

OPZ - OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

1. Przedmiot zamówienia

Dostawa zestawu urządzeń do badań własności mechanicznych wraz z rozmieszczeniem, montażem, uruchomieniem oraz z przeszkoleniem pracowników w zakresie obsługi.

2. Opis Przedmiotu Zamówienia

Przedmiotem zamówienia jest dostawa (obejmująca zakup, dostarczenie do miejsca użytkowania, montaż oraz niezbędne podłączenia i instalacje wraz z wykonaniem niezbędnych testów i prób) zestawu wyposażenia do badań własności mechanicznych. Zamawiany wyżej zestaw do badań własności mechanicznych obejmuje swym zakresem:

- a) dostawę **uniwersalnej maszyny wytrzymałościowej wolnostojącej (model podłogowy) o maksymalnej sile co najmniej 100 kN;**
- b) dostawę **maszyny wytrzymałościowej (model stołowy) o maksymalnej sile co najmniej 2,5 kN;**
- c) wykonanie **modernizacji uniwersalnej maszyny wytrzymałościowej Instron 4505/5500R;**
- d) dostawę **twardościomierza uniwersalnego o zakresie siły obciążającej od co najmniej 1 kg do 250 kg.**

Planowane do zakupu urządzenia służyć będą głównie do wykonywania badań wytrzymałościowych rozciągania, ściskania, ścinania, zginania dla metali i innych materiałów, w temperaturze otoczenia oraz obniżonej, podwyższonej i wysokiej, a także pomiarów twardości znormalizowanymi sposobami Brinella, Rockwella, Vickersa i Knoopa. W szczególności muszą wykazać się następującą funkcjonalnością:

- uniwersalna maszyna wytrzymałościowa 100 kN - badania w temperaturze otoczenia, w pełnym zakresie metod (rozciąganie, ściskanie, zginanie i inne), w pełnym zakresie sił od 0,2 N, z możliwością wykorzystania posiadanego przez Zamawiającego wyposażenia w postaci komory klimatycznej (zakres temperatury $-150 \div 600$ °C) i pieca wysokotemperaturowego (do 1200 °C);
- maszyna wytrzymałościowa o sile $\geq 2,5$ kN - badania w temperaturze otoczenia, próby rozciągania drutów i próbek płaskich o małych przekrojach;
- zmodernizowana uniwersalna maszyna wytrzymałościowa Instron 4505/5500R - badania w obniżonej, otoczenia i podwyższonej temperaturze w oparciu o posiadaną komorę klimatyczną (zakres temperatury $-150 \div 600$ °C) i piec wysokotemperaturowy (do 1200 °C);
- twardościomierz uniwersalny - pomiary twardości podstawowymi metodami, co najmniej Brinella, Rockwella, Vickersa i Knoopa, zgodnie z warunkami standardowymi ISO/ASTM, w sposób półautomatyczny, w zakresie obciążeń co najmniej od 1 do 250 kg.

Planowane do zakupu urządzenia muszą być wyposażone w **dedykowane oprogramowanie**, pozwalające na pracę i wymianę danych na dowolnym komputerze (bez ograniczeń instalacji), z udzieleniem stosownych licencji na oprogramowanie, zbudowane na tej samej platformie programowej. Zarówno oprogramowanie do maszyn wytrzymałościowych, jak i twardościomierza musi obejmować wszystkie znormalizowane metody badań w tym zakresie, jak również umożliwiać tworzenie metod niestandardowych, gromadzenie i archiwizację danych oraz generowanie raportów.

Nowe urządzenia muszą posiadać deklarację zgodności CE, świadczącą o zgodności urządzenia z warunkami bezpieczeństwa Unii Europejskiej, a także muszą być zainstalowane oraz uruchomione przez autoryzowany serwis Producenta u Zamawiającego.

Dodatkowo wymagane jest przeprowadzenie **szkolenia w języku polskim** z zakresu obsługi urządzenia, w siedzibie Zamawiającego tj. Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych w Gliwicach (44-100), ul. Sowińskiego 5, dla wskazanej przez użytkownika liczby osób, które potwierdzone zostanie stosownym zaświadczeniem, a przeprowadzone przed zakończeniem terminu realizacji zamówienia. Zakres i czas szkolenia powinien być tak dobrany, aby uczestnicy szkolenia nabyli niezbędnej biegłości w zakresie skutecznej i bezpiecznej obsługi wszystkich urządzeń wchodzących w skład zestawu.

3. Parametry techniczne

Planowane do zakupu urządzenia muszą spełniać następujące parametry techniczno-eksploatacyjne:

3.1. Uniwersalna maszyna wytrzymałościowa 100 kN

Maszyna wytrzymałościowa:

- urządzenie fabrycznie nowe;
- uniwersalna maszyna wytrzymałościowa, model podłogowy, dwukolumnowa;
- maksymalna siła rozciągania/ściskania – co najmniej 100 kN;
- minimalna siła mierzona – $\pm 0,2$ N lub mniej (w klasie 1 lub lepiej);
- 3 lub 4 głowice pomiarowe siły o zakresach znacząco na siebie zachodzących obejmujących zakres pracy urządzenia (np. 100 kN, 10 kN, 1 kN, 100 N);
- klasa czujników pomiarowych siły – 0,5 lub wyższa;
- zakres prędkości minimalnej przesuwu belki ruchomej – minimum 0,0001 mm/min lub mniej;
- zakres prędkości maksymalnej przesuwu belki ruchomej – minimum 1000 mm/min lub więcej;
- dokładność utrzymania zadanej prędkości belki – $\pm 0,1\%$;
- prędkość powrotu belki – minimum 1000 mm/min;
- dokładność pozycjonowania belki – ± 2 μ m lub lepiej;
- częstotliwość pętli sterowania wewnętrznej maszyny 40 kHz lub więcej, przy maksymalnej ilości wykorzystywanych kanałów i rozdzielczości co najmniej 24 bity;
- częstotliwość próbkowania wszystkich kanałów pomiarowych – min. 2 kHz;
- sztywność ramy maszyny – minimum 110 kN/mm lub wyższa;
- wysokość/szerokość przestrzeni roboczej: minimum 1700 mm/575 mm (bez zamontowanego wyposażenia);
- zakres ruchu belki ruchomej - minimum 1600 mm;
- zainstalowana osłona bezpieczeństwa, przednia, osłaniająca całą przestrzeń roboczą maszyny, wyposażona w system przesuwnej otwierania drzwi oraz zintegrowany elektryczny zamek sprzęgnięty z jednostką elektroniki i ryglujący mechanicznie drzwi podczas badania; pełna zgodność ze znakiem CE oraz dyrektywą maszynową MD 2006/42/WE;
- automatyczna identyfikacja stosowanych głowic pomiarowych siły i ekstensometrów;
- możliwość podłączenia i wykorzystania w testach szczęk pneumatycznych będących na wyposażeniu Zamawiającego;
- system bezpieczeństwa użytkownika maszyny, wyposażonej w łatwo dostępny przycisk awaryjnego zatrzymania STOP, powodujący natychmiastowe zatrzymanie maszyny, umieszczony na maszynie w pobliżu jej przestrzeni roboczej i powielony na pilocie i monitorze komputera;
- system mechanicznego ustalania zakresu ruchu belki (wyłączniki krańcowe);
- zabezpieczenie przed przekroczeniem dopuszczalnych maksymalnych wartości siły;
- wyposażona w panel sterowania / pilota z podstawowymi funkcjami sterowania maszyną (start/stop/przesuw belki/powrót etc.) i wyświetlaczami umożliwiającymi śledzenie wskazań kanałów pomiarowych oraz obsługę komunikatów

oprogramowania bez konieczności korzystania z komputera; dodatkowo panel sterowania / pilot musi posiadać wyłącznik awaryjny;

- możliwość sterowania szybkością rozciągania/ściskania na podstawie wskazań ekstensometru (sterowanie odkształceniem próbki);
- możliwość podłączenia do systemu minimum 8 dodatkowych czujników i rejestracji ich wskazań w czasie rzeczywistym przebiegu testu;
- adaptory do zapewnienia kompatybilności mechanicznej posiadanego oprzyrządowania z maszyny Instron 4505/5500R (możliwość wykorzystania posiadanych uchwytów, oprzyrządowanie do ściskania, zginania).

Wyposażenie:

- ekstensometr automatyczny o płynnie regulowanej długości bazy pomiarowej L_0 w zakresie od 10 do 200 mm, dokładności pomiaru klasy co najmniej 0,5 (ISO 9513) i rozdzielczości co najmniej 0,1 μm z dodatkową funkcją pomiaru zmian szerokości próbki (dla automatycznego określenia wykładnika umocnienia „n” i współczynnika anizotropii „r”);
- uchwyty klinowe do mocowania próbek (do rozciągania) wraz z odpowiednimi szczękami, o zmiennym, łatwo i szybko regulowanym rozstaw szczęk (mechanicznie - śrubowo, elektromechanicznie, pneumatycznie lub hydraulicznie), umożliwiającym rozciąganie próbek:
 - płaskich o grubości co najmniej 15 mm, przy ich szerokości co najmniej 30 mm i długość chwytu próbek co najmniej 50 mm,
 - okrągłych o średnicy do 32 mm, długość chwytu próbek co najmniej 50 mm
 - wysokość przestrzeni roboczej maszyny w połączeniu z oferowanymi uchwytami powinna zapewnić odległość pomiędzy uchwytami przynajmniej 1200 mm
 - możliwość zainstalowania innej głowicy pomiaru siły wraz z innymi uchwytami próbek bez demontażu powyżej opisanych uchwytów klinowych (jeśli ich masa przekracza 15 kg/uchwyt);

- komputer PC o parametrach co najmniej:

Stacja robocza:

- MS Windows 10 Pro 64 bit
- procesor typu Intel Core-I5
- pamięć 16 GB DDR4 RAM -2666
- 512 GB SSD M.2 2280 PCIe - 2 TB 7200 SATA 3.5in
- napęd DVD
- oddzielny port PCI-Express
- 2x Gigabit Ethernet
- 1x RS232
- klawiatura, mysz optyczna USB
- instalacja: Windows 10 Pro 64bit PL- 1 rok gwarancji
- łącznie z instalacją oprogramowania do obsługi maszyny, ustawieniem adresu IP oraz ogólną weryfikacją,

Monitor o parametrach co najmniej:

- LCD o przekątnej 24"
- rozdzielczość 1920 x 1080;

- sieciowa drukarka laserowa kolorowa o parametrach co najmniej:

- szybkość druku [str/min]: 18 w czerni, 4 w kolorze,
- maksymalny format druku: A4
- automatyczny druk dwustronny,
- wifi,
- złącze Lan/Ethernet,
- rozdzielczość w czerni 600 x 600dpi,
- rozdzielczość w kolorze 600 x 600dpi,
- podajnik papieru 150 arkuszy,
- druk z karty pamięci (USB),
- obsługiwany system MS Windows 10 Pro 64bit.

Oprogramowanie:

- do realizacji testów rozciągania, ściskania, zginania, ścinania i innych, zgodnie z wymaganiami norm ISO/ASTM;
- do realizacji testów o przebiegu dowolnie definiowanym przez użytkownika, w tym prób cyklicznych;
- do zapisu wyników wykonywanych testów w plikach z wybraną częstotliwością zapisu (maksymalna częstotliwość ≥ 2 kHz), a także możliwością redukcji zapisanych wyników według ustalonych przez użytkownika kryteriów, dla ograniczenia wielkości plików;
- umożliwiające prowadzenie prób sterowanych odkształceniem próbki wg ISO 6892-1 metoda A1 „closed loop” w oparciu o sygnał z ekstensometru,
- uwzględniające ewentualne dodatkowe czujniki pomiarowe;
- umożliwiające wykonywanie dodatkowych operacji statystycznych i obliczeń zdefiniowanych przez użytkownika, w tym także już po wykonaniu testu;
- elastyczne oprogramowanie umożliwiające określanie wartości modułu przy próbach według zróżnicowanych metod;
- opcja wydruku raportu z badania z użyciem drukarki sieciowej.

Inne:

- wymagana jest możliwość wykonywania badań rozciągania / ściskania w oparciu o posiadane wyposażenie:
 - w komorze klimatycznej w zakresie temperatury od -150 °C do $+600$ °C
 - w wysokiej temperaturze (piec o długości strefy jednorodnej temperatury co najmniej 200 mm i temperaturze maksymalnej 1200 °C),
- z uwagi na ograniczenia transportowe do miejsca docelowego użytkownika wymiary zewnętrzne maszyny powinny umożliwiać jej przemieszczenie do miejsca przeznaczenia.

3.2. Maszyna wytrzymałościowa 2,5 kN**Maszyna wytrzymałościowa:**

- urządzenie nowe lub po modernizacji, stan jak fabrycznie nowe;
- typ – stolikowa, jednokolumnowa;
- maksymalna siła – minimum 2,5 kN;
- minimalna siła mierzona – 5 N lub mniej (klasa 1);
- klasa czujnika pomiarowego siły – 0,5 lub wyższa;
- możliwość wykorzystania czujnika pomiarowego siły w badaniach prowadzonych na maszynie wytrzymałościowej 100 kN;
- zakres prędkości minimalnej przesuwu belki ruchomej – minimum 0,001 mm/min lub mniej;
- zakres prędkości maksymalnej przesuwu belki ruchomej – minimum 800 mm/min lub więcej;
- dokładność utrzymania zadanej prędkości belki – $\pm 0,1$ %;
- dokładność utrzymywania pozycji belki ruchomej - ± 2 μ m;
- wysokość przestrzeni roboczej - min. 800 mm;
- zakres ruchu uchwytu ruchomego - co najmniej 400 mm;
- adaptacja posiadanych uchwytów pneumatycznych do mocowania próbek (F_{max} co najmniej 1kN, dostosowana do maszyny) płaskich i okrągłych;
- częstotliwość pętli sterowania wewnętrznej maszyny 40 kHz lub więcej, przy maksymalnej ilości wykorzystywanych kanałów i rozdzielczości co najmniej 24 bity;
- częstotliwość próbkowania wszystkich kanałów pomiarowych – min. 2 kHz,
- możliwość sterowania szybkością rozciągania na podstawie wskazań ekstensometru (sterowanie odkształceniem próbki metoda A1 wg ISO 6892-1).

Uchwyty:

- adaptory umożliwiające wykorzystanie posiadanych uchwytów, w tym pneumatycznych.

Oprogramowanie:

- do realizacji testów rozciągania, ściskania, zginania, ścinania i innych, zgodnie z wymaganiami norm ISO/ASTM, identyczne z oferowanym dla maszyny opisanej w punkcie 3.1 OPZ.

Komputer i monitor:

- komputer PC o parametrach co najmniej:

Stacja robocza

- MS Windows 10 Pro 64 bit;
- procesor typu Intel Core-I5;
- pamięć 16 GB DDR4 RAM -2666;
- 512 GB SSD M.2 2280 PCIe - 2 TB 7200 SATA 3.5in;
- napęd DVD;
- oddzielny port PCI-Express;
- 2x Ethernet
- 1x RS232;
- klawiatura, mysz optyczna USB;
- instalacja: Windows 10 Pro 64bit PL- 1 rok gwarancji;
- łącznie z instalacją oprogramowania do obsługi maszyny, ustawieniem adresu IP oraz ogólną weryfikacją,

Monitor o parametrach co najmniej:

- LCD o przekątnej 24";
- rozdzielczość 1920 x 1080.

3.3. Modernizacja maszyny wytrzymałościowej Instron 4505/5500R

Modernizacji ma być poddana maszyna wytrzymałościowa Instron 4505, nr seryjny H2494, zasilanie 240 V/10 A, rok produkcji 1994, z retrofitem 5500R (2007), sprawna, działająca, aktualnie wyposażona dodatkowo w komorę klimatyczną Instron 3119-408 (-150 °C ÷ + 600°C) wraz ze zbiornikiem na ciekły azot, piec wysokotemperaturowy SF 1017A o temp. max. 1350 °C, ekstensometr video Instron AVE (model 2007), ekstensometr wysokotemperaturowy Instron.

Po modernizacji maszyna musi odznaczać się następującymi parametrami funkcjonalnymi:

- maksymalna siła – minimum 100 kN;
- adaptacją posiadanych głowic pomiarowych siły – 100 kN, 10 kN, 1 kN;
- zakresami pomiarowymi siły (klasa 0,5) dla poszczególnych głowic: 100 kN ÷ 400 N; 10 kN ÷ 40 N; 1 kN ÷ 4 N;
- zakres szybkości przesuwu belki: 0,001 ÷ 1000 mm/min;
- dokładność utrzymania prędkości przesuwu belki 0,1 %;
- dokładność i powtarzalność pozycjonowania belki ruchomej maszyny zmodernizowanej: $\pm 2 \mu\text{m}$;
- przestrzeń robocza maszyny i zakres ruchu belki ruchomej pozostawione bez zmian;
- nie pogorszona sztywność ramy maszyny 300 kN/mm
- po adaptacji kompatybilność i możliwość pracy ekstensometru standardowego na nowej maszynie opisanej w punkcie III.1;
- nowy ekstensometr laserowy do zastosowania w temperaturze otoczenia oraz wysokiej temperaturze przynajmniej do 1250°C, pozwalający na wykonanie pomiaru bez konieczności nanoszenia znaczników, o parametrach:
 - klasa dokładności 0,5 zgodnie z EN ISO 9513,
 - rozdzielczość przynajmniej 0,15 μm ,
 - baza początkowa przynajmniej od 2 do 115 mm,
 - automatyczne ustawianie bazy pomiarowej,
 - wysokość pola widzenia ekstensometru przynajmniej 120mm,
 - pozwalający na przeprowadzanie badań z regulacją odkształcenia wg ISO 6892-1 metoda A1 „closed loop” od bazy pomiarowej przynajmniej 50 mm,
- stelaż do zamocowania ekstensometru laserowego do ramy maszyny wraz z adapterami pozwalającymi na pomiar odkształcenia w posiadanej komorze

temperaturowej Instron 3119-408 oraz w piecu wysokotemperaturowym SF1017A,

- zaadaptowanie posiadanego standardowego ekstensometru o bazie 12,5/25/25 mm, zakres pomiaru ± 5 mm, mała masa 20 g (do pracy w temperaturze niskiej i podwyższonej do 200 °C);

Maszyna po modernizacji musi zapewnić:

- możliwość zamontowania komory i prowadzenia badania w temperaturze -150 ÷ 600°C (w oparciu o posiadaną dotąd komorę i zbiornik N₂) z pomiarem odkształcenia w trakcie próby oraz sterowaniem maszyny z wskazań ekstensometru wg ISO 6892-1 metoda A1;
- możliwość zamontowania pieca i prowadzenia badania w piecu w temperaturze do 1200°C (w oparciu o dotąd posiadany piec i uchwyty) z pomiarem odkształcenia w trakcie próby (ekstensometr wysokotemperaturowy) oraz sterowaniem maszyny z wskazań ekstensometru wg ISO 6892-1 metoda A1;
- prowadzenie badań w oparciu o oprogramowanie do standardowych prób rozciągania/ściskania/zginania oraz oprogramowanie do swobodnego zdefiniowania prowadzonych prób, w tym cyklicznego ich powtarzania, identycznego z oprogramowaniem dostarczonym z maszyną nową - pkt. 3.1 OPZ

Uchwyty i inne oprzyrządowanie:

- przewiduje się wykorzystanie posiadanego i wykorzystywanego dotąd oprzyrządowania

Oprogramowanie:

- do realizacji testów rozciągania, ściskania, zginania, ścinania i innych, zgodnie z wymaganiami norm ISO/ASTM, identyczne z oferowanym dla maszyny 3.1 OPZ
- opcja wydruku raportu z badania z użyciem drukarki sieciowej.

Komputer i monitor:

Stacja robocza:

- MS Windows 10 Pro 64bit
- processor typu Intel Core-I5
- pamięć 16 GB DDR4 RAM -2666
- 512 GB SSD M.2 2280 PCIe - 2 TB 7200 SATA 3.5in
- napęd DVD
- oddzielny port PCI-Express
- 2x Ethernet
- 1x RS232
- klawiatura, mysz optyczna USB
- instalacja: Windows 10 Pro 64bit PL- 1 rok gwarancji
- łącznie z instalacją oprogramowania do obsługi maszyny, ustawieniem adresu IP oraz ogólną weryfikacją.

Monitor o parametrach co najmniej:

- LCD o przekątnej 24";
- rozdzielczość 1920 x 1080.

UWAGA:

- oprogramowanie wszystkich trzech maszyn musi być identyczne systemowo oraz identyczne funkcjonalnie (pewne funkcje mogą być nieaktywne w przypadku ich niewykorzystywania),
- komputery maszyn wytrzymałościowych oraz twardościomierza muszą być połączone w sieć wewnętrzną z dyskiem do zapisu danych;
- oprzyrządowanie musi być wymienne pomiędzy urządzeniami, zarówno mechaniczne jak i elektroniczne, poprzez zastosowanie przejściówek,

3.4. Twardościomierz uniwersalny

- urządzenie fabrycznie nowe;
- twardościomierz uniwersalny do badań twardości:

- metali sposobem Brinella, Rockwella, Superficial Rockwella, Vickersa i Knoop,
- tworzyw zgodnie z normami ISO / ASTM;
- materiałów węglowo-grafitowych według normy EN 51917;
- automatyczny wybór i realizacja cyklu pomiarowego (obciążenie wstępne, obciążenie, odciążenie);
- wybór siły obciążającej w zakresie co najmniej od 1 kg do 250 kg zgodnie z normami ISO/ASTM;
- kamera cyfrowa kolorowa CCD o wysokiej rozdzielczości, minimum 12 Mpx z minimum 3 stopniowym powiększeniem;
- wymienne obiektywy, gwarantujące powiększenia w pełnym zakresie, koniecznym do precyzyjnego pomiaru odcisków (5×, 20×, 50×);
- uchwyt rewolwerowy (wieżyczka) na obiektywy i wgłębniki, co najmniej 6-cio pozycyjny, sterowany automatycznie z oprogramowania twardościomierza;
- stolik o dużej przestrzeni roboczej (maksymalna wysokość próbki 350 mm, maksymalna szerokość próbki do 300 mm);
- wyposażony w stolik płaski o średnicy co najmniej 90 mm oraz imadło do mocowania próbek;
- oprogramowanie do sterowania pomiarem zgodnie z wybranym sposobem pomiaru, automatyczną zmianą położenia wgłębnik/obiektyw, analizą obrazu dla pomiarów HV, HB, HK, rejestracji wyników pomiaru i opracowywania statystycznego, ograniczeniem dostępu do urządzenia dla konkretnych operatorów, łatwą transmisją wyników w powszechnie stosowanym formacie (np. XLM, CSV), rejestracją wyników i tworzeniem raportów spójnych z oprogramowania dla maszyn wytrzymałościowych,
- opcja wydruku raportu z badania z użyciem drukarki sieciowej,
- konstrukcja twardościomierza i stolika odporne na duże obciążenia (masa próbki do 150 kg)
- odpowiednio stabilna szafka/stolik pod twardościomierz;
- twardościomierz musi być dostosowany do rozbudowy o automatyczny stolik;
- wgłębniki z certyfikatami jednostek certyfikujących UE:
 - stożek diamentowy 120° (Rockwell),
 - piramidka diamentowa 136° (Vickers),
 - kulki węglkowe 1;2,5; 5 i 10 mm (Brinell) - uchwyty z kulkami zapasowymi po 5 szt. dla każdej średnicy),
 - kulki 1/16"; 1/8", 1/4"; 1/2" (Rockwell) - uchwyty z kulkami
- certyfikowane przez jednostki certyfikujące UE wzorce twardości Brinella, Rockwella, Vickersa o twardościach:
 - około 150 HBW 2,5/62,5
 - około 60 HRC
 - około 150 HV 10