

Dotyczy: Przetarg nieograniczony na dostawę aparatury do badań właściwości mechanicznych. Znak (numer referencyjny): **ZP/WIMiM/KMIPKM/330-331/2018/P**

Załącznik nr 2 SIWZ

OPIS TECHNICZNO-ZAKRESOWY PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA w części dotyczącej Zadania nr 1

Elektrodynamiczna maszyna wytrzymałościowa do badań statycznych i dynamicznych (w tym zmęczeniowych) o małym zakresie obciążeń (z wyposażeniem)

Całość przedmiotu zamówienia jak wyżej ma stanowić uniwersalna maszyna elektro-dynamiczna do dynamicznych, zmęczeniowych i statycznych badań wytrzymałościowych, realizujący obciążenia osiowe: +/- 10 kN, spełniający poniższe parametry (zakres własności i wymagań granicznych):

1. **Rama** wolnostojąca, dwukolumnowa, badania dynamiczne i statyczne minimum w zakresie obciążeń **RAMY: +/-10 kN.**
 - regulowana wysokość przestrzeni testowej w zakresie do minimum: 800 mm
 - odległość pozioma pomiędzy kolumnami min 400 mm
 - elektryczny napęd przemieszczenia przesuwnej, poprzecznej belki maszyny z manualną blokadą jej położenia, bez konieczności użycia dodatkowych narzędzi
 - **stół roboczy uniwersalny z rowkami typu „T”** zintegrowany z podstawą roboczą maszyny dla montażu wyposażenia indywidualnego
 - maksymalne wymiary ramy (szerokość x głębokość x wysokość): 1000 x 1000 x 3000 mm
 - masa ramy minimum: 850 kg - gwarantująca stabilność pracy systemu
- 1.2 **Siłownik** ze zintegrowanym napędem **elektrodynamicznym realizujący obciążenia osiowe** minimum: +/-10 kN.
 - dozwolony tylko napęd elektrodynamiczny **bez siłowników hydraulicznych lub pneumatycznych**
 - **siłownik umieszczony w górnej, przesuwnej belce maszyny**
 - zakres obciążeń osiowych dynamicznych minimum: +/- 10 kN
 - zakres obciążeń osiowych statycznych minimum: +/- 7,0 kN **w pełnym zakresie przemieszczeń siłownika**
 - skok roboczy siłownika minimum **50 mm**
 - układ łożyskowania siłownika w minimum dwóch skrajnych punktach mocowania tłoka zapewniający wysoką odporność na obciążenia boczne – gwarancja dokładność obciążenia osiowego i uzyskiwanych parametrów pomiarowych.
- 1.3.1. Dynamiczna głowica pomiarowa siły o obciążalności +/-10 kN.
 - klasa dokładności głowicy pomiarowej siły **0,5 wg ISO 7500-1 wartości wskazania w zakresie przynajmniej od 40 N do 10 kN**

- Układ eliminacji oddziaływania sił bezwładności z **czujnikiem przyspieszeń wbudowanym wewnątrz głowicy w jej osi pomiarowej.**

1.3.2. Dynamiczna głowica pomiarowa siły o obciążalności +/- 0.25 kN.

- klasa dokładności głowicy pomiarowej siły 0,5 wg ISO 7500-1 w zakresie przynajmniej od 1 N do 0.25 kN
- Układ eliminacji oddziaływania sił bezwładności z czujnikiem przyspieszeń wbudowanym wewnątrz głowicy w jej osi pomiarowej.

1.4. Cyfrowa elektronika sterująco-pomiarowa

- cyfrowe sterowanie napędem maszyny ze sprzężeniem zwrotnym od czujników siły i przemieszczenia
- **synchroniczny odczyt danych ze wszystkich kanałów pomiarowych i sterujących jednocześnie z częstotliwością nie mniejszą niż 10 kHz i rozdzielczością 24 bit** w całym zakresie przetwarzania danych, niezależnie od ilości kanałów
- funkcja automatycznego rozpoznawania i kalibracji przetworników pomiarowych
- komunikacja synchroniczna pomiędzy zestawem komputerowym a układem sterowania poprzez port Ethernet
- panel operatora ze zintegrowanym wyłącznikiem bezpieczeństwa mocowany do ramy maszyny
- **funkcja automatycznego strojenia nastaw PID kontrolera w zależności od sztywności próbki (auto-tuning)**
- dwa tryby sterowania obciążeniem siłownika dla bezpieczeństwa operatora i próbki: obciążenie niskiego poziomu dla ustawień początkowych testu oraz pełne obciążenie dla realizacji testu
- 2 kanały pomiarowe dla podłączenia ekstensometrów i przetworników pomiarowych: **odczyt danych i sterowanie zwrotne z częstotliwością nie mniejszą niż 10 kHz i rozdzielczością min. 24 bit**
- sterowanie wg zadanego programu obciążenia poprzez zestaw komputerowy PC (z pkt 1.5 poniżej)

1.5. Zestaw komputerowy PC z monitorem LCD min 23" o parametrach dostosowanych do sterowania i obsługi maszyny wytrzymałościowej oraz drukarką laserową kolorową.

1.6. Zasilacz typu UPS do awaryjnego podtrzymania zasilania komputera, o którym mowa w pkt 1.5. powyżej (komputer) w razie zaniku napięcia sieciowego. Moc zasilacza czynna (w watach) i bierna (w wolta-amperech) powinna przynajmniej o 20 % przekraczać zapotrzebowanie na moc komputera, zaś akumulatory powinny zapewnić pracę komputera bez zasilania w czasie co najmniej 15 minut.

2.1. Oprogramowanie do obsługi badań dynamicznych i zmęczeniowych:

- funkcje ustawiania przebiegu metody testowej, realizacji obciążeń, zakresu odczytu i przetwarzania danych pomiarowych
- wykonywanie badań zmęczeniowych przy standardowych lub zdefiniowanych przez użytkownika zmiennych lub stałych częstotliwościach drgań, z jednoczesnym zbieraniem danych (ciągłym lub zdefiniowanym przez użytkownika) i ich możliwą wizualizacją na kilku różnych wykresach jednocześnie

- projektowanie własnych programów obciążeń mających zapewnić możliwość ręcznego sterowania przebiegiem testu tj. możliwość zatrzymania w dowolnym momencie lub zmiany kierunku obciążenia
- **oprogramowanie musi zapewniać stałą widoczność najważniejszych parametrów kontrolnych pracy systemu w formie konsoli sterującej, bez możliwości jej ukrycia lub "przysłonięcia" ekranem roboczym lub modułami programowymi**
- możliwość sterowania siłownikiem **w funkcji dowolnego mierzonego parametru**
- program ma zapewnić możliwość **automatycznej redukcji ilości zapisywanych danych wg kryteriów określonych przez użytkownika dla ograniczenia wielkości plików danych w badaniach zmęczeniowych**
- automatyczna redukcja ilości zapisywanych danych wg kryteriów określonych przez użytkownika dla ograniczenia wielkości plików danych w badaniach zmęczeniowych
- automatyczne wyznaczanie modułu Younga, prędkości, przyspieszenia, energii
- analiza DMA (Dynamic Mechanical Analysis)
- definiowanie własnych wielkości obliczeniowych z użyciem języka C
- możliwość instalacji modułu kontroli samonagrzewania się próbki (monitorowanie temperatury próbki) zapewniający utrzymanie temperatury próbki w zdefiniowanym zakresie podczas testów dynamicznych materiałów wrażliwych (np. próbek kompozytowych)
- zapis plików danych w formacie ASCII i możliwość eksportu

2.2. Oprogramowanie do obsługi testów statycznych obejmujące:

- testy rozciągania, ściskania, zginania i testy pochodne
- sterowanie przemieszczeniem siłownika w funkcji obciążenia, naprężenia i odkształcenia
- tworzenie raportów w postaci pliku PDF, edytora tekstu i HTML oraz możliwość eksportu danych do programów arkusza kalkulacyjnego (np. Excel)
- **moduł do wykonywania programowej kalibracji głowicy pomiarowej siły, mającej na celu sprawdzenie poprawności działania toru pomiarowego**
- możliwość wykonywania obliczeń parametrów wytrzymałościowych w czasie rzeczywistym (w trakcie wykonywania testu)
- możliwość sterowania systemem **poprzez wirtualne kanały obliczeniowe**
- **moduł do wykonywania ponownej analizy przetestowanej próbki przy pomocy innej metody testowej; moduł musi umożliwiać wczytanie danych z zakończonego testu próbki i przeprowadzić ponowną ich analizę za pomocą innych obliczeń niż te, które wykonywane były w trakcie testu**
- moduł cyfrowej rejestracji i analizy wideo mikro oraz makro struktury odkształcanej próbki zsynchronizowany i zintegrowany w oprogramowaniu badawczym:
 - powiększenia maksymalne regulowane w zakresie do min. x200
 - obiektyw ze zmienną ogniskową do filmowania próbki w skali mikro i makro
 - zintegrowany system monochromatycznego podświetlenia

- ergonomiczny uchwyt do mocowania w przestrzeni testowej zapewniający pozycjonowanie we wszystkich trzech osiach

3.1. Zestaw uchwytów do testów rozciągania

3.1.1. Uchwyty mechaniczne klinowe do testów dynamicznych w komorze temperaturowej i w warunkach otoczenia dla obciążeń 10 kN, w komplecie:

- dostosowane do realizacji testów: rozciągania, ściskania i skręcania (**z przejściem przez wartość 0**); w zakresie obciążeń o wartościach do minimum: +/- 10 kN,
- zestaw wkładek o szerokości 25 mm do próbek płaskich o grubościach minimum od 0 do 12,7 mm
- zestaw wkładek do próbek okrągłych o średnicach w zakresie minimum od 3,0 do 12,7 mm
- możliwość pracy w komorze temperaturowej w zakresie temperatur: od -70°C do +350°C

3.1.2. Uchwyty pneumatyczne ±10 kN do pracy w warunkach otoczenia wraz z dopasowanym przenośnym kompresorem powietrza:

- dostosowane do realizacji testów: rozciągania, ściskania i skręcania (z przejściem przez wartość 0); w zakresie obciążeń o wartościach do minimum: +/- 10 kN, zestaw wkładek o szerokości 25 mm do próbek płaskich o grubościach minimum od 0 do 12,7 mm i okrągłych o średnicach w zakresie minimum od 3,0 do 12,7 mm
- możliwość pracy w zakresie temperatur: od +10°C do +50°C

3.1.3. Uchwyty mechaniczne do testów rozciągania-ściskania w zakresie małych sił do 0.25 kN.

W zestawie:

- wkładki do próbek płaskich 0-6,3 mm:
- wkładki do próbek okrągłych o średnicach od 3 mm do 8 mm
- możliwość pracy w zakresie temperatur: od -30°C do +100°C

3.2. Zestaw tarcz do testów ściskania (2 szt.):

- średnica 100 mm
- zakres obciążeń osiowych do minimum: +/- 10 kN
- możliwość pracy w komorze temperaturowej w zakresie temperatur: od -70°C do +350°C

3.3. Uchwyt do testów zginania 3 i 4-punktowego

- zmienny rozstaw podpór w zakresie minimum: od 20 mm do 140 mm
- w komplecie pojedyncza i podwójna napora górna
- zmienny rozstaw podwójnej napory górnej w zakresie minimum: od 20 mm do 80 mm
- dostosowany do próbek o szerokości do min. 50 mm
- możliwość pracy w komorze temperaturowej w zakresie temperatur: od -70°C do +350°C

3.4. Ekstensometr wideo umożliwiający bezkontaktowy pomiar odkształcenia próbki:

- klasa dokładności przynajmniej 1 wg ISO 9513,
- pomiar odkształcenia osiowego w 3 zakresach pomiarowych: 100 mm, 240 oraz 450 mm

- pomiar odkształcenia poprzecznego (zakres pomiarowy co najmniej 40 mm),
- rozdzielczość co najmniej 0,5 μm ,
- szybkość przesyłania danych co najmniej przynajmniej 100 Hz,
- pełna integracja i obsługa z poziomu oprogramowania maszyny wytrzymałościowej,
- ekstensometr wyposażony w mocowanie umożliwiające jego szybki montaż zarówno na drzwiach komory (pomiar w komorze) oraz ramie maszyny (pomiar w temperaturze otoczenia),
- możliwość współpracy z oprogramowaniem do analizy korelacji obrazu DIC (jako potwierdzenie należy dostarczyć razem z ekstensometrem oprogramowanie demo na okres co najmniej 90 dni),
- zsynchronizowane z pomiarem kanałów siły oraz wydłużenia rejestrowanie filmów podczas badania wraz z możliwością późniejszego odtworzenia,

3.5 Moduł zapisu wiodo przebiegu testu

- kamera HD
- min. 400x USB mikroskop

3.6. Zestaw komory temperaturowej dla badań próbek w zakresie od -100°C do $+350^{\circ}\text{C}$

- cyfrowy system sterowania podłączany do zestawu PC poprzez port USB
- **możliwość programowania wielosegmentowych, zmiennych przebiegów charakterystyk temperatury**
- **wyjście sygnałowe 0-10 V**
- oświetlenie wewnętrzne
- **zestaw demontowanych wkładek: górnej i dolnej** dla instalacji komory bez demontażu łańcucha pomiarowego obciążenia
- frontowe drzwi uchylne z oknem obserwacyjno-pomiarowym wyposażonym **w systemem podgrzewania dla zapewnienia widoczności** w zmiennych warunkach środowiskowych
- zestaw do przyłączenia zbiornika LN2 dla badań w temperaturze poniżej temp. otoczenia od min. -100°C
- wymiary wnętrza minimum (wys. x szer. x głębokość): 485 mm x 240 mm x 230 mm
- wymiary zewnętrzne maximum (wys. x szer. x głębokość): 635 mm x 350 mm x 590 mm
- zasilanie 230 V AC
- zestaw mocowania na maszynie wytrzymałościowej

3.7. Zestaw komory do pomiarów w kąpeli środowiskowej. Układ musi być dostosowany do prób w środowisku wody destylowanej i soli fizjologicznej. W kąpeli musi być możliwość zastosowania uchwytów pneumatycznych mocowanych do cięgien pośredniczących (ciągnia dostarczone wraz ze zbiornikiem)

3.7.1 Komora o regulowanej temperaturze kąpeli: od temperatury otoczenia do min. 40°C z dokładnością nie gorszą niż 1°C

- Pionowa przestrzeń robocza w kąpeli nie mniejsza niż 200 mm
- Średnica wewnętrzna zbiornika nie mniejsza niż 140 mm

3.7.2. Uchwyty pneumatyczne do testów rozciągania w kąpeli, o parametrach:

- Maksymalne obciążenie do 250N
- Uchwyty muszą być odporne na działanie środowiska kąpeli
- Komplet wkładek:
 - metalowe, ryflowane o wymiarach 25 mm x 25 mm, maksymalna grubość próbki nie mniej niż 10 mm, odporne na działanie kąpeli (2 komplety)
 - metalowe o podwyższonej chropowatości o wymiarach 25 mm x 25 mm, maksymalna grubość próbki nie mniej niż 10 mm, odporne na działanie kąpeli (2 komplety)

3.7.3. Tarcze do testów ściskania w kąpeli, o parametrach nie gorszych niż:

- Średnica tarcz do ściskania co najmniej 50 mm, odporne na działanie kąpeli
- W zestawie górne cięgno pośredniczące umożliwiające pracę w kąpeli

4. Ekstensometr do badań dynamicznych; Zmienna baza pomiarowa: 12,5 mm, 25 mm, 50 mm, droga pomiarowa min. +/-5mm dająca odpowiednio +/-40%, +/-20% i +/-10% odkształcenia względnego dla tych baz pomiarowych. Zakres temp. pracy -60°C +150°C. Może być zanurzony i pracować w cieczach: aceton, olej silikonowy, alkohol.