**SZCZEGÓŁOWY OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA**

Przedmiotem zamówienia jest dostawa fabrycznie nowego, zautomatyzowanego analizatora chemisorpcji i sorpcji fizycznej gazów i par przeznaczonego do pomiarów powierzchni właściwej i porowatości ciał stałych o silnie i słabo rozwiniętej powierzchni (proszków, granulatów i innych materiałów).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Element** | **Parametr** | **Wymagania** |
| **Aparat podstawowy** | Zakres mierzonych wielkości porów | od 3,5Å do 5000 Å |
| Zakres mierzonej powierzchni właściwej | min. 0,01m2/g – powyżej 3000 m2/g (azot) |
| Wielkość mierzonych objętości mikroporów | od 0,00001 cm3/g |
| Dokładność systemu analizy | 0,15 % lub lepiej |
| Ciśnienie | Minimalna wartość: 10-9 mmHg |
| Dokładność pomiaru ciśnienia: 0,01 μmHg |
| Długookresowy dryf ciśnienia: 0,01 μmHg |
| Stosunek sygnału do szumu układu pomiaru ciśnienia: 1:100 000 |
| Zakres ciśnień względnych P/Po: od 10-12 do 1,0 dla N2 (zależnie od adsorbatu i temperatury) |
| Czujniki ciśnienia/próżni dla stacji analitycznej (wbudowane) o zakresie/rozdzielczości co najmniej: 0-1000 mm Hg/10-3 mmHg, 0-10 mmHg/10-5 mmHg, 0-0,1 mmHg/10-7 mmHg |
| Czujnik ciśnienia pary nasyconej | Zapewnienie możliwości mierzenia na bieżąco, wprowadzania przez użytkownika lub obliczenia ciśnienie nasycenia. Rurka do pomiaru ciśnienia nasycenia musi być otoczona płaszczem izotermicznym tego samego typu, co otaczający probówkę pomiarową.  |
| System wytwarzania próżni | Bezolejowy, wyposażony w dwa niezależne zestawy pomp odrębnie dla stacji pomiarowej oraz stacji odgazowania próbek; pompy membranowe i turbomolekularne o końcowej próżni 3,8 x 10-9 mmHg wyposażone w dwa systemy wymrażania odrębnie dla stacji pomiarowej i stacji odgazowania w celu zapobiegnięcia zanieczyszczeniu układów przed wilgocią. |
| Zabezpieczenia systemu próżniowego | Co najmniej dwustopniowe zabezpieczenie przed dostaniem się próbki do manifoldu: automatyczny zawór serwo regulujący szybkość odgazowania próbki i dozowanie gazu sterowany za pomocą oprogramowania oraz dwupoziomowe zabezpieczenie mechaniczne np. typu spiek. |
| Porty | Pomiarowy/odgazowujący zapewniający jednoczesny pomiar jednej próbki oraz przygotowywanie do analizy od jednej do dwu próbek w tym samym czasie w obrębie jednego aparatu. |
| Co najmniej jedno automatyczne stanowisko pomiarowe mikroporów wraz z rurką wykonaną z metalu do pomiaru ciśnienia nasycenia, ze stabilnym układem kriogenicznym zapewniającym jednolitą temperaturę naczynia pomiarowego z próbką podczas całego cyklu pomiarowego. |
| Porty odgazowania co najmniej dwa wbudowane, automatyczne stanowiska do przygotowania próbek z możliwością programowania temperatury cyklu odgazowania próbek, pomiaru w zakresie: temperatury odgazowania próbek do co najmniej 450ºC, regulacji temperatury przynajmniej co 1ºC, kontroli procesu odgazowania próbki oraz usuwania produktów odgazowania. |
| Co najmniej jeden dodatkowy port na wylocie urządzenia do podłączenia spektrometru masowego. |
| Co najmniej jeden port do podłączenia źródła par w celu prowadzenia pomiarów sorpcji par |
| Temperatura odgazowania | do 450°C |
| Temperatura pomiaru | -196 do 30°C, zależna od adsorbatu |
| Dewar | Dwa co najmniej 3 litrowe odrębnie dla stacji analitycznej oraz systemu wymrażania (dla stacji pomiarowej i stacji odgazowania) o identycznych parametrach. |
| Czas pracy stacji analitycznej i stacji odgazowania bez konieczności uzupełniania ciekłego azotu | Min. 95 godz. |
| System utrzymania stałej temperatury na długości rurki pomiarowej w ciągu cyklu pomiarowego  | Płaszcze izotermiczne do probówek w celu utrzymywania stałego rozłożenia niskiej temperatury w rurce z próbką i w rurce do pomiaru ciśnienia nasycenia na długości co najmniej 20 cm w czasie całego cyklu analizy, bez konieczności uzupełniania chłodziwa i bez ruchomych elementów układu izotermicznego. |
| System dozowania: | Zapewnienie możliwości określenia dawki, ciśnienia i przedziału czasowego podczas dozowania gazów. |
| Przyłącza gazowe do manifoldu wybierane z poziomu oprogramowania  | Co najmniej 12  |
| Stosowane gazy pomiarowe wraz z osprzętem | N2, H2, He, sprężone powietrze, CO2, Osprzęt: złączki, zawory nadmiarowe, reduktory analityczne, dwustopniowe do butli z N2, He, CO2, H2, sprężone powietrze oraz minimum 1 dzielnik przepływu w dostawie |
| **Dodatkowe cechy układu pomiarowego** | System pomiarów | * Możliwość przygotowania i analizy próbki do sorpcji fizycznej i chemicznej w jednej stacji pomiarowej.
 |
| * Możliwość szybkiego i łatwego przejścia z chemisorpcji do analizy sorpcji fizycznej.
 |
| * Możliwość wielokrotnej analizy tej samej próbki.
 |
| * Monitoring stabilności ciśnienia zapewniający równowagę punktów pomiarowych.
 |
| * Możliwość programowania ilości punktów pomiarowych co najmniej w zakresie od 1 do 5000.
 |
| * Możliwość przygotowania i aktywacji *in situ* próbki do chemisorpcji w pełni zautomatyzowaną metodę, która nie wymaga interwencji użytkownika.
 |
| * Możliwość kontrolowania dwóch aparatów z jednego komputera.
 |
| * Możliwość doposażenia układu o jedno lub dwa dodatkowe stanowiska pomiarowe.
 |
| * System uszczelnienia automatycznego probówek przez zastosowanie zatyczek do rurek w celu ochrony próbek przed ewentualnym zanieczyszczeniem.
 |
| Piec | * Piec umożliwiający grzanie próbek od temperatury co najmniej 10oC powyżej temperatury otoczenia do co najmniej 1100oC z regulacją temperatury przynajmniej co 1oC.
 |
| * Możliwość komputerowego sterowania przyrostem i czasem utrzymania temperatury.
 |
| * Wbudowany system umożliwiający szybkie obniżenie temperatury pieca używanego w pomiarach chemisorpcji gazów.
 |
| Manifold | * Ze stali nierdzewnej, monolityczny o małej objętości, podgrzewany do co najmniej 50oC.
 |
| **Zestaw rejestrująco-sterujący** | Stacja robocza |  z oprogramowaniem do gromadzenia i obróbki danych |
| Oprogramowanie sterujące i analityczne | Oparte na interaktywnej, graficznej redukcji i raportowaniu danych, posiadające co najmniej poniższe parametry:* izotermy: ciśnienia względnego, ciśnienia absolutnego, pojemności ciśnieniowej, adsorpcji, desorpcji, referencyjna,
* powierzchnia właściwa metodą: Langmuira, BET (jedno i wielopunktowa), Freundlich & Temkin,
* parametry mezoporów metodą BJH wraz z modyfikacją Kruk-Jaroniec-Sayari, Broekhoff-de Boer, z algorytmem wyliczania STSA (dla węgla aktywnego i sadzy), z korekcją Fass,

D-H,* parametry mikroporów metodą: Dubinin-Radushkevich, Dubinin-Astakhov, MP, t-plot, αs Plot, f-Ratio plot, Horwath-Kawazoe,
* całkowita objętość porów,
* ciepło adsorpcji,
* DFT (Density Functional Theory), NLDFT, 2D-NLDFT – modele do analizy nanoporowatej struktury materiałów przy zastosowaniu molekularnych modeli adsorpcyjnych. Modele powinny być „otwarte” dla użytkownika dając możliwość przeliczania wg co najmniej 50 lub więcej modeli. Dopuszcza się zaoferowanie innych modeli jako uzupełniających, ale nie zastępczych do wyżej wymienionych,
* model do analizy danych z pomiaru sorpcji CO2 w temperaturze 273K ,
* Model do pomiaru powierzchni właściwej łączący dane z adsorpcji CO2 w temperaturze 273K i adsorpcji N2 w temperaturze 77K,
* możliwość nakładania i łączenia danych uzyskanych z innych metod analizy porowatości na jednym wykresie,
* zautomatyzowana funkcja oprogramowania pozwalająca na uzyskanie wyniku BET bez ingerencji użytkownika w parametry,
* możliwość automatycznego tworzenia nowej metody pomiarowej poprzez podanie postaci próbki, maksymalnej temperatury odgazowania, rodzaju gazu analitycznego i wyboru obliczanych parametrów,
* oprogramowanie do chemisorpcji gazów umożliwiające obliczenie: wielkości powierzchni fazy aktywnej, procentowej dyspersji metalu, rozmiaru krystalitu, ciepła chemisorpcji,
* możliwość nakładania co najmniej 30 wykresów,
* możliwość edycja raportów na ekranie oraz prosty eksport danych do innych formatów,
* format raportów graficzny w skali liniowej lub logarytmicznej w całym zakresie lub na wycinkach zakresu w zależności od potrzeby, oraz tabelarycznie w żądanej i ustawialnej konfiguracji tabeli,
* panel kontrolny do monitorowania stanu urządzenia i wymagań serwisowych wraz z co najmniej 9 testami diagnostycznymi.
 |
| Licencja na oprogramowanie do analizy danych | Pełna na dowolną ilość komputerów, w tym innych niż sterujący pomiarem. |
| **Materiały eksploatacyjne**  | Tulejki, uszczelki, o-ringi, płaszcze izotermiczne, rurki na próbki  | Zestaw dodatkowy pozwalający na eksploatację w czasie trwania gwarancji. Zestaw dla obydwu opcji aparatu: sorpcja fizyczna i chemisorpcja. Urządzenie będzie wykonywać około 5 analiz tygodniowo |
| Reduktory ciśnienia gazów | * reduktor ciśnienia He (mosiądz) wraz ze złączką i zaworem nadmiarowym
* reduktor ciśnienia N2 (mosiądz) wraz ze złączką i zaworem nadmiarowym
* reduktor ciśnienia CO2 (mosiądz)
* reduktor ciśnienia H2 (mosiądz)
* reduktor ciśnienia air (mosiądz)
* dzielnik przepływów gazów z zaworem odcinającym
 |
| **Zbiornik magazynowy na ciekły azot**  | Naczynie typu dewar | Przenośne o pojemność min. 4 litry z korkiem.  |
| **Warunki pracy urządzenia** | Temperatura pracy | co najmniej zakres: 10 ÷ 30oC |
| Wilgotność względna | 20 - 80% |
| **Zasilanie** | Napięcie: | 230 VAC |
| Częstotliwość | 50 Hz |
| **Gwarancja** | Okres | co najmniej 24 miesiące liczone od daty podpisania protokołu przyjęcia sprzętu |
| Czas reakcji serwisu | maksimum 14 dni |
| Inne wymagania gwarancyjne | W okresie gwarancji wykonywane będą bezpłatnie czynności serwisowe co najmniej raz w roku zgodnie z wymogami użytkowymi dla urządzenia |
| **Serwis pogwarancyjny i zapewnienie dostępności części** | Okres dostępności | Minimum 10 lat |
| **Szkolenie i dokumentacja techniczna urządzenia i oprogramowania** | Szkolenie w zakresie obsługi urządzenia i oprogramowania | Szkolenie pracowników wskazanych przez Zamawiającego w języku polskim w siedzibie Zamawiającego, co najmniej 35 godzinne licząc 7 godzin dziennie |
| Dokumentacja aparatury i instrukcja obsługi | W języku polskim i angielskim, w wersji drukowanej i elektronicznej |
| **Inne wymagania** |  | Zabezpieczenia na wypadek niekontrolowanego wzrostu ciśnienia. |
| Przedmiot zamówienia powinien spełniać wymagania obowiązujących przepisów prawa w zakresie bezpieczeństwa pracy i ochrony środowiska. |
| Certyfikat bezpieczeństwa/oznakowanie CE. |
| Deklaracja zgodności. |