## Załącznik Nr 1

**WYMAGANIA TECHNICZNE**

**PARAMETRY TECHNICZNE RÓŻNICOWEGO KALORYMETRU SKANINGOWEGO DSC**

1. Przedmiotem zamówienia jest fabrycznie nowy różnicowy kalorymetr skaningowy (DSC) z zestawem akcesoriów.
2. Zakres temperatur pracy, co najmniej: od -170°C do 700°C.
3. Aparat wyposażony w zamknięty mechaniczny układ chłodzenia pozwalający na pracę w zakresie temperatur co najmniej od -90°C do 700°C.
4. Aparat powinien posiadać dodatkowy układ chłodzenia na ciekły azot na zakres temperatur minimum od -170°C do 700°C, wyposażony w dewar o pojemności co najmniej 40 dm3 z funkcją automatycznego uzupełniania ciekłego azotu z zewnętrznego zbiornika.
5. Możliwość jednoczesnego podłączenia systemów chłodzenia opisanych w punktach 3 i 4 z możliwością przełączania między systemami z poziomu oprogramowania.
6. Dokładność wyznaczania temperatury: nie gorsza niż 0,05°C.
7. Precyzja wyznaczania temperatury: nie gorsza niż 0,01°C.
8. Precyzja pomiaru entalpii: nie gorsza niż 0,05%.
9. Zakrzywienie linii bazowej w zakresie temperatur od -50 do 300°C nie większe niż
30 µW.
10. Powtarzalność linii bazowej: nie gorsza niż 50 µW.
11. Szum linii bazowej (RMS) poniżej 0,5 µW.
12. Aparat musi działać  na zasadzie przepływu ciepła, gdzie próbka i odnośnik znajdują się
w jednym piecu na oddzielnych pozycjach.
13. Aparat powinien zapewniać stosowanie szybkości grzania/chłodzenia w zakresie co najmniej od 0,1 do 100 K/min.
14. Piec powinien być w postaci pojedynczego bloku, wykonany ze srebra lub innego metalu/stopu gwarantującego stabilną pracę urządzenia.
15. Aparat powinien zawierać wbudowane co najmniej 3 masowe kontrolery przepływu gazów przedmuchujących, z automatycznym, programowalnym przełączaniem gazów przedmuchujących, z cyfrowym ustawieniem przepływu gazu z poziomu oprogramowania. Aparat powinien posiadać zdolność do jednoczesnego zasilania urządzenia trzema gazami: dwoma reakcyjnymi i jednym ochronnym, a także możliwość zmiany programowlanej atmosfery gazowej w trakcie trwania pomiaru.
16. Dokładność kontroli i sterowania przepływami gazów (ochronym oraz dwoma reakcyjnymi) co najmniej ± 1ml/min, sterowanie z poziomu oprogramowania.
17. Pokrywa celi pomiarowej musi być automatycznie otwierana i zamykana.
18. Wbudowany w urządzenie kolorowy wyświetlacz LCD informujący o statusie urządzenia
i przebiegu pomiaru w trakcie trwania eksperymentu.
19. Aparat posiada:
	1. zestaw do kalibracji temperatury i entalpii zawierający co najmniej 4 certyfikowane metale wzorcowe (ind, cyna, cynk, ołów),
	2. zestaw wzorców do kalibracji HeatFlow i Cp,
	3. zestaw dwóch fabrycznie nowych pras do zaciskania tygli,
	4. zestaw naczynek pomiarowych wykonanych z aluminium (czystość 99,5) o średnicy dna ok. 5 mm i pojemności 40 µl z pokrywkami do zaprasowania na zimno w ilości co najmniej 500 szt. kompletów (naczynko + pokrywka) wraz z 2 zestawami kompatybilnych wymiennych końcówek do zaciśnięcia naczynek na prasie,
	5. zestaw naczynek pomiarowych wykonanych z aluminium (czystość 99,5) o średnicy dna ok. 6 mm, pojemności 40 µl i wytrzymałości do ciśnienia 3 bar z pokrywkami do zaprasowania na zimno w ilości co najmniej 500 szt. kompletów (naczynko + pokrywka) wraz z 2 zestawami kompatybilnych wymiennych końcówek do zaciśnięcia naczynek na prasie,
	6. co najmniej 80-pozycyjny automatyczny podajnik próbek, w którym każda pozycja może być zdefiniowana dla danego naczynka pomiarowego, umożliwiający wykonywanie analiz bez udziału operatora w sekwencjach pomiarowych, w tym dla próbek w różnych rodzajach naczynek pomiarowych,
	7. podajnik próbek musi obsługiwać różne rodzaje naczynek, w szczególności aluminiowe zamknięte oraz ceramiczne.
20. Pakiet oprogramowania do sterowania oraz analizy danych umożliwiający:
	1. kontrolę eksperymentów z możliwością wykorzystywania kreatorów metod lub kalibracji,
	2. wyświetlanie sygnałów pomiarowych w czasie rzeczywistym,
	3. kalibrację aparatu z wykorzystaniem certyfikowanych wzorców,
	4. pomiar ciepła właściwego w funkcji temperatury (zgodnie ze standardami ASTM E1269 lub innymi równoważnymi),
	5. analizę danych z aparatów DSC w celu porównania właściwości materiałowych badanych substancji,
	6. integrację pików przy wykorzystaniu linii bazowej (co najmniej 3 rodzajów): poziomej, sigmoidalnej lub innej, z możliwością wyboru rodzaju linii bazowej przez użytkownika,
	7. wyznaczanie temp. początku (Tonset), końca przemiany fazowej (Tend) oraz maksimum piku (Tmax), ciepła przemiany (Q),
	8. analizę procesów zeszklenia, topnienia, rozkładu, przemian fazowych itp.,
	9. prezentację graficzną wykresów: nakładanie krzywych, powiększanie dowolnego fragmentu, itp.,
	10. wyznaczanie pochodnych krzywej DSC, prezentacje krzywych w funkcji wybranych jednostek (np. temperatury, czasu),
	11. możliwość prowadzenia analiz z modulacją temperatury,
	12. wymagane jest, aby oprogramowanie do analizy danych mogło być zainstalowane na co najmniej 4 jednostkach komputerowych bez dodatkowych opłat (licencja na czas nieokreślony), umożliwiając obróbkę danych niezależnie od trwającego eksperymentu,
	13. wymagany jest moduł w oprogramowaniu lub dodatkowy program do analiz kinetycznych pozwalający na tworzenie wykresów, wyznaczanie energii aktywacji oraz czynnika przedwykładniczego Arrheniusa co najmniej 4 metodami, zainstalowane na co najmniej 2 jednostkach bez dodatkowych opłat (licencja na czas nieokreślony).

**INNE ELEMENTY ZESTAWU**

1. Komputer do obróbki wyników o parametrach zapewniających swobodną pracę oprogramowania, nie gorszych niż: procesor Intel® Core™ i7, 32GB pamięci RAM, 2 x 2TB SSD dysk twardy, dwa monitory 24”, bezprzewodowa mysz optyczna
i bezprzewodowa klawiatura, aktualny system operacyjny WINDOWS wraz z pakietem Office (licencja na czas nieokreślony) oraz oprogramowanie antywirusowe z licencją na co najmniej 24 miesiące.
2. Komputer do sterowania aparatem DSC o parametrach zapewniających swobodną pracę oprogramowania, nie gorszych niż: 16GB pamięci RAM, 2TB SSD dysk twardy, monitor 24”, bezprzewodowa mysz optyczna i bezprzewodowa klawiatura, aktualny system operacyjny WINDOWS wraz z pakietem Office (licencja na czas nieokreślony) oraz oprogramowanie antywirusowe z licencją na co najmniej 24 miesiące.
3. dwa urządzenia do rejestracji danych pomiarowych o pojemności co najmniej 4TB (dyski zewnętrzne SSD).
4. dwa przenośne urządzenia do rejestracji danych pomiarowych (pendrive) o pojemności co najmniej 256GB, odporne na wstrząsy.
5. zasilacz awaryjny UPS typu on-line, który pozwoli podtrzymać pracę aparatu DSC przez co najmniej 15 min.
6. 2 x zasilacz awaryjny UPS typu on-line, który pozwoli podtrzymać pracę komputera przez co najmniej 30 min.

**GWARANCJA:**

1. 24 miesiące gwarancji na aparat i wszystkie jego części oraz inne elementy zestawu.

**INNE WYMAGANIA**

1. Urządzenia powinny być dostarczone ubezpieczonym transportem Wykonawcy do siedziby WITU w Zielonce i uruchomione przez Wykonawcę.
2. Wszystkie dostarczone urządzenia i akcesoria muszą być fabrycznie nowe.
3. Wymagane jest dostarczenie instrukcji obsługi w języku polskim i w języku angielskim.
4. Zamawiający zastrzega sobie prawo weryfikacji wyspecyfikowanych parametrów technicznych w trakcie instalacji urządzeń. Tylko pozytywna weryfikacja parametrów technicznych będzie skutkowała podpisaniem protokołów odbioru. W ramach weryfikacji przez Wykonawcę wykonane powinny zostać następujące czynności:
5. sprawdzenie funkcjonalności każdego z komponentów, dotyczy sprzętu i oprogramowania.
6. uruchomienie wybranego programu temperaturowego, następnie przekazanie pliku pomiarowego do programu do obróbki danych, obliczenie żądanych parametrów (temperatur charakterystycznych przemiany oraz entalpii/ciepła).
7. Sprawdzenie prawidłowości wydruku wykresów pomiarowych, możliwość prezentacji w funkcji czasu lub temperatury, w różnych jednostkach.
8. wykonanie kalibracji czułości i temperatury, po ich wykonaniu weryfikacja wyników dla ogólnie stosowanych wzorców.
9. Sprawdzenie powtarzalności wyników.
10. Instruktaż przez uprawnionego przedstawiciela Wykonawcy pracowników Zamawiającego w zakresie korzystania z urządzenia oraz oprogramowania, wykonywania kalibracji i sprawdzeń urządzenia, tworzenia metod pomiarowych, analizy wyników.
11. Przegląd i kalibracja urządzenia przez uprawnionego przedstawiciela Wykonawcy po roku oraz po dwóch latach użytkowania, potwierdzone stosownym dokumentem/ certyfikatem lub raportem.

 Opracował:

 mgr inż. Piotr PRASUŁA