

## SZCZEGÓŁOWY OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

### Dostawa zestawu stanowisk laboratoryjnych do Katedry Energetyki

Kody CPV: : 38540000-2 - Maszyny i aparatura badawcza i pomiarowa,

Wymagane parametry techniczne i funkcjonalne dla zestawu następujących stanowisk:

**1. Stanowisko do badań krzywych charakterystyk pompy w układzie równoległym i szeregowym**

Wypożazenie minimalne:

- zestaw dwóch pomp odśrodkowych (praca w konfiguracji szeregowej lub równoległej – zamiennie)
- zestaw akwizycji danych ze sterownikiem niezbędnym do obsługi i analizy wyników
- silniki napędowe z regulowaną prędkością
- silnik z łożyskiem wahlwym, z zapewnieniem pomiaru momentu obrotowego za pomocą ramienia dźwigni i czujnika siły
- indukcyjny czujnik prędkości na silniku
- przepływomierz elektromagnetyczny

Dane techniczne zestawu:

- 2 pompy o maksymalny natężenie przepływu w zakresie 18-20 m<sup>3</sup>/h, maksymalna wysokość podnoszenia pomp w zakresie 20-25 m
- 2 silniki napędowe: moc wyjściowa min 1 kW, zakres prędkości do 3000 min<sup>-1</sup>
- zbiornik magazynowy minimum 260 l
- zakresy pomiarowe:
  - natężenie przepływu do 600 l/min
  - moc pomp: max 2x2,5 kW
  - max ciśnienia wlot/wylot dla pomp: pompa 1: 1bar/3 bar; pompa 2: 3 bar/6 bar

**2. Stanowisko do badania pracy dwustopniowej sprężarki tłokowej**

Wypożazenie minimalne:

- sprężarka tłokowa z 2 cylindrami w układzie V
- sterownik PLC do sterowania pracą instalacji
- zintegrowany router do obsługi i sterowania za pośrednictwem urządzenia końcowego oraz do dublowania ekranu
- zbiornik wlotowy z dyszą do pomiaru objętościowego natężenia przepływu, czujnikiem ciśnienia i dodatkowym manometrem
- zbiornik ciśnieniowy za pierwszym stopniem jako chłodnica międzystopniowa
- zbiornik ciśnieniowy za drugim stopniem z zaworem bezpieczeństwa, zaworem wydmuchowym i tłumikiem, a także dodatkowym manometrem i wyłącznikiem ciśnieniowym
- czujniki ciśnienia, temperatury i mocy elektrycznej
- akwizycja danych przez PLC na wewnętrznej pamięci USB,

Dane techniczne zestawu:

- Sprężarka dwustopniowa z 2 cylindrami w układzie V o parametrach:
  - max pobór mocy 2kW, max prędkość do 750 min<sup>-1</sup>, wydajność wlotowa do 250 l/min
- ciśnienie robocze max 35 bar
- zbiornik wlotowy minimum 20l
- zawór bezpieczeństwa: 16 bar
- zakresy pomiarowe:
  - różnica ciśnień do 30 mbar
  - ciśnienie: 1x 0 - 1,5 bar, 2x 0- 16 bar

### **3. Stanowisko do techniki pomiaru temperatury w stanie nieustalonym**

#### Wypożyczenie minimalne:

- stały i nieustalony pomiar temperatury za pomocą typowych przyrządów pomiarowych
  - metody nieelektryczne: termometr cieczowy, termometr bimetaliczny
  - metody elektryczne: termopara typu K, termometr oporowy Pt100, termistor NTC z osłonami termometrycznymi wykonanymi z miedzi i stali nierdzewnej, reakcja termopary i termometru oporowego może być zmieniana
- psychrometr do określania wilgotności względnej powietrza o zdefiniowanych skokach temperatury do 80°C
- zbiornik grzewczy z regulacją temperatury i wyposażony w mieszadło
- wentylator do generowania stałej temperatury powietrza nad zbiornikiem eksperymentalnym

#### Dane techniczne zestawu:

- Zbiornik grzewczy:
  - grzałka, moc wyjściowa: max. 2kW przy 230V, max. 1,5kW przy 120V
  - pojemność: max. 5L
  - regulator temperatury: PID -

#### Czujniki temperatury

- termometr cieczowy z cieczą organiczną – zakres pomiarowy do 100°C
- termometr bimetaliczny – zakres pomiarowy do 150°C
- psychrometr - o zakresie pomiarowym: od min 0 do max 160°C,
- termopara typu K o zakresie pomiarowym: do 100°C
- termistor NTC: o zakresie pomiarowym: od min 0 do 60°C
- termometr oporowy Pt100 o zakresie pomiarowym: do 100°C

### **4. Stanowisko do badania i analizowania procesu parowania wraz z jednostką zasilającą**

#### Wypożyczenie minimalne:

- parownik rurowy wykonany z podwójnej ścianki szklanej
- obieg grzewczy z grzałką, pompą i naczyniem wzbiorczym
- zawór bezpieczeństwa
- pompa wodna do opróżniania obiegu parowania
- czynnik chłodniczy R1233zd,

#### Dane techniczne zestawu:

- Grzałka
  - moc znamionowa: do 2kW
  - zakres temperatur: od min. 0 do max. 100C
- Czynnik grzewczy i chłodzący: woda
- Pompa
  - min. 3 stopnie
  - maks. natężenie przepływu: do 2 m3/h
  - maks. Głębokość do 2 m
  - pobór mocy: do 60W

#### Parownik rurowy max wymiary

długość: do 1200mm

średnica wewnętrzna: do 20mm

średnica zewnętrzna: do 32mm

Skraplacz: zwinięta rura wykonana z miedzi

Czynnik chłodniczy: R1233zd

#### Jednostka do zasilania w wodę, wyposażenie:

- główne komponenty: agregat chłodniczy do schładzania wody, zbiornik wody, pompa cyrkulacyjna
- elektroniczny regulator temperatury wody
- czynnik chłodniczy R513A

## **5. Stanowisko do badania i analizowania procesu skraplania**

### Wyposażenie minimalne:

- dwie rurki chłodzone wodą jako skraplacze o różnych powierzchniach do realizacji kondensacji błonowej i kropłowej
- sterowana grzałka do regulacji temperatury wrzenia
- pompa wodna do opróżniania zbiornika
- wyłącznik ciśnieniowy i zawór bezpieczeństwa dla bezpiecznej pracy
- czujniki temperatury, ciśnienia i natężenia przepływu z wyświetlaczem cyfrowym
- odpowiednie oprogramowanie

### Dane techniczne zestawu:

#### **- Grzałka**

- moc znamionowa: do 3kW

#### **Skraplacz:**

- 1x tuba z matową powierzchnią miedzianą
- 1x rurka z polerowaną połączoną powierzchnią

#### **Pompa**

- maks. natężenie przepływu: do 15 l/min
- ciśnienie: min. 16 mbar

**Zawór bezpieczeństwa:** 2200 mbar ciśnienia bezwzględnego

#### **Zakresy pomiarowe**

ciśnienie: od min. 0...do max 12 bar abs.

natężenie przepływu: między min 0 a max. 10L/min

temperatura: 4x 0...100°C, 3x 0...200°C

## **6. Stanowisko do badania konwekcji swobodnej i wymuszonej**

### Wyposażenie minimalne i parametry:

- Zbiornik nadciśnieniowy:
  - objętość: max. 25 L
  - średnica: max. 0,3 m
  - maks. ciśnienie robocze: do 1bar
- Zbiornik podciśnieniowy
  - objętość: max. 15 L
  - średnica: max. 0,2 m
  - maks. ciśnienie robocze: do -1bar

#### **Zakresy pomiarowe**

- temperatura: do 150°C
- ciśnienie: min 0 do max 6bar (abs)

## **7. Stanowisko do badania rozprężania gazów idealnych**

### Wyposażenie minimalne i parametry:

- kanał powietrzny z wentylatorem osiowym
- 4 elementy grzejne o różnej geometrii
- płynna regulacja mocy grzewczej i wentylatora
- odpowiednie oprogramowanie z funkcją:
  - wyświetlanie temperatury, mocy grzewczej i prędkości powietrza w oprogramowaniu
  - obsługa systemu, gromadzenie danych, oprogramowanie edukacyjne

### Dane techniczne zestawu:

#### Kanał powietrzny:

- przekrój przepływu: min. 120x120mm; wysokość: do 1,0m

#### Elementy grzejne, ograniczenie temperatury: do 90°C

- wiązka rur liczba rur: min. 23
- jedna rurka w zmiennej pozycji jest podgrzewana z moc grzewcza: do 20W
- powierzchnia wymiany ciepła: max do 35 m<sup>2</sup>
- cylinder z równomierną temperaturą na powierzchni z moc grzewcza: do 20W
- powierzchnia wymiany ciepła: do 120 cm<sup>2</sup>
- płyta moc grzewcza: max do 40W z powierzchnia wymiany ciepła: do 2x 100cm<sup>2</sup>
- cylinder z folią grzewczą do badania lokalnej wymiany ciepła, moc grzewcza: do 40W, powierzchnia wymiany ciepła: do 120cm<sup>2</sup>

#### Wentylator osiowy

- maks. natężenie przepływu: do 500m<sup>3</sup>/h
- maks. różnica ciśnień: do 1000Pa
- pobór mocy: do 100W

#### Zakresy pomiarowe

prędkość powietrza: 0 do 15 m/s

temperatura: 4x 0... do max. 350°C

moc grzewcza: między min 0 a max. 50W

## **8. Stanowisko do badania wymiany ciepła przez promieniowanie**

### Wyposażenie podstawowe

- badanie promieniowania cieplnego na różnych powierzchniach ogrzewanych skoncentrowaną wiązką światła
- wytwarzanie skoncentrowanej wiązki światła za pomocą bezstopniowo regulowanej lampy halogenowej i reflektora parabolicznego
- różne próbki metaliczne
- termopile na ruchomym wózku do pomiaru promieniowania cieplnego
- wyświetlanie temperatury i intensywności promieniowania w odpowiednim oprogramowaniu zapewniającym funkcje obsługa systemu, gromadzenie danych, oprogramowanie edukacyjne

### Dane techniczne:

#### Lampa halogenowa

- moc elektryczna max 200 W
- maksymalna temperatura: do 500°C

#### Próbki aluminiowe, max. Ø 20 mm

- 1x anodowane matowo po obu stronach
- 1x malowane z obu stron (farba wysokotemperaturowa)
- 1x anodowane matowo z jedną stroną malowaną

#### Próbki miedziane, max. Ø 20 mm

- 1x niklowane
- 1x jasna,

#### Próbki ze stali nierdzewnej, max. Ø 20 mm

- 1x jasny,

#### Zakresy pomiarowe

- temperatura: min. 0 do max 1000°C
- intensywność promieniowania: min. 0 do 1500W/m<sup>2</sup>

**9. Stanowisko do badania analizy naprężeń membrany wraz ze wzmacniaczem do obróbki pomiarów:**

Wyposażenie minimalne:

- badanie ugięcia i odkształcenia cienkiego dysku pod obciążeniem ściskającym
- tensometry z pomiarem w kierunku promieniowym i stycznym
- możliwość pomiaru ugięcia przy dowolnym promieniu
- pomiar ugięcia za pomocą regulowanego czujnika zegarowego,
- hermetycznie zamknięty układ hydrauliczny, bezobsługowy, do generowania obciążenia ściskającego
- układ hydrauliczny z pompą hydrauliczną i manometrem
- wymagany wzmacniacz pomiarowy oraz oprogramowanie do analizy zmierzonych wartości

Dane techniczne:

*Dysk aluminiowy*

- średnica zewnętrzna: max.  $\varnothing$  250 mm
- grubość: 3mm

*Zastosowanie tensometru*

- min. 8 tensometrów: półmostki, 350 Ohm
- współczynnik pomiaru:  $2,00 \pm 1\%$

*Czujnik zegarowy*

- zakres 0 do min. 20mm
- podziałka: min. 0,01mm

*Manometr*

- zakres od 0 max. 1bar
- dokładność: klasa min. 1,0

**10. Stanowisko do badania analizy naprężeń ścian zbiornika grubościennego**

Wyposażenie minimalne:

- badanie naprężeń i odkształceń w grubościennym cylindrze pod ciśnieniem wewnętrznym
- dwuczęściowy cylinder z płaskim rowkiem
- zastosowanie tensometru w różnych punktach promieniowych w rowku i na powierzchni cylindra
- hermetycznie zamknięty układ hydrauliczny, bezobsługowy do wytwarzania ciśnienia
- układ hydrauliczny z pompą hydrauliczną i manometrem
- wymagany wzmacniacz pomiarowy FL 152
- oprogramowanie do analizy wartości pomiarowych w FL 152

Dane techniczne:

*Dysk aluminiowy*

- długość: max. 300 mm
- średnica: max.  $\varnothing$  140mm
- grubość ścianki: 50mm

*Zastosowanie tensometru*

- min. 11 tensometrów: półmostki, 350 Ohm
- współczynnik pomiaru:  $2,00 \pm 1\%$

*Manometr*

- zakres od 0 max. 100 bar
- dokładność: klasa min. 1,0