**Nazwa przedmiotu:**

Układy napędowe maszyn roboczych

**Koordynator przedmiotu:**

Dr hab. inż. Zbigniew Żebrowski, prof. PW.

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechanika Pojazdów i Maszyn Roboczych

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

1150-MBAMR-ISP-0406

**Semestr nominalny:**

7 / rok ak. 2020/2021

**Liczba punktów ECTS:**

3

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1) Liczba godzin kontaktowych - 32., w tym:
a) wykład - 30 godz.;
b) konsultacje - 2 godz.
2) Praca własna studenta - 44 godzin, w tym:
a) 15 godz. – bieżące przygotowywanie się studenta do wykładu;
b) 15 godz. – studia literaturowe;
c) 14 godz. – przygotowywanie się studenta do kolokwiów;
3) RAZEM – 76 godzin.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

1,3 punktu -liczba godzin kontaktowych - 32., w tym:
a) wykład - 30 godz.;
b) konsultacje - 2 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

-

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 30h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Podstawowa wiedza z mechaniki ogólnej, podstaw konstrukcji maszyn i mechaniki maszyn roboczych (wysłuchanie wykładów: Mechanika, PKM i Maszyny robocze)

**Limit liczby studentów:**

zgodnie z zarządzeniem Rektora

**Cel przedmiotu:**

Poznanie zasad projektowania układów napędowych maszyn roboczych. Umiejętność dokonywania analizy i wykonywania obliczeń dotyczących złożonych układów napędowych maszyn roboczych, w tym układów o zmianie przełożeń „pod obciążeniem”. Zdobycie umiejętności formułowania i udowodnienia wymagań projektowych dla układów napędowych maszyn roboczych. Określenie wymagań i ograniczeń w działaniach inżynierskich dotyczących układów napędowych maszyn roboczych.

**Treści kształcenia:**

1. Wiadomości wstępne. Rys historyczny rozwoju układów napędowych maszyn roboczych. Przykłady współczesnych zastosowań. Klasyfikacja napędów ze względu na sposób transportu energii i budowę podwozia maszyny. Zalety i wady poszczególnych układów napędowych. Podział na napędy klasyczne, planetarne, hydrostatyczne i hydrokinetyczne, ich podstawowe elementy.
2. Idea przekładni planetarnych. Wzór Willisa. Przełożenie wewnętrzne szeregu planetarnego. Kinematyka przekładni. Przykłady szeregów planetarnych.
3. Metoda wykreślna rozwiązywania przekładni planetarnych. Elementarne przykłady szeregów planetarnych stosowanych w układach napędowych maszyn roboczych. Przykłady obliczeń kinematycznych dla przekładni składających się z kilku szeregów planetarnych.
4. Dynamika szeregu planetarnego – wprowadzenie. Pojęcie mocy wejściowej (dodatniej) i mocy wyjściowej (ujemnej). Dynamika przekładni o osiach stałych. Równowaga elementów szeregu planetarnego. Wyznaczanie na hamulcach i na sprzęgłach momentów blokujących elementy szeregu planetarnego.
5. Przepływ mocy przez szereg planetarny. Poszczególne przypadki przepływu mocy przez szereg planetarny. Sprawność szeregu planetarnego. Moc unoszenia (sprzężenia). Moc względna (zazębienia). Sprawność wewnętrzna (bazowa) szeregu planetarnego. Różnicowanie przepływu mocy dla prostego szeregu planetarnego o dwóch stopniach swobody.
6. Sprawność szeregu planetarnego dla przypadków różnicowania i sumowania przepływu mocy dla prostego szeregu planetarnego o jednym stopniu swobody. Moc krążąca w szeregu planetarnym. Samohamowność przekładni planetarnej o dodatnim przełożeniu wewnętrznym.
7. Złożone układy planetarne. Wyznaczanie przełożeń w 2-biegowym, 3-biegowym i 4-biegowym wzmacniaczu momentów. Podstawowe zespoły planetarne stosowane w skrzyniach biegów maszyn roboczych i pojazdów (zespół planetarny Wilson, - Simpson, oraz Ravigneaux).
8. Wyznaczanie przełożeń na poszczególnych biegach na przykładzie 10-biegowej planetarnej skrzyni biegów.
9. Zastosowanie sumujących szeregów planetarnych do mechanizmu skrętu pojazdu gąsienicowego z równoległym przepływem mocy – analiza bezstopniowej zmiany promienia skrętu w zakresie 0 < R < +∞ .
10. Zasady sterowania zmianą biegów „pod obciążeniem” w hydromechanicznej skrzyni biegów.
11. Automatyzacja sterowania skrzyniami biegów na przykładzie terenowego ciągnika kołowego. Wymagania stawiane terenowym ciągnikom. Kryteria brane pod uwagę przy wykonywaniu ciągnikiem różnorodnych prac. Model funkcjonalny maszyny roboczej na przykładzie terenowego agregatu ciągnikowego. Algorytmy sterowania. Koncepcje sterowania automatyczną zmianą biegów – strategie pracy maszyny roboczej.
12. Zastosowanie hybrydowych układów napędowych w terenowych ciągnikach kołowych i gąsienicowych.

**Metody oceny:**

Ocena zaliczeniowa jest na podstawie dwóch kolokwiów pisanych przez studentów w trakcie semestru. Końcowa ocena stanowi średnią liczoną z dwóch kolokwiów.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Chodkowski Antoni W.: „Konstrukcja i obliczanie szybkobieżnych pojazdów gąsienicowych” WKŁ, W-wa 1990;
2. Crouse William H.: „Samochodowe skrzynki biegów i układy napędowe” WKŁ, W-wa 1974;
3. Dudczak Andrzej: „Koparki” PWN, W-wa 2000;
4. Madej Jerzy: „Mechanika transmisji momentu trakcyjnego” OWPW, W-wa 2000;
5. Micknass W.: „Sprzęgła, skrzynki biegów, wały i półosie napędowe”, WKŁ,
W-wa 2005;
6. Mueller Ludwik: „Przekładnie obiegowe” , PWN, W-wa 1983;
7. Szydelski Zbigniew: „Pojazdy samochodowe. Napęd i sterowanie hydrauliczne”, WKŁ, W-wa 1999;
8. Tyro Gustaw: „Maszyny ciągnikowe do robót ziemnych” WNT, W-wa 1986;
9. Zając M.: „Układy przeniesienia napedu samochodów ciężarowych i autobusów” WKŁ, W-wa 2003;
10. Żebrowski Jerzy, Żebrowski Zbigniew: „Mechanika ciągników kołowych” Wyd. ART., Olsztyn 1997

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt 1150-MBAMR-ISP-0406\_W1:**

Posiada wiedzę o rodzajach układów napędowych stosowanych w maszynach roboczych i ich podstawowych właściwościach; Posiada wiedzę o rodzajach hydromechanicznych i hybrydowych układów napędowych stosowanych w maszynach roboczych.

Weryfikacja:

Kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W19, KMiBM\_W17, KMiBM\_W18, KMiBM\_W20

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W06, InzA\_W02, InzA\_W05, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W07, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W08

**Efekt 1150-MBAMR-ISP-0406\_W2:**

Posiada wiedzę o kryteriach projektowania układów napędowych maszyn roboczych, wynikających z analizy możliwości ich zastosowań. Zna zasady określania i wyznaczania obciążeń eksploatacyjnych i ich efektów, niezbędnych do projektowania przekładni planetarnych.

Weryfikacja:

Kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W19, KMiBM\_W17, KMiBM\_W18, KMiBM\_W20

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W06, InzA\_W02, InzA\_W05, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W07, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W08

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt 1150-MBAMR-ISP-0406\_U1:**

Potrafi wyznaczyć przepływ mocy przez przekładnie planetarne i sprawności złożonych układów napędowych maszyn roboczych. Potrafi wyznaczyć moc krążącą w przekładni i wynikające z tego obciążenia elementów konstrukcyjnych układów napędowych, wymagane dla rozważanego sposobu uszkodzenia.

Weryfikacja:

Kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U15, KMiBM\_U16, KMiBM\_U17, KMiBM\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U11, T1A\_U12, InzA\_U06, InzA\_U08, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U15, T1A\_U10, T1A\_U13, T1A\_U16

**Efekt 1150-MBAMR-ISP-0406\_U2:**

Potrafi przeprowadzić analizy wymagane do udowodnienia rozważanych kryteriów projektowych przekładni.

Weryfikacja:

Kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U15, KMiBM\_U16, KMiBM\_U17, KMiBM\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U11, T1A\_U12, InzA\_U06, InzA\_U08, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U15, T1A\_U10, T1A\_U13, T1A\_U16

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt 1150-MBAMR-ISP-0406\_K1:**

Umie pracować indywidualnie.

Weryfikacja:

Ocena wykonywania zadań w trakcie dyskusji na wykładzie i ocena kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_K02, KMiBM\_K03, KMiBM\_K05

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K02, InzA\_K01, T1A\_K05, T1A\_K06