

KARTA MODUŁU / KARTA PRZEDMIOTU

Kod modułu	
Nazwa modułu	Odształcenia cieplne w obróbce laserowej i plazmowej
Nazwa modułu w języku angielskim	Thermal deformations in laser and plasma processing
Obowiązuje od roku akademickiego	2013/2014

A. USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	Mechanika i Budowa Maszyn
Poziom kształcenia	II stopień <i>(I stopień / II stopień)</i>
Profil studiów	Ogólnoakademicki <i>(ogólnoakademicki / praktyczny)</i>
Forma i tryb prowadzenia studiów	Studia stacjonarne <i>(stacjonarne / niestacjonarne)</i>
Specjalność	KWTLiP Komputerowo Wspomagane Technologie Laserowe i Plazmowe
Jednostka prowadząca moduł	Katedra Przemysłowych Systemów Laserowych
Koordynator modułu	dr hab. inż. Włodzimierz Zowczak, prof. PŚk
Zatwierdził:	

B. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	kierunkowy <i>(podstawowy / kierunkowy / inny HES)</i>
Status modułu	obowiązkowy <i>(obowiązkowy / nieobowiązkowy)</i>
Język prowadzenia zajęć	polski
Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr	drugi
Usytuowanie realizacji przedmiotu w roku akademickim	letni <i>(semestr zimowy / letni)</i>
Wymagania wstępne	Mechanika <i>(kody modułów / nazwy modułów)</i>
Egzamin	nie <i>(tak / nie)</i>
Liczba punktów ECTS	4

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	Inne
w semestrze	30		15		

C. EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY SPRAWDZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Cel modułu	Celem zajęć jest zapoznanie studentów z deformacjami termicznymi towarzyszącymi laserowej i plazmowej obróbce materiałów. Każda obróbka laserowa lub plazmowa obciążona jest procesem nagrzewania i chłodzenia źródłem ciepła, powodującym niepożądane trwałe deformacje zwane dystorsjami. W trakcie wykładzie i zajęciach laboratoryjnych pokazane będą mechanizmy prowadzące do większych lub mniejszych rezydualnych deformacji. Przeanalizowane będą wszystkie metody laserowej i plazmowe obróbki metali, które nieuchronnie powodują trwałe deformacje takie jak: laserowe hartowanie, laserowe i plazmowe spawanie, przetapianie powierzchniowe i napawanie proszków, wszystkie metody cięcia laserowego i plazmowego. Na koniec pokazane będą metody celowego kształtowania termicznego, służące do bezdotykowego gięcia i spęczania elementów metalowych.			
Symbol efektu	Efekty kształcenia	Forma prowadzenia zajęć (w/c/l/p/inne)	odniesienie do efektów kierunkowych	odniesienie do efektów obszarowych
W_01	Zna mechanizmy nagrzewania i chłodzenia prowadzące do nietrwałych i trwałych deformacji metali poprzez zjawisko rozszerzalności termicznej materiałów.	W,	K_W04 K_W06	T2A_W02 T2A_W03 T2A_W04
W_02	Zna mechanizmy prowadzące do jednowymiarowej nietrwałej i trwałej deformacji pręta zamocowanego jednoosiowo.	W	K_W04	T2A_W02 T2A_W04
W_03	Zna mechanizmy gięcia i spęczania blach i płyt za pomocą poruszającej się wiązki laserowej lub plazmowej, która nagrzewa powierzchnię metalu powyżej temperatury rekrytalizacji	W	K_W04	T2A_W02 T2A_W04
W_04	Zna metodę modelowania procesu termicznego gięcia i spęczania blach prostopadle do płaszczyzny.	W	K_W04	T2A_W02 T2A_W04
W_05	Rozumie mechanizmy deformacji termicznych i metod modelowania, które mogą być wykorzystane do minimalizacji szkodliwych deformacji obróbki laserowej i plazmowej procesu hartowania powierzchniowego	W	K_W04 KS_W03_KWTLiP	T2A_W02 T2A_W03 T2A_W04 InzA_W05
U_01	Potrafi oszacować dystorsje towarzyszące procesowi laserowego i plazmowego cięcia płyt, blach i rur.	W, L	K_U07 KS_U02_KWTLiP	T2A_U01 T2A_U02 T2A_U08 T2A_U12 InzA_U07
U_02	Umie obliczać średnicę ogniska i długość Rayleigh'a ogniska dla zadanych soczewek lub zwierciadeł skupiających.	W, L	K_U09 KS_U01_KWTLiP	T2A_U01 T2A_U02 T2A_U10 T2A_U12 InzA_U07
U_03	Potrafi dobrać parametry laserowej obróbki dla gięcia blachy wykonanej z danego materiału o zadanej grubości.	W, L	K_U08 KS_U01_KWTLiP	T2A_U01 T2A_U02 T2A_U09 T2A_U12 InzA_U07
U_04	Potrafi dobrać parametry laserowej obróbki spawania i cięcia dla lasera CO ₂ z minimalną dystorsją	W, L	K_U08 KS_U02_KWTLiP KS_U03_KWTLiP	T2A_U01 T2A_U09 InzA_U01
K_01	Potrafi pracować w zespole	W, L	K_K02 K_K03 K_K05	T2A_K01 T2A_K02 T2A_K03
K_02	Ma świadomość udziału w rozwoju nowoczesnych laserowych technologii w zastosowaniu do budowy maszyn i rozwoju inżynierii materiałowych	W, L	K_K01 K_K02 K_K03	T1A_K02

Treści kształcenia:

1. Treści kształcenia w zakresie wykładu

Nr wykładu	Treści kształcenia	Odniesienie do efektów kształcenia dla modułu
1	Podstawowe pojęcia z zakresu deformacji termicznych i określenie współczynników rozszerzalności termicznej liniowej, płaskiej i objętościowej.	W_01
2	Analiza deformacji i naprężeń termicznych w pręcie zamocowanym jednowymiarowo i swobodnego.	W_01
3	Objaśnienie mechanizmu powstawania trwałych odkształceń termicznych w pręcie zamocowanym jednoosiowo	W_02 U_01
4	Określenie temperatury uplastycznienia, i temperatury rekrytalizacji przy, której materiał traci właściwości sprężyste.	W_02 U_01
5	Zdefiniowanie współczynnika sztywności utwardzenia i pokazanie jego wpływu na wielkość naprężeń termicznych, powstających w materiałach.	W_02 U_01
6	Opis mechanizmu bezdotykowego gięcia płyt, powstającego pod działaniem nagrzewania powierzchni poruszającą się wiązką laserową lub plazmową przy warunku powstawania w materiale maksymalnego gradientu temperatury znanego pod nazwą „Mechanizm Gradientu Temperatury” TGM.	W_02 U_01
7	Opis mechanizmu bezdotykowego spęczenia płyt, powstającego pod działaniem nagrzewania powierzchni poruszającą się wiązką laserową lub plazmową przy warunku powstawania w minimalnego gradientu temperatury znany pod nazwą „Mechanizm Spęczenia” MS.	W_03
8	Opis mechanizmu wyboczeniowego MW gięcia płyt, powstającego pod działaniem nagrzewania powierzchni poruszającą się wiązką laserową lub plazmową przy warunku, że średnica wiązki jest dużo większa od grubości blachy	W_01
9	Omówienie charakterystycznych cech laserowego i ogólnie termicznego gięcia płyt w porównaniu z mechanicznymi metodami gięcia.	W_01
10	Przedstawienie metod i wyników analitycznego modelowania gięcia płyt i blach metodami gradientu temperatury TGM i mechanizmem wyboczeniowym MW oraz stopnia spęczenia blach mechanizmem spęczeniowym.	W_01
11	Opis mechanizmu spęczenia blach i płyt za pomocą nagrzewania impulsową wiązką laserową.	W_01
12	Analiza szerokiej klasy dystorsji towarzyszących laserowemu i plazmowemu spawaniu płyt, blach i rur w oparciu poznane mechanizmy kształtowania.	KS_W03_ KWTLiP
13	Opis dystorsji występujących przy laserowym i plazmowym cięciu płyt i blach w oparciu poznane mechanizmy kształtowania.	KS_U02_ KWTLiP
4	Opis dystorsji towarzyszących laserowej i plazmowej powierzchniowej obróbce materiałów w oparciu poznane mechanizmy kształtowania.	KS_U03_ KWTLiP
15	Omówienie przykładowych zastosowań praktycznych metod laserowego i plazmowego kształtowania n płyt i blach w dużej skali np. budowy statków lub w skali mikro np. mechanice precyzyjnej lub optoelektronice.	U_02 U_03

2. Treści kształcenia w zakresie zajęć laboratoryjnych

liczba godz.	Treści kształcenia	Odniesienie do efektów kształcenia dla modułu
2	Badanie deformacji i naprężeń termicznych i odkształceń w pręcie zamocowanym jednowymiarowo i swobodnego. Walec o zadanych wymiarach swobodny i zamocowany np. w imadle nagrzewane są do temperatury 800° C po ostudzeniu porównanie wymiarów.	W_01 K_01

2	Badanie mechanizmu bezdotykowego gięcia płyt, powstającego pod działaniem nagrzewania powierzchni poruszającą się wiązką laserową lub plazmową przy warunku powstawania w materiale maksymalnego gradientu temperatury znanego pod nazwą „Mechanizm Gradientu Temperatury” TGM. Przeprowadzenie gięcia próbki wiązką laserową przy spełnieniu wymaganych warunków. Pomiary kąta gięcia w zależności od mocy lasera	W_02 K_01 K_02
2	Badanie mechanizmu bezdotykowego spęczania płyt, powstającego pod działaniem nagrzewania powierzchni poruszającą się wiązką laserową lub plazmową przy warunku powstawania w minimalnego gradientu temperatury znany pod nazwą „Mechanizm Spęczenia” MS. Przeprowadzenie spęczania próbki wiązką laserową przy spełnieniu wymaganych warunków. Pomiary spęczana gięcia w zależności od mocy lasera i prędkości ruchu wiązki	W_03 K_01 K_02
2	Badanie mechanizmu wyboczeniowego MW gięcia płyt, powstającego pod działaniem nagrzewania powierzchni poruszającą się wiązką laserową lub plazmową przy warunku, że średnica wiązki jest dużo większa od grubości blachy. Uzyskanie zależności kąta zgięcia od mocy i prędkości skanowania.	W_04 K_01 K_02
2	Porównanie kątów gięcia pomierzonych doświadczalnie z obliczonymi z modelu teoretycznego dla mechanizmu gięcia TGM.	W_02 U_01 K_01 K_02
2	Analiza szerokiej klasy dystorsji towarzyszących laserowemu i plazmowemu spawaniu płyt, blach i rur w oparciu poznane mechanizmy kształtowania.	W_02 U_02 K_01 K_02
3	Badanie dystorsji towarzyszących laserowej i plazmowej powierzchniowej obróbce materiałów w oparciu poznane mechanizmy kształtowania.	W_02 U_03 K_01 K_02

Metody sprawdzania efektów kształcenia

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia (sposób sprawdzenia, w tym dla umiejętności – odwołanie do konkretnych zadań projektowych, laboratoryjnych, itp.)
W_01	kolokwium zaliczenie
W_02	kolokwium zaliczenie
W_03	Kolokwium zaliczenie z laboratorium
W_04	Sprawozdanie i kolokwium zaliczeniowe z laboratorium
U_01	Sprawozdanie i kolokwium zaliczeniowe z laboratorium
U_02	Sprawozdanie i kolokwium zaliczeniowe z laboratorium
U_03	Sprawozdanie i kolokwium zaliczeniowe z laboratorium
K_01	Obserwacja zachowania studenta w trakcie zajęć
K_02	Obserwacja zachowania studenta w trakcie zajęć laboratoryjnych.

D. NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS		
	Rodzaj aktywności	obciążenie studenta
1	Udział w wykładach	30h
2	Udział w ćwiczeniach	
3	Udział w laboratoriach	15h
4	Udział w konsultacjach (2-3 razy w semestrze)	3h
5	Udział w zajęciach projektowych	
6	Konsultacje projektowe	
7	Udział w kolokwium zaliczeniowym	2h
8		
9	Liczba godzin realizowanych przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	50h <i>(suma)</i>
10	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczyciela akademickiego <i>(1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta)</i>	2 ECTS
11	Samodzielne studiowanie tematyki wykładów	10h
12	Samodzielne przygotowanie się do ćwiczeń	
13	Samodzielne przygotowanie się do kolokwiów	10h
14	Samodzielne przygotowanie się do laboratoriów	10h
15	Wykonanie sprawozdań	10h
15	Przygotowanie do kolokwium końcowego z laboratoriów	5h
17		
18	Przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego	5h
19		
20	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	50h <i>(suma)</i>
21	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy <i>(1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta)</i>	2 ECTS
22	Sumaryczne obciążenie pracą studenta	100h
23	Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta</i>	4 ECTS
24	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym <i>Suma godzin związanych z zajęciami praktycznymi</i>	50h
25	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym <i>1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta</i>	2 ECTS

E. LITERATURA

Wykaz literatury	A. Wykład i B. Laboratorium Wiliam Steen, Laser Material Processing, Jan Kusiński, Lasery I ich zastosowania w inżynierii materiałowej, Wydawnictwo Naukowe „Akapit” Kraków 2000 Edward Dobaj, Maszyny i urządzenia spawalnicze, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1998. Zygmunt Mucha, Modelowanie i badania eksperymentalne laserowego kształtowania materiałów konstrukcyjnych, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej Kielce 2004.
Witryna WWW modułu/przedmiotu	