

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

Метеленко
(підпис)

Наталія МЕТЕЛЕНКО
(ініціали та прізвище)

« _____ » _____ 2023

Технологічні особливості процесів виробництва кольорових металів
(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 кольорових металів
(назва)

Укладач: Нестеренко Т. М., к.т.н., 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

Бєлоконь
(підпис)

Юрій БЄЛОКОНЬ
(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

Шарапова
(підпис)

Тетяна ШАРАПОВА
(ініціали, прізвище)

Погоджено
Гарант освітньо-професійної програми

Нестеренко
(підпис)

Тетяна НЕСТЕРЕНКО
(ініціали, прізвище)

Погоджено
Відповідальний за секцію «Металургійний
профіль»

Воденнікова
(підпис)

Оксана ВОДЕННИКОВА
(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»	Кількість кредитів – 4	Обов'язкова	
Спеціальність 136 «Металургія»	Загальна кількість годин – 120	Семестр:	
Освітньо-професійна програма Металургія кольорових металів		Змістових модулів – 6	2 -й
	Лекції		
	24 год.		8 год.
Рівень вищої освіти: другий (магістерський)	Кількість поточних контрольних заходів – 12	Лабораторні	
		12 год.	4 год.
		Самостійна робота	
		84 год.	198 год.
		Вид підсумкового семестрового контролю: екзамен	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни «Технологічні особливості процесів виробництва кольорових металів» є формування у студентів професійних знань з теоретичних основ і практичного здійснення сучасних процесів виробництва кольорових металів з рудної і вторинної сировини, необхідних для пошуку оптимальних технологічних схем та обладнання для виробництва кольорових металів, формування навичок оцінювати різні способи вдосконалення відповідних процесів.

Завданням дисципліни є вивчення теоретичних основ та технологічних особливостей процесів виробництва кольорових металів з рудної і вторинної сировини, оволодіння методиками проведення технологічних розрахунків металургійних процесів, а також аналізу технологічних схем виробництва кольорових металів.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Технологічні особливості процесів виробництва кольорових металів» є:

- ознайомитися із теоретичними основами та технологічними особливостями основних гідро-, піро- та електрометалургійних процесів виробництва кольорових металів з рудної і вторинної сировини;
- набути навички використання фундаментальних фізико-хімічних законів для пояснення та систематизації явищ у металургійних розчинах і розплавах;
- оволодіти методиками проведення технологічних розрахунків металургійних процесів у виробництві кольорових металів та їх сполук;
- набути навички аналізу технологічних схем виробництва кольорових металів з рудної і вторинної сировини;
- набути навички визначення впливу різних чинників на параметри та показники основних металургійних процесів виробництва кольорових металів;
- набути навички знаходження оптимальних технологічних режимів для проведення металургійних процесів виробництва кольорових металів та їх сполук;
- набути навички застосування досягнень фізико-хімічних наук для вдосконалення металургійних процесів виробництва кольорових металів та їх сполук.

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: – ЗК2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.	Поєднання традиційних та інтерактивних методів навчання з використанням інноваційних технологій: – наочні методи (схеми, моделі, алгоритми, діаграми); – словесні методи (лекція, пояснення, робота з підручником);

	<ul style="list-style-type: none"> – практичні методи (творчі завдання, контрольні, складання технологічних схем, обчислення параметрів і показників); – логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації); – проблемно-пошукові методи (репродуктивні); – метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, створення цікавих ситуацій).
<p>Спеціальні (фахові) компетентності:</p> <ul style="list-style-type: none"> – СК5. Здатність науково обґрунтовувати вибір матеріалів, основного та допоміжного обладнання для реалізації металургійних технологій. – СК7. Здатність планувати і виконувати експериментальні дослідження в металургії та інтерпретувати їх результати. – 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>Поєднання традиційних та інтерактивних методів навчання з використанням інноваційних технологій:</p> <ul style="list-style-type: none"> – дослідницький (самостійна робота, обробка експериментальних даних); – наочні методи (схеми, моделі, алгоритми, діаграми); – проблемно-пошукові методи (репродуктивні); – практичні методи (творчі завдання, контрольні, складання технологічних схем, обчислення параметрів і показників); – логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації); – метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, створення цікавих ситуацій).
<p>Програмні результати навчання:</p> <ul style="list-style-type: none"> – РН1. 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. – 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; – РН12. Розраховувати витратні показники сировини, матеріалів та енергії, оцінювати вплив на продуктивність агрегату та на якість кінцевого продукту вихідних параметрів з 	<p>Методи контролю і самоконтролю (усний, письмовий, програмований, лабораторно-практичний).</p> <p>Контрольні заходи:</p> <ul style="list-style-type: none"> – поточний контроль знань проводиться у формі усного опитування на лекції / тестування у в СЕЗН ЗНУ (на платформі Moodle), виконання та захист лабораторних робіт у формі співбесіди; – підсумковий контроль знань проводиться у вигляді екзамену в письмовій формі /тестування у в СЕЗН ЗНУ (на платформі Moodle), практичне завдання – розв'язання задач.

<p>урахуванням технологічних та інших невизначеностей.</p> <p>– РН14. 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.</p>	
--	--

Міждисциплінарні зв'язки. Вивчення дисципліни «Технологічні особливості процесів виробництва кольорових металів» є комплексною, ґрунтується як на загальноосвітніх (загальна хімія, математика, фізика), так і на спеціальних («Металургія кольорових металів», «Конструкції технологічних агрегатів кольорової металургії» та ін.) дисциплінах. Вона тісно пов'язана з фаховою дисципліною «Фізико-хімічні процеси виробництва кольорових металів», передує вивченню дисциплін «Металургія вторинних легких металів», «Високотемпературні матеріали в кольоровій металургії», «Виробництво напівпровідників» та подальшої дослідницької діяльності щодо виробництва кольорових металів».

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Загальна характеристика процесів виробництва кольорових металів. Вилуговування в металургії кольорових металів

Мета і завдання дисципліни. Класифікація і характеристика кольорових металів. Класифікація і характеристика металургійних процесів виробництва кольорових металів. Вимоги до сучасного металургійного процесу. Сировинні джерела кольорової металургії, їх підготовка до металургійної переробки. Повний та поелементний матеріальні баланси. Методологія складання матеріальних балансів металургійного процесу виробництва кольорових металів.

Вилуговування в металургії кольорових металів. Класифікація процесів вилуговування. Методи вилуговування. Будова та властивості алюмінатних розчинів. Вибір умов вилуговування. Ефективність обороту лугу. Вплив різних чинників на показники вилуговування. Поводження складових бокситу під час вилуговування. Вплив вапна на вилуговування. Технологічні особливості вилуговування бокситів за способом Байєра. Двопотокова схема вилуговування. Апаратне оформлення вилуговування бокситів.

Змістовий модуль 2. Випал в металургії кольорових металів

Випал в металургії кольорових металів. Технологічні особливості випалювання молібденітового концентрату. Технологічні особливості спікання боксито-содово-вапнякової шихти. Технологічні особливості кальцинуючого випалювання гідроксиду алюмінію. Технологічні особливості хлоруючого і

фторуючого випалювання у виробництві рідкісних кольорових металів. Технологічні особливості відновлювального випалювання окиснених руд кольорових металів.

Змістовий модуль 3. Рудні плавки в металургії кольорових металів.

Рудні плавки в металургії кольорових металів. Технологічні особливості електролітичного виплавлення алюмінію. Промислові електроліти та їх властивості. Електрохімічні реакції на електродах. Втрати алюмінію в криоліто-глиноземних розплавах залежно від складу електроліту. Анодний ефект. Основні показники процесу електролітичної виплавки алюмінію. Обслуговування алюмінієвих електролізерів. Технологічні особливості електролітичного виплавлення магнію. Зневоднення карналітів та його основні стадії. Типи і характеристика електролітів. Механізм втрат магнію при електролізі. Типи магнієвих електролізерів. Обслуговування магнієвих електролізерів. Основні показники процесу електролітичної виплавки магнію.

Змістовий модуль 4. Первинна обробка вторинної сировини кольорових металів. Гідрометалургійна переробка вторинної сировини кольорових металів

Первинна обробка вторинної сировини кольорових металів. Принцип створення і елементи побудови технологічної схеми переробки вторинної сировини кольорових металів. Технологічні особливості сортування вторинної алюмінієвої сировини. Технологічні особливості розбирання, транспортування та зберігання вторинної алюмінієвої сировини.

Гідрометалургійна переробка вторинної сировини кольорових металів. Характеристика алюмінієвих шлаків. Гідрометалургійні способи переробки сольових алюмінієвих шлаків та їх переваги. Особливості технології «грануляційного вилуговування» шлаків. Гідрометалургійні способи переробки відходів виробництва тетраклориду титану.

Змістовий модуль 5. Плавлення вторинної сировини кольорових металів

Плавлення вторинної сировини кольорових металів у полуменевих печах. Теоретичні основи плавлення вторинної алюмінієвої сировини. Технологічні особливості плавлення вторинної алюмінієвої сировини у двокамерній відбивній печі. Технологічні особливості плавлення вторинної алюмінієвої сировини в короткобарабанній печі. Технологічні особливості плавлення вторинної алюмінієвої сировини у шахтних печах та під час комбінування плавильних агрегатів.

Плавлення вторинної сировини кольорових металів в електричних печах. Технологічні особливості плавлення вторинної алюмінієвої сировини в індукційній тигельній печі. Технологічні особливості плавлення вторинної алюмінієвої сировини в індукційній канальній печі. Переробка вторинної магнієвої сировини в печах з сольовим обігрівом. Технологічні особливості плавлення вторинної сировини кольорових металів у дугових печах постійного струму, сучасних плазмових печах та ін.

Змістовий модуль 6. Рафінування кольорових металів

Електролітичне рафінування кольорових металів. Електролітичне рафінування алюмінію. Електролітичне рафінування титану та його відходів.

Хроматографічні та екстракційні методи поділу та очищення кольорових металів. Здійснення сорбційного процесу та його розрахунок. Йонообмінна хроматографія. Здійснення екстракційного процесу та його розрахунок.

Рафінування кольорових металів дистиляцією та ректифікацією. Механізм і технологічні особливості очищення алюмінію дистиляцією. розрахунок теоретичної тривалості процесу вакуумної дистиляції. Технологічні особливості очищення тетраклориду титану ректифікацією

Кристалізаційні методи отримання надчистих металів. Загальна характеристика кристалізаційних методів отримання надчистих металів. Технологічні особливості отримання особливо чистого алюмінію.

4. Структура навчальної дисципліни

Змістовий модуль	Усього годин	Аудиторні (контактні) години						Самостійна робота, год		Система накопичення балів		
		Усього годин		Лекційні заняття, год		Лабораторні роботи, год				Теор. зав-ня, к-ть балів	Практ. 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	2	4	1	2	1	9	13	5	5	10
2	15	4	2	2	1	2	1	11	13	5	5	10
3	15	4	2	2	1	2	1	11	13	5	5	10
4	15	6	2	4	2	2	-	9	13	5	5	10
5	15	6	2	4	1	2	1	9	13	5	5	10
6	15	10	2	8	2	2	-	5	13	5	5	10
Усього за змістові модулі	90	36	12	24	8	12	4	54	78	30	30	60
Підсумковий семестровий контроль екзамен	30							30	30	30	10	40
Загалом		120								100		

5. Темі лекційних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	2	3	4
1	Загальна характеристика процесів виробництва кольорових металів	2	1
1	Вилуговування в металургії кольорових металів	2	-
2	Випал металургії кольорових металів	2	1
3	Рудні плавки в металургії кольорових металів	2	1

4	Первинна обробка вторинної сировини кольорових металів	2	1
4	Гідрометалургійна переробка вторинної сировини кольорових металів	2	1
5	Плавлення вторинної сировини кольорових металів у полуменевих печах	2	1
5	Плавлення вторинної сировини кольорових металів у електричних печах	2	-
6	Електролітичне рафінування кольорових металів	2	1
6	Хроматографічні та екстракційні методи поділу та очищення кольорових металів	2	-
6	Рафінування кольорових металів дистиляцією та ректифікацією	2	1
6	Кристалізаційні методи отримання надчистих металів	2	-
Разом		24	8

6. Теми лабораторних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	2	3	4
1	Високотемпературне вилуговування бокситів	2	1
2	Випалювання молібденітового концентрату	2	1
3	Отримання мідного порошку електролізом	2	1
4	Знежирення та сушіння алюмінієвої стружки	2	
5	Плавлення вторинної алюмінієвої сировини	2	
6	Електролітичне рафінування алюмінію	2	1
Разом		12	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	Тест 1	Питання для підготовки: Вимоги до сучасного металургійного процесу виробництва кольорових металів. Сировинні джерела кольорової металургії, їх підготовка до металургійної переробки. Методи вилуговування. Вибір умов вилуговування. Вплив різних чинників на показники вилуговування.	Тестові питання оцінюються: правильно/ неправильно. Кількість питань – 5. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	5
	Лабораторна робота 1	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота у вигляді файлів	Виконання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1	5

		формату MS Excel або MS Word завантажена на сайт СЕЗН Moodle ЗНУ.	до 5 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	
Усього за ЗМ 1	2			10
2	Тест 2	Питання для підготовки: Хімізм і технологія випалу молібденітового концентрату. Спінання боксито-содово-вапнякової шихти. Хімізм кальцинуючого випалювання гідроксиду алюмінію. Хлоруюче випалювання у виробництві титану.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 5. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	5
	Лабораторна робота 2	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота у вигляді файлів формату MS Excel або MS Word завантажена на сайт СЕЗН Moodle ЗНУ.	Виконання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 5 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	5
Усього за ЗМ 2	2			10
3	Тест 3	Питання для підготовки: Реакції на електродах під час електролізу алюмінію і магнію. Анодний ефект. Промислові електроліти та їх властивості. Основні показники електролізу алюмінію і магнію. Механізм втрат магнію при електролізі. Типи електролізерів.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 5. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	5
	Лабораторна робота 3	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота у вигляді файлів формату MS Excel або MS Word завантажена на сайт СЕЗН Moodle ЗНУ.	Виконання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 5 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	5
Усього за ЗМ 3	2			10
4	Тест 4	Питання для підготовки: Первинна обробка вторинної сировини кольорових металів. Елементи побудови технологічної схеми переробки вторинної сировини кольорових металів. Особливості сортування вторинної алюмінієвої сировини. Характеристика алюмінієвих шлаків. Гідрометалургійні способи переробки шлаків та відходів виробництва тетраклориду титану.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 5. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	5
	Лабораторна робота 4	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота у вигляді файлів формату MS Excel або MS	Виконання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 5 балів з урахуванням	5

		Word завантажена на сайт СЕЗН Moodle ЗНУ.	відповідей на запитання при захисті роботи.	
Усього за ЗМ 4	2			10
5	Тест 5	Питання для підготовки: Теплофізичні властивості і особливості плавлення вторинної алюмінієвої сировини. Вимоги до обладнання для плавлення вторинної алюмінієвої сировини. Типи роторних печей і їх переваги. Принцип комбінування плавильних агрегатів. Типи електричних печей і особливості їх використання. Типи і способи переробки вторинної магнієвої сировини.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 5. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	5
	Лабораторна робота 5	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота у вигляді файлів формату MS Excel або MS Word завантажена на сайт СЕЗН Moodle ЗНУ.	Виконання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 5 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	5
Усього за ЗМ 5	2			10
6	Тест 6	Питання для підготовки: Класифікація металів за ступенем чистоти. Реакції на електродах під час електролітичного рафінування відходів титану. Сутність хроматографічного та екстракційних методів поділу та очищення кольорових металів. Розрахунки сорбційного та екстракційного процесів. Суть рафінування кольорових металів дистиляцією та ректифікацією. Особливості технології отримання особливо чистого алюмінію.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 5. Правильна відповідь оцінюється у 1 бали.	5
	Лабораторна робота 6	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота у вигляді файлів формату MS Excel або MS Word завантажена на сайт СЕЗН Moodle ЗНУ.	Виконання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 5 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	5
Усього за ЗМ 6	2			10
Усього за змістові модулі	12			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
Екзамен	Теоретичне завдання – письмові відповіді на запитання	Питання для підготовки: див. питання до ЗМ 1–6 у таблиці 7.	Оцінювання відповіді на теоретичні питання проводиться з урахуванням таких критеріїв: - знання визначень, основних понять, їх грамотне застосування – до 12 балів; - вміння розкривати взаємозв'язок між постулатами та їх застосуванням, даними і формулами тощо – до 12 балів; - відповідей на додаткові питання – до 6 балів.	30
	Тестування	Тестування передбачає обмежену у часі (40 хв.) відповідь на теоретичні питання. У разі дистанційної форми навчання екзамен проходить у тестовій формі через платформу Moodle.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 20. Правильна відповідь оцінюється у 1,5 бали.	
	Практичне завдання – розв'язання задачі	Практичне завдання містить 1 розрахункову задачу за темами курсу до ЗМ 1–6. Задача у вигляді файлів MS Excel або MS Word завантажена на сайт СЕЗН Moodle ЗНУ.	Задача складається з 2 практичних завдань, за кожне з яких студент може отримати до 5 балів, з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	10
Усього за підсумковий семестровий контроль	2			40

9. Рекомендована література

Основна:

- Сгоров С. Г., Червоний І. Ф. Технологічні особливості процесів виробництва кольорових металів : навч. посіб. Запоріжжя : ЗДІА, 2011. 292 с.
- Критська Т. В., Карпенко Г. В., Янко Т. Б. Технологічні особливості процесів виробництва кольорових металів : навч.-метод. посіб. Запоріжжя : ЗДІА, 2009. 113 с.
- Основи металургійного виробництва металів і сплавів : підручник / Д. Ф. Чернега та ін. ; за ред. Д. Ф. Чернеги, Ю. Я. Готвянського. Київ : Вища школа, 2006. 503 с.

4. Нестеренко Т. М., Скачков В. О., Воденнікова О. С. Теорія і технологія порошкової металургії : навч. посіб. Запоріжжя : ЗДІА, 2016. 192 с.
- 5.°Верховлюк А. М., Нарівський А. В., Могилатенко В. Г. Технології одержання металів та сплавів для ливарного виробництва : навч. посіб. / за ред. акад. НАН України В. Л. Найдека. Київ : Видавничий дім “Вініченко”, 2016. 224 с.

Додаткова:

1. Нестеренко Т. М. Технологічні особливості процесів виробництва кольорових металів : конспект лекцій. Запоріжжя : ЗНУ, 2019. 79 с.
2. Нестеренко Т. М. Технологічні особливості процесів виробництва кольорових металів : метод. вказівки до лабораторних робіт. Запоріжжя : ЗНУ, 2023. 64 с.
3. Нестеренко Т. М. Технологічні особливості процесів виробництва кольорових металів : метод. вказівки до виконання контрольної роботи та самостійної роботи. Запоріжжя : ЗНУ, 2023. 50 с.
4. Нестеренко Т. М. Фізико-хімічні процеси та технологічні особливості процесів виробництва кольорових металів : метод. вказівки до практичних занять, самостійної роботи та виконання курсової роботи. Запоріжжя : ЗДІА, 2016. 128 с
5. Нестеренко Т. М., Нестеренко О. М., Колобов Г. О., Грицай В. П. Виробництво алюмінієвих сплавів з рудної та вторинної сировини : навч. посіб. Київ : Вища школа, 2007. 207 с.
6. Нестеренко Т. М., Червоний І. Ф., Грицай В. П. Теоретичні основи гідрометалургійних процесів : підручник. Київ : Вища школа, 2013. 408 с.
7. Насекан Ю. П. Виробництво глинозему : навч. посіб. Запоріжжя : ЗДІА, 2008. 190 с.
8. Єгоров С. Г., Червоний І. Ф., Воляр Р. М. Конструкції агрегатів кольорової металургії : підручник. Запоріжжя: ЗДІА, 2012. 230 с.
9. Теоретичні основи процесів кольорової металургії : підручник / В. С. Ігнат'єв та ін. ; за ред. І. Ф. Червоного. Запоріжжя : ЗДІА, 2012. 199 с.
10. Halpern Arthur M., Reeves J. H. Experimental physical chemistry : a Laboratory Textbook. Boston ; London : Scott, Foresman and Company, 1988. 387 p.
11. Havlík Tomáš. Hydrometallurgy Principles and applications. Cambridge : Woodhead Publishing Limited, 2008. 551 p.
12. Lantelme F., Groult H. Molten Salt Chemistry. From Lab to Applications. Elsevier, 2013. 592 p.
13. Шаповалов В. О., Шейко І. В., Ремізов Г. О. Плазмові процеси та устаткування в металургії : підручник / за ред. акад. Б. Є. Патона. Київ : Хімджест, 2012. 384 с.
14. Нестеренко Т. М., Воденнікова О. С. Конструкції технологічних агрегатів кольорової металургії : конспект лекцій. Запоріжжя : ЗДІА, 2017. 100 с.
15. Нестеренко Т. М. Фізико-хімічні процеси та технологічні особливості процесів виробництва кольорових металів : метод. вказівки до практичних

- занять, самостійної роботи та виконання курсової роботи. Запоріжжя : ЗДІА, 2016. 128 с.
16. **Нестеренко Т. М.**, Нестеренко О. М. Дослідження впливу попередньої обробки поверхні стружки титанових сплавів на вибір подальшої технології рециркулювання. *Інноваційні підходи до розвитку техніки і технологій*. В 2 кн. Кн.2 : монографія. Одеса, 2015. С. 76–88.
 17. Ivanov V. I., Skachkov V. O., **Nesterenko T. M.**, Harchenko O. I. About diffusive transfer of thermal energy and mass of components in thermodynamics heat-resistant systems. *Металургія*. Запоріжжя. 2021. Вип. 2. С. 87–94.
 18. **Nesterenko T. M.** Modern state and technologies of titanium alloys production. *Innovation in der modernen Wissenschaft : monografische Reihe «Europäische Wissenschaft»*. Buch 12. Teil 1. Karlsruhe, 2022. S. 5,8–34,165–167.
 19. Norgate T. E., Wellwood G. The potential applications for titanium metal powder and their life cycle impacts. *Ibid.* 2006. V. 58, N 9. P. 58–63.
 20. Zhao Q., Miller J.D., Wang X. Recent development in the beneficiation of Chinese bauxite. *Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review*. 2010. V.31(2). P. 111–119.

Інформаційні ресурси:

1. Нестеренко Т. М. Технологічні особливості процесів виробництва кольорових металів : конспект лекцій. Запоріжжя : ЗНУ, 2019. 79 с. URL: <http://ebooks.znu.edu.ua/files/ZII/metodychky/2019/0044102.pdf> (дата звернення: 21.08.2023).
2. Нестеренко Т. М. Фізико-хімічні процеси виробництва кольорових металів : конспект лекцій. Запоріжжя : ЗНУ, 2019. 80 с. URL: : <http://ebooks.znu.edu.ua/files/ZII/metodychky/2019/0044103.pdf> (дата звернення: 21.08.2023).
3. Нестеренко Т. М., Грицай В. П., Нестеренко О. М. Про вдосконалення електротермічного способу отримання алюмінієво-силіцієвих сплавів. *Металургія*. 2014. Вип. 2(32). С. 61–66. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Metalurg_2014_2_12 (дата звернення: 21.08.2023).
4. Ivanov V.I., Nesterenko T.M., Lukoshnikov I.E. About metal layer deposition on cathode at electrolysis of ionic melts. *SWorld Journal*. 2017. Issue 11. Vol.10. P. 83–86. URL: <http://www.sworldjournal.com/e-journal/j1110.pdf> (дата звернення: 21.08.2023).
5. Nesterenko T. M., Nesterenko O. M. Degreasing of titanium chips for production of titanium powders by hydrometallurgical deoxidation method. *SWorld Journal*. 2017. Issue 13. P. 220–223. URL: <http://www.sworldjournal.com/ejournal/j13.pdf> (дата звернення: 21.08.2023).
6. Нестеренко Т. М., Лобіков Д. В. Технологічні особливості рафінування технічного силіцію. *Спеціальна металургія: Вчора, сьогодні, завтра : матеріали XVII всеукр. наук.-практ. конф. (м. Київ, 23 квіт.2019 р.)*. Київ, 2019. С. 34–42. URL: http://www.fhotm.kpi.ua/labours/labours_2019_SMYTT_17.pdf (дата звернення: 21.08.2023).
7. Нестеренко Т. М., Нестеренко О. М., Кучер Д. С. Фільтрування алюмінієвих розплавів, отриманих із вторинної алюмінієвої сировини з лакофарбовим

- покриттям, крізь зернисті фільтри. *Modern engineering and innovative technologies*. 2019. Т. 1. № 10. С. 91–96. URL: <https://www.moderntechno.de/index.php/meit/issue/view/meit10-01/meit10-01> (дата звернення: 21.08.2023).
- 8.°Сучасний стан і прогноз розвитку світової титанової промисловості на період до 2026 року. Повідомлення 4. Феротитан / Колобов Г. О. та ін. *Металургія* : зб. наук. праць. Запоріжжя, 2020. Вип. 1. С. 5–10. URL: <http://metal.journalsofznu.zp.ua/index.php/journal/article/view/47/44> (дата звернення: 21.08.2023).
- 9.°Агафонов О. А., Нестеренко Т. М. Технологічні особливості зневоднення гідроксиду алюмінію. *Актуальні проблеми, пріоритетні напрямки та стратегії розвитку України* : тези доп. І міжнар. наук.-практ. онлайн-конф. (м. Київ, 15 бер. 2021 р.). Київ, 2021. С. 687–689. URL : https://itta.org.ua/onlajn_konferenciya-15-03-2021/ (дата звернення: 21.08.2023).
- 10.°Лотошников О. О., Нестеренко Т. М. Технологічні особливості згущення червоних шлаків із використанням флокулянтів. *Актуальні проблеми, пріоритетні напрямки та стратегії розвитку України* : тези доп. І міжнар. наук.-практ. онлайн-конф. (м. Київ, 15 бер. 2021 р.). Київ, 2021. С. 689–691. URL : <https://itta.org.ua/onlajn-konferenciya-15-03-2021/> (дата звернення: 21.08.2023).
- 11.°Нестеренко Т. М. Про технології переробки відходів виробництва та споживання із кольорових металів. *Еко Форум – 2021* : зб. тез доп. V спеціалізов. міжнар. Запорізького еколог. форуму (м. Запоріжжя, 14-16 вер. 2021 р.). Запоріжжя, 2021. С. 288–290. URL: https://ziif.in.ua/wp_content/uploads/2021/09/tezysy-21_sajt.pdf (дата звернення: 21.08.2023).
- 12.°Features of technology processing of alumina production certain stages from Guinea bauxites / Nesterenko T. M. at other. *Modern engineering and innovative technologies*. 2021. Issue 17. Part 1. P. 42–48. URL: <https://www.moderntechno.de/index.php/meit/issue/view/meit17-01/meit17-01> (дата звернення: 21.08.2023).
- 13.°Процеси виробництва кольорових металів : підручники, монографії, наукові статті. URL: <http://www.twirpx.com> (дата звернення: 21.08.2023).
- 14.°Металургія : журнал / Запорізький національний університет. URL: <http://metal.journalsofznu.zp.ua/index.php/journal> (дата звернення: 21.08.2023).
- 15.°Теорія та практика металургії : наук.-техн. журнал / Інститут промислових та бізнес технологій Українського державного університету науки і технологій. URL: <http://www.nmetau.edu.ua/ua/mdiv/i2004/p1504> (дата звернення: 21.08.2023).
- 16.°Metal Journal : політехн. журнал. URL: <http://www.metaljournal.com.ua/> (дата звернення: 21.08.2023).
- 17.°Процеси виробництва кольорових металів : наукові журнали, період. видання / Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/> (дата звернення: 21.08.2023).