Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

Karta przedmiotu

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2020/2021

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma sudiów: stacjonarne

Kod kierunku: 11

Stopień studiów: II

Specjalności: Systemy i urządzenia energetyczne

1 Informacje o przedmiocie

Nazwa przedmiotu	Kotły parowe i grzewcze
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Steam and hot water boilers
Kod przedmiotu	WIŚIE EN oIIS D6 20/21
Kategoria przedmiotu	Przedmioty specjalnościowe
Liczba punktów ECTS	3.00
Semestry	2

2 Rodzaj zajęć, liczba godzin w planie studiów

Semestr	Wykład	Cwiczenia	Laboratoria	Laboratoria komputerowe	Projekt	Seminarium
2	15	15	15	0	0	0

3 Cele przedmiotu

Cel 1 Zapoznanie się z budową kotłów energetycznych oraz urządzeń pomocniczych.

Cel 2 Zapoznanie się z obliczeniami przepływowo-cieplnymi oraz wytrzymałościowymi kotła energetyczne.

4 Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1 Technologie i maszyny energetyczne.

2 Wymiana ciepła.

5 Efekty kształcenia

EK1 Wiedza Zna budowę oraz zasadę działania kotła parowego pyłowego i fluidalnego.

EK2 Wiedza Zna metodykę obliczeń komór paleniskowych kotła metodą CKTI i strefową.

EK3 Umiejętności Posiada umiejętność obliczania warunków przepływowo-cieplnych zachodzących ekranach komór paleniskowych.

EK4 Umiejętności Posiada umiejętność dobierania odpowiednich materiałów na konstrukcje kotłów energetycznych.

6 Treści programowe

Wykład		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
W1	Ogólna klasyfikacja kotłów. Zasada działania i budowa kotła parowego dwuciągowego i o konstrukcji wieżowej.	1
W2	Bilans cieplny komory paleniskowej. Sposoby obliczania komory paleniskowej: metoda CKTI i strefowa.	4
W3	Spalanie w kotłach ze złożem fluidalnym. Konstrukcje kotłów fluidalnych. Problemy eksploatacyjne w kotłach fluidalnych.	2
W4	Młyny i instalacje młynowe. Podział kotłów energetycznych. Typowe konstrukcje kotłów energetycznych. Kotły przepływowe. Kotły na parametry nadkrytyczne.	2
W5	Parownik kotła: walczak, rury opadowe, ekrany. Struktura przepływu mieszaniny parowo wodnej w pionowym kanale rurowym. Obliczenia warunków przepływowo-cieplnych w rurach i wynikające zagrożenia. Przegrzewacze. Sposoby regulacji temperatury pary przegrzanej. Podgrzewacze wody. Podgrzewacze powietrza.	2
W6	Stosowane modele do obliczania współczynnika wnikania ciepła i strat ciśnienia w rurach gładkich i wewnętrznie ożebrowanych.	2
W7	Kotły grzewcze konwencjonalne oraz technika kondensacyjna. Kotły kondensacyjne podział, cechy, budowa, charakterystyki pracy. Paleniska i palniki kotłów grzewczych. Przepływ czynników roboczych w kotłach grzewczych zagrożenia i zapobieganie im. Obliczanie cieplne kotłów grzewczych. Wyposażenie i aparatura regulacyjno zabezpieczająca. Sprawność cieplna i moc kotłów grzewczych.	2

Laboratoria		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
L1	Badanie mocy i sprawność kotła grzewczego.	3
L2	Wyznaczanie współczynnika wnikania ciepła i strat ciśnienia w rurze z wewnętrznym ożebrowaniem.	3
L3	Badanie aerodynamiczne i cieplne kotłowych podgrzewaczy wody.	5
L4	Badanie cieplno-wytrzymałościowe połączenia walczak-rura opadowa.	4

Cwiczenia		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
C1	Obliczanie komory paleniskowej kotła energetycznego metodą CKTI.	6
C2	Obliczanie komory paleniskowej kotła energetycznego metodą strefową-zastosowanie modelu numerycznego.	4
C3	Obliczanie grubości ścianki walczaków kotła parowego.	2
C4	Obliczanie palnika inżektorowego gazowego.	3

7 Narzędzia dydaktyczne

N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

N3 Ćwiczenia laboratoryjne

8 Obciążenie pracą studenta

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	45
Konsultacje przedmiotowe	1
Egzaminy i zaliczenia w sesji	4
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	15
Opracowanie wyników	5
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	10
Sumaryczna liczba godzin dla przedmiotu wynikająca z całego nakładu pracy studenta	**80**
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu	3.00

9 Sposoby oceny

Ocena formująca

F1 Kolokwium

F2 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

Ocena podsumowująca

P1 Egzamin pisemny

Warunki zaliczenia przedmiotu

W1 Uzyskanie oceny pozytywnej z każdego efektu kształcenia.

W2 Ocena końcowa ustalana na podstawie średniej ważonej oceny z kolokwium (waga 0,3), z laboratorium (waga 0,2) oraz z egzaminu (waga 0,5)

W3 Obecność na 90% ćwiczeń oraz 100% laboratorium.

Ocena aktywności bez udziału nauczyciela

B1 Ćwiczenie praktyczne

Kryteria oceny

Efekt kształcenia 1

Na ocenę 2.0	Nie spełnia wymagań określonych na ocenę 3.0
Na ocenę 3.0	Student zna budowę kotła parowego pyłowego i fluidalnego.
Na ocenę 3.5	Wiadomości jak na ocenę 3.0, dodatkowo student potrafi objaśnić zasadę działania kotła pyłowego i fluidalnego.
Na ocenę 4.0	Wiadomości jak na ocenę 3.5, dodatkowo student potrafi objaśnić procesy spalania w kotłach pyłowych i fluidalnych.
Na ocenę 4.5	Wiadomości jak na ocenę 4.0, dodatkowo student potrafi wyjaśnić jakie problemy występują podczas eksploatacji kotłów pyłowych i fluidalnych.
Na ocenę 5.0	Wiadomości jak na ocenę 4.5, dodatkowo student potrafi wyjaśnić mechanizmy wymiany ciepła zachodzące w komorze paleniskowej kotła pyłowego i fluidalnego.
Efekt kształcenia 2	
Na ocenę 2.0	Nie spełnia wymagań określonych na ocenę 3.0
Na ocenę 3.0	Student zna metody obliczeń komór paleniskowych kotłów oraz potrafi je scharakteryzować.
Na ocenę 3.5	Wiadomości jak na ocenę 3.0, dodatkowo student potrafi zapisać bilans cieplny komory paleniskowej oraz w metodzie strefowej bilans cieplny dla strefy.
Na ocenę 4.0	Wiadomości jak na ocenę 3.5, dodatkowo student potrafi obliczyć skład spalin powstających w komorze paleniskowej kotła.
Na ocenę 4.5	Wiadomości jak na ocenę 4.0, dodatkowo student potrafi wyznaczyć temperaturę adiabatyczną spalin.
Na ocenę 5.0	Wiadomości jak na ocenę 4.5, dodatkowo student potrafi wyznaczyć temperaturę spalin na wylocie z komory paleniskowej oraz wyznaczyć obciążenie cieplne ścian komory paleniskowej.
Efekt kształcenia 3	
Na ocenę 2.0	Nie spełnia wymagań określonych na ocenę 3.0
Na ocenę 3.0	Student potrafi opisać zjawiska występujące podczas przepływu w rurach parownika.
Na ocenę 3.5	Wiadomości jak na ocenę 3.0, dodatkowo student potrafi opisać strukturę przepływu w rurach parownika w kotłach podkrytycznych.
Na ocenę 4.0	Wiadomości jak na ocenę 3.5, dodatkowo student potrafi opisać strukturę przepływu w rurach parownika w kotłach nadkrytycznych.
Na ocenę 4.5	Wiadomości jak na ocenę 4.0, dodatkowo student potrafi zapisać równania zachowania masy, pędu i energii.
Na ocenę 5.0	Wiadomości jak na ocenę 4.5, dodatkowo student zna sposoby rozwiązywania równań zachowania masy, pędu i energii.
Efekt kształcenia 4	

Na ocenę 2.0	Nie spełnia wymagań określonych na ocenę 3.0
Na ocenę 3.0	Student zna materiały stosowane na elementy konstrukcyjne kotła energetycznego.
Na ocenę 3.5	Wiadomości jak na ocenę 3.0, dodatkowo student potrafi dobrać materiały na elementy konstrukcyjne w zależności od temperatury pracy.
Na ocenę 4.0	Wiadomości jak na ocenę 3.5, dodatkowo student potrafi określić podstawowe właściwości termofizyczne materiału.
Na ocenę 4.5	Wiadomości jak na ocenę 4.0, dodatkowo student potrafi wyznaczyć naprężenia dopuszczalne wybranych elementów konstrukcyjnych kotła przy wcześniejszym dobraniu materiału.
Na ocenę 5.0	Wiadomości jak na ocenę 4.5, dodatkowo student potrafi wymienić i scharakteryzować materiały nowej generacji stosowane na elementy konstrukcyjne kotłów nadkrytycznych.

10 Macierz realizacji przedmiotu

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do szczegółowych efektów zdefiniowanych dla programu	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Sposoby oceny
EK1	K2_W03 K2_U22	Cel 1	W1 W3 W4 W5 W6 W7 C1	N1	F1 F2 P1
EK2	K2_W03 K2_U22	Cel 1	W2 W7 C1 C3	N1 N2	F1 P1
EK3	K2_W03 K2_U22	Cel 2	W7 L1 L2 C2 C3	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK4	K2_W03 K2_U22 K2_U23	Cel 2	L3 L4 C2 C3	N2 N3	F1 F2 P1

11 Wykaz literatury

Literatura podstawowa

[1] P.Orłowski, W.Dobrzański, E.Szwarc — *Kotły parowe, konstrukcje obliczenia*, Warszawa, 1979, WNT

[2] S.Kruczek — *Kotły, konstrukcje i obliczenia*, Wrocław, 2001, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej

[3] M.Pronobis — *Modernizacja kotłów energetycznych*, Warszawa, 2002, WNT

Literatura uzupełniająca

[1] J.Taler — *Procesy cieplne i przepływowe w dużych kotłach energetycznych. Modelowanie i monitoring*, Warszawa, 2011, PWN

[2] K.Rayaprolu — *Boilers for Power and Process*, Boca Raton, USA, 2009, CRC Press

12 Informacje o nauczycielach akademickich

Osoba odpowiedzialna za kartę

dr hab. inż., prof. PK Sławomir Grądziel (kontakt: `gradziel@mech.pk.edu.pl`)

Osoby prowadzące przedmiot

1 dr hab. inż., prof. PK Sławomir Grądziel (kontakt: `slawomir.gradziel@pk.du.pl`)

2 dr hab. inż., prof. PK Paweł Ocłoń (kontakt: `pawel.oclon@pk.edu.pl`)

3 dr inż. Damian Muniak (kontakt: `damian.muniak@pk.edu.pl`)

4 dr hab. inż. Artur Cebula (kontakt: `acebula@pk.edu.pl`)

5 mgr inż. Karol Kaczmarski (kontakt: `karol.kaczmarski@pk.edu.pl`)

6 mgr inż. Marek Majdak (kontakt: `marek.majdak@pk.edu.pl`)

13 Zatwierdzenie karty przedmiotu do realizacji

(miejscowość, data) (odpowiedzialny za przedmiot) (dziekan)

Przyjmuję do realizacji (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .