

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Obróbka cieplna**

Nazwa w języku angielskim: **Heat treatment**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Mechanika i Budowa Maszyn**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Inżynieria Materiałów Konstrukcyjnych**

Poziom i forma studiów: **II stopień, stacjonarne**

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM041327**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę		
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	2		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.2		0.7		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Student posiada wiedzę z zakresu fizyki, chemii oraz matematyki na poziomie szkoły średniej.
2. Posiada wiedzę z zakresu terminologii dotyczącej inżynierii metalicznych materiałów konstrukcyjnych, doboru metod kształtowania struktury i własności materiałów do zastosowań technicznych, a także doboru materiałów inżynierskich do zastosowań w różnych produktach. Potrafi porównywać podstawowe własności mechaniczne, technologiczne i eksploatacyjne materiałów.
3. Potrafi korzystać z informacji technicznej. Posiada umiejętność oceny uwarunkowań ekonomicznych i eksploatacyjnych stosowania różnych materiałów inżynierskich.

CELE PRZEDMIOTU

C1. Poszerzenie wiedzy z zakresu inżynierii metalicznych materiałów konstrukcyjnych oraz metod kształtowania struktury i własności materiałów do zastosowań technicznych na drodze obróbki cieplnej.

C2. Poszerzenie wiedzy z zakresu wykorzystania informacji technicznej do doboru parametrów obróbki cieplnej materiałów metalicznych oraz poprawnej terminologii z zakresu obróbki cieplnej.

C3. Nabycie praktycznych umiejętności w zakresie doboru parametrów obróbki cieplnej, a także wpływu tych parametrów na strukturę i właściwości materiałów metalicznych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Student potrafi scharakteryzować wpływ obróbki cieplnej na strukturę i właściwości metalicznych materiałów konstrukcyjnych. Potrafi określić wzajemną relację pomiędzy tymi elementami.

PEK_W02 - Zna i definiuje zaawansowaną terminologię z zakresu obróbki cieplnej materiałów metalicznych. Rozumie zjawiska zachodzące w materiałach metalicznych w trakcie obróbki cieplnej.

PEK_W03 - Posiada umiejętność racjonalnego doboru materiałów na elementy konstrukcji i części maszyn, oraz wiedzę pozwalającą kształtować strukturę i własności tych materiałów w procesach technologicznych, w szczególności poprzez obróbkę cieplną.

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Student potrafi dobrać parametry oraz technologię obróbki cieplnej w zależności od składu chemicznego materiałów metalicznych oraz oczekiwanych właściwości mechanicznych.

PEK_U02 - Student potrafi posługiwać się informacją techniczną oraz analizować literaturę naukową dotyczącą obróbki cieplnej. Student potrafi wykorzystywać zdobytą wiedzę do planowania przebiegu obróbki cieplnej dla podstawowych materiałów metalicznych.

PEK_U03 - Student posiada przygotowanie do prac wspomagających projektowanie materiałowe, a także do obsługi specjalistycznego oprogramowania komputerowego i do współpracy z użytkownikami materiałów inżynierskich, konstruktorami i innymi specjalistami w zakresie projektowania, wytwarzania, przetwórstwa i zastosowania materiałów inżynierskich.

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Student zna zakres posiadanej przez siebie wiedzy i umiejętności. Rozumie potrzebę ciągłego doskonalenia się i rozwoju zawodowego.

PEK_K02 - Student posiada umiejętności posługiwania się językiem specjalistycznym, co pozwala na uzyskanie sprawności komunikowania się w przemyśle oraz małych i średnich przedsiębiorstwach związanych z wytwarzaniem i przetwórstwem materiałów inżynierskich.

PEK_K03 - Student potrafi zaplanować prosty eksperyment badawczy i ocenić pozyskane wyniki eksperymentalne. Potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także obcojęzycznej. Posiada zdolność samodzielnego uzasadnienia doboru parametrów obróbki cieplnej.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Ogólna klasyfikacja zabiegów obróbki cieplnej. Naprężenia własne i wady powstające w procesie obróbki cieplnej.	2
Wy2	Przemiany w stali zachodzące podczas nagrzewania.	3

Wy3	Przemiany w stali zachodzące podczas chłodzenia.	3
Wy4	Wykresy przemian austenitu przechłodzonego podczas chłodzenia izotermicznego i ciągłego	2
Wy5	Przemiany w stali podczas odpuszczania	2
Wy6	Technologia zwykłej obróbki cieplnej stali	4
Wy7	Obróbka cieplna stali konstrukcyjnych	2
Wy8	Obróbka cieplna stali specjalnych i narzędziowych	3
Wy9	Hartowanie powierzchniowe stali	1
Wy10	Podstawy teoretyczne obróbki cieplno-chemicznej stali	3
Wy11	Podstawy teoretyczne obróbki cieplno-plastycznej stali	1
Wy12	Hartowność stali	1
Wy13	Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych	3
		Suma: 30
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Wprowadzenie. Dobór parametrów obróbki cieplnej stali w oparciu o wykres Fe-Fe ₃ C.	2
Lab2	Wpływ zabiegów obróbki cieplnej na mikrostruktury i właściwości stali	2
Lab3	Mikrostruktury stali po hartowaniu i odpuszczaniu	2
Lab4	Hartowanie i odpuszczanie stali w praktyce. Samodzielna analiza metalograficzna.	6
Lab5	Dobór materiału w oparciu o hartowność stali	2
Lab6	Mikrostruktury stali narzędziowych po obróbce cieplnej	2
Lab7	Obróbka cieplna stali specjalnych. Samodzielna analiza metalograficzna.	4
Lab8	Mikrostruktury stali po obróbce cieplno-chemicznej	2
Lab9	Obróbka cieplna połączeń spawanych	2
Lab10	Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych	4
Lab11	Zaliczenie laboratorium	2
		Suma: 30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
- N2. ćwiczenia problemowe
- N3. ćwiczenia rachunkowe
- N4. przygotowanie sprawozdania
- N5. praca własna – przygotowanie do laboratorium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Wykład)		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01 - PEK_W03 PEK_U01 - PEK_U03 PEK_K01 - PEK_K03	kolokwium
P = F1		

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Laboratorium)		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01 - PEK_W03 PEK_U01 - PEK_U03 PEK_K01 - PEK_K03	sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych
F2	PEK_W01 - PEK_W03 PEK_U01 - PEK_U03 PEK_K01 - PEK_K03	kartkówka
F3	PEK_W01 - PEK_W03 PEK_U01 - PEK_U03 PEK_K01 - PEK_K03	udział w dyskusjach problemowych
P = (F1+F2+F3)/3		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

1. R. Haimann: Metaloznawstwo. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1980, 2000.
2. W. Dudziński, K. Widanka: Ćwiczenia laboratoryjne z materiałoznawstwa. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005, 2009.
3. W. Dudziński: Materiały konstrukcyjne w budowie maszyn. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1994.
4. K. Przybyłowicz: Metaloznawstwo, WNT, Warszawa 1992, 2007.
5. L. A. Dobrzański: Metaloznawstwo i obróbka cieplna stopów metali, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1993.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Blicharski M.: Inżynieria materiałowa, Stal. WNT, Warszawa 2004.
2. Blicharski M.: Wstęp do inżynierii materiałowej. WNT, Warszawa 2003.
3. Adamczyk J.: Inżynieria materiałów metalowych. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2004.
4. Adamczyk J.: Inżynieria wyrobów stalowych. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000.

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Łukasz Konat email: lukasz.konat@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Obróbka cieplna**

Name in English: **Heat treatment**

Main field of study (if applicable): **Mechanical Engineering and Machine Building**

Specialization (if applicable): **Materials Engineering**

Level and form of studies: **II level, full-time**

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM041327**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		30		
Form of crediting	Crediting with grade		Crediting with grade		
Group of courses					
Number of ECTS points	2		1		
including number of ECTS points for practical (P) classes			1		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.2		0.7		

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. The student has knowledge of physics, chemistry and mathematics at the high school level.
2. Has knowledge of terminology related to engineering of metallic construction materials, selection of methods for shaping the structure and properties of materials for technical applications, as well as selection of engineering materials for applications in various products. Able to compare the basic mechanical, technological and operational properties of materials.
3. He can use technical information. Has the ability to assess the economic and operational conditions of using various engineering materials.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Expanding knowledge in the field of engineering of metallic construction materials and methods of shaping the structure and properties of materials for technical applications by heat treatment.
- C2. Expanding knowledge of the use of technical information for the selection of heat treatment parameters of metallic materials and the correct terminology in the field of heat treatment.
- C3. The acquisition of practical skills in the selection of heat treatment parameters, as well as the impact of these parameters on the structure and properties of metallic materials.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - Student is able to characterize the influence of heat treatment on the structure and properties of metallic construction materials. He can determine the mutual relationship between these elements.

PEK_W02 - He knows and defines advanced terminology in the field of heat treatment of metallic materials. Understands the phenomena occurring in metallic materials during heat treatment.

PEK_W03 - Has the ability of rational selection of materials for structural elements and machine parts, and knowledge allowing to shape the structure and properties of these materials in technological processes, in particular by heat treatment.

II. Relating to skills:

PEK_U01 - Student is able to choose the parameters and technology of heat treatment depending on the chemical composition of metallic materials and expected mechanical properties.

PEK_U02 - The student is able to use technical information and analyze the scientific literature on heat treatment. The student is able to use the acquired knowledge to plan the heat treatment course for basic metallic materials.

PEK_U03 - The student has a preparation for work supporting material design, as well as for handling specialized computer software and for cooperation with users of engineering materials, constructors and other specialists in the field of designing, manufacturing, processing and application of engineering materials.

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - The student knows the range of knowledge and skills. Understands the need for continuous training and professional development.

PEK_K02 - The student has the ability to use a specialist language, which allows to achieve communication skills in industry and small and medium-sized enterprises associated with the production and processing of engineering materials.

PEK_K03 - The student is able to plan a simple research experiment and evaluate the obtained experimental results. Can independently search for information in literature, including foreign language. Has the ability to independently justify the selection of heat treatment parameters.

PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	General classification of thermal treatments. Own stresses and defects arising in the heat treatment process.	2
Lec2	Transformations in steel occurring during heating.	3
Lec3	Transformations in steel occurring during cooling.	3

Lec4	Graphs of austenite transformation supercooled during isothermal and continuous cooling	2
Lec5	Transformations in steel during tempering	2
Lec6	Technology of ordinary heat treatment of steel	4
Lec7	Heat treatment of structural steels	2
Lec8	Heat treatment of special and tool steels	3
Lec9	Surface hardening of steel	1
Lec10	Theoretical foundations of thermo-chemical treatment of steels	3
Lec11	Theoretical foundations of steel thermoplastic processing	1
Lec12	Steel hardenability	1
Lec13	Heat treatment of non-ferrous alloys	3
		Total hours: 30
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Introduction. Selection of heat treatment parameters of steel based on the Fe-Fe ₃ C graph	2
Lab2	The influence of heat treatment treatments on the microstructure and properties of steel	2
Lab3	Steel microstructure after hardening and tempering	2
Lab4	Hardening and tempering of steel in practice. Independent metallographic analysis	6
Lab5	Selection of material based on the hardenability of steel	2
Lab6	Microstructure of tool steels after heat treatment	2
Lab7	Heat treatment of special steels. Own metallographic analysis	4
Lab8	Steel microstructure after thermo-chemical treatment	2
Lab9	Heat treatment of welded joints	2
Lab10	Heat treatment of non-ferrous alloys	4
Lab11	Passing the laboratory	2
		Total hours: 30

TEACHING TOOLS USED	
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. problem exercises N3. calculation exercises N4. report preparation N5. self study - preparation for laboratory class	

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Lecture)		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_W01 - PEK_W03 PEK_U01 - PEK_U03 PEK_K01 - PEK_K03	test
P = F1		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Laboratory)		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_W01 - PEK_W03 PEK_U01 - PEK_U03 PEK_K01 - PEK_K03	report on laboratory exercises
F2	PEK_W01 - PEK_W03 PEK_U01 - PEK_U03 PEK_K01 - PEK_K03	quiz
F3	PEK_W01 - PEK_W03 PEK_U01 - PEK_U03 PEK_K01 - PEK_K03	Participate in problem discussions
P = (F1+F2+F3)/3		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

1. R. Haimann: Metaloznawstwo. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1980, 2000.
2. W. Dudziński, K. Widanka: Ćwiczenia laboratoryjne z materiałoznawstwa. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005, 2009.
3. W. Dudziński: Materiały konstrukcyjne w budowie maszyn. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1994.
4. K. Przybyłowicz: Metaloznawstwo, WNT, Warszawa 1992, 2007.
5. L. A. Dobrzański: Metaloznawstwo i obróbka cieplna stopów metali, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1993.

SECONDARY LITERATURE

1. Blicharski M.: Inżynieria materiałowa, Stal. WNT, Warszawa 2004.
2. Blicharski M.: Wstęp do inżynierii materiałowej. WNT, Warszawa 2003.
3. Adamczyk J.: Inżynieria materiałów metalowych. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2004.
4. Adamczyk J.: Inżynieria wyrobów stalowych. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000.

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Łukasz Konat email: lukasz.konat@pwr.edu.pl