

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

ЗАТВЕРДЖУЮ



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

(підпис)

Наталія МЕТЕЛЕНКО
(ініціали та прізвище)

2023 р.

**ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА
СПЕЦІАЛЬНИХ СТАЛЕЙ ТА СПЛАВІВ**

(назва навчальної дисципліни)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки бакалаврі
очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти
спеціальності **136 Металургія**
освітньо-професійна програма «Металургія»

Укладач Кириченко О.Г., доцент, к.т.н., доцент

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри МТЕТБ

Протокол № 1 від "29" серпня 2023 р.

Завідувач кафедри


(підпис)

Юрій БЕЛОКОНЬ
(ініціали, прізвище)

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

Протокол № 1 від "30" 08 2023 р.

Голова науково-методичної ради
ІННІ ім. Ю.М.Потебні


(підпис)

Тетяна ШАРАПОВА
(ініціали, прізвище)

Погоджено
Гарант освітньо-професійної програми


(підпис)

Оксана ВОДЕННИКОВА
(ініціали, прізвище)

Погоджено:

Відповідальний за секцію «Металургійний
профіль»


(підпис)

Оксана ВОДЕННИКОВА
(ініціали, прізвище)

2023 рік

1. Опис навчальної дисципліни

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»	Кількість кредитів – 5	Вибіркова	
		Цикл дисциплін вільного вибору студента в межах спеціальності	
Спеціальність 136 «Металургія»	Загальна кількість годин – 150	Семестр:	
		7-й	8-й
		Лекції	
		28 год.	8 год.
Освітньо-професійна програма Металургія	Змістових модулів – 8	Практичні заняття	
		14 год.	4 год.
		Лабораторні заняття	
		14 год.	4 год.
Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	Кількість поточних контрольних заходів – 16	Самостійна робота	
		94 год.	134 год.
		Вид підсумкового семестрового контролю: екзамен	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета викладання дисципліни полягає в формуванні у здобувачів системи теоретичних знань щодо процесів технології виробництва спеціальних сталей і сплавів, сучасних технологій виплавки сталі, шихтових матеріалів, що використовуються при виплавці сталі, а також основних параметрів процесів та методики їх визначення.

Основними завданнями дисципліни є:

- засвоєння студентом технологічних прийомів, методів виплавки, послідовності виконання технологічних операцій, виконання розрахунків;
- набуття здатності класифікувати спецсталі та сплави і сталеплавильні процеси за різними ознаками;
- вміння оцінювати якість шихтових матеріалів та обирати відповідні матеріали для різних типів процесу виплавки спеціальних сталей;
- оволодіння методами розрахунку матеріальних і теплових балансів процесів виплавки спец сталі.

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

Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності	Методи і контрольні заходи
1	2
<p>Фахові компетентності спеціальності:</p> <p>СФК2. Здатність вирішувати типові інженерні завдання відповідно до спеціалізації.</p> <p>СФК4. Здатність застосовувати і інтегрувати знання на основі розуміння інших інженерних спеціальностей.</p> <p>СФК6. Здатність демонструвати творчий та інноваційний потенціал в синтезі рішень і в розробці проектів в металургії.</p> <p>СФК8. Усвідомлення контекстів, в яких можуть бути застосовані знання металургії (наприклад, управління процесами та обладнанням, менеджмент, розробка технології тощо).</p> <p>СФК14. Здатність забезпечувати якість продукції.</p> <p>СФК19. Здатність застосовувати кращі світові практики, стандарти діяльності у металургії за спеціалізацією.</p>	<p>Методи:</p> <p>Дослідницький (самостійна робота, проекти).</p> <p>Наочні методи (схеми, моделі).</p> <p>Практичні методи (розрахункові завдання, лабораторні роботи).</p> <p>Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації).</p> <p>Метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, створення цікавих ситуацій).</p>
<p>Програмні результати навчання:</p> <p>ПР3. Передові знання принаймні за однією зі спеціалізацій в металургії.</p> <p>ПР04. Вміння виявляти, формулювати і вирішувати типові та складні й непередбачувані інженерні завдання і проблеми відповідно до спеціалізації, що включає збирання та інтерпретацію інформації (даних), вибір і використання відповідних обладнання, інструментів та методів, застосування інноваційних підходів.</p> <p>ПР11. Вміння поєднувати теорію і практику для вирішення інженерних завдань відповідної спеціалізації металургії.</p> <p>ПР21. Вміння застосовувати концепції бережливого виробництва та загальні принципи зниження виробничих витрат у металургії.</p> <p>ПР23. Розуміння питань впровадження ресурсозберігаючих технологій, які дозволяють акумулювати ресурси, спрямовані на досягнення цілей в усіх напрямках діяльності металургійного підприємства.</p>	<p>Методи контролю і самоконтролю (усний, письмовий, лабораторно-практичний).</p> <p>Контрольні заходи: теоретичне тестування за змістовим модулем.</p>

Міждисциплінарні зв'язки. Відповідно до ОПП дисципліна «Технологія виробництва спеціальних сталей і сплавів» є вибіркоким компонентом циклу дисциплін вільного вибору студента в межах спеціальності. При вивченні курсу «Технологія виробництва спеціальних сталей і сплавів» використовуються

знання з дисципліни «Теорія та технологія електросталеплавильного виробництва».

Знання і вміння з дисципліни «Технологія виробництва спеціальних сталей і сплавів» необхідні для подальшого написання кваліфікаційної роботи бакалавра.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основні поняття, область використання та сучасні тенденції розвитку галузі.

Поняття «спецсталі та сплави». Вимоги до хімічного складу та способу виробництва. Номенклатура марок спецсталей і сплавів. Використання спецсталей і сплавів.

Загальні тенденції світового виробництва спецсталей і сплавів. Основні напрямки розвитку та перспективи.

Змістовий модуль 2. Загальні класифікації та основні групи спеціальних сталей

Класифікація за хімічним складом. Класифікація за кількістю легуючих. Класифікація за способом виробництва. Класифікація за способом обробки. Корозійностійкі (нержавіючі) сталі. Інструментальні швидкорізальні сталі. Конструкційні зносостійкі сталі. Машинобудівні сталі.

Змістовий модуль 3. Основні групи прецизійних сталей і сплавів.

Магнітно-м'які та магнітотверді сплави. Сплави з особливими тепловими характеристиками. Сплави з особливими пружними властивостями. Надпровідникові сплави. Сплави з комплексом різноманітних фізичних властивостей.

Змістовий модуль 4. Інші прецизійні сплави.

Тверді матеріали. Жароміцні сталі та сплави. Напівпровідникові матеріали. Порошкові матеріали.

Змістовий модуль 5. Основні способи рафінування спецсталей.

Використання вакууму. Вплив на метал плазмовою дугою. Вторинні рафінуючі процеси.

Змістовий модуль 6. Порівняльний аналіз методів отримання спецсталей.

Зіставлення основних технологічних показників роботи переплавних процесів. Основні технологічні особливості видалення шкідливих домішок методами спецеелектрометалургії

Змістовий модуль 7. Вакуумний індукційний переплав. Вакуумний дуговий переплав.

Загальна характеристика. Основні переваги способів. Основні недоліки способів. Принцип дії. Конструктивно-технологічні особливості. Основні споживачі та шляхи вдосконалення технологій.

Змістовий модуль 8. Плазменний дуговий переплав. Електрошлаковий переплав. Електронно-проміневий переплав.

Загальна характеристика. Основні переваги способів. Основні недоліки способів. Принцип дії. Конструктивно-технологічні особливості. Основні споживачі та шляхи вдосконалення технологій.

4. Структура навчальної дисципліни

Змістовий модуль	Усього годин	Аудиторні (контактні) години								Самостійна робота, год		Система накопичення балів		
		Усього годин		Лекційні заняття, год		Практичні заняття, год		Лабораторні заняття, год		о/д ф.	/дист. ф.	Теор завдань, к-ть балів	Практ. та лаборат. завд., к-ть балів	Усього балів
				/дист. ф.	./дист. ф.	о/д ф.	з/дист. ф.	/дист. ф.	./дист. ф.					
1	15	8	2	4	1	2	0,5	2	0,5	7	13	4	4	8
2	15	8	2	4	1	2	0,5	2	0,5	7	13	4	4	8
3	15	8	2	4	1	2	0,5	2	0,5	7	13	4	4	8
4	15	8	2	4	1	2	0,5	2	0,5	7	13	4	4	8
5	15	8	2	4	1	2	0,5	2	0,5	7	13	3	4	7
6	15	8	2	4	1	2	0,5	2	0,5	7	13	3	4	7
7	15	4	2	2	1	1	0,5	1	0,5	11	13	3	4	7
8	15	4	2	2	1	1	0,5	1	0,5	11	13	3	4	7
Усього за змістові модулі	120	56	16	28	8	14	4	14	4	64	104	28	32	60
Підсумковий семестровий контроль	30									30	30	20	20	40
Загалом	150											100		

5. Темі лекційних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист. ф.
1	Основні поняття, область використання та сучасні тенденції розвитку галузі	4	1
2	Загальні класифікації та основні групи спеціальних сталей	4	1
3	Основні групи прецизійних сталей і сплавів	4	1
4	Інші прецизійні сплави	4	1
5	Основні способи рафінування спецсталей	4	1
6	Порівняльний аналіз методів отримання спецсталей	4	1
7	Вакуумний індукційний переплав. Вакуумний дуговий переплав	2	1
8	Плазменний дуговий переплав. Електрошлаковий переплав. Електронно-проміневий переплав.	2	1
Разом		28	8

6. Теми практичних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1,2	Розрахунок шихти періоду плавлення неєржавіючої сталі	4	1
3,4	Розрахунок окислювального періоду виплавки неєржавіючої сталі	4	1
5,6	Розрахунок відновлювального періоду виплавки неєржавіючої сталі	4	1
7,8	Розрахунок зміни температури рідкої сталі при введенні феросплавів	2	1
Разом		14	4

7. Теми лабораторних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1,2	Технологія виплавлення неєржавіючої сталі	4	1
3,4	Технологія виплавки інструментальної сталі	4	1
5,6	Технологія виплавки шарикопідшипникової сталі	4	1
7,8	Технологія виплавки прецизійних сплавів	2	1
Разом		14	4

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	Лабораторна робота	Виплавлення неєржавіючої сталі	Виконання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті.	4
	Практична робота 1	Вимоги до виконання та оформлення: практична робота складається із одного розрахункового завдання і у вигляді файлу завантажується на сайт системи Moodle ЗНУ	Виконання практичної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті.	4
Усього за ЗМ 1	2			8
2	Лабораторна робота	Виплавлення неєржавіючої сталі	Виконання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті.	4
	Практична робота 1	Вимоги до виконання та оформлення: практична робота складається із одного розрахункового завдання і у вигляді файлу завантажується на сайт системи Moodle ЗНУ	Виконання практичної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті.	4
Усього за ЗМ 2	2			8
3	Лабораторна робота	Виплавлення інструментальної сталі	Виконання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті.	4
	Практична робота 2	Вимоги до виконання та оформлення: практична робота складається із одного розрахункового завдання і у вигляді файлу завантажується на сайт системи Moodle ЗНУ	Виконання практичної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті.	4
Усього за ЗМ 3	2			8
4	Лабораторна робота	Виплавлення інструментальної сталі	Виконання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті.	4
	Практична робота 2	Вимоги до виконання та оформлення: практична робота складається із одного розрахункового завдання і у вигляді файлу завантажується на сайт системи Moodle ЗНУ	Виконання практичної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті.	4
Усього за	2			8

ЗМ 4				
5	Лабораторна робота	Виплавлення шарикопідшипникової сталі	Виконання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті.	3
	Практична робота 3	Вимоги до виконання та оформлення: практична робота складається із одного розрахункового завдання і у вигляді файлу завантажується на сайт системи Moodle ЗНУ	Виконання практичної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті.	4
Усього за ЗМ 5	2			7
6	Лабораторна робота	Виплавлення шарикопідшипникової сталі	Виконання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті.	3
	Практична робота 3	Вимоги до виконання та оформлення: практична робота складається із одного розрахункового завдання і у вигляді файлу завантажується на сайт системи Moodle ЗНУ	Виконання практичної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті.	4
Усього за ЗМ 6	2			7
7	Лабораторна робота	Виплавлення прецезійних сплавів	Виконання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті.	3
	Практична робота 4	Вимоги до виконання та оформлення: практична робота складається із одного розрахункового завдання і у вигляді файлу завантажується на сайт системи Moodle ЗНУ	Виконання практичної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті.	4
Усього за ЗМ 7	2			7
8	Лабораторна робота	Виплавлення прецезійних сплавів	Виконання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті.	3
	Практична робота 4	Вимоги до виконання та оформлення: практична робота складається із одного розрахункового завдання і у вигляді файлу завантажується на сайт системи Moodle ЗНУ	Виконання практичної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті.	4
Усього за ЗМ 8	2			7
Усього за змістові модулі	16			60

*(критерії оцінювання за електронним посиланням)

9. Підсумковий семестровий контроль

Форма	Види підсумкових контрольних заходів	Зміст підсумкового контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
залик	Письмові відповіді на запитання	Питання для підготовки: див. питання до ЗМ 1–8 у таблиці 7. Підготовка до відповідей обмежена у часі і складає до 30 хв. У разі дистанційної форми навчання залик проходить у тестовій формі через платформу Moodle.	Оцінювання відповіді на теоретичні питання можлива в межах від 5 до 20 балів з урахуванням наступних критеріїв: - знання визначень, основних понять, грамотне застосування понять і термінів – від 2 до 7 балів; - вміння розкрити взаємозв'язок між окремими компонентами питання – від 2 до 8 балів; - відповіді на додаткові питання – від 1 до 5 балів. Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 10. Правильна відповідь оцінюється у 2 бали.	20
	Розв'язання задачі	Пропонується розв'язати розрахункове завдання див. розр. завдання до ЗМ 1–8 у таблиці 7.	За правильне виконання практичного завдання студент може отримати до 20 балів, з урахуванням відповідей на запитання при його захисті.	20
Усього за підсумковий семестровий контроль	2			40

10. Рекомендована література

Основна:

1. Верховлюк А. М., Нарівський А. В., Могилатенко В. Г. Технології одержання металів та сплавів для ливарного виробництва: навч. посіб. / за ред. академіка НАН України В. Л. Найдека. Київ : Видавничий дім “Вініченко”, 2016. 224 с.
2. Смірнов О. М., Макуров С. Л., Сафонов В. М. Виробництво зливків сталі та промислових сплавів: навч. посіб. Донецьк : Ноулідж, 2013. 405 с.
3. Власенко А. М. Технологія металів та зварювання. Модульний курс : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2013. 250 с.

Додаткова:

1. Cavaliere P. Clean ironmaking and steelmaking processes. Efficient technologies for greenhouse emissions abatement. Springer international publishing, 2019. 596 p.
2. Sujay Kumar D., Yakshil B. C. Basic concepts of iron and steel making. Springer singapore, 2020. 645 p.
3. Ahindra G. Ironmaking and steelmaking. PHI learning, 2020. 492 p.
4. Zushu Li, Claire Davis. Ironmaking and steelmaking. Mdpi AG, 2019. 464 p.
5. Григор'єв С. М., Кириченко О. Г., Воляр Р. М., Зінченко О. Я. Використання брикетів, що вміщують хром, у виробництві порошкових спеціальних сталей. *Металургія. Збірник наукових праць ЗДІА*. 2019. Вип. 1 (41). С. 38-41.
6. Воденніков С. А., Гаврилко С. О., Кириченко О. Г. Технологічне проектування у чорній металургії : навчальний посібник з грифом МОНМСУ. Запоріж. держ. інж. акад. Запоріжжя: ЗДІА, 2013. 386 с.
7. Клясева К. А., Кириченко О. Г. Дослідження існуючих технологій виробництва колісної сталі. *Збірка наукових праць магістрантів кафедри металургії*. Вип. 13. Запоріжжя: ЗДІА, 2017. С. 45-50.
8. Казачков О. І., Воденніков С. А. Методичні вказівки до контрольної роботи, практичних та самостійних занять по дисципліні «Технологія виробництва спец сталей і сплавів». Запоріжжя : ЗДІА, 2008. 25с.
9. Казачков О. І. Навчально–методичний посібник по дисципліні «Технологія виробництва спецсталей і сплавів». Запоріжжя : ЗДІА, 2008. 82с.
10. Коваленко І. В., Кириченко О. Г. Аналіз та дослідження технологічних параметрів позапічної десульфурзації сталі. *Збірник наукових праць магістрантів кафедри Металургії*. Випуск 13. Запоріжжя : Видавництво ЗДІА, 2017. С. 36-44.
11. Ратушняк А. В., Кириченко О. Г. Особливості виплавки безкремністої сталі. *Матеріали XXV науково-технічної конференції студентів, магістрантів, аспірантів, молодих вчених та викладачів ІННІ ЗНУ*. Запоріжжя : ЗНУ. 2020 р. С. 31.
12. Mazumdar D. A first course in iron and steelmaking. Universities press, 2015. 384 p.

13. Tupkary H., Tupkary R. Modern steel making handbook. Mercury learning & information, 2019. 660 p.
14. Cavaliere P. Clean Ironmaking and Steelmaking Processes. Lecce, Italy : Springer, 2019. 596 p.
15. Shamsuddin M. Physical chemistry Of metallurgical Processes. New Jersey : John Wiley & Sons, inc., 2016. 592 p.

Інформаційні ресурси:

1. Кулицький С. *Українська чорна металургія: стан, проблеми, перспективи*. Центр досліджень соціальних комунікацій НБУВ. URL: http://www.nbuv.gov.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=2063:ukrajinska-chorna-metallurgiya&catid=8&Itemid=350 (дата звернення 30.08.2021).
2. Нікіфорова В. Економічний огляд металургійної галузі України. *Rating.zone*. URL : <https://rating.zone/ekonomichnyj-ohliad-metallurhijnoi-haluzi-ukrainy/>(дата звернення 30.08.2021).
3. Мельник Я. В. Енергозберігаючі технології як основа для підвищення конкурентоспроможності гірничометалургійної продукції. *Investplan*. URL: http://www.investplan.com.ua/pdf/14_2011/18.pdf (дата звернення 30.08.2021).
4. Bondar V. I., Tarasyuk I. I. Дослідження процесу виробництва сталі у конвертерах із комбінованим продуванням / *Вісник приазовського державного технічного університету*. Серія: технічні науки. № 36. 2018. URL : http://journals.uran.ua/vestnikpgtu_tech/article/view/142512 (дата звернення 30.08.2021).
5. Виплавка сталі: історія та сучасність. *Metinvestholding*. URL : <https://metinvestholding.com/ua/media/article/viplavka-stali-istoriya-i-sovremennostj> (дата звернення 30.08.2021).
6. Voestalpine запатентував «зелене» виробництво сталі. *Responsiblefuture*. URL : <https://responsiblefuture.com.ua/voestalpine-zapatentuvav-zelene-virobnitstvo-stali/> (дата звернення 30.08.2021).
7. Водень замість вугілля: як зробити виробництво сталі екологічним. *DW*. URL : <https://www.dw.com/uk/водень-замість-вугілля-як-зробити-виробництво-сталі-екологічним-10062020/av-53757788> (дата звернення 30.08.2021).