

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Module name: Theory of electrometallurgical processes

Academic year: 2019/2020 Code: ZSDA-3-0159-s ECTS credits: 3

Faculty of: Szkoła Doktorska AGH

Field of study: Szkoła Doktorska AGH Specialty: —

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

Lecture language: English Profile of education: Academic (A) Semester: 0

Course homepage: —

Responsible teacher: dr hab. inż. Migas Piotr (pmigas@agh.edu.pl)

Module summary

Topic includes description of liquid metals production technologies based on electro-metallurgical processes (EAF). Main reactions occurring in the aggregate. Mass and heat exchange. Characteristics of aggregate construction and smelting technology. Description of energy. Slag foaming phenomenon – theory of reduction of metal oxides in liquid slag phases. Refining processes of liquid steel, slag-ionic solutions.

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)
Skills: he can			
M_U001	rozumie, potrafi opisać i zaprojektować podstawowe urządzenia elektrometalurgiczne oraz wybrane procesy technologiczne	SDA3A_U04, SDA3A_U02	Test
Knowledge: he knows and understands			
M_W001	posiada wiedzę o teoretycznych aspektach produkcji ciekłej stali metodami elektrometalurgicznymi	SDA3A_W02, SDA3A_W01	Test
M_W002	posiada wiedzę o podstawowych reakcjach i przebiegu zjawisk w procesach elektrometalurgicznych	SDA3A_W02, SDA3A_W01	Test
M_W003	posiada wiedzę o budowie urządzeń elektrometalurgicznych	SDA3A_W02, SDA3A_W01	Test
M_W004	posiada wiedzę o stosowanych nowoczesnych technologiach produkcji stopów metali w procesach elektrometalurgicznych	SDA3A_W02, SDA3A_W01	Test

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
Skills: he can												
M_U001	rozumie, potrafi opisać i zaprojektować podstawowe urządzenia elektrometalurgiczne oraz wybrane procesy technologiczne	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Knowledge: he knows and understands												
M_W001	posiada wiedzę o teoretycznych aspektach produkcji ciekłej stali metodami elektrometalurgicznymi	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
M_W002	posiada wiedzę o podstawowych reakcjach i przebiegu zjawisk w procesach elektrometalurgicznych	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
M_W003	posiada wiedzę o budowie urządzeń elektrometalurgicznych	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W004	posiada wiedzę o stosowanych nowoczesnych technologiach produkcji stopów metali w procesach elektrometalurgicznych	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Student workload (ECTS credits balance)

Student activity form	Student workload
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	30 h
Preparation for classes	10 h
przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	15 h
Realization of independently performed tasks	15 h
Examination or Final test	2 h
Contact hours	5 h
Inne	5 h
Summary student workload	82 h
Module ECTS credits	3 ECTS

Additional information

Module content

Lectures

1. Development of electrometallurgical processes. Main chemical reactions in the process-oxidation, dephosphorization. Process characteristics, behavior of selected elements under the conditions of the electric arc process.
2. Construction of an electric arc furnace: furnace shell, tap-hole, refractories lining.
3. Sources of energy used in the process. Balance of consumption energy. Modern technologies to minimize energy consumption.
4. Liquid slag in the process - characteristics. Technology of foamed slag, analysis of the phenomena of reduction metallic oxides in liquid slag phases.
5. Possibilities of modeling and description of phenomena and optimization of steel smelting process in EAF.
6. Characteristics of the technology of graphite electrode production, properties, mechanisms of wear. Selected secondary metallurgy technologies e.g. electroslag refining (ESR).
7. Construction, work principle and control of aggregates used in ferroalloy metallurgy. Technologies production of selected ferroalloys.
8. Credit.

Seminar classes

1. Characteristics of modern technologies and intensification of the steel smelting process in an electric furnace. Shredders, heating systems of scrap, monitoring of foamed slag level.
2. Control of power consumption, process intensification through the use of oxygen lances, gas burners, slag foaming, CO post-combustion.
3. Theoretical modeling of steelmaking slag, depending on temperature as well as pressure and gas atmosphere using thermodynamic bases.
4. Preparation of the materials and heat balance of the melt in the arc furnace.
5. Electricity supply systems for the arc furnace: transformer, high-current path, measuring and control devices.

6. Oxygen and carbon lances, gas burners, gas-permeable fittings. Environmental protection systems: gas extraction and purification systems, dog house.
7. DC arc furnace: construction steel production technology. Comparison of pros and cons of DC and AC furnaces.
8. Induction furnaces: operating principle, construction. Steel production technology in an induction vacuum furnace.

Teaching methods and techniques:

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

Seminar classes: Na zajęciach seminaryjnych podstawą jest prezentacja multimedialna oraz ustna prowadzona przez studentów. Kolejnym ważnym elementem kształcenia są odpowiedzi na powstałe pytania, a także dyskusja studentów nad prezentowanymi treściami.

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

Podaje Prowadzący na pierwszych zajęciach w semestrze

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

Lectures:

- Attendance is mandatory: No
- Participation rules in classes: 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.

Seminar classes:

- Attendance is mandatory: Yes
- Participation rules in classes: Studenci prezentują na forum grupy temat wskazany przez prowadzącego oraz uczestniczą w dyskusji nad tym tematem. Ocenie podlega zarówno wartość merytoryczna prezentacji, jak i tzw. kompetencje miękkie.

Method of calculating the final grade

ocena końcowa = 0,4 oceny z ćwiczeń seminaryjnych + 0,6 oceny z zaliczenia

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

Podaje Prowadzący na pierwszych zajęciach w semestrze

Prerequisites and additional requirements

Zgodnie z Regulaminem Studiów AGH podstawowym terminem uzyskania zaliczenia jest ostatni dzień zajęć w danym semestrze. Termin zaliczenia poprawkowego (tryb i warunki ustala prowadzący moduł na zajęciach początkowych) nie może być późniejszy niż ostatni termin egzaminu w sesji poprawkowej (dla przedmiotów kończących się egzaminem) lub ostatni dzień trwania semestru (dla przedmiotów niekończących się egzaminem).

Recommended literature and teaching resources

1. Karbowniczek M.; Stalowniczy piec łukowy, Wydawnictwa Naukowe AGH, 2015.
2. Sosnowski R. Żelazostopy. Skrypt Politechniki Śląskiej. Gliwice 1986.
3. Gładysz J. Metalurgia żelazostopów. Ćwiczenia laboratoryjne. Skrypt AGH, 2002
4. Karbowniczek M.; Ćwiczenia z elektrometalurgii stali, Skrypt AGH
5. Lauri Holappa; Secondary Steelmaking, Process Metallurgy, Chapter 1.6, Elsevier, Volume 3, 2014,
6. Tochowicz S.; Wytapianie stali w piecach elektrycznych, Wyd. „Śląsk”, Biblioteka Metalurga,

7. Madias J.; Electric Furnace Steelmaking; Treatise on Process Metallurgy, Elsevier, Volume 3, 2014,
8. Merete Tangstad; Manganese Ferroalloys Technology, Chapter 7, Treatise on Process Metallurgy, Elsevier, Volume 3, 2014,
9. Gasik M.; Handbook of Ferroalloys, Theory and Technology, Aalto University Foundation, Espoo, Finland, Elsevier, 2013.
10. Bergman K., Gottardi R.: Design criteria for the modern UHP electric arc furnace with auxiliaries., Ironmaking and Steelmaking, 1990, vol 17, No. 4, s. 156-159
11. Kirschen M, Zettl K. M., Echterhof T. Pfeifer H.; Models for EAF energy efficiency, Electric Steelmaking, www.steeltimesint.com, 2017,
12. Logar V, Dovžan D., Škrjanc I.; Modeling and Validation of an Electric Arc Furnace: Part 1; and "Part 2, Thermo-chemistry", Heat and Mass Transfer; ISIJ International, Vol. 52 (2012), No. 3, pp. 402-412, pp. 413-423,
13. Pfeifer H., Kirschen M.: Thermodynamic analysis of EAF energy efficiency and comparison with a statistical model of electric energy demand, materiały konferencji EEC 2005 Birmingham, 9-11.05.2005

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

<http://www.bpp.agh.edu.pl/>

Additional information

None