888.8	8888.8	0.0	
17.03	8888.8	8888.8	0.0	
18.03	8888.8	8888.8	0.0	
19.03	8888.8	8888.8	0.0	
20.03	8888.8	8888.8	0.0	
21.03	8888.8	8888.8	0.0	
22.03	8888.8	8888.8	0.0	
23.03	8888.8	8888.8	0.0	
24.03	8888.8	8888.8	0.0	
25.03	8888.8	8888.8	0.0	
26.03	8888.8	8888.8	0.0	
27.03	8888.8	8888.8	0.0	
Row : 1		Column : 1		

Poprzednie pliki historii są przemianowywane wg następującego schematu :

```

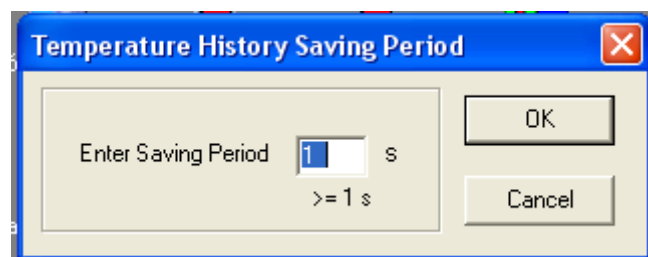
HISTORY.DAT --> HISTORY0.DAT
HISTORY0.DAT --> HISTORY1.DAT
HISTORY1.DAT --> HISTORY2.DAT
HISTORY2.DAT --> HISTORY3.DAT
HISTORY3.DAT --> HISTORY4.DAT
HISTORY4.DAT --> HISTORY5.DAT
HISTORY5.DAT --> HISTORY6.DAT
HISTORY6.DAT --> HISTORY7.DAT
HISTORY7.DAT --> HISTORY8.DAT
HISTORY8.DAT --> HISTORY9.DAT
HISTORY9.DAT --> usuwany z dysku

```

Dzięki temu użytkownik przez długi czas ma szansę skopiować interesujący go plik do archiwum.

2. File--> Saving period - wybór okresu zapisywania historii termicznej

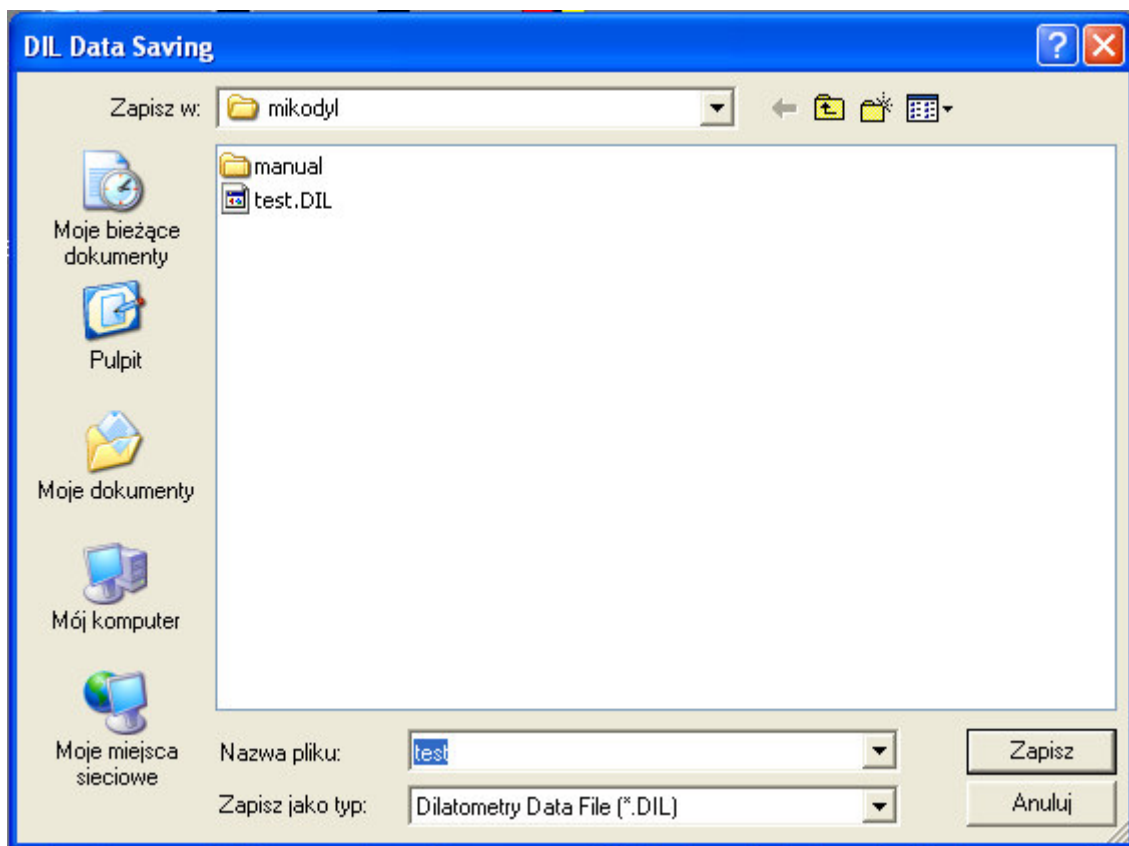
Użytkownik może określić, co ile sekund do pliku historii termicznej HISTORY.DAT mają być dopisywane nowe dane. Najkrótszy okres to 1 sekunda.



The dialog box titled "Temperature History Saving Period" contains a text input field with the value "1" and the unit "s". Below the input field, it says ">= 1 s". There are "OK" and "Cancel" buttons on the right side of the dialog.

3. File--> Save Meas As - zapis danych pomiarowych na dysk do pliku o wybranej nazwie

Pojawia się standardowe okienko windowsowe do wyboru nazwy pliku, dysku i katalogu, w którym ma zostać zapisany plik z danymi pomiarowymi MIKODYL.

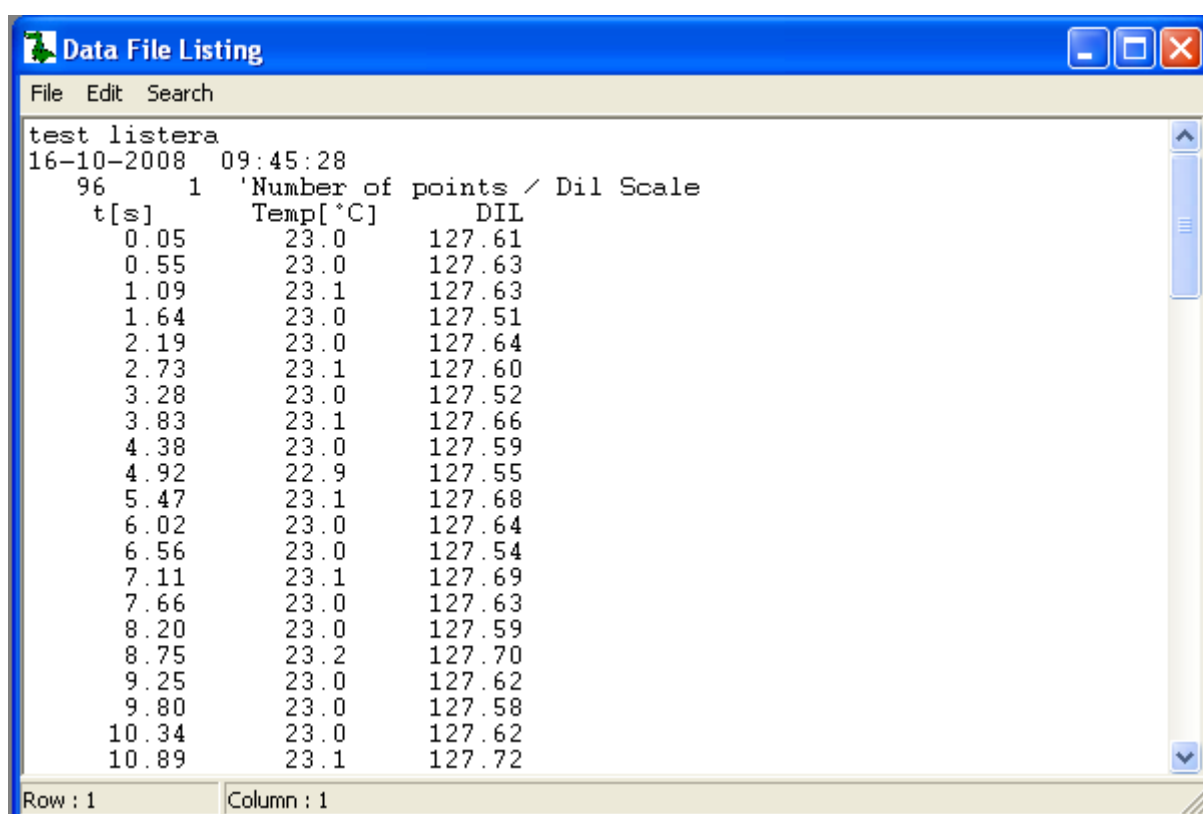


4. File--> Save Meas Ctrl+S - zapis danych pomiarowych do pliku na dysk

Dane pomiarowe są zapisywane do pliku, którego nazwa i miejsce w strukturze dysków i katalogów zostało zdefiniowane w opcji File--> Save Meas As. Skrót klawiszowy Ctrl+S pozwala rozpocząć tę operację bardzo szybko.

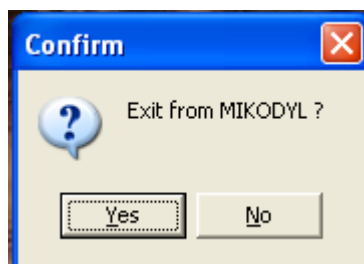
5. File--> List M eas - wyświetlenie zawartości pliku z danymi pomiarowymi

Otwiera się okienko edytora tekstu, a w nim wyświetla się zawartość pliku z danymi pomiarowymi. Danych nie można zmieniać, można je tylko przeglądać.

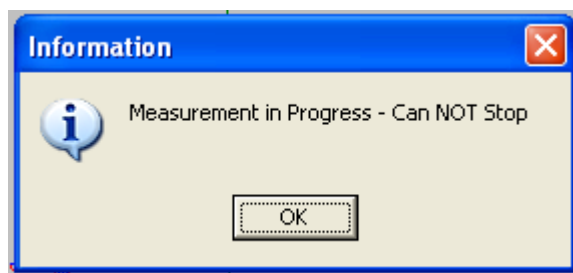


6. File--> Exit - zakończenie pracy programu MIKODYL

Program zakończy pracę, gdy użytkownik potwierdzi swą wolę klikając w guzik "Yes"

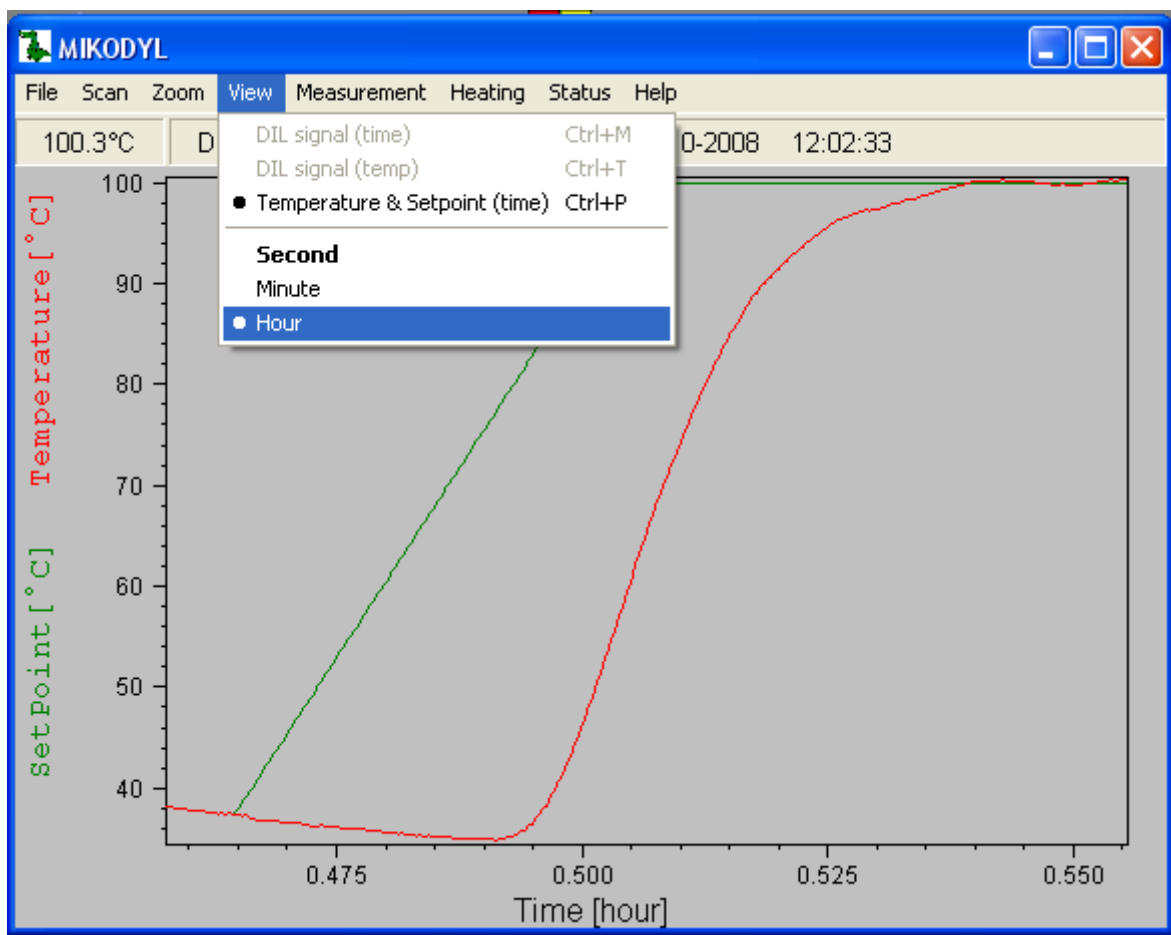


Jeśli trwa pomiar, to opcja File--> Exit jest zablokowana. Próba zakończenia pracy przez naciśnięcie klawiszy *Alt + F4* lub ikonki  skutkuje wyświetleniem komunikatu :



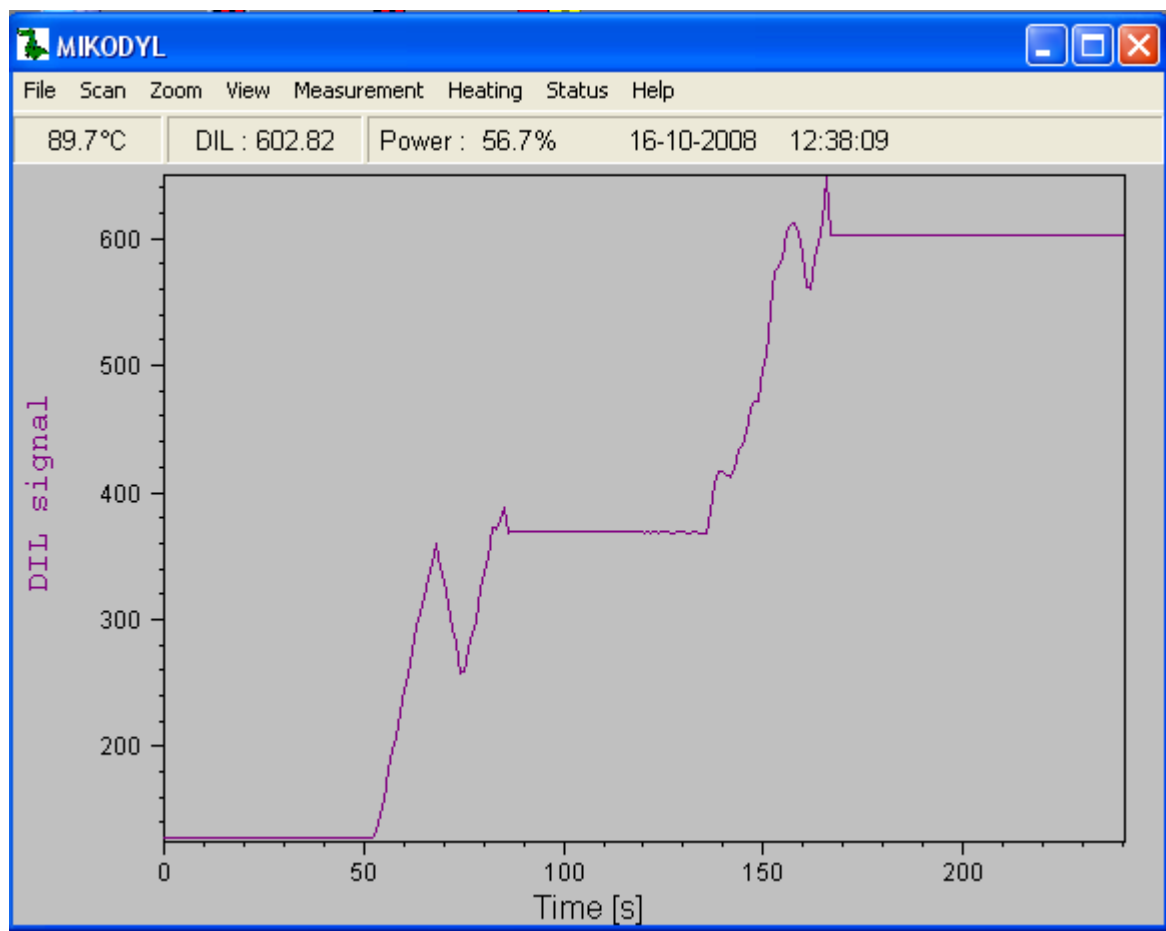
7. View --> Temperature & Setpoint (time) *Ctrl+P* - wykresanie historii termicznej układu

Jest to podstawowy tryb pracy programu pozwalający śledzić na bieżąco zachowanie się układu grzewczego, dobierać parametry PID i oceniać poprawność ich doboru. Punkty na wykresie są dorysowywane co 1 sekundę i mieści się ich nie więcej niż 100000. Korzystając z opcji Zoom --> Select można odciąć część punktów początkowych i wykreślać resztę na całej szerokości wykresu.



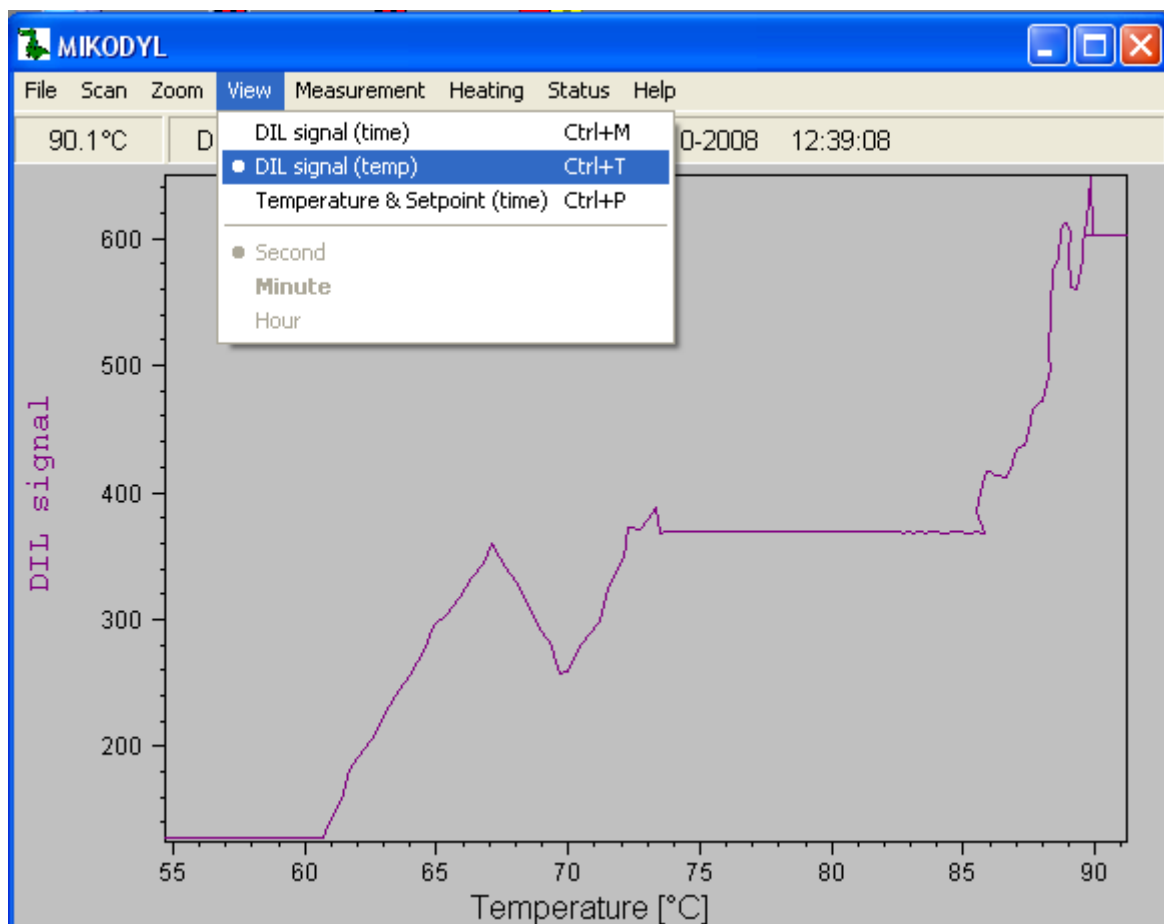
8. View --> DIL signal (time) Ctrl+M - wykreślanie danych pomiarowych w funkcji czasu

Po uruchomieniu pomiaru z dylatometru można w tym trybie obejrzeć wykres zbieranych danych pomiarowych. Korzystając z opcji Zoom --> Select można odciąć część punktów początkowych i wykreślać resztę na całej szerokości wykresu.



9. View --> DIL signal (temp) Ctrl+T - wykreślanie danych pomiarowych w funkcji temperatury pieca

W tym trybie pracy można łatwo określić położenia charakterystycznych punktów dylatometrycznych w dziedzinie temperatury próbki. Dla wytrawnego eksperymentatora od razu staje się jasne, czy pomiar idzie prawidłowo, a wyniki są zbliżone do spodziewanych.



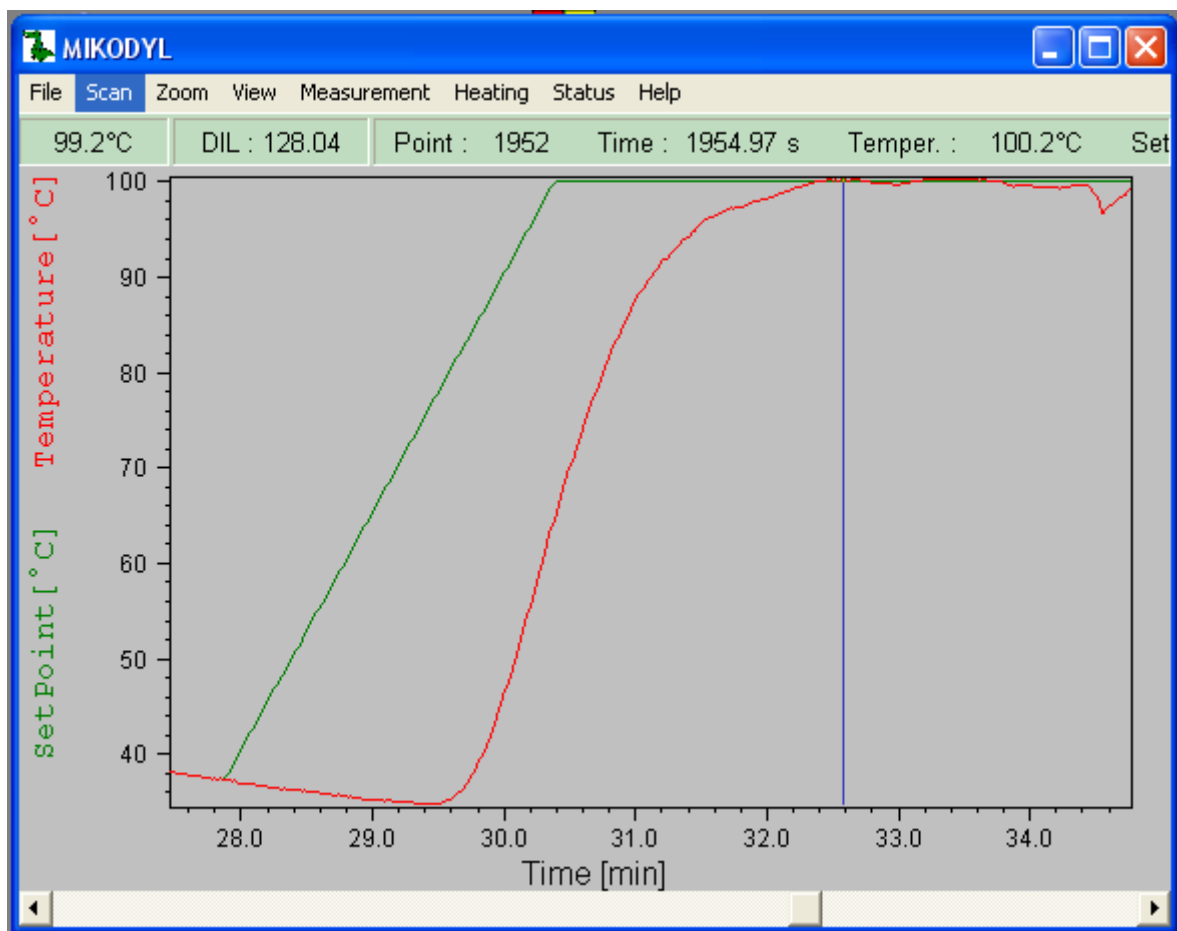
10. View --> Sec - wybór jednostek czasu na osi poziomej wykresu
 --> Min
 --> Hour

11. Scan - przeglądanie wykresu

Na wykresie pojawia się ruchomy marker przemieszczany suwakiem na dole okienka. Na zielonym tle paska statusu wyświetlane są współrzędne punktu pomiarowego wskazywanego przez marker. Współrzędne te zależą od rodzaju skanowanego wykresu.

Dla wykresu temperatury i setpointu w funkcji czasu są to : numer punktu, czas, temperatura pieca, setpoint.

Dla wykresu danych pomiarowych są to : numer punktu, czas, temperatura pieca, wielkość sygnału DIL



12. Zoom --> Sector - powiększanie wybranego fragmentu widma

Na wykresie pojawia się pionowy, ruchomy marker przemieszczany suwakiem na dole okienka. Należy tak ustawić marker, by interesujący fragment wykresu znalazł się na prawo od markera i nacisnąć guzik "Zoom". Fragment zostanie narysowany na całym obszarze wykresu. Operację można powtarzać wycinając coraz mniejszy kawałek wykresu.

14. Zoom --> All - powrót do wykreślania całego widma

Jest to operacja przywracająca wgląd na całość widma i pozwalająca wybierać inny fragment do powiększeń.

15. Measurement --> Parameters - definiowanie parametrów pomiaru

Zestaw poleceń zawartych w menu Measurement służy do przeprowadzania pomiarów dylatometrycznych oraz do uzyskiwania złożonych przebiegów temperaturowych.

Pomiar składa się z maksymalnie 4-ech segmentów, w których określamy przebiegi temperatury i sposoby zbierania danych z dylatometru. Należy wypełnić poszczególne pola wyświetlonego formularza i wcisnąć jeden z guzików OK.

Znaczenia pól są następujące :

- Measurement's Title - dowolny opis pomiaru zamieszczany jako pierwsza linia w pliku danych. Pozwala łatwiej zorientować się, co było przedmiotem badań. **UWAGA: nie mylić tytułu pomiaru z nazwą pliku danych !**
- DIL Scale - wybór nastawionej guzikami skali wzmacniacza dylatometru, koniecznej do obliczania rzeczywistego wydłużenia próbki
- Segment ON - zaznaczenie kwadracika pozwala na zdefiniowanie danego segmentu pomiarowego. Tylko zaznaczony segment jest wykonywany przez program pomiarowy.
- Slope [C/min] - prędkość zmiany temperatury od wartości bieżącej do docelowej
- Temperature [C] - docelowa wartość temperatury
- Soak Time [min] - czas wygrzewania w temperaturze docelowej

- Sampling ON - zaznaczenie kwadracika skutkuje zbieraniem danych z dylatometru podczas wykonywania danej fazy sterowania temperaturą. Jeśli podczas którejś fazy grzania dane z dylatometru nie są dla nas interesujące, to odpowiadającego jej kwadracika nie zaznaczamy.
- Sample Rate [s] - odstęp czasu między zbieranymi punktami pomiarowymi. Ten parametr wpływa na gęstość próbkowania sygnału z dylatometru. Należy oszacować spodziewane największe szybkości przemian [sek] i ustawić okres próbkowania około 20 razy krótszy.
- Heating - wybór sposobu grzania pieca
 - Hard Linear - setpoint kontynuuje ruch liniowy w górę, dopóki temperatura nie osiągnie nastawionej wartości docelowej. W momencie osiągnięcia tej wartości grzanie wyłącza się i pomiar się kończy. Temperatura z rozpędu zwykle znacznie przekracza nastawioną wartość, ale za to w zakresie pomiaru jej przebieg jest cały czas liniowy. Niemożliwe jest dalsze wygrzewanie próbki, ani realizacja kolejnych segmentów.

Measurement Parameters

Test dylatometru

Measurement's Title

1 segment

100 Temperature [°C] 1 Soak Time [min]

10 Slope [°C/min] ☒ Sampling ON 1 Sample Rate [s]

0.5 Sample Rate [s]

Heating ☐ Softly ☒ Hard Linear

☒ Segment ON

2 segment

222 Temperature [°C] 3 Soak Time [min]

10 Slope [°C/min] ☒ Sampling ON 5 Sample Rate [s]

1 Sample Rate [s]

☐ Segment ON

3 segment

333 Temperature [°C] 5 Soak Time [min]

5 Slope [°C/min] ☒ Sampling ON 2 Sample Rate [s]

☒ Segment ON

DIL Scale

☒ 1 ☐ 2 ☐ 5 ☐ 10 ☐ 40 ☐ 50 ☐ 100

OK Cancel

OK Cancel

- Softly - setpoint po dojściu do nastawionej wartości docelowej zatrzymuje się, a temperatura łagodnie dochodzi do wartości ustalonej. Możliwe jest następnie wygrzewanie próbki przez ustalony czas i realizacja kolejnych segmentów.

Zanim temperatura dojdzie do nastawionego Setpointu i będzie można rozpocząć wygrzewanie (Soak) mija pewien czas zwany dociąganiem (Pull). Trwa on tak długo, aż różnica między temperaturą aktualną, a zadaną do wygrzewania stanie się mniejsza niż 0.1%. Dopiero wtedy rozpocznie się odliczanie czasu wygrzewania.

Measurement Parameters

Test dylatometru

Measurement's Title

1 segment

500 Temperature [°C] 30 Soak Time [min]

10 Slope [°C/min] ☒ Sampling ON 2 Sample Rate [s]

0.5 Sample Rate [s]

☒ Segment ON

Heating
☒ Softly ☐ Hard Linear

2 segment

1000 Temperature [°C] 60 Soak Time [min]

10 Slope [°C/min] ☒ Sampling ON 5 Sample Rate [s]

0.5 Sample Rate [s]

☒ Segment ON

3 segment

333 Temperature [°C] 5 Soak Time [min]

5 Slope [°C/min] ☒ Sampling ON 2 Sample Rate [s]

☒ Segment ON

DIL Scale

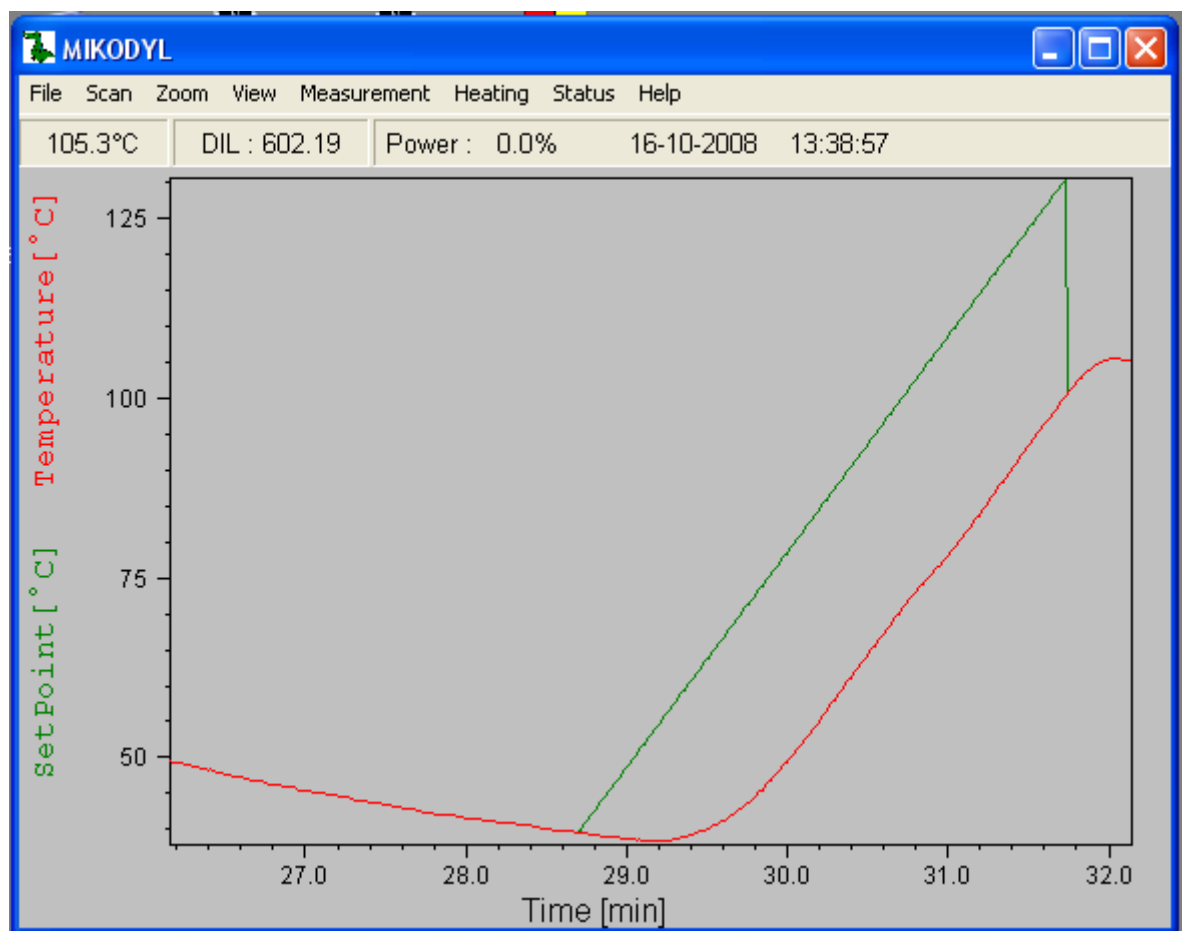
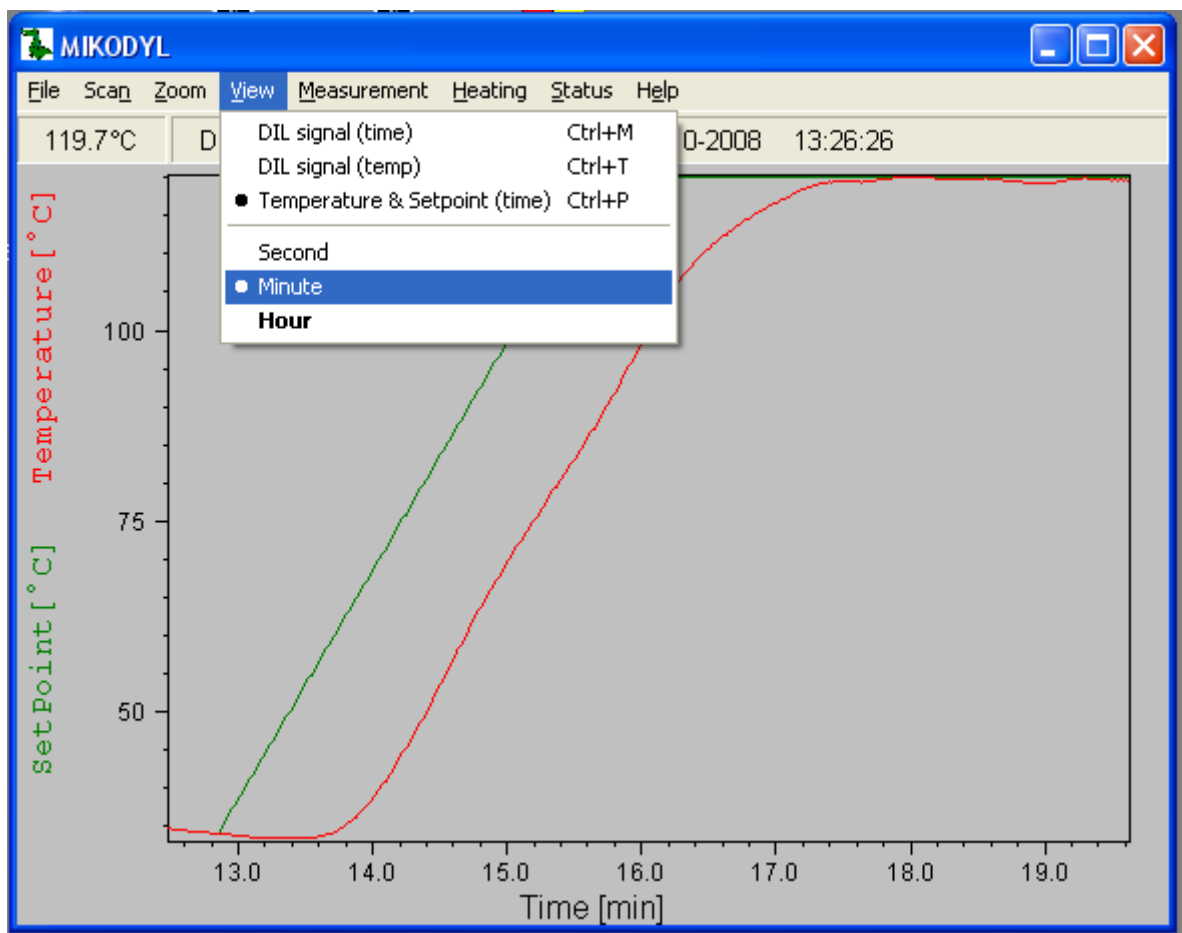
☒ 1
☐ 2
☐ 5
☐ 10
☐ 40
☐ 50
☐ 100

OK Cancel

OK Cancel

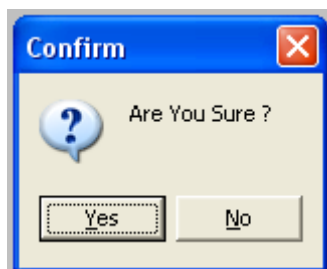
OK Cancel

Dla łatwiejszego zorientowania się w przebiegu uruchomionego pomiaru ramka otaczająca wykonywany właśnie segment pulsuje. Operator może na bieżąco zmieniać wartości wpisane w pola formularza i zatwierdzać je guzikami *OK*, ale zmiany te skutkują tylko w odniesieniu do parametrów faz przyszłych. Załóżmy np., że realizowana jest faza narostu temperatury w segmencie 2. Możemy skutecznie zmienić wszystkie parametry segmentów 3 i 4 oraz parametry fazy wygrzewania segmentu 2.



16. Measurement --> Clear - kasowanie danych z poprzedniego pomiaru

Aby wykonać nowy pomiar należy skasować dane z poprzedniego pomiaru. Wolę skasowania trzeba dodatkowo potwierdzić wciskając odpowiedni guzik :

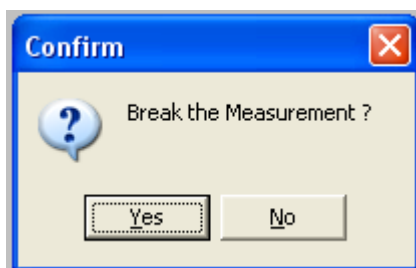


17. Measurement --> Run - uruchomienie pomiaru

Uruchomienie pomiaru poprzedzone jest zawsze wyświetleniem formularza do definiowania parametrów pomiaru. Daje to operatorowi wgląd w nastawione wartości i ostatnią szansę wprowadzenia zmian. Po wciśnięciu guzika *OK* pomiar rusza.

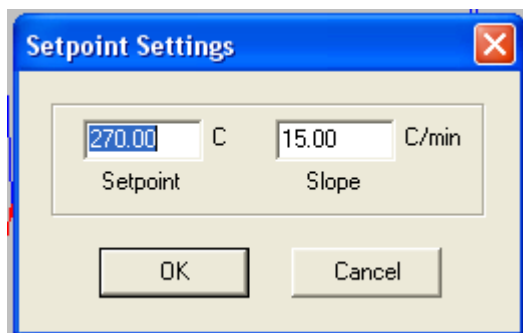
18. Measurement --> Stop - zatrzymanie pomiaru

Pomiar można w każdej chwili przerwać, jednakże ze świadomością braku możliwości wznowienia od punktu przerywania.



19. Heating --> Setpoint - zadawanie temperatury docelowej i prędkości jej zmian

Zestaw poleceń zawartych w menu Heating służy do dobierania parametrów regulacji temperatury oraz do uzyskiwania prostych przebiegów temperaturowych typu narost / wygrzewanie.



Po zadaniu wartości temperatury docelowej (Setpoint) i prędkości dojścia do niej (Slope) należy uruchomić tryb sterowania automatycznego Heating --> Run

20. Heating --> Run - tryb sterowania automatycznego z narostem / opadaniem temperatury

Uruchamia się zmiana Setpointu zadaną szybkością od wartości bieżącej do wartości docelowej. Program używając algorytmu PID oblicza właściwą, chwilową moc grzania tak, by temperatura pieca *Temp* zdążyła do chwilowej wartości ruchomego setpointu. Po dojściu do wartości docelowej program przełącza się w tryb *Hold* i stabilizuje temperaturę docelową.

21. Heating --> Hold - tryb sterowania automatycznego z trzymaniem stałej temperatury

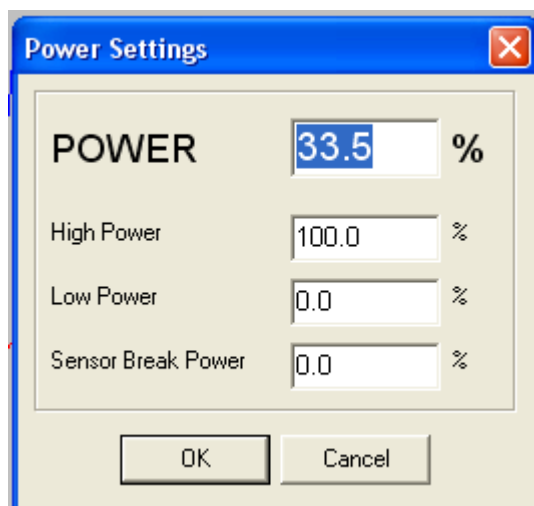
Ruchomy Setpoint zatrzymuje swój bieg. Temperatura jest stabilizowana wokół zatrzymanego setpointu. Poleceniem Heating --> Run można wznowić ruch setpointu do wartości docelowej

22. Heating --> Manual - tryb ręcznego sterowania mocą

Operacje stabilizowania temperatury i automatycznej regulacji mocy wyłączają się, moc pozostaje na poziomie takim, jak w chwili włączenia trybu Manual. Operator może teraz zadawać moc grzania ręcznie (Heating --> Power).

Najczęstszym przypadkiem użycia tej komendy jest zakończenie grzania i wyłączenie mocy (Power = 0)

23. Heating --> Power - wprowadzanie ograniczeń mocy i wartości mocy bieżącej



W trybie pracy automatycznej (Run / Hold / SelfTune) okienko edycyjne *Power* jest zablokowane i służy tylko do odczytu mocy bieżącej ustawionej przez algorytm PID.

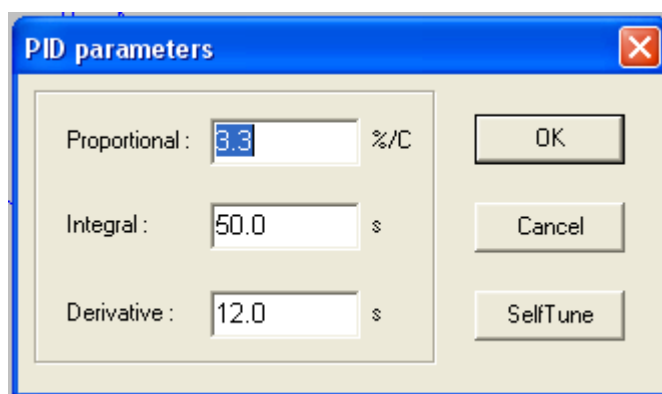
Okienko *High Power* służy do wprowadzania górnego ograniczenia mocy grzania wyliczonej w trybach pracy automatycznej. Ze względów konstrukcyjnych pieca może być niewskazane przykładanie do niego całej dostępnej mocy.

Okienko *Low Power* służy do wprowadzania dolnego ograniczenia mocy grzania wyliczonej w trybach pracy automatycznej, gdy ze względów technologicznych może być niewskazane całkowite wyłączenie mocy grzania.

Podobnie okienko *Sensor Break Power* określa moc przykładaną do pieca po wykryciu uszkodzenia czujnika temperatury. Czasem niedopuszczalne jest całkowite wychłodzenie pieca i ten parametr trzeba wtedy ustawić różny od zera.

W trybie pracy ręcznej (Heating --> Manual) operator może zadawać dowolną moc grzania bez względu na nastawione wartości *High Power* i *Low Power*. Dlatego **należy być ostrożnym i dokładnie przemyśleć każdą podejmowaną czynność !**

24. Heating --> PID - wprowadzanie parametrów PID



Algorytm PID stabilizujący temperaturę jest proporcjonalno-całkująco-różniczkujący. Reakcja programu na odchylenie temperatury rzeczywistej od zadanej jest proporcjonalna do :

- wartości odchyłki (parametr PROportional)
- czasu trwania odchyłki (parametr INTegral)
- prędkości zmiany odchyłki (parametr DERivative)

Algorytm ten daje znakomite rezultaty, gdy temperatura rzeczywista jest bliska temperaturze zadanej (błąd do kilku %). Z tego względu nie należy ustawiać zbyt wielkich prędkości narostu temperatury (Setpoint/Slope), gdyż termiczna bezwładność pieca i tak nie pozwoli na osiągnięcie tych szybkości, a odchyłka temperatury przekroczy dopuszczalne granice.

Trzeba zdawać sobie sprawę, że wymagania, aby piec szybko osiągnął zadaną temperaturę i nie przekroczył jej z rozpędu są sprzeczne. Odpowiedni dobór nastaw PID pozwala na uzyskać przebieg temperatury tzw. aperiodyczny - krytyczny : tj. najszybsze możliwe dla danego pieca dojście do ustalonej temperatury bez wpadania w oscylacje - PID łagodnie doprowadza piec do stanu ustalonego.

Dobór nastaw PID

Parametry PID odpowiadają za sprawne regulowanie temperatury. Ich właściwy dobór zapewnia najszybsze z możliwych osiągnięcie temperatury zadanej, bez przegrzania i bez niedogrzenia, oraz szybkie reagowanie na zakłócenia zewnętrzne w przepływie ciepła.

Zbyt małe wartości czasu całkowania i różniczkowania, oraz zbyt wielka wartość parametru proporcjonalności PRO powodują silne oscylacje temperatury. Z kolei za duże wartości INT i DER wydłużają czas dochodzenia do równowagi i pogarszają jakość stabilizacji przy silnych zakłóceniach (otwarcie okna, zmiana napięcia w sieci, etc.).

Jeśli zamierza się pracować w szerokim zakresie temperatur należy uprzednio przeprowadzić dobór parametrów PID dla kilku temperatur z przedziału. Parametry dynamiczne pieca zmieniają się przy zmianach temperatury. Z reguły im wyższa temperatura i większe straty ciepła, tym mniejsza bezwładność i piec szybciej reaguje na zmiany mocy grzewczej. Trzeba wtedy zmniejszać wartości INT i DER. Wartość PRO określa się doświadczalnie przez stopniowe jej powiększanie, aż do uzyskania wyraźnych oscylacji temperatury. Jest to tzw. wartość krytyczna. Wartość roboczą oblicza się ze wzoru :

$$Pro_{rob} = 0.6 * Pro_{kryt}$$

Zła stabilizacja temperatury jest zazwyczaj spowodowana ustawieniem złych parametrów PID, a nie wadliwym programem sterującym !

25. Heating --> SelfTune - tryb automatycznego doboru nastaw PID

Program doprowadza Setpoint z zadaną szybkością do wartości docelowej (analogicznie do Heating --> Run), a potem włączając i wyłączając gwałtownie moc grzewczą wytwarza oscylacje temperatury wokół tej wartości.

Program mierzy czas trwania jednej pełnej oscylacji temperatury i wylicza parametry PID ze wzorów Zieglera-Nicholsa :

- $T_{int} = 0.5 * T_{osc}$
- $T_{der} = 0.12 * T_{osc}$
- $P_{prop} = 0.6 * P_{kryt}$

Ponieważ określanie P_{prop} jest długotrwałe, a współczynnik ten nie ma bardzo wielkiego wpływu na jakość stabilizacji, w programie zrezygnowano z jego wyznaczania i przyjmuje się $P_{prop} = 3.3$ [%/°C]. Użytkownik może później dostroić precyzyjnie regulację zmieniając tę wartość.

Pomiar czasu oscylacji rozpoczyna się w chwili pierwszego przejścia temperatury z wartości wyższej do wartości niższej od nieruchomego setpointu i trwa do chwili powtórnego takiego samego przejścia. Jeśli bezwładność pieca jest wielka i spadek temperatury bardzo powolny, to momenty przejścia mogą być fałszywie odczytane i automatyczne wyznaczanie parametrów PID nie da prawidłowych wyników. Należy wówczas posługując się ruchomym markerem na wykresie samodzielnie odczytać czas

oscylacji, wyliczyć wartości PID i wpisać w formularz Heating --> PID.

26. Help --> Manual - wyświetlenie instrukcji niniejszej obsługi

Uruchamia się przeglądarka *Acrobat Reader* i wyświetla niniejsza instrukcja obsługi. Aby wyświetlenie nastąpiło plik `manual_mikodyl.pdf` musi znajdować się w tym samym katalogu, co `miko_dyl.exe`

20. Help --> About - informacje o programie i autorze

W typowym okienku znajdują się m.in. informacje o wersji programu, adres e-mailowy autora oraz łącze do strony internetowej, z której można pobrać najnowszą wersję programu po kliknięciu w napis [web info](#)



Wszelkie uwagi odnośnie działania programu oraz propozycje zmian i ulepszeń prosimy zgłaszać na adres e-mailowy :

wjmusial@agh.edu.pl