

Karta modułu/przedmiotu

Wypełnia Zespół Kierunku	Nazwa modułu (bloku przedmiotów): PRZEDMIOTY WYBIERALNE KIERUNKOWE					Kod modułu: C.18.1	
	Nazwa przedmiotu: MASZYNY WIRNIKOWE					Kod przedmiotu: C.18.1.2	
	Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot / moduł: INSTYTUT POLITECHNICZNY						
	Nazwa kierunku: MECHANIKA I BUDOWA MASZYN						
	Forma studiów: STACJONARNE			Profil kształcenia: PRAKTYCZNY		Poziom kształcenia: STUDIA I STOPNIA	
	Rok / semestr: II/4			Status przedmiotu /modułu: WYBIERALNY		Język przedmiotu / modułu: POLSKI	
	Forma zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	seminarium	inne (wpisać jakie)
	Wymiar zajęć	30	-	15	-	-	-

Koordynator przedmiotu / modułu	prof. dr hab. inż. Zbigniew Walczyk
Prowadzący zajęcia	prof. dr hab. inż. Zbigniew Walczyk
Cel przedmiotu / modułu	Celem wykładu jest przedstawienie i wyjaśnienie studentowi elementarnych teoretycznych podstaw termodynamicznych, energetycznych i mechanicznych pracy maszyn wirnikowych z czynnikiem roboczym gazowym (para wodna, spaliny, powietrze) i ciekłym (woda). W tym zakresie wykład obejmuje turbiny parowe i gazowe, sprężarki, turbiny wodne oraz turbodoładowarki silników spalinowych. Wykład również zapoznaje studentów w zakresie ogólnym z budową poszczególnych rodzajów maszyn wirnikowych oraz w zakresie elementarnym z budową podstawowych ich elementów konstrukcyjnych, ograniczając zagadnienia konstruowania do elementarnych typowych sposobów optymalizacji obiegów cieplnych, zagadnienia eksploatacyjne do przedstawienia podstawowych termodynamiczno-mechanicznych charakterystyk zewnętrznych maszyn, zaś zagadnienia mechaniczne do elementarnych problemów wytrzymałości i dynamiki łopatek i wirników. Celem ćwiczeń laboratoryjnych jest zapoznanie studenta z metodami eksperymentalnego wyznaczania charakterystyk wybranych maszyn wirnikowych (typ wybranych maszyn w poszczególnych latach może ulegać zmianie z powodu zmiany miejsca przeprowadzania zajęć (uczelnia techniczna współpracująca, fabryka turbin lub elektrownia wodna))
Wymagania wstępne	Podstawy z mechaniki, wytrzymałości materiałów, teorii drgań mechanicznych, mechaniki płynów oraz z termodynamiki: - Mechanika techniczna - Wytrzymałość materiałów - Drgania mechaniczne - Mechanika płynów - Termodynamika techniczna
EFEKTY KSZTAŁCENIA	

Nr	Opis efektu kształcenia	Odniesienie do efektów dla kierunku
01	Zna i rozumie podstawowe obiegi termodynamiczne „turbinowe” i „sprężarkowe”. Potrafi wykonać szkic obiegu na wykresie Moliera (T,s) i na wykresie Clapeyrona (p,v) oraz opisać podstawowe przemiany składowe obiegu.	K1M_W05
02	Zna i rozumie pojęcie sprawności obiegu oraz potrafi opisać podstawowe zabiegi (karnotyzacja obiegu) zwiększające sprawność.	K1M_W05
03	Zna i rozumie w elementarnym zakresie pracę dyszy Bendemanna i de Laval.	K1M_W05 K1M_W08
04	Zna i rozumie zjawiska prowadzące do powstawania siły motorycznej zachodzące w stopniu turbiny parowej i gazowej oraz wodnej. Zna pojęcie reakcyjności stopnia turbinowego i turbiny.	K1M_W05 K1M_W06 K1M_W08
05	Zna i rozumie oraz potrafi uzasadnić konieczność budowy turbin i sprężarek wielostopniowych.	K1M_W13
06	Zna i rozumie oraz potrafi opisać budowę typowych turbin parowych, gazowych, wodnych oraz sprężarek i pomp. Zna i potrafi opisać standardowe konfiguracje elektrowni cieplnych i wodnych.	K1M_W13 K1M_W15
07	Rozumie potrzebę dbałości o jakość środowiska i zna wiele rodzajów urządzeń mechanicznych służących wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii (siłownie wiatrowe, pływowe, geotermalne).	K1M_W16
08	Zna i rozumie oraz potrafi naszkicować podstawowe charakterystyki zewnętrzne turbin i sprężarek. Zna pojęcie podobieństwa hydrodynamicznego pomp.	K1M_W13
09	Ma ogólne zrozumienie zagadnień drgań, wytrzymałości i niezawodności elementów turbin i sprężarek.	K1M_W06 K1M_W14
10	Potrafi obliczyć sprawności teoretyczne obiegów, ich prace i ciepła.	K1M_U12
11	Zna i rozumie oraz potrafi naszkicować charakterystykę akcyjnego i reakcyjnego stopnia turbiny oraz wskazać zakresy pracy optymalnej.	K1M_W14
12	Potrafi narysować trójkąty prędkości stopnia turbinowego i sprężarkowego oraz obliczyć wartości prędkości mając termodynamiczne dane czynnika.	K1M_U12
13	Potrafi na zewnętrznych charakterystykach turbin, sprężarek i pomp wskazać obszary pracy optymalnej i uzasadnić to.	K1M_U01 K1M_U12
14	Potrafi dobrać rodzaj i typ pompy do zadanych warunków.	K1M_U01 K1M_U14
15	Potrafi omówić współpracę sprężarki z rurociągiem i możliwość wystąpienia zjawisk niekorzystnych.	K1M_U12 K1M_U20
16	Potrafi naszkicować wykres Cambela drgań łopatk wirlkowej i omówić cel tworzenia takich wykresów.	K1M_U12 K1M_U14
17	Potrafi wykonać elementarne obliczenia wytrzymałościowe walcowej wirlkowej łopatki turbinowej.	K1M_U12

TREŚCI PROGRAMOWE

Wykład

- Powtórka podstaw termodynamiki: entalpia, entropia, obiegi termodynamiczne (praca, odwracalność, sprawność), wykresy parowe.
- Siłownie z turbinami parowymi: obieg Rankine'a, elementy obiegu, sprawności. wpływ parametrów pary świeżej i ciśnienia w skraplaczu na sprawność obiegu, obiegi z przegrzewem międzystopniowym, dobór ciśnienia przegrzewu, wady i zalety przegrzewu międzystopniowego, obiegi z regeneracyjnym podgrzewaniem wody zasilającej.
- Siłownie z turbinami gazowymi: rzeczywisty obieg otwarty prosty silnika turbogazowego, obliczanie obiegu prostego turbiny gazowej, wpływ sprężu i temperatury za komorą spalania na sprawność obiegu.
- Turbiny parowe i gazowe:
 - *teoria stopnia turbiny osiowej*, siły działające na łopatkę wirnikową, trójkąty prędkości, równanie Eulera, profile turbinowe i palisady profili, stopnie o budowie tarczowej (akcyjne) i bębnowej (reakcyjne), charakterystyki sprawnościowe stopni turbinowych, stopnie Curtisa,
 - *turbiny wielostopniowe*,
 - *metody regulacji turbin*,
 - *główne elementy budowy turbin parowych i gazowych*.
- Turbiny wodne:
 - *teoretyczne podstawy pracy turbin wodnych*,
 - *moc turbiny wodnej i jej sprawność*,
 - *charakterystyka uniwersalna i eksploatacyjna*.
- Sprężarki wirnikowe:
 - *termodynamiczne przemiany procesu sprężania, sprężanie z chłodzeniem sprężanego czynnika*,
 - *główne elementy budowy i zasada pracy sprężarki promieniowej i sprężarki o przepływie osiowym*
 - *charakterystyki sprężarek i metody regulacji, praca równoległa i szeregową sprężarek*.
- Turbodoładowarki:
 - *rodzaje turbodoładowarek*,
 - *zasadnicze cechy konstrukcyjne*,
 - *współpraca turbodoładowarki z silnikiem spalinowym tłokowym*.

Laboratorium

- zapoznanie się z głównymi elementami budowy turbin parowych i gazowych w fabryce turbin
- wyznaczanie widma drgań turbinowej łopatki wirnikowej w fabryce turbin
- wyznaczanie współczynników siły nośnej i oporu przepływu łopatek turbinowych w tunelu aerodynamicznym
- pomiary charakterystyki statycznej turbiny gazowej lub sprężarki wirnikowej.

Literatura podstawowa	- Perycz S.: Turbiny parowe i gazowe, Ossolineum, Wrocław; - Krzyżanowski W.: <i>Turbiny wodne. Konstrukcja i zasady regulacji</i>, WNT; - Witkowski A.: <i>Sprężarki wirnikowe. Teoria, konstrukcja, eksploatacja</i>. Wyd. Pol. Śląskiej, ISBN: 83-7335-217-1; - Wajand J., A.: <i>Tłokowe silniki spalinowe</i>, Warszawa WNT, 2000
Literatura uzupełniająca	- Chmielniak T.: <i>Turbiny ciepłe. Podstawy teoretyczne</i>, Wyd. Pol. Śląskiej - Chmielniak T.: <i>Maszyny Przepływowe</i>. Wyd. Pol. Śląskiej; - Stępniewski M.: <i>Pompy</i>. WNT Warszawa 1994 - <i>Poradnik Inżyniera Mechanika</i>, T. II, Zagadnienia konstrukcyjne, rozdz. VII, VIII, IX, XI, XII, XIII, WNT; - Tuliszką E.: Turbiny ciepłe - zagadnienia termodynamiczne i przepływowe, WNT; - Tuliszką E.: <i>Sprężarki, dmuchawy i wentylatory</i>, WNT.

Metody kształcenia	<u>Wykład</u>: multimedialny poparty wyjaśnieniami szczegółowymi na tablicy z użyciem „kredy”. Wiele przykładów komentowanych w kontekście wziętych z praktyki inżynierskiej. <u>Ćwiczenia laboratoryjne</u>. Student głównie jako obserwator i częściowo jako „grupowy uczestnik-wykonawca” praktycznie zapoznaje się z wykonywanym eksperymentem wykonywanym w laboratorium i następnie opracowuje sprawozdanie merytoryczne. <u>Konsultacje indywidualne</u>: służą udzieleniu studentowi wyjaśnień problemów przez niego wskazanych i udzielaniu odpowiedzi na jego pytania.	
Metody weryfikacji efektów kształcenia		Nr efektu kształcenia
Egzamin pisemny dwuczęściowy (po bieżącym semestrze z dwóch semestrów): - teoria (wiedza)		01 do 09
- zadania		10 do 17
(umiejętności)		
Forma i warunki zaliczenia	<u>Składniki oceny końcowej (za semestr):</u>	
	- Ocena egzaminu pisemnego	0,75
	- ocena ćwiczeń laboratoryjnych	0,25
	- udział w wykładach*; udział w ćwiczeniach laboratoryjnych**	
	*) nie ma możliwości przystąpienia do zaliczenia pisemnego jeżeli nieobecność nieusprawiedliwiona na wykładach wynosiła więcej niż 50% zajęć	
	**) zaliczenia ćwiczeń laboratoryjnych jest możliwe tylko wtedy gdy zostały zaliczone wszystkie poszczególne ćwiczenia przewidziane programem	

NAKŁAD PRACY STUDENTA		
	Liczba godzin	
	ogółem	zajęcia powiązane z praktycznym przygotowaniem zawodowym
Udział w wykładach	30	-
Samodzielne studiowanie tematyki wykładów	25	-
Udział w ćwiczeniach laboratoryjnych	15	15
Samodzielne przygotowywanie się do ćwiczeń	15	15
Przygotowanie projektu / eseju / itp.	-	-
Przygotowanie się do egzaminu / zaliczenia	-	-
Udział w konsultacjach	5	4
Inne	-	-
ŁĄCZNY nakład pracy studenta w godz.	90	34
Liczba punktów ECTS za przedmiot	3	
Liczba p. ECTS związana z zajęciami powiązanymi z praktycznym przygotowaniem zawodowym	1,1	
Liczba p. ECTS za zajęciami wymagające bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich	1,7	