

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю. М. ПОТЕБНИ
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КАФЕДРА МЕТАЛУРГІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ, ЕКОЛОГІЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ

ЗАТВЕРДЖУЮ



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

Наталія МЕТЕЛЕНКО

(підпис, прізвище)

2023

НОВІ МАТЕРІАЛИ В МЕТАЛУРГІЇ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки магістрів
очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти
спеціальності **136 Металургія**
освітньо-професійна програма «Металургія кольорових металів»
«Металургія чорних металів»
«Обробка металів тиском»

Укладач Скачков В.О., д.т.н., професор кафедри МТЕБ

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

Протокол № 1 від "29" серпня 2023 р.
Завідувач кафедри МТЕБ

Юрій БСЛОКОНЬ
(підпис, 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, прізвище)

Погоджено
Гарант освітньо-професійної програми

Юрій БСЛОКОНЬ
(підпис, прізвище)

Погоджено
Гарант освітньо-професійної програми

Тетяна НЕСТЕРЕНКО
(підпис, прізвище)

Погоджено
Гарант освітньо-професійної програми

Олексій КИРИЧЕНКО
(підпис, прізвище)

Погоджено
Відповідальний за секцію «Металургійний
профіль»

Оксана ВОДЕННІКОВА
(підпис, 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 – 3	Обов'язкова	
		Цикл професійної підготовки спеціальності	
Спеціальність 136 «Металургія»	Загальна кількість годин – 90	Семестр:	
		1 -й	1 -й
		Лекції	
		14 год.	4 год.
Освітньо-професійна програма Металургія кольорових металів, Металургія чорних металів, Обробка металів тиском	Змістових модулів – 4	Практичні заняття	
		-	-
		Лабораторні роботи	
		14 год.	4 год.
Рівень вищої освіти: магістерський	Кількість поточних контрольних заходів – 9	Самостійна робота	
		62 год.	82 год.
		Вид підсумкового семестрового контролю: залік	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Курс має на меті сформувати у студентів цілісне уявлення про створення та використання нових матеріалів в металургії, що володіють унікальними властивостями.

Основними завданнями вивчення дисципліни є:

- опанування технологічних схем виготовлення спеціальних матеріалів з особливими властивостями з кольорових металів;
- набуття навичок дослідження за планом розробки технології;
- засвоєння навичок обробки результатів дослідного експерименту;
- вироблення вмінь застосовувати наукові і інженерні методи, а також комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення типових та комплексних завдань по створенню та дослідженню спеціальних матеріалів в кольоровій металургії.

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
Загальні компетентності: ЗК1.Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.	Методи: Наочні методи (схеми, моделі). Словесні методи (лекція, пояснення,

	робота з підручником). Практичні методи (розрахункові завдання, лабораторні роботи). Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації). Метод формування пізнавального інтересу (створення цікавих ситуацій).
Спеціальні (фахові) компетентності (СФК): СК3. Здатність забезпечувати якість в металургії. СК4. Здатність аналізувати і вдосконалювати технологічні процеси в металургії. СК5. Здатність науково обґрунтовувати вибір матеріалів, основного та допоміжного обладнання для реалізації металургійних технологій. 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. СК11. Здатність застосовувати теоретичні та технологічні навички для дослідження та впровадження технологій обробки металів тиском у виконанні інноваційних проєктів для оборонної промисловості в галузі механічна інженерія (ОПП Обробка металів тиском) СК 11. 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 інноваційних проєктів для оборонної промисловості в металургійній галузі. (ОПП Металургія чорних металів) СК11. Здатність застосовувати теоретичні та технологічні навички для дослідження, аналізу та впровадження технологій процесів виробництва кольорових металів, сплавів та іншої продукції кольорової металургії із рудної і вторинної сировини, у тому числі з брухту пошкодженої і зруйнованої військової техніки (ОПП Металургія кольорових металів).	Методи: Дослідницький (самостійна робота, експеримент, індивідуальні завдання). Наочні методи (презентації, схеми, моделі, алгоритми, відео, експеримент). Проблемно-пошукові методи (репродуктивні). Практичні методи (творчі завдання, контрольні, побудова схем). Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації). Метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, створення цікавих ситуацій, мозковий штурм).
Результати навчання: РН5. Співвідносити хімічний склад, структуру і властивості матеріалів металургійного виробництва РН6. Формувати структуру і властивості продукції металургійного виробництва відповідно до потреб замовників.	Методи контролю і самоконтролю (усний, письмовий, програмований). Контрольні заходи: теоретичне тестування за змістовим модулем, надання звіту із виконання

РН8. Пропонувати нові технічні рішення з урахуванням цілей та ресурсних обмежень, економічних, екологічних, правових та безпекових аспектів, розробляти і застосовувати нові металургійні технології. РН11. Обирати і обґрунтовувати вихідну сировину, матеріали та напівпродукти відповідно до умов металургійного виробництва за спеціалізацією з урахуванням технологічних та інших невизначеностей. РН 14. Розуміння теоретичних та технологічних навичок для дослідження та впровадження технологій обробки металів тиском у виконанні інноваційних проєктів для оборонної промисловості в галузі механічна інженерія (ОПП обробка металів тиском) РН14. 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 (ОПП Металургія чорних металів) РН 14. Розуміння теоретичних та технологічних навичок для дослідження, аналізу та впровадження технологій процесів виробництва кольорових металів, сплавів та іншої продукції кольорової металургії із рудної і вторинної сировини, у тому числі з брухту пошкодженої і зруйнованої військової техніки (ОПП Металургія кольорових металів).	лабораторної роботи, підсумкове розрахункове завдання, підсумкове тестування.
---	--

Міждисциплінарні зв'язки. Відповідно до ОПП дисципліна «Нові матеріали в металургії» є обов'язковим компонентом циклу професійної підготовки спеціальності.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1 Композиційні матеріали з металевою матрицею та жароміцні сплави.

Армуючі волокна. Металеві матриці та композиційні матеріали на їхній основі. Композиційні наплавочні матеріали. Металургія гранул – основа створення перспективних авіаційних двигунів. Алмазо – твердосплавний макрокомполімерний матеріал. Перспективні технології металургії гранул жароміцних нікелевих сплавів. Спрямована кристалізація жароміцних нікелевих сплавів. Отримання високопористих матеріалів із волокон вуглецевих сталей та їх механічні властивості.

Застосування металургії гранул при розробці титанових сплавів з інтерметалідним зміцненням.

Змістовий модуль 2 Властивості металевих порошків та методи отримання виробів.

Методи отримання і властивості металевих порошків. Технологічні властивості порошків. Виробництво порошків. Спікання порошків. Основні етапи технології виробництва виробів з порошків. Пористі порошкові матеріали. Конструкційні порошкові матеріали. Високотемпературні порошкові матеріали. Новий композитний вуглецевий матеріал: технологія і перспективи.

Змістовий модуль 3. Тугоплавкі матеріали.

Основи високотемпературних матеріалів. Відомі методи отримання карбідів. Механічні та теплофізичні властивості карбиду кремнію. Силіційований графіт. Методи силіціювання графіту. Карбід титану. Основні фізико-механічні властивості карбиду титану. Карбід бору. Фізико-механічні властивості карбідів. Нітриди. Отримання нітридів. Нітриди скандію, ітрію, лантану та рідкісноземельних елементів. Фізико-механічні та хімічні властивості нітридів.

Змістовий модуль 4. Структура та властивості наноматеріалів.

Нанокристалічні тверді тіла. Сучасні наноматеріали. Застосування наноматеріалів. Вплив умов на одержання нанокристалічних порошків. Суперпокриття. Нанопористий анодний матеріал з SnO₂ і графену.

4. Структура навчальної дисципліни

Змістовий модуль	Усього годин	Аудиторні (контактні) години						Самостійна робота, год		Система накопичення балів		
		Усього годин	Лекційні Заняття, год		Лабораторні заняття, год		Теор зав-ня, к-ть балів			Практичні зав-ня, к-ть балів	Усього балів	
			о/д ф.	з/дист ф.	о/д ф.	з/дист ф.		о/д ф.	з/дист ф.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	15	6		4		4		5		5	10	15
2	15	4		4		4		11		10	5	15
3	15	6		4		4		5		5	10	15
4	15	4		2		2		11		10	5	15
Усього за змістові модулі	60	28		14		14		32		30	30	60
Підсумковий семестровий контроль залік	30											40
Загалом	90									100		

5. Теми лекційних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	2	3	4
1	Армуючі волокна. Металеві матриці та композиційні матеріали на їхній основі. Композиційні наплавочні матеріали. Металургія гранул – основа створення перспективних авіаційних двигунів. Алмазо – твердосплавний макрокомполітичний матеріал. Перспективні технології металургії гранул жароміцних нікелевих сплавів. Спрямована кристалізація жароміцних нікелевих сплавів. Отримання високо пористих матеріалів із волокон вуглецевих сталей та їх механічні властивості. Застосування металургії гранул при розробці титанових сплавів з інтерметалідним зміцненням.	4	
2	Основні етапи технології виробництва виробів з порошків. Пористі порошкові матеріали. Конструкційні порошкові матеріали. Високотемпературні порошкові матеріали. Методи отримання і властивості металевих порошків. Технологічні властивості порошків. Виробництво порошків. Спінання порошків. Псевдосплави на основі вольфраму та міді. Новий композитний вуглецевий матеріал: технологія і перспективи	4	
3	Основи високотемпературних матеріалів. Відомі методи отримання карбідів. Механічні та теплофізичні властивості карбиду кремнію. Силіційований графіт. Методи силіціювання графіту. Карбід титану. Основні фізико-механічні властивості карбиду титану. Карбід бору. Фізико-механічні властивості карбідів. Нітриди. Отримання нітрідів. Нітриди скандію, ітрію, лантану та рідкісноземельних елементів. Фізико-механічні та хімічні властивості нітрідів.	4	
4	Нанокристалічні тверді тіла. Сучасні наноматеріали. Застосування наноматеріалів. Вплив умов на одержання нанокристалічних порошків. Суперпокриття. Нанопористий анодний матеріал з SnO ₂ і графену.	2	
Разом		14	

6. Теми лабораторних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1, 2	Нові композиційні матеріали з металевою матрицею	4	1
3, 4	Отримання виробів методами порошкової металургії	4	1
5	Композиційні матеріали на основі карбідів	4	1
6	Структура та властивості наноматеріалів.	2	1
Разом		14	4

7. 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 1	Вимоги до виконання та оформлення: в ході виконання лабораторної роботи на тему «Нові композиційні матеріали з металевою матрицею» студент складає індивідуальний звіт, що повинен містити теоретичну і графічну частину та висновки, в яких чітко формулюють основні результати роботи.	Виконання ЛР № 1 оцінюється від 1 до 10 балів з урахуванням оформленого звіту та відповідей на запитання при захисті. У разі дистанційної форми навчання звіт з лабораторної роботи завантажується на сайт системи Moodle ЗНУ.	10
	Тест 1	Питання для підготовки: Армуючі волокна. Металеві матриці та композиційні матеріали на їхній основі. Композиційні наплавочні матеріали. Металургія гранул – основа створення перспективних авіаційних двигунів. Алмазо – твердосплавний макрокомполімерний матеріал..	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 10. Правильна відповідь оцінюється у 0,5 бал.	5
Усього за ЗМ 1	2			15
2	Лабораторна робота 2	Вимоги до виконання та оформлення: в ході виконання лабораторної роботи на тему «Отримання виробів методами порошкової металургії» студент складає індивідуальний звіт, що повинен містити теоретичну і графічну частину та висновки, в яких чітко формулюють основні результати роботи.	Виконання ЛР № 2 оцінюється від 1 до 5 балів з урахуванням оформленого звіту та відповідей на запитання при захисті. У разі дистанційної форми навчання звіт з лабораторної роботи завантажується на сайт системи Moodle ЗНУ.	5
	Тест 2	Перспективні технології металургії гранул жароміцних нікелевих сплавів. Спрямована кристалізація жароміцних нікелевих сплавів. Отримання високо пористих матеріалів із волокон вуглецевих сталей та їх механічні властивості. Застосування металургії гранул при	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 10.Правильна відповідь оцінюється у 1 бал	10

		розробці титанових сплавів з інтерметалідним зміцненням		
Усього за ЗМ 2	2			15
3	Лабораторна робота 3	Вимоги до виконання та оформлення: в ході виконання лабораторної роботи на тему «Композиційні матеріали на основі карбідів» студент складає індивідуальний звіт, що повинен містити теоретичну і графічну частину та висновки, в яких чітко формулюють основні результати роботи.	Виконання ЛР № 3 оцінюється від 1 до 10 балів з урахуванням оформленого звіту та відповідей на запитання при захисті. У разі дистанційної форми навчання звіт з лабораторної роботи завантажується на сайт системи Moodle ЗНУ	10
	Тест 3	Основні етапи технології виробництва виробів з порошків. Пористі порошкові матеріали. Конструкційні порошкові матеріали. Високотемпературні порошкові матеріали. Методи отримання і властивості металевих порошків.	Тестові питання оцінюються: правильно/ неправильно. Кількість питань – 10.Правильна відповідь оцінюється у 0,5 бал.	5
Усього за ЗМ 3	2			15
4	Лабораторна робота 4	Вимоги до виконання та оформлення: в ході виконання лабораторної роботи на тему «Наноматеріали» студент складає індивідуальний звіт, що повинен містити теоретичну і графічну частину та висновки, в яких чітко формулюють основні результати роботи.	Виконання ЛР № 4 оцінюється від 1 до 5 балів з урахуванням оформленого звіту та відповідей на запитання при захисті. У разі дистанційної форми навчання звіт з лабораторної роботи завантажується на сайт системи Moodle ЗНУ.	5
	Тест 4	Технологічні властивості порошків. Виробництво порошків. Спікання порошків. Псевдосплави на основі вольфраму та міді. Новий композитний вуглецевий матеріал: технологія і перспективи	Тестові питання оцінюються: правильно/ неправильно. Кількість питань – 10.Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	10
Усього за ЗМ 4	2			15
Усього за змістові модулі	8			60

*(критерії оцінювання за електронним посиланням)

8. 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 хвилин) відповідь на теоретичні питання. У разі дистанційної 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
	Практична робота	Згідно з виконанням лабораторних робіт здобувач виконує практичне завдання	Завдання складається з 4 практичних завдань, за кожне з яких студент може отримати до 5 балів, з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	20
Усього за підсумковий семестровий контроль	2			40

9. Рекомендована література

Основна:

1. Серeda Б. П. Нові матеріали в металургії: навчальний посібник. Запоріжжя: ЗДІА, 2009. 396с.
2. Скачков В. О., Бережна О.Р., Ю.А. Белоконь Ю.О. Високотемпературні композиційні матеріали на основі вуглецю та кераміки: монографія. Запоріжжя: ЗДІА, 2016. 299 с.
3. Скачков В. О. , Бережна О.Р. Технологія вуглеграфітових та вуглецевих композиційних матеріалів6 Навчальний посібник. Запоріжжя: ЗДІА, 2012. 264 с.
4. Нові матеріали в металургії. Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів ЗДІА спеціальностей ОМТ, МК, МЧ. / Укладачі: Б.П. Серeda, В.І. Іващенко, Ю.О. Белоконь, Т.О. Васильченко, О.А. Жеребцов. Запоріжжя: ЗДІА, 2009. 57 с.
5. Буренніков Ю. А., Сивак І. О., Сухоруков С. І. Нові матеріали та композити: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2013. 161 с.
6. Савчук П.П., Кашицький В.П., Мельничук М.Д., Садова О.Л. Композитні та порошкові матеріали: навчальний посібник. Луцький НТУ. Луцьк: ФОП Теліцин О.В., 2017. 368 с.

Додаткова:

1. Технологія композиційних матеріалів: Навчальний посібник /Гончаренко В.В., Коваленко І.В. Київ:, 2007. 131 с.

2. Дубодєлов В. І., Середенко В. О., Затуловський С. С., Косинська А. В. Вплив постійного магнітного поля на дендритну структуру сплавів системи Al-Cu при охолодженні розплавів. *Металознавство та обробка металів*, 2009. No 2. С. 14-19.
3. Копань В.С. Композиційні матеріали. Київ: Пульсари, 2004. 194 с.

Інформаційні ресурси:

- 1.Наукова бібліотека Запорізького національного університету. URL: <http://library.znu.edu.ua/>
- 2.Система електронного забезпечення навчання ЗНУ. URL: <https://moodle.znu.edu.ua/>
- 3.Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/>