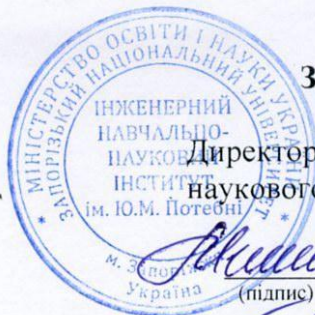


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю. М. ПОТЕБНІ
КАФЕДРА МЕТАЛУРГІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ, ЕКОЛОГІЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директорка Інженерного навчально-наукового інституту ЗНУ ім. Ю. М. Потебні

(Handwritten signature)
(підпис)

Наталія МЕТЕЛЕНКО
(ініціали та прізвище)

« » _____ 2023

Сучасні окислювально-рафінувальні процеси
(назва навчальної дисципліни)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки магістрів
(назва освітнього ступеня)

денної (очної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти
спеціальності 136 Металургія
(шифр, назва спеціальності)

освітньо-професійна програма Металургія чорних металів

Укладач: Харченко О.В. к.т.н., с.н.с., доцент каф. МТЕТБ
(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада)

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри металургійних технологій, екології та техногенної безпеки

Протокол № 1 від “29” серпня 2023 р.
Завідувач кафедри МТЕТБ

(Handwritten signature)
Юрій БСЛОКОНЬ
(ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою
ІННІ ім. Ю. М. Потебні

Протокол № 1 від “30” серпня 2023 р.
Голова науково-методичної ради ІННІ ім.
Ю. М. Потебні

(Handwritten signature)
Тетяна ШАРАПОВА
(ініціали, прізвище)

Погоджено
Гарант освітньо-професійної програми

(Handwritten signature)
Олексій КИРИЧЕНКО
(ініціали, прізвище)

Погоджено
Відповідальний за секцію «Металургійний профіль»

(Handwritten signature)
Оксана ВОДЕННИКОВА
(ініціали, прізвище)

2023 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю. М. ПОТЕБНІ
КАФЕДРА МЕТАЛУРГІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ, ЕКОЛОГІЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директорка Інженерного навчально-наукового
інституту ЗНУ ім. Ю.М. Потебні

_____ Наталія МЕТЕЛЕНКО
(підпис) (ініціали та прізвище)

« _____ » _____ 2023

Сучасні окислювально-рафінувальні процеси

(назва навчальної дисципліни)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки _____ магістрів
(назва освітнього ступеня)

денної (очної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти
спеціальності _____ 136 Металургія

(шифр, назва спеціальності)

освітньо-професійна програма Металургія чорних металів
(назва)

Укладач: _____ Харченко О.В., к.т.н., с.н.с., доцент каф. МТЕТЬ
(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада)

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри металургійних
технологій, екології та техногенної безпеки

Протокол № 1 від “ 29 ” серпня 2023 р.
Завідувач кафедри _____ МТЕТЬ

_____ Юрій БСЛОКОНЬ
(підпис) (ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою
ІННІ ім. Ю. М. Потебні

Протокол № 1 від “ 30 ” серпня 2023 р.
Голова науково-методичної ради ІННІ ім.
Ю. М. Потебні

_____ Тетяна ШАРАПОВА
(підпис) (ініціали, прізвище)

Погоджено
Гарант освітньо-професійної програми

_____ Олексій КИРИЧЕНКО
(підпис) (ініціали, прізвище)

Погоджено:
Відповідальний за секцію «Металургійний
профіль»

_____ Оксана ВОДЕННІКОВА
(підпис) (ініціали, прізвище)

2023 рік

1. Опис навчальної дисципліни

1	2	3	
Галузь знань, спеціальність, освітня програма рівень вищої освіти	Нормативні показники для планування і розподілу дисципліни на змістові модулі	Характеристика навчальної дисципліни	
		очна (денна) форма здобуття освіти	заочна (дистанційна) форма здобуття освіти
Галузь знань 13 Механічна інженерія (шифр і назва)	Кількість кредитів – 6	Обов’язкова / <u>Вибіркова</u>	
Спеціальність 136 Металургія (шифр і назва)	Загальна кількість годин – 180	Цикл дисциплін ВСС 2	
Освітньо-професійна програма Металургія чорних металів (назва)	Змістових модулів – 6	Семестр:	
		3-й	3-й
		Лекції	
		22 год.	2 год.
Рівень вищої освіти: магістерський	Кількість поточних контрольних заходів – 6	<u>Практичні/Семінарські/ Лабораторні</u>	
		32 год.	2 год.
		Самостійна робота	
		126 год.	176 год.
		Вид підсумкового семестрового контролю: залік	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни «Сучасні окислювально-рафінувальні процеси» є теоретичне обґрунтування і вивчення сучасного стану окислювально-рафінувальних процесів, їх технологічних варіантів в киснево-конвертерному виробництві сталі, а також придбання бакалавром-випускником знань, які потрібні під час проходження виробничої практики та роботи на промислових підприємствах, конструкторських та проектних організаціях.

Завданням дисципліни є закріплення існуючих знань, на базі яких будуть отримані фундаментальні та прикладні знання для проведення різноманітних досліджень, компетентного і відповідального вирішення виробничо-технічних задач.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- механізм окислення елементів в конвертерах з кислотою і основною футерівкою;

- фізико-хімічні процеси, що протікають у плавильному агрегаті під час продувки в конвертері;
- процеси шлакоутворення при продуванні ванни окислювальним газом.

вміти:

- аналізувати результати взаємодії компонентів шихти конвертерної плавки з окислювальним газом;
- виконувати розрахунки взаємодії елементів в процесі окислення і шлакоутворення.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути таких результатів навчання (знання, уміння тощо) та компетентностей:

Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності	Методи і контрольні заходи
1	2
<p>Загальні компетентності:</p> <p>ЗК2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.</p>	<p>Методи:</p> <p>Наочні методи (схеми, моделі). Словесні методи (лекція, пояснення, робота з підручником). Практичні методи (розрахункові завдання). Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації). Метод формування пізнавального інтересу (створення цікавих ситуацій).</p>
<p>Фахові компетентності спеціальності:</p> <p>СК3. Здатність забезпечувати якість в металургії.</p> <p>СК4. Здатність аналізувати і вдосконалювати технологічні процеси в металургії.</p> <p>СК9. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми металургії в широких та мультидисциплінарних контекстах, у нових або незнайомих середовищах за наявності неповної або обмеженої інформації з урахуванням аспектів соціальної та етичної відповідальності.</p> <p>СК11. Здатність застосовувати теоретичні знання та технологічні навички для дослідження та аналізу доменних, сталеплавильних, електрометалургійних, феросплавних процесів; процесів спеціальної електрометалургії; процесів розливки та кристалізації сталі; процесів позаагрегатного рафінування металів; процесів виробництва вогнетривких, вуглецевих, композиційних, порошкових матеріалів у виконанні</p>	<p>Методи:</p> <p>Дослідницький (самостійна робота, проекти). Наочні методи (схеми, моделі). Практичні методи (розрахункові завдання). Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації). Метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, створення цікавих ситуацій).</p>

інноваційних проєктів для оборонної промисловості в металургійній галузі.	
<p>Програмні результати навчання:</p> <p>PH1. Розробляти технологію виробництва на основі розуміння процесів, що відбуваються, з урахуванням особливостей виробництва та визначати оптимальний режим роботи обладнання з урахуванням наявних невизначеностей та ризиків.</p> <p>PH7. Аналізувати енергетичну ефективність технологічних процесів та обладнання, відповідно до спеціалізації, та розробляти заходи з енергозбереження.</p> <p>PH12. Розраховувати витратні показники сировини, матеріалів та енергії, оцінювати вплив на продуктивність агрегату та на якість кінцевого продукту вихідних параметрів з урахуванням технологічних та інших невизначеностей.</p> <p>PH13. Забезпечувати потрібні техніко-економічні показники при керуванні складними металургійними процесами.</p> <p>PH14. Розуміння теоретичних та технологічних навичок для дослідження та аналізу доменних, сталеплавильних, електрометалургійних, феросплавних процесів; процесів спеціальної електрометалургії; процесів розливки та кристалізації сталі; процесів позаагрегатного рафінування металів; процесів виробництва вогнетривких, вуглецевих, композиційних, порошкових матеріалів у виконанні інноваційних проєктів для оборонної промисловості в галузі механічна інженерія.</p>	<p>Методи контролю і самоконтролю (усний, письмовий, лабораторно-практичний).</p> <p>Контрольні заходи: теоретичне тестування за змістовим модулем.</p>

Міждисциплінарні зв'язки.

Знання та вміння, набуті при вивченні даної дисципліни, будуть використовуватися в таких дисциплінах, як «Оптимізація технологічних рішень в галузі» та «Фізико-хімічні процеси виробництва чорних металів».

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1 – Особливості та схеми продування сталеплавильної ванни знизу, зверху та збоку.

Тема 1. Продувка сталеплавильної ванни знизу через дно.

Тема 2. Продувка сталеплавильної ванни зверху та збоку.

Змістовий модуль 2 – Механізм окислювальних процесів та взаємодії газової струї з рідиною при продуванні ванни окислювальним газом.

Тема 3. Механізм окислювальних процесів.

Тема 4. Фактори, що впливають на окисленість шлаків.

5. Теми лекційних занять

№ теми з/прогр.	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
1	Продувка сталеплавильної ванни знизу через дно	2	1
2	Продувка сталеплавильної ванни зверху та збоку	2	
3	Механізм окислювальних процесів та взаємодії газової струї з рідиною при продуванні ванни окислювальним газом	2	
4	Фактори, що впливають на окисленість шлаків	2	
5	Окислення кремнію і марганцю	2	
6	Окислення фосфору	2	
7	Окисленість металу	2	1
8	Особливості окислення вуглецю	2	
9	Механізм і кінетика окислення вуглецю	2	
10	Окислення домішок і процес шлакоутворення	2	
11	Особливості перемішування ванни	1	
12	Особливості взаємодії дуття з ванною	1	
	Разом	22	

6. Теми практичних занять

№ теми з/прогр.	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
1	Продувка сталеплавильної ванни знизу через дно	2	
2	Продувка сталеплавильної ванни зверху та збоку	2	
3	Механізм окислювальних процесів та взаємодії газової струї з рідиною при продуванні ванни окислювальним газом	2	1
4	Розрахунок окисленості шлаку	2	
5	Розрахунок окислення кремнію і марганцю	2	
6	Розрахунок окислення фосфору	2	
7	Розрахунок окисленості металу	2	1
8	Особливості окислення вуглецю	2	
9	Механізм і кінетика окислення вуглецю	2	
10	Розрахунок окислення домішок і процесу шлакоутворення	2	
11	Особливості перемішування ванни	1	
12	Особливості взаємодії дуття з ванною	1	
	Разом	22	

7. Самостійна робота

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
1	Матеріальний баланс бесемерівського процесу	17	24
2	Тепловий баланс бесемерівського процесу	15	23
3	Матеріальний баланс томасівського процесу	15	25
4	Тепловий баланс баланс томасівського процесу	15	22
5	Матеріальний баланс кисневого конвертера	15	25
6	Тепловий баланс кисневого конвертера	19	25
	Разом	96	144

8. Види і зміст поточних контрольних заходів

№ змістового модуля	Види поточних контрольних заходів	Зміст поточного контрольного заходу	*Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
1	Тест 1	Питання для підготовки: Особливості та схеми продування сталеплавильної ванни знизу, зверху та збоку.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 5. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	5
	Практична робота 1-2	Вимоги до виконання та оформлення: Практична робота у вигляді файлів MS Word, Excel завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ.	Кожне завдання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 5 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи. Загальна максимальна сума балів визначається кількістю завдань в роботі.	5
Усього за ЗМ 1	2			10
2	Тест 2	Питання для підготовки: Механізм окислювальних процесів та взаємодії газової струї з рідиною при продуванні ванни окислювальним газом.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 5. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	5
	Практична робота 3-4	Вимоги до виконання та оформлення: Практична робота у вигляді файлів MS Word та Excel.	Кожне завдання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 5 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи. Загальна максимальна сума балів визначається кількістю завдань в роботі.	5
Усього за ЗМ 2	2			10
3	Тест 3	Питання для підготовки: Окислювально-рафінувальні процеси, що протікають під час	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно.	5

		продувки в кисневому конвертері.	Кількість питань – 5. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	
	Практична робота 5-6	Вимоги до виконання та оформлення: Практична робота у вигляді файлів MS Word та Excel завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ.	Кожне завдання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 5 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи. Загальна максимальна сума балів визначається кількістю завдань в роботі.	5
Усього за ЗМ 3	2			10
	Тест 4	Питання для підготовки: Окисленість металу. Особливості окислення вуглецю під час продувки в кисневому конвертері.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 5. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	5
4	Практична робота 7-8	Вимоги до виконання та оформлення Практична робота у вигляді файлів MS Word та Excel завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ.	Кожне завдання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 5 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи. Загальна максимальна сума балів визначається кількістю завдань в роботі.	5
Усього за ЗМ 4	2			10
	Тест 5	Питання для підготовки: Механізм і кінетика окислення вуглецю. Окислення домішок і процес шлакоутворення у кисневому конвертері	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 5. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	5
5	Практична робота 9-10	Вимоги до виконання та оформлення: Практична робота у вигляді файлів MS Word та Excel завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ.	Кожне завдання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 5 балів з урахуванням відповідей на запитання при	5

			захисті роботи. Загальна максимальна сума балів визначається кількістю завдань в роботі.	
Усього за ЗМ 5	2			10
6	Тест 6	Питання для підготовки: Особливості перемішування ванни в кисневому конвертері з основним і кислим футеруванням	Тестові питання оцінюються: правильно/ неправильно. Кількість питань – 5. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	5
	Практична робота 11- 12	Вимоги до виконання та оформлення: Практична робота у вигляді файлів MS Word та Excel завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ.	Кожне завдання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 5 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи. Загальна максимальна сума балів визначається кількістю завдань в роботі.	5
Усього за ЗМ 6	2			10
Усього за змістові модулі	12			60

9. Підсумковий семестровий контроль

Форма	Види підсумкових контрольних заходів	Зміст підсумкового контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
Залік	Тестування	Тестування передбачає обмежену у часі (40 хв.) відповідь на теоретичні питання. У разі дистан- ційної форми навчання залік проходить у тестовій формі через платформу Moodle.	Тестові питання оцінюються: правильно/ неправильно. Кількість питань – 20. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	20
	Розв'язання практичної задачі	Задача складається з практичного завдання	Правильна відповідь оцінюється у 20 бал з урахуванням кількості виконаних рішень	20
Усього	2			40

10. Рекомендована література

Основна:

1. Казачков О.І. Навчально-методичний посібник з дисципліні "Сучасні окислювально-рафінувальні процеси". - Запоріжжя: ЗДІА, 2009. - 80с.
2. Металургія сталі / За ред. Д.Я.Поволоцького та Г.Н.Ойкса, М.: Металургія, 1973. - 816 с.
3. Баптізманський В.І. Теорія киснево-конвертерного процесу. М.: Металургія, 1975. - 375 с.
4. Бойченко Б.М., Охотський В.Б., Харлашин П.С. Конвертерне виробництво сталі. Дніпропетровськ: РВА "Дніпро-ВАЛ", 2004. - 454с. -7 ін.
5. Явойський В.І. Теорія процесів виробництва сталі. - М.: Металургіздат, 1963. - 820 с.

Додаткова:

1. Kharchenko O.V. Thermodynamic modeling of «metal-slag-gas» system in control systems for melting, deoxidation, alloying and out-of-furnace steel processing. Monograph. Kyiv : Naukova Dumka, 2023. 240 p. ISBN 978-966-00-1911-9.
2. Харченко, О. В. Термодинамічний аналіз фізико-хімічних процесів в високотемпературній реакційній зоні рідкої сталеплавильної ванни. Частина 1. Системи залізо-кисень, залізо-кисень-вуглець / О. В. Харченко, Н. В. Лічконенко // Метал та лиття України. – Том 30. – 2022. – №1. – С. 28-34.
3. Kharchenko, O. V. Thermodynamic analysis of physical and chemical processes in the high-temperature reaction zone of a liquid steelmaking bath. Part 2. Removal of impurities / O.V. Kharchenko // Метал та лиття України. – Том 30. – 2022. – №4. – С. 30-35.

Інформаційні ресурси:

1. Метал України та світу [Електронний ресурс] – новини та аналітика металургійного комплексу; досьє (колекція матеріалів преси) на підприємствах України. Режим доступу: <https://ukrmet.dp.ua> .
2. Наукова бібліотека Запорізького національного університету [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://library.znu.edu.ua/> .
3. Система електронного забезпечення навчання ЗНУ [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://moodle.znu.edu.ua/> .
4. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/> .