

## Szczegółowy opis przedmiotu zamówienia

**Część Nr 1: Dostawa stanowisk laboratoryjnych do Katedry Elektroniki, Telekomunikacji i Mechatroniki:****„Podstawy konstrukcji i eksploatacji maszyn”  
Przekładnie, Mechanizmy**

| Lp. | Nazwa stanowiska                           | Nazwa w języku angielskim          |
|-----|--|------------------------------------|
| 1   | Moduł przekładni przyspieszającej          | Overdrive Unit                     |
| 2   | Podnośnik z przekładnią                    | Geared Lifting Machine             |
| 3   | Automatyczna skrzynia biegów Borga-Wamera  | Borg-Warner Automatic Transmission |
| 4   | Moduł przekładni planetarnej (3 elementy). | Epicyclic Gear Unit (3 elements)   |
| 5   | Prosty układ hydrauliczny                  | Simple Hydraulic System            |
| 6   | Mechanizm korbowo – wodzikowy              | Slider Crank Mechanism             |
| 7   | Mechanizm jarzmowy (z jarzmem przesuwным). | Scotch Yoke Mechanism              |
| 8   | Mechanizm łańcuchowy (reakcji).            | Four-Bar Mechanism                 |
| 9   | Mechanizm sprzęgający                      | Coupling Mechanism                 |
| 10  | Mechanizm krzywkowy                        | Cam and Follower Mechanism         |
| 11  | Mechanizm korbowy                          | Crank Mechanism                    |
| 12  | Zestawy odważników typu „B”                | „B” Type Set of weights            |

**1. LABORATORIUM: Przekładnie, mechanizmy:****Wykaz stanowisk laboratoryjnych:**

- 1.1 Moduł przekładni przyspieszającej.
- 1.2 Podnośnik z przekładnią.
- 1.3 Automatyczna skrzynia biegów Borga-Wamera.

- 1.4 Moduł przekładni planetarnej (3 elementy).
- 1.5 Prosty układ hydrauliczny.
- 1.6 Mechanizm korbowo – wodzikowy.
- 1.7 Mechanizm jarzmowy (z jarzmem przesuwным).
- 1.8 Mechanizm łańcuchowy (reakcji).
- 1.9 Mechanizm sprzęgający.
- 1.10 Mechanizm krzywkowy.
- 1.11 Mechanizm korbowy.

#### Specyfikacja techniczna:

- Wszystkie moduły laboratoryjne należy wyposażyć instrukcje montażu i instalacji, rozruchu, zabezpieczenia, konserwacji;
- Każdy moduł laboratoryjny powinien posiadać instrukcje wykonywania eksperymentów i przeprowadzanych badań w języku polskim i w języku angielskim.
- Szkolenie z zakresu programowania i obsługi zestawów laboratoryjnych dla trzech osób w siedzibie Zamawiającego.
- Dodatkowym wyposażeniem niektórych modułów są zestawy odważników, przy czym każdy z zestawów powinien zawierać:
  - 6 odważników 200 g,
  - 6 odważników 100 g,
  - 2 odważniki 50 g,
  - 2 odważniki 20 g,
  - 2 odważniki 10 g,
  - hak podtrzymujący (wieszak) 100 g.
- Okres gwarancji na dostarczone zestawy – 24 miesiące.

#### **1.1 Moduł przekładni przyspieszającej:**

Moduł montowany w anodowanej konstrukcji aluminiowej z malowanym panelem stalowym. Moduł wsparty na czterech nogach, poza tym jest wyposażony w cztery wsporniki do zawieszenia w ścianie, co umożliwia łatwiejsze przeprowadzanie eksperymentów z obciążnikami. Jednostka utworzona przez zestaw kół zębatych epicyklicznych, tworzących przekładnię obiegowo – planetarną. W celu przeprowadzenia niektórych ćwiczeń potrzebne są 2 zestawy „odważników B”. Zestawy odważników zamawiane są oddzielnie.

Ćwiczenia i praktyczne możliwości:

- a) badanie prędkości nadbiegu,
- b) demonstracja działania systemu przekładni obiegowych w celu uzyskania prędkości nadbiegu,

- c) określenie kąтового przemieszczenia na wejściu i wyjściu oraz porównanie go z obliczonym współczynnikiem redukcji nadbiegu,
- d) określenie minimalnego wysiłku wymaganego na wejściu, aby zwiększyć obciążenie na wyjściu w stosunku do redukcji nadbiegu,
- e) przeniesienie mocy: sprawdzenie stosunku między momentem wejściowym a momentem wyjściowym dla przełożenia redukcji nadbiegu.

## 1.2 Podnośnik z przekładnią:

Moduł umożliwiający badanie prostego mechanizmu podnoszącego i jego zastosowania do określania stosunku prędkości, zalet mechanicznych i sprawności.. Moduł zamontowany na metalowej konstrukcji i może być również zamontowany na ścianie.

W celu przeprowadzenia niektórych ćwiczeń potrzebne są 2 zestawy „odważników B”.

Zestawy odważników zamawiane są oddzielnie.

Ćwiczenia i praktyczne możliwości:

- a) badanie prostego mechanizmu podnoszącego i jego zastosowania do określania stosunku prędkości, zalet mechanicznych i wydajności,
- b) wykorzystanie kół pasowych i kół zębatych do symulacji prostego koła i wału, pojedynczego biegu i podwójnych biegów,
- c) pomiar przemieszczenia liniowego między masami i porównanie z obliczonymi wartościami,
- d) obliczenie minimalnej pracy w celu podniesienia obciążenia raz określenie sprawności.

## 1.3 Automatyczna skrzynia biegów Borga-Warnera:

Moduł jest zamontowany w anodowanej konstrukcji aluminiowej z malowanym panelem stalowym, wspartym na czterech nogach. Dodatkowe cztery wsporniki, umożliwiają zamontowanie urządzenia na ścianie, co pozwala na łatwiejsze przeprowadzanie eksperymentów z obciążnikami.

Epicykliczny zestaw przekładni składa się z:

- kół planetarnych, jedno do przenoszenia przełożeń do przodu i jedno do biegu wstecznego,
- 2 zestawów kół planetarnych: długie i krótkie koła planetarne,
- przekładnia pierścieniowa,
- 2 tarcze z podziałką, ze wskaźnikiem kątowym, umieszczone w wale wejściowym i wyjściowym,
- 2 dyski wejściowe do symulacji sprzęgła przekładni biegów.
- Kilka siłowników mechanicznych lub sworzni symulujących zawory pilota używane do hamowania różnych elementów przekładni planetarnej.
- Wały urządzenia wykonane są ze stali nierdzewnej. Tarcze i koła zębate są wykonane z aluminium, aby ułatwić wykonywanie ćwiczeń.

W celu przeprowadzenia niektórych ćwiczeń wymagane są 2 zestawy odważników „typu B”. Zestawy odważników zamawiane są oddzielnie.

Ćwiczenia i praktyczne możliwości:

- a) demonstracja działania epicyklicznego systemu przekładniowego,
- b) sprawdzenie przełożenia:
  - pierwszy bieg,
  - wymuszony pierwszy bieg,
  - drugi bieg,
  - wsteczny bieg,
  - trzeci bieg i neutralny.
- c) symulacja awarii:
  - awaria sprzęgła biegu do przodu,
  - awaria sprzęgła biegu wstecznego,
  - awarie hamulców.
- d) sprawdzenie zależności między momentem obrotowym silnika na wejściu a momentem wyjściowym silnika na wyjściu.
- e) sprawdzenie zależności między momentem obrotowym silnika na wejściu a momentem obrotowym silnika na wyjściu po aktywacji hamulca skrzyni biegów.

#### **1.4 Moduł przekładni planetarnej (3 elementy):**

Urządzenie stołowe z regulowanymi nogami. Anodowana rama aluminiowa i panele ze stali malowanej.

Moduł przekładni planetarnej 3-stopniowej zawiera:

- a) trzy sprzężone zestawy przekładni epicyklicznych. W skład każdej przekładni wchodzi dwa współśrodkowe koła zębate: koło słoneczne (zwane też centralnym) o uzębieniu zewnętrznym, zamocowane na stałe na wałku, oraz koło koronowe (również zwane centralnym) o uzębieniu wewnętrznym. Między nimi umieszczone są małe koła zębate, tzw. satelity, w liczbie od trzech do pięciu, połączone ze sobą jarzmem (wodzidłem). Satelity wykonują obrót, każdy wokół własnej osi, a wszystkie razem obiegają oś całego mechanizmu,
- b) dwie tarcze z podziałką umieszczone na wałkach wejściowym i wyjściowym,
- c) różne mechaniczne kołki, które symulują zawory pilota używane do hamowania różnych elementów planetarnych.

Wały urządzenia wykonane są ze stali nierdzewnej. Tarcze i koła zębate są wykonane z aluminium i są zamontowane na łożyskach kulkowych, aby zmniejszyć straty spowodowane tarciem, co ułatwia wykonywanie ćwiczeń praktycznych.

Moduł przekładni planetarnej zapewnia trzy prędkości do przodu i jedną prędkość wsteczną.

#### Ćwiczenia i praktyczne możliwości:

- a) demonstracja funkcji systemu przekładni epicyklicznych,
- b) określenie i weryfikacja stosunku prędkości i momentu obrotowego między wałami: wejściowym i wyjściowym,
- c) badanie przełożenia siłowego (zysku mechanicznego) i wydajności układu planetarnego,
- d) określenie przemieszczenia kąowego na wejściu i wyjściu oraz porównanie z obliczonymi stosunkami,
- e) określenie minimalnej siły na wejściu, aby przesunąć ciężar na wyjściu,
- f) wybór biegów:

- pierwszy bieg,
  - drugi bieg,
  - trzeci bieg,
  - bieg wsteczny,
  - neutralny (jałowy),
- g) przesył mocy: sprawdzanie zależności między momentem wejściowym silnika a momentem wyjściowym silnika.

### **1.5 Prosty układ hydrauliczny:**

Moduł zamontowany na anodowanej konstrukcji aluminiowej i pomalowanej stalowej płycie.

Moduł składa się z trzech cylindrów i nurników, których pola przekroju poprzecznego mają stosunek 1, 2 i 6. Te trzy cylindry i manometr są połączone równolegle. Używając włączników/ wyłączników znajdujących się w obwodzie, każdy z zespołów cylindrów może być odizolowany od systemu.

Zestaw zawiera wieszaki na odważniki.

W celu przeprowadzenia niektórych ćwiczeń potrzebne są 2 zestawy „odważników B”. Zestawy odważników zamawiane są oddzielnie.

Zestaw pozwala zademonstrować, w jaki sposób ciecz może być użyta do przenoszenia siły.

Jednostka może być również wykorzystana do przeprowadzenia eksperymentów w celu zbadania zależności między siłą na tłokach, polem przekroju tłoków i ciśnieniem płynu w układzie.

### **1.6 Mechanizm korbowo – wodzikowy:**

Mechanizm korbowo – wodzikowy zdolny do przekształcenia ruchu obrotowego wału korbowego w ruch liniowy tłoka.

Moduł zamontowany w anodowanej aluminiowej konstrukcji profilowej z malowanym panelem stalowym.

Mechanizm korbowo – wodzikowy wykonany jest z aluminium i składa się z elementu obrotowego (tarcza z podziałką), zwanego korbą, połączonego ze sztywnym prętem, zwanym korbowodem. Podczas obracania korby korbowód porusza się do tyłu i do przodu. Ruch obrotowy korby lub wału korbowego generuje alternatywny ruch liniowy tłoka.

Jest to system odwracalny, jeśli korbowód wytwarza ruch wejściowy (na przykład tłok w silniku samochodu), korba obraca się.

Kąt wejściowy ustawia się na tarczy korbowej zamontowanej na łożysku kulkowym i odczytuje się na skali pomiarowej kąta. Skala milimetrowa jest dostosowana do liniowego ruchu korbowodu.

Moduł zawiera dwa korbowody o różnej długości, dzięki czemu można je porównać.

#### Ćwiczenia i praktyczne możliwości:

- a) demonstracja działania prostego wbudowanego mechanizmu suwakowo-korbowego,

- b) badanie zależności między przesunięciem liniowym bloku przesuwnego (korbowodu) a przemieszczeniem kątowym elementu obrotowego (korby),
- c) ilustracja graficzna i badanie efektu zmiany długości korbowodu,
- d) określenie prędkości i przyspieszenia bloku przesuwnego przez graficzne różniczkowanie i porównanie z wartościami uzyskanymi za pomocą równań ruchu lub wykresów prędkości i przyspieszenia.

### **1.7 Mechanizm jarzmowy (z jarzmem przesuwneym):**

Moduł jest zmontowany w anodowanej konstrukcji aluminiowej i pomalowaną stalową płytą.

Główne elementy metalowe wykonane są z anodowanego aluminium.

Moduł zawiera:

- a) element obrotowy (korba) z wyskalowaną tarczą do odczytu kąta,
- b) tłok ze skalą milimetrową do pomiaru ruchu liniowego,
- c) pionowy przegub łączy element obrotowy (korbę) i tłok.

Ćwiczenia i praktyczne możliwości:

- a) badanie konwersji płynnego ruchu obrotowego na czysto harmoniczny ruch posuwisto-zwrotny,
- b) badanie zachowania prostego mechanizmu Scotch Yoke z napędem korbowym,
- c) wykreślenie zależności między liniowym przemieszczeniem jarzma szkockiego, a przesunięciem kątowym korby,
- d) określanie prędkości i przyspieszenia jarzma szkockiego przez graficzne różniczkowanie.

5. Porównanie z wartościami uzyskanymi z równania ruchu.

### **1.8 Mechanizm łańcuchowy (reakcji). Czworobok przegubowy – łańcuch kinematyczny zamknięty:**

Czworobok przegubowy – łańcuch kinematyczny zamknięty, złożony z czterech członów połączonych przegubowo. Urządzenie stołowe z regulowanymi nogami.

Moduł zamontowany na anodowanej ramie aluminiowej, zawiera panele ze stali malowanej.

Czworobok przegubowy – łańcuch kinematyczny zamknięty jest mechanizmem składającym się z trzech ruchomych prętów i czwartego pręta stałego (na podporach stałych). Ruchome pręty są połączone z nieruchomym przez czopy.

Moduł zawiera: .

- a) pręty wykonane z anodyzowanego aluminium, które można łączyć na różnych długościach za pomocą łatwych w montażu śrub radełkowanych,
- b) dwie skalowane tarcze zamontowane na łożyskach kulkowych. Tarcze zawierają skalę do dokładnego pomiaru kątów wejściowych i wyjściowych za pomocą wskaźnika metakrylanowego.

### Ćwiczenia i praktyczne możliwości:

- a) demonstracja działania czworoboku przegubowego – łańcucha kinematycznego zamkniętego z różnymi układami geometrycznymi węzłów,
- b) demonstracja prawa Grashofa,
- c) graficznie wyznaczenie zależności między przemieszczeniami kątowymi korby wejściowej a węzłem wyjściowym prostego systemu łańcucha kinematycznego,
- d) określenie prędkości i przyspieszenia węzła wyjściowego przez graficzne różniczkowanie i porównanie z wartościami uzyskanymi na wykresach prędkości i przyspieszenia.

### **1.9 Mechanizm sprzęgający:**

Urządzenie stołowe z regulowanymi nogami. Moduł zamontowany na anodowanej ramie aluminiowej i zawiera panele ze stali malowanej.

#### Moduł zawiera:

- a) dwie zewnętrzne tarcze wykonane z aluminium,
- b) centralny dysk wykonany z acetalu, umieszczony pomiędzy obiema zewnętrznymi tarczami, który działa jako element przenoszący moment obrotowy. Przeniesienie momentu obrotowego odbywa się poprzez dopasowanie kluczy/rowków napędowych centralnej tarczy, umieszczonej po przeciwnych stronach i zorientowanej pod kątem  $90^\circ$ , ze szczelinami zewnętrznych tarcz. Obie tarcze zewnętrzne są zamontowane w dwóch elementach obrotowych z tarczą z podziałką do odczytu kąta.

### Ćwiczenia i praktyczne możliwości:

- a) badanie mechanizmu Oldhama,
- b) demonstracja działania sprzęgła Oldhama, gdy wał wejściowy i wyjściowy są przesunięte bocznie.
- c) badanie zachowania prędkości kątowej w niewspółosiowym wale napędowym.

### **1.10 Mechanizm krzywkowy:**

Urządzenie stołowe. Składa się z anodowanej ramy aluminiowej i panelu ze stali malowanej.

#### Moduł zawiera:

- a) cztery krzywki (aluminium) o różnych kształtach,
- b) mimośród (aluminium),
- c) dwa popychacze w kształcie wałka (mosiądz) o różnej średnicy, stanowiące mechanizmy, które przekształcają ruch kołowy krzywki w ruch kątowy popychacza,
- d) płaski popychacz (aluminium), stanowiący mechanizm, który przekształca ruch kołowy krzywki w ruch liniowy.

W celu przeprowadzenia niektórych ćwiczeń wymagany jest 1 zestaw odważników „typu B”. Zestawy odważników zamawiane są oddzielnie.

### Ćwiczenia i praktyczne możliwości:

- a) demonstracja działania krzywki płytowej i mimośrodów o różnych profilach geometrycznych i różnych typach popychaczy,

- demonstracja przekształcenia ruchu kołowego krzywki płytowej w ruch kątowy popychacza rolkowego.
- demonstracja konwersji ruchu kołowego krzywki płytowej w ruch liniowy płaskiego popychacza.
- b) badanie wpływu średnicy popychacza rolkowego na konwersję ruchu kołowego krzywki płytowej na ruch kątowy popychacza rolkowego.
- c) określenie i graficzna ilustracja zależności między przemieszczeniem popychacza, a kątowym przesunięciem krzywki dla kilku typów krzywek i popychaczy.
- d) pomiar siły potrzebnej do pokonania w celu obrócenia krzywki w różnych położeniach kątowych.

Dodatkowe praktyczne możliwości: bardziej zaawansowane ćwiczenia mogą obejmować określenie prędkości i przyspieszenia poprzez graficzne zróżnicowanie i porównanie z wartościami uzyskanymi za pomocą równań ruchu.

### **1.11 Mechanizm korbowy:**

Mechanizm korbowy umożliwia zamianę ruchu posuwisto-zwrotnego na ruch obrotowy i na odwrót.

Moduł wykonany jako anodowana struktura aluminiowa i panele ze stali malowanej na stojaku z regulowanymi nogami.

W skład układu korbowego wchodzi następujące elementy:

- a) tłok i prowadnica ze skalowaną podziałką: skok tłoka: 70 mm,
- b) korbówód wykonany ze stali nierdzewnej,
- c) wał systemu i przeciwwaga wykonana ze stali nierdzewnej,
- d) dysk pomiarowy,
- e) ramię równowagi belki.

W celu przeprowadzenia niektórych ćwiczeń potrzebny jest 1 zestaw „odważników B”. Zestaw odważników zamawiany jest oddzielnie.

Ćwiczenia i praktyczne możliwości:

- a) określenie siły korby,
- b) równoważenie wału korbowego,
- c) pomiar przemieszczenia tłoka,
- d) eksperymentalna zależność między przemieszczeniem tłoka a kątem korby,
- e) teoretyczna zależność między przemieszczeniem tłoka a kątem korby,
- f) porównanie wartości przemieszczenia tłoka teoretycznie i eksperymentalnie,
- g) eksperymentalna zależność między momentem obrotowym a kątem wału korbowego,
- h) teoretyczny związek między momentem obrotowym a kątem wału korbowego.

Kod i nazwa zamówienia według Wspólnego Słownika Zamówień (CPV):

39162100-6 Pomoce dydaktyczne.

34321200-5 Przekładnie.