

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu zajęć:	Spalanie, wymiana ciepła				
Rok akademicki:	2019/2020	Kod:	RMBM-2-107-SM-s	Punkty ECTS:	4
Wydział:	Inżynierii Mechanicznej i Robotyki				
Kierunek:	Mechanika i Budowa Maszyn	Specjalność:	Inżynieria Zrównoważonych Systemów Energetycznych		
Poziom studiów:	Studia II stopnia	Forma studiów:	Stacjonarne		
Język wykładowy:	Polski	Profil:	Ogólnoakademicki (A)	Semestr:	1
Strona www:	—				
Prowadzący moduł:	dr inż. Pytko Paweł (pawel.pytko@wp.pl)				

### Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

W ramach modułu student uzyskuje wiedzę z zakresu podstaw procesu spalania, technik spalania paliw gazowych, ciekłych i stałych, urządzeń do spalania oraz złożonych procesów przepływu ciepła oraz konstrukcji wymienników ciepła.

### Opis efektów uczenia się dla modułu zajęć

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Powiązania z KEU	Sposób weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w ramach poszczególnych form zajęć i dla całego modułu zajęć
Wiedza: zna i rozumie			
M_W001	Student dysponuje wiedzą w zakresie podstaw procesu spalania, prowadzenia procesu spalania dla wszystkich rodzajów paliw: stałych, ciekłych i gazowych w zakresie: przygotowania paliwa, mechanizmu spalania, technologii prowadzenia procesu		Aktywność na zajęciach, Egzamin
M_W002	Student dysponuje wiedzą dotyczącą środowiskowych aspektów prowadzenia procesu spalania w zakresie: skutków prowadzenia procesu, emitowania zanieczyszczeń oraz mechanizmu ich powstawania, sposobów ograniczania emisji szkodliwych substancji		Egzamin

M_W003	Student dysponuje wiedzą na temat sposobów wymiany ciepła dla ustalonego i nieustalonego przepływu czynnika oraz zastosowania tych procesów w urządzeniach technicznych		Egzamin
M_W004	Student zna podstawowe typy stosowanych w przemyśle i energetyce urządzeń do wymiany ciepła oraz zasady ich doboru	MBM2A_W09, MBM2A_W17	Egzamin
Umiejętności: potrafi			
M_U001	Student potrafi wyznaczyć podstawowe parametry dotyczące spalania paliw: kaloryczność paliwa, stechiometria procesu spalania, temperatury spalania, kontrola procesu spalania		Egzamin, Projekt, Aktywność na zajęciach
M_U002	Student potrafi obliczyć podstawowe parametry wymiany ciepła dla różnych warunków przepływu czynników		Aktywność na zajęciach, Egzamin, Projekt
M_U003	Student umie przeprowadzić obliczenia projektowe wymiennika ciepła dla różnych rodzajów przepływu masy i ciepła wraz z doбором materiałów do konstrukcji wymiennika		Egzamin, Projekt, Aktywność na zajęciach
Kompetencje społeczne: jest gotów do			
M_K001	Student rozumie potrzebę ciągłego aktualizowania i poszerzania wiedzy w zakresie teorii spalania i wymiany ciepła	MBM2A_K02	Aktywność na zajęciach, Zaangażowanie w pracę zespołu
M_K002	Student jest przygotowany do działalności twórczej w działach projektowych różnych przedsiębiorstw	MBM2A_K01	Aktywność na zajęciach, Zaangażowanie w pracę zespołu

### Liczba godzin zajęć w ramach poszczególnych form zajęć

Suma	Forma zajęć dydaktycznych										
	Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
52	26	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0

### Matryca kierunkowych efektów uczenia się w odniesieniu do form zajęć i sposobu zaliczenia, które pozwalają na ich uzyskanie

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Forma zajęć dydaktycznych
---------	---	---------------------------

		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
Wiedza: zna i rozumie												
M_W001	Student dysponuje wiedzą w zakresie podstaw procesu spalania, prowadzenia procesu spalania dla wszystkich rodzajów paliw: stałych, ciekłych i gazowych w zakresie: przygotowania paliwa, mechanizmu spalania, technologii prowadzenia procesu	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Student dysponuje wiedzą dotyczącą środowiskowych aspektów prowadzenia procesu spalania w zakresie: skutków prowadzenia procesu, emitowania zanieczyszczeń oraz mechanizmu ich powstawania, sposobów ograniczania emisji szkodliwych substancji	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W003	Student dysponuje wiedzą na temat sposobów wymiany ciepła dla ustalonego i nieustalonego przepływu czynnika oraz zastosowania tych procesów w urządzeniach technicznych	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W004	Student zna podstawowe typy stosowanych w przemyśle i energetyce urządzeń do wymiany ciepła oraz zasady ich doboru	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												
M_U001	Student potrafi wyznaczyć podstawowe parametry dotyczące spalania paliw: kaloryczność paliwa, stechiometria procesu spalania, temperatury spalania, kontrola procesu spalania	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Student potrafi obliczyć podstawowe parametry wymiany ciepła dla różnych warunków przepływu czynników	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U003	Student umie przeprowadzić obliczenia projektowe wymiennika ciepła dla różnych rodzajów przepływu masy i ciepła wraz z doбором materiałów do konstrukcji wymiennika	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne: jest gotów do												

M_K001	Student rozumie potrzebę ciągłego aktualizowania i poszerzania wiedzy w zakresie teorii spalania i wymiany ciepła	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_K002	Student jest przygotowany do działalności twórczej w działach projektowych różnych przedsiębiorstw	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	52 godz
Przygotowanie do zajęć	12 godz
przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	23 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	20 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Dodatkowe godziny kontaktowe	5 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	114 godz
Punkty ECTS za moduł	4 ECTS

## Pozostałe informacje

### Szczegółowe treści kształcenia w ramach poszczególnych form zajęć (szczegółowy program wykładów i pozostałych zajęć)

#### Wykład

Pojęcia podstawowe i charakterystyki energetyczne paliw; ciepło spalania i wartość opałowa. Stechiometria; spalanie zupełne i całkowite. Zapotrzebowanie powietrza. Stechiometria, spalanie zupełne i całkowite. Ilość i skład spalin. Bilanse substancji, spalanie niezupełne i niecałkowite. Straty kominowe. Temperatura spalania, kalorymetryczna, teoretyczna i rzeczywista. Teoria zapłonu, granice palności, samozapłon i zapłon wymuszony. Pojęcia podstawowe i rodzaje wymiany ciepła; pole temperatury, strumień i gęstość strumienia ciepła, przewodzenie, konwekcja, promieniowanie. Przepływ ciepła przez przewodzenie; prawa przewodzenia ciepła, przewodność cieplna, przewodzenie ciepła w stanie ustalonym i nieustalonym, wewnętrzne źródła ciepła. Przepływ ciepła przez konwekcję; teoria podobieństwa i analiza wymiarowa w zastosowaniu do konwekcji, konwekcja swobodna i konwekcja wymuszona, konwekcja przy zmianie stanu skupienia, przenikanie ciepła, izolacja cieplna. Przepływ ciepła przez promieniowanie; prawa promieniowania, wymiana ciepła przez promieniowanie w ośrodku optycznie biernym i optycznie czynnym, ekranowanie. Klasyfikacja i przepływ ciepła w wymiennikach; wymienniki przeponowe, wymienniki z wypełnieniem, wymiana ciepła przy współprądzie, przeciwprądzie i prądzie krzyżowym. Obliczenia wymienników ciepła; średnia różnica temperatur i powierzchnia wymiany ciepła, temperatura ścianki, rozkłady temperatur mediów w

wymienniku, opory przepływu, algorytm obliczeń wymiennika.

### **Ćwiczenia audytoryjne**

1. Stechiometria spalania (2 godziny)
2. Obliczenia dostarczania powietrza do układów spalania (2 godziny)
3. Wymiennosc paliw i kontrola procesów spalania (4 godziny)
4. Obliczenia palników gazowych (8 godzin)
5. Obliczanie izolacji ściany płaskiej (4 godzin)
6. Obliczanie izolacji przewodu kołowego (4 godzin)
7. Prezentacja projektów z dyskusją (2 godziny)

### **Metody i techniki kształcenia:**

Wykład: Treści prezentowane na wykładzie są przekazywane w formie prezentacji multimedialnej w połączeniu z klasycznym wykładem tablicowym wzbogaconymi o pokazy odnoszące się do prezentowanych zagadnień.

Ćwiczenia audytoryjne: Podczas zajęć audytoryjnych studenci na tablicy rozwiązują zadane wcześniej problemy. Prowadzący na bieżąco dokonuje stosowanych wyjaśnień i moderuje dyskusję z grupą nad danym problemem. Studenci wykonują zadany projekt samodzielnie wykorzystując omawiane na ćwiczeniach przykłady. Ma to wykształcić poczucie odpowiedzialności za pracę w grupie oraz odpowiedzialności za podejmowane decyzje.

### **Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:**

Ocena zaliczenia OZ = OP ocena projektu

Ocena uzyskana w drugim terminie z projektu i z egzaminu jest mnożona przez 0,9 a w trzecim terminie przez 0,8 i ta ocena jest uwzględniana przy wyliczaniu oceny końcowej.

### **Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa:**

Wykład:

- Obecność obowiązkowa: Nie

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego.

Ćwiczenia audytoryjne:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci przystępując do ćwiczeń są zobowiązani do przygotowania się w zakresie wskazanym każdorazowo przez prowadzącego. Studenci wykonują prace praktyczne mające na celu uzyskanie kompetencji zakładanych przez sylabus. Ocenie podlega sposób wykonania projektu.

### **Sposób obliczania oceny końcowej**

Ocena końcowa OK = 0,6 OE (oceny z egzaminu) + 0,4 OZ

Ocena uzyskana w drugim terminie z projektu i z egzaminu jest mnożona przez 0,9 a w trzecim terminie przez 0,8 i ta ocena jest uwzględniana przy wyliczaniu oceny końcowej.

### **Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:**

Indywidualne konsultacje z prowadzącym moduł.

### **Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności modułów**

Zaliczony kurs z matematyki i fizyki, znajomość podstaw termodynamiki i mechaniki płynów

### **Zalecana literatura i pomoce naukowe**

1. Petela R.: Paliwa i ich spalanie. Cz. I do V, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 1982
2. Wójcicki St.: Spalanie. WNT, Warszawa 1969
3. Kowalewicz A.: Podstawy procesów spalania, WNT, Warszawa 2000
4. Nocoń J., Poznański J., Słupek St.: Technika cieplna. Przykłady z techniki procesów spalania. Wyd. AGH, Kraków 1994
5. Hobler T.: Ruch ciepła i wymienniki. WNT, Warszawa 1979
6. Staniszewski B: Wymiana ciepła. Podstawy teoretyczne. PWN, Warszawa 1979
7. Szewczyk W., Wojciechowski J., Wykłady z termodynamiki ..., AGH, Kraków 2007
8. Notatki z Wykładów ze "Spalania i Wymiany ciepła", Kraków 2012/2013

### **Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu**

Nie podano dodatkowych publikacji

### **Informacje dodatkowe**

Brak