

Nr postępowania: ZP/292/008/D/23

**SZCZEGÓŁOWY OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA****Parametry wymagane:****A) Różnicowy kalorymetr skaningowy (DSC)**

1. Maksymalny zakres temperatur co najmniej : -180 °C – 725 °C
2. Zamknięty mechaniczny układ chłodzenia pozwalający na pracę w zakresie temperatur -90°C do 550°C
3. Wymagana szybkość chłodzenia przy użyciu w/w układu chłodzenia: liniowe chłodzenie 5 °C/min do -75 °C; schładzanie od 500 °C do temp. pokojowej w nie dłużej niż 7 min
4. Układ pomiarowy oparty na zasadzie przepływu ciepła wykorzystujący pełne 4-członowe równanie opisu przepływu ciepła uwzględniające nierównomierności oporności termicznej, pojemności cieplnej i szybkości grzania.  
Układ musi zapewniać niezależny pomiar przepływu ciepła w układzie próbki i odnośnika poprzez zastosowanie dodatkowego sensora temperatury pomiędzy sensorami próbki i odnośnika.
5. Rozwiązania technologiczne pozwalające na osiągnięcie wysokiej rozdzielczości w wyznaczaniu blisko leżących przemian fazowych przy zachowaniu maksymalnej czułości – wymagana stała czasowa sygnału 1.7 s lub lepsza oraz czułość pomiaru przepływu ciepła nie gorsza niż 0.2 μW na tym samym sensorze
6. Dokładność wyznaczania temperatury nie gorsza niż ±0.05 °C
7. Precyzja pomiaru temperatury nie gorsza niż ±0.008 °C
8. Precyzja kalorymetryczna nie gorsza niż: ± 0.08%
9. Powtarzalność kalorymetryczna: ± 0.3%
10. Zakrzywienie linii bazowej w zakresie temperatur od -50° do 300°C nie większe niż 10 μW
11. Zakres dynamiczny pomiaru przepływu ciepła: ±500 mW
12. Stosunek wysokości do szerokości połowkowej piku topnienia materiału wzorcowego - indu ≥ 30 μW/°C dla pomiaru 1 mg indu w atmosferze azotu z prędkością 10°C/min. Dane zmierzone - zebrane z aparatu, bez usuwania szumów, dekonwolucji lub innych manipulacji po teście
13. Cella pomiarowa DSC zawierająca powierzchniowe sensory temperatury dla próbki i odnośnika, wykonane z konstantanu, zapewniające najwyższą czułość pomiarową oraz bezpośredni pomiar temperatury próbki i odnośnika
14. Cella DSC wymienna przez Użytkownika, przez odkręcenie/przykręcenie kilku śrub, bez konieczności manipulacji delikatnymi przewodami termopary i/lub sprężynami napinającymi w celu wymiany czujnika DSC.
15. Piec w postaci pojedynczego bloku, wykonany ze srebra, gwarantujący brak jakichkolwiek gradientów temperatury wewnątrz celi
16. Wbudowane w aparat 2 masowe kontrolery przepływu gazów przedmuchiujących, z automatycznym, programowalnym przełączaniem gazów przedmuchiujących w trakcie trwania eksperymentu, z cyfrowym ustawieniem przepływu gazu z poziomu oprogramowania
17. Automatycznie zamykana pokrywa celi pomiarowej
18. Wbudowany dotykowy kolorowy ekran LCD umożliwiający szybki dostęp do najczęściej wykorzystywanych funkcji aparatu
19. Modulowane analizy DSC (MDSC), z sinusoidalną modulacją prędkości ogrzewania z poziomu oprogramowania o programowalnym okresie (od 10 do 200 s) i amplitudzie (± 0.01 do 3 °C). W celu śledzenia sygnałów na bieżąco dekonwolucja sygnałów musi być wykonywana w czasie rzeczywistym w aparacie przy użyciu dyskretnej transformacji Fouriera.
20. Możliwość wyznaczania następujących sygnałów w analizach MDSC:
  - a. Odwracalny przepływ ciepła związany z pojemnością cieplną badanego materiału
  - b. Nieodwracalny przepływ ciepła związany z procesami kinetycznymi
  - c. Całkowity przepływ ciepła – odpowiednik sygnału przepływu ciepła w klasycznych analizach DSC
  - d. Ciepło właściwe
21. Aparat wyposażony w co najmniej 54- pozycyjny autosampler

22. Komunikacja aparatu z komputerem przez sieć Ethernet (standardowy protokół TCP/IP)
23. Prasa do zagniatania tygli – niehermetycznych oraz hermetycznych z wymiennymi matrycami do obydwu rodzajów tygli. Matryce mocowane magnetycznie, w prosty sposób wymieniane przez użytkownika
24. Wzorce do kalibracji temperatury i ciepła, pinceta, komplet naczynek pomiarowych: standardowych zagniatanych i pokrywek – po 200 szt oraz hermetycznych z pokrywkami - 100 szt
25. Reduktor dwustopniowy do gazów czystych

## **B) Aparat do dynamicznej analizy mechanicznej (DMTA)**

1. Zakres temperatur: -150°C +600°C
2. Zakres przykładanych sił co najmniej 0.1 mN do 18 N,
3. Rozdzielczość przykładanej siły nie gorsza niż 0,0001 N
4. Zakres analizowanego modułu co najmniej 1000 Pa – 3000 GPa
5. Przystawka niskotemperaturowa z dewarem na ciekły azot pojemności co najmniej 50 l umożliwiającą prowadzenie eksperymentów w temperaturach ujemnych oraz szybkie chłodzenie pieca z wysokich temperatur. W zestawie dewar transportowy o objętości co najmniej 100 l z podstawą do łatwego transportu.
6. Napęd beztarciowy, oparty o grafitowe łożysko powietrzne z zabezpieczeniem przed skręcaniem próbek, zapewniający ruch wału napędowego na odcinku co najmniej 25 mm bez użycia stalowych sprężyn, śrub, czy silników krokowych
7. Rzeczywista czułość wyznaczanego odkształcenia nie gorsza niż 0,1nm
8. Zakres częstotliwości nie mniejszy niż 0.001 – 200 Hz z płynną zmianą częstotliwości
9. Rozdzielczość wyznaczanego tangensa kąta przesunięcia fazowego nie gorsza niż  $1 \times 10^{-5}$
10. Szeroki zakres amplitudy deformacji badanych próbek w trybie oscylacji: 0.5  $\mu\text{m}$  do 10 000  $\mu\text{m}$
11. Wymagane tryby pracy, co najmniej:
  - Skanowanie temperaturowe przy jednej częstotliwości
  - Skanowanie temperaturowe z przemiataniem częstotliwości
  - Przemiatanie częstotliwości z krokową zmianą temperatury
  - Zmiana naprężeń/odkształceń przy stałej temperaturze
  - Analiza pełzaniowa i powrót pełzaniowy
  - Analiza relaksacji naprężeń
12. Wyposażenie:
  - geometria pomiarowa umożliwiającą zginanie badanych próbek przy zamocowaniu na jednym lub dwóch końcach (single/dual cantilever)
13. Możliwość wyposażenia w przyszłości w dodatkowe geometrie pomiarowe umożliwiające:
  - Rozciąganie filmów, płaskich wyrobów, włókien
  - Zginanie przy podparciu niskotarciowym próbki na 2 końcach (3 pt bending)
  - Rozciąganie włókien o średnicach od 5 denier (20  $\mu\text{m}$ ), długościach od 5 mm
  - Ścinanie
  - Ściskanie
  - Analizy proszków (w trybie dual cantilever)
  - Analizy za pomocą sondy penetrującej (m.in. do wyznaczania punktu mięknięcia)
  - Analizy próbek zanurzonych w cieczach, w trybach:
    - Rozciąganie filmów/włókien
    - Ściskanie
    - Trójpunktowe zginanie
14. Wymagany łatwy dostęp do mocowania próbek bezpośrednio w aparacie.
15. Automatyczny pomiar grubości i długości próbek dla uchwytu rozciągającego
16. Kompresor bezolejowy do zasilania łożyska powietrznego
17. Hub Ethernet do podłączenia aparatu i komputera sterującego, umożliwiający także przesyłanie danych w sieci lokalnej
18. Sterownik kompatybilny z oprogramowaniem

## **C) Pakiet oprogramowania umożliwiający m.in.**

- Sterowanie analizatorem DSC, SDT, TGA, DMA, TMA. Komunikacja analizatora z komputerem przez sieć Ethernet (standardowy protokół TCP/IP)
- Kontrolę eksperymentów z możliwością wykorzystywania kreatorów metod, kreatorów kalibracji, prowadzących użytkownika krok po kroku przy tworzeniu metod pomiarowych
- Wyświetlanie sygnałów pomiarowych w czasie rzeczywistym

- Możliwość modyfikacji eksperymentu w czasie rzeczywistym (w trakcie jego trwania)
- Automatyczne testy diagnostyczne komponentów analizatora (m.in. pieca, masowych kontrolerów przepływu, elektroniki) z poziomu oprogramowania z wpisywaniem wyników do rejestru i możliwością automatycznego raportowania przez e-mail
- Kalibrację DSC obejmującą kalibrację linii bazowej, wyznaczenie stałej celi, kalibrację temperatury (co najmniej 5-punktową). W przypadku wyposażenia przyrządu w autosampler musi być zapewniona możliwość wykonania kalibracji bez obecności operatora w ustalonym czasie (np. w nocy, w trakcie weekendu)
- To samo oprogramowanie ma umożliwiać analizę danych:
  - Analizę danych z aparatów DSC, SDT, TGA, DMA, TMA
  - Integrację pików przy wykorzystaniu linii bazowej: poziomej, sigmoidalnej i ekstrapolowanej
  - Wyznaczanie temp. początku (peak onset), końca przemiany fazowej lub procesu ubytku masy (rozkładu próbki) oraz maksimum pików
  - wyznaczenie modułu Younga
  - Analizę przemiany zeszklenia
  - Wyznaczanie temperatury utleniania
  - Wyznaczanie stopnia krystaliczności
  - Szerokie możliwości prezentacji graficznej wykresów: nakładanie krzywych, powiększanie dowolnego fragmentu, itp.,
  - Wyznaczanie pochodnych krzywej pierwszego i drugiego rzędu, prezentacje krzywych w funkcji wybranych jednostek (np. temperatury, czasu), prezentacje krzywych w skali logarytmicznej, itp.
  - Wygładzanie krzywych, dekonwolucja, mnożenie, dzielenie i dodawanie stałych
  - Generator raportów umożliwiający tworzenie szablonów raportów użytkownika
  - Możliwość automatyzacji analizy poprzez tworzenie makroinstrukcji
  - Funkcja eksportu danych w różnych formatach (co najmniej następujących: ASCII - TXT/CSV, PDF, BMP, Metafile, bezpośrednie kopiowanie Kopiuj/Wklej)
  - Wymagane jest aby oprogramowanie do analizy danych mogło być zainstalowane na co najmniej 5 komputerach, umożliwiając obróbkę danych niezależnie od wykonywanego eksperymentu