



Przedmiot: Silniki i współczesne systemy napędowe pojazdów		Kod przedmiotu
Status przedmiotu: obowiązkowy		ZIP 2 S 0 2 28-0_0
Język wykładowy: polski		
Rok: I		Semestr: 2
Nazwa specjalności:	specjalność techniczna	
Rodzaj zajęć i liczba godzin:	Studia stacjonarne	Studia niestacjonarne
Wykład	15	
Ćwiczenia	15	
Laboratorium	15	
Projekt		
Liczba punktów ECTS:	2	

Cel przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z teorią silników spalinowych, zasadami ich konstruowania, budową i działaniem.
C2	Nabywanie umiejętności przeprowadzania obliczeń parametrów procesu roboczego, parametrów kinematycznych, dynamicznych oraz wskaźników eksploatacyjnych i ekologicznych.
C3	Opanowanie metodyki badań silników na stanowiskach laboratoryjnych oraz analizy ich wyników.

Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1	Wiedza z zakresu podstaw konstrukcji maszyn – elementy maszyn, normalia.
2	Wiedza z zakresu termodynamiki – podstawy termodynamiki, obiegi cieplne, wymiana ciepła.
3	Wiedza z zakresu metrologii – techniki pomiarowe, analiza wyników, szacunek błędów.
4	Potrafi wykonywać badania eksperymentalne oraz opracowywać ich wyniki.
5	Umie pozyskiwać informacje z literatury.

Efekty kształcenia

	W zakresie wiedzy:
EK1	Ma wiedzę z zakresu procesów termodynamicznych oraz mechaniki silnika spalinowego.
EK2	Zna budowę głównych układów, podzespołów i elementów silników spalinowych.
	W zakresie umiejętności:
EK3	Potrafi integrować informacje z literatury z wynikami eksperymentu.
EK4	Umie wykonać obliczenia podstawowych wskaźników pracy silnika i ocenić ich wyniki.
	W zakresie kompetencji społecznych:
EK5	Posiada umiejętność zespołowego wykonania zadań badawczych.

EK6	Ma świadomość wpływu silników spalinowych na zdrowie człowieka i środowisko naturalne.
------------	--

Treści programowe przedmiotu		
Forma zajęć – wykłady		
	Treści programowe	Liczba godzin
W1	Wiadomości ogólne. Omówienie literatury do przedmiotu. Historia silników spalinowych. Podział silników cieplnych, zastosowanie, osiągi, charakterystyczne parametry, dwu- i czterosuwowy cykl pracy, zapłon iskrowy i samoczynny. Podstawowe wielkości i oznaczenia.	1
W2	Obiegi cieplne silników spalinowych. Założenia obiegów teoretycznych. Obiegi teoretyczne: Carnota, Otto, Diesla, Seiligera. Obiegi teoretyczne, porównawcze i rzeczywiste. Porównanie sprawności teoretycznych. Bilans cieplny silnika.	1
W3	Rzeczywisty wykres indykatorowy i podstawowe wskaźniki silników. Wykresy indykatorowe otwarte i zamknięte, silników dwu- i czterosuwowych. Parametry indykowane. Sprawności silnika. Wskaźniki porównawcze. Kształtowanie charakterystyki napełnienia .	1
W4	Mechanika układu korbowego. Kinematyka układu korbowo-tłokowego silnika. Siły gazowe i bezwładności. Rozkład sił w układzie korbowo-tłokowym. Wyrównoważanie silników.	1
W5	Wymiana ładunku i rozrząd. Kołowy wykres faz rozrządu silnika dwu- i czterosuwowego. Podstawy teorii akustycznej. Obliczenia przepływów przez zawory. Rodzaje konstrukcyjne zaworów i krzywek rozrządu. Kinematyka układu rozrządu.	1
W6	Paliwa i układy zasilania. Zasilanie gaźnikowe, zasilanie wtryskowe benzyną, zasilanie wtryskowe olejem napędowym. Układy zasilania gazowego LPG, CNG, LNG. Podstawowe właściwości paliw silnikowych. Liczba oktanowa i cetanowa.	1
W7	Emisja spalin. Skład spalin przy spalaniu z nadmiarem i niedomiarem powietrza. Składniki toksyczne spalin i ich powstawanie. Metody pomiarowe emisji spalin. Ograniczanie emisji.	1
W8	Układy chłodzenia. Klasyfikacja układów chłodzenia. Chłodzenie pośrednie i bezpośrednie. Niedogrzanie i przegrzanie silnika. Współczesne układy chłodzenia.	1
W9	Układy smarowania. Tarcie w silniku. Straty mechaniczne. Podział systemów olejenia. Współczesne układy smarowania.	1
W10	Układy zapłonowe, dolotowe i wylotowe. Klasyfikacja układów. Główne elementy struktury. Współczesne rozwiązania układów zapłonowych, dolotowych i wylotowych.	1
W11	Doładowanie silników. Podział systemów i parametry	1

	doładowania. Doładowanie mechaniczne, turbodoładowanie, doładowanie dwustopniowe, system Comprex, system stałego ciśnienia, system pulsacyjny, doładowanie kombinowane. Chłodzenie powietrza doładującego.	
W12	Charakterystyki silników spalinowych. Charakterystyki prędkościowe, obciążeniowe, regulacyjne, regulatorowe, ogólne, porównawcze. Wskaźniki elastyczności silników spalinowych.	1
W13	Hybrydowe układy napędowe, ogniwa paliwowe. Podstawowe rodzaje, budowa, zasada działania. Możliwości wykorzystania i perspektywy rozwojowe.	1
W14	Podstawy projektowania silników. Obliczanie wymiarów głównych. Materiały konstrukcyjne stosowane w silnikach spalinowych.	1
W15	Kierunki rozwoju silników i współczesnych układów napędowych.	1
	Suma godzin:	15
Forma zajęć – ćwiczenia		
	Treści programowe	Liczba godzin
ĆW1	Zajęcia wprowadzające. Omówienie przebiegu ćwiczeń rachunkowych.	1
ĆW2	Obliczanie parametrów czynnika roboczego w układzie dolotowym. Ciśnienie i temperatura w układzie dolotowym, podgrzanie czynnika roboczego. Współczynnik napełnienia cylindra.	1
ĆW3	Obliczanie zapotrzebowania powietrza do spalania i składu spalin. Zapotrzebowanie masowe i objętościowe powietrza do spalania. Skład spalin.	2
ĆW4	Obiegi teoretyczne i porównawcze silników spalinowych. Obieg Otto, Diesla i Seiligera.	2
ĆW5	Ciepło i praca obiegów teoretycznych i rzeczywistych. Obliczenia przyrostu ciśnienia i objętości w procesie doprowadzania ciepła do obiegu. Obliczanie pracy obiegu teoretycznego i rzeczywistego. Porównanie obiegu teoretycznego i rzeczywistego. Średnie ciśnienie indykowane.	2
ĆW6	Wskaźniki porównawcze silnika. Obliczanie sprawności teoretycznej, cieplnej i indykowanej silnika na podstawie obiegu porównawczego. Jednostkowe zużycie paliwa, moc i moment jednostkowy. Równanie mocy silnika.	2
ĆW7	Kinematyka układu korbowego silnika spalinowego. Obliczanie położenia, prędkości i przyspieszenia tłoka w funkcji kąta obrotu wału korbowego.	2
ĆW8	Dynamika układu korbowego silnika spalinowego. Obliczanie rozkładu sił działających w układzie korbowym silnika.	2
ĆW9	Zajęcia zaliczeniowe: kolokwium zaliczeniowe, wystawienie ocen końcowych, wpisy do indeksu.	1
	Suma godzin:	15

Forma zajęć – laboratoria		
	Treści programowe	Liczba godzin
L1	Zajęcia wprowadzające. Szkolenie BHP, zasady zaliczenia przedmiotu, podział na podgrupy, harmonogram ćwiczeń. Metodyka analizy wyników pomiarów, źródła błędów. Podstawowe układy funkcjonalne silnika. Przystosowanie silnika do badań. Wyposażenie hamowni silnikowej.	2
L2	Kinematyka układu korbowego i układu rozrządu. Wykonanie charakterystyk kinematycznych na modelu silnika. Przeprowadzenie pomiarów drogi tłoka i wzniosu zaworów w funkcji kąta obrotu wału korbowego. Wykonanie kołowego wykresu faz rozrządu. Wyznaczenie wskaźnika wypełnienia wykresu wzniosu zaworów. Określenie wpływu luzu zaworowego na wskaźniki pracy układu rozrządu. Analiza kinematyczna położenia tłoka i zaworów.	2
L3	Indykowanie silnika. Indykowanie szybkoobrotowego silnika spalinowego. Opracowanie graficzne wykresów indykatorowych.	1
L4	Charakterystyki silnika. Wyznaczenie wybranych charakterystyk silnika na stanowisku badawczym. Wykonanie pomiarów i opracowanie graficzne wyników.	2
L5	Badania toksyczności spalin silnika. Ocena wpływu warunków pracy silnika ZI na emisję podstawowych toksycznych składników spalin, pomiary analizatorami warsztatowymi. Pomiar zadymienia spalin w silniku wysokoprężnym. Wykonanie pomiarów analizatorem SESAM FTIR.	2
L6	Badanie silników zasilanych paliwami alternatywnymi. Wpływ wybranych paliw alternatywnych na osiągi i toksyczność spalin silnika.	2
L7	Skomputeryzowany system obsługi badań silnika na hamowni silnikowej. Demonstracja możliwości w zakresie sterowania i badań nowoczesnego silnika samochodowego.	2
L8	Zajęcia zaliczeniowe. Odrabianie zaległych ćwiczeń laboratoryjnych, poprawa ocen uzyskanych z kolokwii wprowadzających, wystawienie ocen końcowych, wpisy do indeksu.	2
	Suma godzin:	15

Narzędzia dydaktyczne	
1	Wykład z prezentacją multimedialną
2	Ćwiczenia audytoryjne: metoda projektów, rozwiązywanie zadań
3	Ćwiczenia laboratoryjne: wykonywanie pomiarów na stanowiskach badawczych

Sposoby oceny	
Ocena formująca	
F1	Kolokwia przed kolejnymi ćwiczeniami laboratoryjnymi
Ocena podsumowująca	
P1	Egzamin składający się z części pisemnej oraz ustnej - wykłady

P2	Ocena średnia z kolokwium (zadania) oraz samodzielnej pracy kontrolnej - ćwiczenia
P3	Ocena średnia z kolokwium i sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych

Obciążenie pracą studenta	
Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
<i>Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie zajęć dydaktycznych – łączna liczba godzin w semestrze</i>	45
<i>Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie konsultacji i egzaminu</i>	2
<i>Przygotowanie się do laboratorium</i>	2
<i>Przygotowanie się do zajęć</i>	1
Suma	50
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu	2

Literatura podstawowa i uzupełniająca	
	Literatura podstawowa:
1	Luft S.: Podstawy budowy silników. WKiŁ, Warszawa 2003
2	Wajand Jan A., Wajand Jan T.: Tłokowe silniki spalinowe, średnio- i szybkoobrotowe. WNT, Warszawa 2005
3	Niewczas A. (red.): Laboratorium silników spalinowych. Wydawnictwa Uczelniane Politechniki Lubelskiej, Lublin 1996
	Literatura uzupełniająca:
4	Kneba Z., Makowski S.: Zasilanie i sterowanie silników. WKiŁ, Warszawa 2004
5	Kozaczewski W.: Konstrukcja grupy tłokowo-cylindrowej silników spalinowych. WKiŁ Warszawa 2004
6	Rokosch U.: Układy oczyszczania spalin i pokładowe systemy diagnostyczne samochodów. WKiŁ, Warszawa 2007
7	Mysłowski J.: Doładowanie silników. WKiŁ, Warszawa 2002
8	Majerczyk A., Taubert S.: Układy zasilania gazem propan-butan. WKiŁ, Warszawa 2003

Macierz efektów kształcenia					
Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu kształcenia do efektów zdefiniowanych dla całego programu (PEK)	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Sposób oceny
EK 1	ZIP2A_W01++	C1	W1-W5, ĆW2-8	1	P1
EK 2	ZIP2A_W09++	C1	W4, W5, W8-11	1,3	F1, P1
EK 3	ZIP2A_U01++	C1, C3	W4, W5, W12, L2-7	1,3	F1, P3

EK 4	ZIP2A_U02+	C2	ĆW1-ĆW9	2	P2
EK 5	ZIP2A_K09++ ZIP2A_K03+	C3	L1-L8	3	P3
EK 6	ZIP2A_K05++ ZIP2A_K02+	C1,C3	W6-7,L5-6	1,3	P1, P3

Formy oceny – szczegóły				
	Na ocenę 2 (ndst)	Na ocenę 3 (dst)	Na ocenę 4 (db)	Na ocenę 5 (bdb)
EK 1	Nie posiada wiedzy z zakresu termodynamiki i mechaniki silnika	Zna jedynie podstawowe pojęcia z zakresu termodynamiki i mechaniki silnika	Potrafi opisać procesy termodynamiczne i zasady mechaniki silnika	Potrafi wyczerpująco opisać procesy termodynamiczne i zasady mechaniki silnika
EK 2	Nie zna budowy silnika	Zna ogólną strukturę silnika	Zna budowę głównych układów silnika	Zna szczegółowo budowę głównych układów, podzespołów i elementów silnika
EK 3	Nie potrafi łączyć informacji z literatury i eksperymentu	W stopniu podstawowym potrafi integrować informacje z literatury i eksperymentu	Potrafi integrować informacje z literatury i eksperymentu i prawidłowo je analizować	Potrafi wyczerpująco integrować informacje z literatury i eksperymentu i prawidłowo je analizować
EK 4	Nie umie obliczać wskaźników pracy silnika	Potrafi obliczyć wybrane wskaźniki pracy silnika	Potrafi obliczyć podstawowe wskaźniki pracy silnika	Potrafi obliczyć podstawowe wskaźniki pracy silnika i przeprowadzić ich analizę
EK 5	Nie potrafi współpracować w zespole badawczym	Bierne zachowanie w zespole badawczym	Czynne zaangażowanie w zespole badawczym	Wyróżnia się aktywnością w zespole badawczym
EK 6	Nie rozumie wpływu silników na zdrowie i środowisko naturalne człowieka	Ma świadomość wpływu silników na zdrowie i środowisko naturalne człowieka lecz nie traktuje tego priorytetowo	Ma pogłębioną świadomość wpływu silników na zdrowie i środowisko naturalne człowieka	Ma pełną świadomość wpływu silników na zdrowie i środowisko naturalne człowieka i podejmuje działania zapobiegawcze.

Autor programu:	dr inż. Piotr Szczęsny
Adres e-mail:	p.szczesny@pollub.pl
Jednostka organizacyjna:	Instytut Transportu, Silników Spalinowych i Ekologii
Osoba, osoby prowadzące:	dr inż. Piotr Szczęsny, dr inż. Paweł Kordos, dr inż. Cezary Sarnowski, mgr inż. Rafał Wrona