



Module name: High temperature resistant materials

Academic year: 2019/2020 Code: CIMT-2-228-s ECTS credits: 2

Faculty of: Materials Science and Ceramics

Field of study: Materials Science Specialty: —

Study level: Second-cycle studies Form and type of study: Full-time studies

Lecture language: English Profile of education: Academic (A) Semester: 2

Course homepage: <http://home.agh.edu.pl/~zbgrzesik>

Responsible teacher: prof. dr hab. inż. Grzesik Zbigniew (grzesik@agh.edu.pl)

Module summary

Students obtain essential information about materials applied in a number of high temperature environments. They will gain knowledge on physico-chemical properties of materials and their degradation

Description of learning outcomes for module

MLO code	Student after module completion has the knowledge/ knows how to/is able to	Connections with FLO	Method of learning outcomes verification (form of completion)
Social competence: is able to			
M_K001	Ma świadomość ważności i zrozumienia pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje. Rozumie znaczenie wpływu inżynierii materiałowej na rozwój nowoczesnych technologii	IMT2A_K03	Presentation, Activity during classes, Test
Skills: he can			
M_U001	Potrafi opracować i przedstawić ustnie rezultaty badań, w języku polskim lub w języku angielskim, stosując techniki wizualizacji komputerowej. Potrafi zaplanować i przeprowadzić pomiary właściwości użytkowych materiałów oraz interpretować uzyskane wyniki.	IMT2A_U05, IMT2A_U04	Presentation, Activity during classes, Test
Knowledge: he knows and understands			

M_W001	Ma pogłębioną wiedzę w zakresie materiałów właściwych dla swojej specjalności, ich właściwości, metod otrzymywania, metod badań Ma wiedzę o aktualnych trendach rozwojowych inżynierii materiałowej i najistotniejszych nowych materiałach i technologiach materiałowych	IMT2A_W03	Presentation, Activity during classes, Test
M_W002	Ma pogłębioną wiedzę na temat cyklu życia różnych typów materiałów i wyrobów. Zna mechanizmy degradacji materiałów. Ma wiedzę dotyczącą metod poprawy odporności na korozję, erozję i inne mechanizmy degradacji materiałów. Ma wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej oraz ich uwzględniania w praktyce inżynierskiej; zna zasady bezpieczeństwa dotyczące eksploatacji materiałów	IMT2A_W03, IMT2A_W05	Presentation, Test, Activity during classes

Number of hours for each form of classes

Suma	Form of classes										
	Lectures	Auditorium classes	Laboratory classes	Project classes	Conversation seminar	Seminar classes	Practical classes	Fieldwork classes	Workshops	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
30	15	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0

FLO matrix in relation to forms of classes

MLO code	Student after module completion has the knowledge/ knows how to/is able to	Form of classes										
		Lectures	Auditorium classes	Laboratory classes	Project classes	Conversation seminar	Seminar classes	Practical classes	Fieldwork classes	Workshops	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
Social competence: is able to												
M_K001	Ma świadomość ważności i zrozumienia pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje. Rozumie znaczenie wpływu inżynierii materiałowej na rozwój nowoczesnych technologii	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Skills: he can												

M_U001	Potrafi opracować i przedstawić ustnie rezultaty badań, w języku polskim lub w języku angielskim, stosując techniki wizualizacji komputerowej. Potrafi zaplanować i przeprowadzić pomiary właściwości użytkowych materiałów oraz interpretować uzyskane wyniki.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Knowledge: he knows and understands												
M_W001	Ma pogłębioną wiedzę w zakresie materiałów właściwych dla swojej specjalności, ich właściwości, metod otrzymywania, metod badań Ma wiedzę o aktualnych trendach rozwojowych inżynierii materiałowej i najistotniejszych nowych materiałach i technologiach materiałowych	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
M_W002	Ma pogłębioną wiedzę na temat cyklu życia różnych typów materiałów i wyrobów. Zna mechanizmy degradacji materiałów. Ma wiedzę dotyczącą metod poprawy odporności na korozję, erozję i inne mechanizmy degradacji materiałów. Ma wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej oraz ich uwzględniania w praktyce inżynierskiej; zna zasady bezpieczeństwa dotyczące eksploatacji materiałów	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Student workload (ECTS credits balance)

Student activity form	Student workload
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	30 h
Preparation for classes	14 h
przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	4 h
Realization of independently performed tasks	10 h
Examination or Final test	2 h
Summary student workload	60 h
Module ECTS credits	2 ECTS

Additional information

Module content

Lectures

1. Degradation processes of materials applied at high temperatures.
2. Mechanical and thermochemical properties of materials, determining their application at high temperatures.
3. Classification of materials in relation to their heat- and creep-resistance.
4. Methods of determining physico-chemical properties of materials
5. Tribological degradation at elevated temperatures.
6. Design strategies for new high temperature materials.
7. Development of high temperature materials.

Seminar classes

Degradation of materials applied in specific high temperature environments:

1. Superalloys and other materials used in turbines
2. Chromia formers
3. Alumina formers
4. Ti-Al intermetallic compounds
5. Ceramic materials
6. Composite materials
7. Materials used in SOFC
8. Materials used in environments containing sulphur
9. Metal dusting of metallic materials
10. Oxidation processing of electronic materials

Teaching methods and techniques:

Lectures: The topics presented in the lecture are shown in the form of a multimedia presentation combined with the classic method of writing on a blackboard.

Seminar classes: The seminar classes are based on the multimedia and oral presentation of the students. Other important elements are the answers given by the students to received questions and the discussion between the students on the presented topic.

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

In order to complete the seminar class, a presentation on a chosen subject must be given and the student must take part in a discussion, which will be positively graded. In order to pass the subject in the secondary term, a positive grade must be obtained from a test on the entirety of the theoretical material.

The condition for being allowed to take the exam is obtaining a positive grade from the seminar classes.

Note: Positive grades from the exam is the final grade and cannot be improved. Additional exam terms are for correcting only a negative grade.

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

Lectures:

- Attendance is mandatory: No
- Participation rules in classes: Students that take part in the classes will learn subsequent topics according to the syllabus of the class. Students should systematically ask questions. Recording of the lecture can only be done with the approval of the lecturer.

Seminar classes:

- Attendance is mandatory: Yes

- Participation rules in classes: Students will present a topic provided by the lecturer in front of the group and take part in a discussion on the topic. Both the merit and the visual presentation will be graded.

Method of calculating the final grade

Final grade = 0.4 x grade from test + 0.4 x grade from oral presentation + 0.2 x grade from participation in discussions

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

If the requirements are met for obtaining a passing grade, the student is required to independently catch up with the material. If he/she fails to do so, he/she must obtain a positive grade on a test that pertains to the material discussed during his absence.

Prerequisites and additional requirements

No additional requirements

Recommended literature and teaching resources

1. N. Birks, G.H. Meier and F.S Pettit, Introduction to the high temperature oxidation of metals, Cambridge, University Press, 2009.
2. W. Gao, Z. Li, High-temperature Corrosion and Protection of Materials, Woodhead Publishing in Materials, Cambridge, England, 2008.
3. ASM Handbook, Volume 13A, Corrosion: Fundamentals, Testing, and Protection. Materials Park, Ohio, USA, 2003.
4. A.S. Khanna, Introduction to High Temperature Oxidation and Corrosion, ASM International, Materials Park, 2002.
5. P. Kofstad, High Temperature Corrosion, Elsevier Applied Science, London 1988.
6. S. Mrowec, An Introduction to the Theory of Metal Oxidation, National Bureau of Standards and National Science Foundation, Washington D.C., 1982.
7. S. Mrowec and T. Werber, Modern Scaling-Resistant Materials, National Bureau of Standards and National Science Foundation, Washington D.C., 1982.

Scientific publications of module course instructors related to the topic of the module

- 1.Z. Grzesik, H. Habazaki, K. Hashimoto and S. Mrowec, "The sulphidation behavior of Mo-Al alloys with low aluminum contents", Corrosion Science, 36, 1499-1511 (1994).
- 2.Z. Grzesik, H. Mitsui, K. Asami, K. Hashimoto and S. Mrowec, "The Sulfidation of sputter-deposited niobium-base aluminum alloys", Corrosion Science, 37, 1045-1058 (1995).
- 3.Z. Grzesik, M. B. Dickerson, K. Sandhage, "Incongruent reduction of tungsten carbide by a zirconium-copper melt", Journal of Materials Research, 18, 2135-2140 (2003).
- 4.S. Mrowec, Z. Grzesik, B. Rajchel, "Oxidation of nickel and Ni-Cr and Ni-Na alloys at high temperatures", High Temperature Materials and Processes, 23, 59-72 (2004).
- 5.K. Adamaszek, Z. Jurasz, L. Swadzba, Z. Grzesik, S. Mrowec, "The Influence of Hybrid Coatings on Scaling-resistant Properties of X33CrNiMn23-8 Steel", High Temperature Materials and Processes, 26, 115-122 (2007).
- 6.Z. Grzesik and K. Przybylski, "Sulfidation of metallic materials", in "Developments in high-temperature corrosion and protection of metals", Ed. Wei Gao and Zhengwei Li, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, pp. 599-638, 2008.
- 7.Z. Grzesik, S. Mrowec, "On the sulphidation mechanism of niobium and some Nb-alloys at high temperatures", Corrosion Science, 50, 605-613 (2008).
- 8.Z. Grzesik, M. Danielewski, S. Mrowec, "Metal Dusting Corrosion of Carbon Steel", High Temperature Materials and Processes, 27, 103-111 (2008).
- 9.Z. Jurasz, K. Adamaszek, R. Janik, Z. Grzesik, S. Mrowec, "High temperature corrosion of valve steels in atmosphere containing water vapor", Journal of Solid State Electrochemistry, 13, 1709-1714 (2009).
- 10.Z. Grzesik, G. Smola, K. Adamaszek, Z. Jurasz, S. Mrowec, "Thermal shock corrosion of valve steels utilized in automobile industry", Oxidation of Metals, 80, 147-159 (2013).
- 11.Z. Grzesik, G. Smola, K. Adamaszek, Z. Jurasz, S. Mrowec, "High Temperature corrosion of valve steels in combustion gases of petrol containing ethanol addition", Corrosion Science, 77, 369-374

(2013).

12.Z. Grzesik, A. Poczekajlo, G. Smola, S. Mrowec, „Marker method in studying the defect structure in products of the oxidation of highly disordered substrates”, High Temperature Materials and Processes, DOI 10.1515/http-2014-0152.

Additional information

No additional information